

A XXII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAK ELŐADÁSAI

PROCEEDINGS OF THE XXII-TH
INTERNATIONAL SCIENTIFIC
CONFERENCE OF YOUNG
ENGINEERS

7.

MŰSZAKI
TUDOMÁNYOS
KÖZLEMÉNYEK



2017

**A XXII. FIATAL MŰSZAKIAK
TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAK ELŐADÁSAI**

**PROCEEDINGS OF THE XXIITH INTERNATIONAL
SCIENTIFIC CONFERENCE OF YOUNG ENGINEERS**

MŰSZAKI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

PAPERS ON TECHNICAL SCIENCE

7.

ISSN 2393 – 1280

Erdélyi Múzeum-Egyesület Műszaki Tudományok Szakosztálya
Transylvanian Museum Society – Department of Technical Sciences

MŰSZAKI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

PAPERS ON TECHNICAL SCIENCE

7.

**A XXII. FIATAL MŰSZAKIAK
TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAK ELŐADÁSAI**

**PROCEEDINGS OF THE XXIITH
INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
OF YOUNG ENGINEERS**

Szerkesztette/Edited by
BITAY ENIKŐ



ERDÉLYI MŰZEUM-EGYESÜLET
Kolozsvár
2017

Copyright © a szerzők / the authors, EME/ TMS 2017

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 / Editor-in-Chief: Biró Annamária
Szerkesztette / Edited by: Bitay Enikő
Műszaki szerkesztő / DTP: Szilágyi Júlia
Borítóterv / Cover: Könczey Elemér

Társkiadó / Co-Publisher: Óbudai Egyetem, Budapest
ISBN 978-963-449-018-0

Nyomdai munkálatok / Typography jobs
F&F International Kft. Kiadó és Nyomda, Gyergyószentmiklós
Tel./Fax: +40-266-364171

online elérhető / online available at:
<http://eda.eme.ro/handle/10598/29716>

DOI: 10.33895/mtk-2017.07

**A XXII. FIATAL MŰSZAKIAK
TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAK
ELŐADÁSAI
(KOLOZSVÁR, 2017. MÁRCIUS 23.)**

**PROCEEDINGS
OF THE XXIITH INTERNATIONAL
SCIENTIFIC CONFERENCE
OF YOUNG ENGINEERS
(CLUJ, MARCH 23. 2017.)**

FŐVÉDNÖK / PRIME PROTECTOR:

Lovász László, a Magyar Tudományos Akadémia elnöke

VÉDNÖK / PROTECTOR:

Gyulai József, a Novofer Alapítvány kuratóriumának elnöke

SZERVEZŐ / ORGANIZED BY:

Az Erdélyi Múzeum-Egyesület Műszaki Tudományok Szakosztálya
Transylvanian Museum Society - Department of Technical Sciences

TÁRSSZERVEZŐ / CO-ORGANIZER:

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Marosvásárhelyi Kar
Sapientia Hungarian University of Transylvania,
Faculty of Technical and Human Sciences, Tîrgu Mureş

PROGRAMBIZOTTSÁG / ORGANIZATION BOARD

Gyenge Csaba, Máté Márton, Réger Mihály, Talpas János

TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG / LEKTOROK SCIENTIFIC ADVISORY BOARD / PEER REVIEWERS

- Bagyinszki Gyula (Budapest)
Békési Zsolt (Debrecen)
Bencsik A. L. (Budapest)
Boros Norbert (Debrecen)
Bitay Enikő (Kolozsvár/Cluj)
Budai István (Debrecen)
Csibi Vencel (Kolozsvár/Cluj)
M. Csizmadia Béla (Gödöllő)
Danyi József (Kecskemét)
Dávid László
(Marosvásárhely/Tîrgu Mureş)
Drégelyi-Kiss Ágota (Budapest)
Dobránszky János (Budapest)
Dudás Illés (Miskolc)
Farkas Gabriella (Budapest)
Farkas Tibor (Budapest)
Fazekas Lajos (Debrecen)
Fregán Beatrix (Budapest)
Forgó Zoltán
(Marosvásárhely/Tîrgu Mureş)
Forizs Edit (Kolozsvár/Cluj)
Getto Tamás (Pécs)
Gobesz F-Zsongor (Kolozsvár/Cluj)
Goda Róbert (Budapest)
Gyenge Csaba (Kolozsvár/Cluj)
Hanák László (Veszprém)
Hervay Péter (Budapest)
Hodai Zoltán (Veszprém)
Hollanda Dénes
(Marosvásárhely/Tîrgu Mureş)
Horváth Richárd (Budapest)
Kakucs András
(Marosvásárhely/Tîrgu Mureş)
Károly Dóra (Budapest)
Katona Bálint (Budapest)
Keczáné Üveges Andrea (Debrecen)
Kelemen András
(Marosvásárhely/Tîrgu Mureş)
Kerekes László (Kolozsvár/Cluj)
Kerti András (Budapest)
Kocsis Dénes (Debrecen)
Kocsis Imre (Debrecen)
Kopenetz Lajos (Kolozsvár/Cluj)
Kovács Dorina (Budapest)
Kovács Tünde (Budapest)
Kovács Viktória Barbara (Budapest)
Köllő Gábor (Kolozsvár/Cluj)
Lakatos Ákos (Debrecen)
Laza Tamás (Budapest)
Lukovich Tamás (Gödöllő)
Márton László
(Gyergyószentmiklós/Gheorgheni)
Máté Márton
(Marosvásárhely/Tîrgu Mureş)
Órvós Mária (Budapest)
Pásztor Judit
(Marosvásárhely/Tîrgu Mureş)
Pausits Péter (Budapest)
Pinke Péter (Nagyszombat/Trnava)
Pikorádi László (Budapest)
Rácz Pál (Budapest)
Rajnai Zoltán (Budapest)
Réger Mihály (Budapest)
Réti Tamás (Budapest)
Roósz András (Miskolc)
Sipos Tibor (Budapest)
Szabó Péter János (Budapest)
Szemes Péter Tamás (Debrecen)
Szendrei János (Debrecen)
Szigeti Ferenc (Nyíregyháza)
Tolvaly-Roşca Ferenc
(Marosvásárhely/Tîrgu Mureş)
Tóth János (Debrecen)
Tóthné Laufer Edit (Budapest)
Tóth László (Miskolc)
Váradai Károly (Budapest)
Varga Zoltán (Veszprém)
Végvári Ferenc (Kecskemét)
Veress Erzsébet (Kolozsvár/Cluj)

TARTALOM

ELŐSZÓ	27
Roósz András <i>Áttekintés a Magyar Tudományos Akadémia-Miskolci Egyetem közös anyagtudományi kutatócsoportjának kutatásairól</i>	31
Rajnai Zoltán <i>Információbiztonság tudatosság</i>	37
Dezső Gergely <i>Kutatási és alkalmazási tapasztalatok az additív gyártásban</i>	43
Forgó Zoltán <i>A virtuális és a kiterjesztett valóság mint segédeszköz a modern iparban</i>	49
Abbasova Nargiz, Nagy István <i>Az ember-robot együttműködését szervező rendszerek multi-ágensű környezetben</i>	51
Afghan Syeda Adila, Almusawi Husam, Husi Géza <i>Minimális kimeneti teljesítmény meghatározása energy harvesting prototípushoz: egy esettanulmány mobiltelefon specifikációkra</i>	55
Ágoston Gábor, Pokorádi László <i>Karbantartó szakemberek véleményeinek elemzése</i>	59
Almusawi Husam, Afghan Syeda Adila, Husi Géza, Molnár Zsolt, Erdei Timotei István <i>A stroke-t kapott egyének rehabilitációs eszközeiben jelentős fejlődést mutató hatékony technikák áttekintése</i>	63
Andraws Andrew, Kovács Tünde, Popa-Müller Izolda <i>A lézeres gravírozás technológiája</i>	67
Andraws Andrew, Pinke Péter <i>Lézergravírozási kísérletek</i>	71

Andrejszki Tamás, Baranyai Dávid, Török Ádám <i>A baleseti góchelyek és az infrastruktúra közötti kapcsolat vizsgálatának alapjai</i>	75
Asztalos Lilla, Fazakas Éva, Dobránszky János <i>Kobalt-króm ötvözet alapanyagú sztentek korróziós tulajdonságainak vizsgálata</i>	79
Bagyinszki Gyula, Bitay Enikő <i>Hegeszthetőségi szempontok növelt szilárdságú acélokra</i>	83
Bagyinszki Gyula, Losonci Kálmán <i>Korrózióállóság minősítése képelemző szoftver alkalmazásával</i>	87
Barányi István <i>Gauss szűrő alkalmazhatósága abráziósan koptatott felületek mikrotopográfiájának vizsgálatakor</i>	91
Bera Bálint <i>3D optikai szkennelés ipari alkalmazása - esettanulmány</i>	95
Bitay Enikő, Bagyinszki Gyula <i>Ívhegesztési eljárásváltozatok fejlesztései</i>	99
Bitay Enikő, Kacsó Irén, Toloman Dana, Pánczél Szilamér, Veress Erzsébet <i>A Fe(II)/Fe(III) arány meghatározása EPR spektroszkópiai úton marosvécsi (Bráncoveneshti), mikházi (Călugăreni) és felsőrépai (Vătava) római kori vassalakokban</i>	103
Bobek Janka, Rippelné Pethő Dóra <i>Levendula extrakciója nagy nyomású szén-dioxiddal</i>	107
Bocsi Róbert, Rippelné Pethő Dóra, Horváth Géza, Hodai Zoltán, Bobek Janka <i>Üzemenyag biokomponensek előállításához termesztett mikroalgák feldolgozásakor keletkező mellékáramok hasznosítási lehetőségei</i>	111

Botoş Marius Lucian, Gobesz Ferdinánd-Zsongor <i>Telítetlen talajok hidraulikus jellemzőinek a laboratóriumi vizsgálata</i>	115
Böttger Eszter Réka, Both Balázs <i>Érintőleges légvezetési rendszer légmozgásának méréses elemzése</i>	119
Cserényi-Vörös Erika, Borsos Ágnes, Gyergyák János <i>Építészeti koncepciók</i>	123
Csomor Levente, Kakucs András <i>Az Engler-viszkóziméter modernizálása</i>	127
Domonyi Erzsébet, M. Csizmadia Béla, Telekes Gábor <i>Hőmérséklet különbség változása beton és vasbeton szerkezetek kötési folyamata során</i>	131
Erdei Timotei István, Molnár Zsolt, Obinna Nwachukwu C., Husi Géza <i>AGV kiber-fizikai navigációs rendszer</i>	135
Farkas Gabriella, Zelei Sándorné <i>Az 5S módszer alkalmazása laborok felülvizsgálatánál</i>	139
Farkas Levente, Pokorádi László <i>Hibafa elemzés Monte-Carlo-szimulációja</i>	143
Farkas Tibor, Hronyecz Erika <i>Digitális katona rendszer a katasztrófavédelmi műveletekben</i>	147
Fejes Gergő Richárd, Gonda Viktor <i>Könyöksajtolt réz próbatetek DSC vizsgálata</i>	151
Fekete Albert-Zsombor <i>Reaktív plazmaporlasztási folyamat felügyeleti és adatgyűjtő rendszerének kialakítása</i>	155
Fórián Sándor, Szalai László, Bodnár Ildikó <i>Nagyecsedti artézi vizek helyszíni vizanalitikai vizsgálata</i>	159

Fregan Beatrix, Sótonyiné Zsigmond Ágnes, Szabó Terézia <i>A magyar felsőoktatás finanszírozásának egyes kérdései</i>	163
Gábora András, Sziki Gusztáv Áron, Szántó Attila, Varga Tamás Antal, Magyar Attila, Balázs Dávid <i>Prototípus elektromos tanulmányautó fejlesztése a Shell Eco-Marathon® versenyre</i>	167
Gáti József, Talpas János <i>Edvi Illés Aladár, a magyar iparfejlesztés kiemelkedő személyisége</i>	171
Gergely Attila Levente <i>Termoplasztikus elasztomerek térhálósítása</i>	175
Haraszi Ferenc <i>Villamos kötések vizsgálata hőkamerával</i>	179
Hidegh Gyöngyvér <i>Előkeveréses égő szén-monoxid kibocsátásának csökkentése diffúzoros égőszáj kialakítással</i>	183
Hodai Zoltán, Rippelné Pethő Dóra, Horváth Géza, Hanák László, Bocsi Róbert <i>Mikroalga szuszpenziók mint növényi tápszerek</i>	187
Horváth Richárd, Drégelyi-Kiss Ágota <i>Átlagos felületi érdesség vizsgálata vizvágás technológiájánál</i>	191
Horváth Richárd, Nagy János Zsolt, Hervay Péter <i>Erőtani vizsgálatok poliéter-éter-éter-keton (peek) esztergálása esetén</i>	195
Horváth Richárd, Oláh Ferenc <i>Fémgömbhéj erősítésű alumínium mátrixú kompozitok gyártása, tulajdonságai, forgácsolhatósági problémái</i>	199
Huszák Csenge, Nagyné Halász Erzsébet <i>A színes és a hagyományos (korróziós) maratás összehasonlítása az öntöttvasaknál</i>	203

Károly Dóra, Károly Péter Balázs <i>Koszorúérszterek oldalágelelési lehetőségének előrejelzése</i>	207
Katona Bálint, Szlancsik Attila, Orbulov Imre Norbert <i>Kerámia gömbhéjjal töltött szintaktikus fémhabok törésmechanikai vizsgálata</i>	211
Kemény Alexandra, Károly Dóra, Pammer Dávid <i>Új típusú gerincimplantátum vizsgálata</i>	215
Kemény Dávid Miklós, Fábíán Enikő Réka <i>Hegesztési paraméterek hatása korrózióval szembeni ellenállásra ausztenites rozsdamentes acéloknál</i>	219
Kocsis Dénes <i>Közúti zaj változásának értékelése városi környezetben</i>	223
Kopenetz Lajos György, Gobesz Ferdinánd-Zsongor <i>Tartószerkezetek tervezésének mai irányzatai</i>	227
Kósa Balázs, Sódar Norbert, Kovács Péter <i>Intelligens impressziók tere</i>	231
Kovács Ágota <i>Családi ház alternatív energiaellátása</i>	235
Kovács Dorina, Dobránszky János <i>Különleges lőfegyvercsövek károsodáselemzése</i>	239
Kovács Péter, Kósa Balázs, Molnár Tamás, Sódar Norbert <i>Mutálódó épített örökségünk – migráció, multikulturalizmus, építészet</i>	243
Kovács Tünde <i>Épületvédelem nagy energia elnyelő képességű anyagokkal</i>	247
Kozma Ferenc, Ráthy Istvánné, Varga Ferenc, Prokisch József <i>Extruder csiga vizsgálata</i>	251

Laky Zoltán, Laky Ildikó <i>Gazdaságos pénz-beosztó fűtésszabályzó.....</i>	255
Losonci Kálmán, Bagyinszki Gyula <i>Korrózióálló acél TIG-eljárásváltozatokkal hegesztett kötéseinek mechanikai vizsgálata</i>	259
Lovas Bence <i>Különböző szigetelőanyagok hőtechnikai tulajdonságainak vizsgálata és alkalmazási lehetőségeik.....</i>	263
Lőrinczi Attila, Egyed-Faluvégi Erzsébet <i>Automatizált zsákoló berendezés.....</i>	267
Mallár Tamás, Oláh Ferenc, Turbucz Viktor <i>Többfunkciós megmunkálóközpontok összehasonlítása</i>	271
Máriás Nimród <i>Szabaddugattyús Stirling generátor dinamikai modellezése és fejlesztése.....</i>	275
Máté Márton, Kántor Anna Erzsébet, Laczkó-Benedek Brigitta <i>Metszőkerékkel lefejtett fogaskerekek profilpontosságának vizsgálata.....</i>	279
Máthé Aliz Éva <i>Merevség vagy csillapítás szeizmikus válasznál</i>	283
Milchiş Tudor, Gobesz Ferdinánd-Zsongor <i>Óriásplakát körüli légmozgás numerikus szimulációja.....</i>	287
Molnár Dániel, Dezső Gergely <i>Közúti járműszerelvény környezetének áramlástani térképe.....</i>	291
Molnár Zsolt, Erdei Timotei István, Almusawi Husam, Husi Géza <i>Saját CNC prototípus rendszer mint IoT eszköz.....</i>	295
Nagy Andor-Csongor, Cîrcu Alexandru, Moldovan Dorin-Vasile, Ciubotaru Vlad Costel, Muntean Lavinia Elena <i>Cementtel stabilizált talajminták teherbírása tengelyirányú nyújtóerő esetén</i>	299

Nagy István, Langer Ingrid, Rác Pál <i>Mechatronikai képzés az Óbudai Egyetem Bánki Karán.....</i>	303
Nagy Roland, Kothencz Réka, Bartha László, Vágó Árpád <i>Tenzidek vizes oldatában képződő micellák alakjának és részecskeméretének meghatározása</i>	307
Nagyné Halász Erzsébet, Pokorádi László, Stein Vera <i>Parametrikus bizonytalanságelemzési módszerek anyagvizsgálati szemléltetése</i>	311
Novák János <i>Kollégiumi rendezvényszervezés biztonságtudományi kérdései</i>	315
Novotni Gergely István, Józsa Viktor <i>Turbulens perdületes láng akusztikai diagnosztikája</i>	319
Nyikes Zoltán <i>A digitális kompetencia értékelési rendszerének egyes kérdései</i>	323
Nyikes Zoltán <i>A biztonságtudatosság fejlesztésének egyes lehetőségei.....</i>	327
Obinna Nwachukwu C., Erdei Timotei István, Molnár Zsolt, Szemes Péter, Husi Géza <i>LabVIEW alapú mozgás tervezése és nyomon követése ipari robot manipulátor számára (KUKA KR5 arc): tervezés, modellezés és robot vezérlőegység szimulációja</i>	331
Pimentel Edgar Marcial, Nagy István <i>Termoelektromos anyagok és eszközök a fenntartható jövőért</i>	335
Pokorádi László, Fenyvesi Csaba <i>Tartalék alkatrészsám meghatározás szimulációs üzemeltetési rendszerelemzéssel</i>	339
Pusztai László Péter, Kocsi Balázs <i>Esettanulmány üzleti folyamatfejlesztésre – ipari folyamat racionalizálása.....</i>	343

Ráczai Viktor, Palásti-Kovács Béla, Szalóki István <i>A felületi érdesség kialakulásának elemzése többélű szerszámok forgácsolási műveleteinél</i>	347
Rajnai Zoltán, Fregan Beatrix <i>Új alapokon a magyarországi kibervédelmi stratégia</i>	351
Réti Tamás, Varga Péter, Réger Mihály <i>Molekuláris deszkriptorok alkalmazása oktán izomerek topológiai szerkezetének jellemzésére</i>	355
Sipos Kristóf Balázs, Tóth János <i>Automatizált pneumatikus szelep veszteségmérő</i>	359
Szabó Zsolt Mihály <i>A nyugdíjfolyósítás információbiztonsági és informatikai biztonsági kérdései</i>	363
Szántó Attila, Sziki Gusztáv Áron, Hajdu Sándor, Gábora András <i>Soros gerjesztésű egyenáramú motor szimulációja MATLAB környezetben</i>	367
Szögi Gábor <i>Robot operációs rendszer a „ROS 2.0” lehetőségeinek tükrében</i>	371
Tokody Dániel <i>Vasúti kutatások - az európai vasúti ágazat versenyképessége</i>	375
Tóth Tamás, Kovács Tünde <i>Szénszál erősítésű polimerek lézeres vágása</i>	379
Tóth Xénia Erzsébet, Zilahi Krisztián László <i>NI Labview képfeldolgozási algoritmusok alkalmazása, illesztése ipari eszközökhöz</i>	383
Tóthné Laufer Edit <i>Fuzzy logika alapú kockázat értékelő keretrendszer alkalmazása a páciens monitorozásban</i>	387

Truzsi Alexandra, Bodnár Ildikó, Fülöp Zoltán	
<i>A debreceni szennyvíztisztító telep vizsgálata különös tekintettel a fermentációs folyamat megbízható értékelésére alkalmazható FOS/TAC arány nyomon követésével.....</i>	<i>391</i>
Tuloki Szilárd, Nagy István	
<i>Gépjármű kanyarodási technológiák, közvetlen adaptív kormányzás.....</i>	<i>395</i>
Varga Tamás Antal, Kapusi Tibor, Mankovits Tamás	
<i>Celluláris anyagok modellezése digitális képek alapján.....</i>	<i>399</i>
Zabóné Varga Irén	
<i>A magyar nyelvű műszaki terminológia a 19. század közepétől 1920-ig.....</i>	<i>403</i>
Zilahi Krisztián László, Tóth Xénia Erzsébet	
<i>Sűrített levegővel hajtott tanulmányautó mérő- és vezérlőrendszerének továbbfejlesztése.....</i>	<i>407</i>
Zsigmond Zalán, Molnár Orsolya	
<i>Transzport analógiák vizsgálata és alkalmazása csököteges hőcserélőben.....</i>	<i>411</i>
SZERZŐK JEGYZÉKE	415

CONTENT

FOREWORD	29
András Roósz <i>An Overview about the Scientific Work of the Hungarian Academy-Miskolc University Joint Materials Science Research Group</i>	31
Zoltán Rajnai <i>IT-Security Consciousness</i>	37
Gergely Dezső <i>Research and Application Experiences On Additive Manufacturing</i>	43
Zoltán Forgó <i>Virtual and Augmented Reality as Assitant System in the Modern Industry</i>	49
Nargiz Abbasova, István Nagy <i>Cooperation Organization in Human/Multi-Robot Interaction</i>	51
Syeda Adila Afghan, Husam Almusawi, Géza Husi <i>Approximating the Minimum Output Power for Energy Harvesting Prototype: a Case Study of Cell Phone Specifications</i>	55
Gábor Ágoston, László Pokorádi <i>Investigation of Maintenance Experts' Opinions</i>	59
Husam Almusawi, Syeda Adila Afghan, Géza Husi, Zsolt Molnár, Timotei István Erdei <i>Reviewing the Notable Progress of Effective Techniques in the Development of Stroke Hand Rehabilitation Devices</i>	63
Andrew Andraws, Tünde Kovács, Izolda Popa-Müller <i>Laser Engraving Technology</i>	67
Andrew Andraws, Péter Pinke <i>Laser Engraving Experiments</i>	71

Tamás Andrejszki, Dávid Baranyai, Ádám Török <i>The Relationship between the Accident Black-Spot and Infrastructure Investigation Basics</i>	75
Lilla Asztalos, Éva Fazakas, János Dobránszky <i>Examination of the Corrosion Properties of Cobalt-Chromium Alloy Stents</i>	79
Gyula Bagyinszki, Enikő Bitay <i>Weldability Standpoints for Increased Strength Steels</i>	83
Gyula Bagyinszki, Kálmán Losonci <i>Corrosion Resistance Qualification by Application of Image Analysis Software</i>	87
István Barányi <i>The Examination of Applicability of Gaussian Microtopography Filter in a Case of Abrasion Wear Process</i>	91
Bálint Bera <i>Industrial Application of the Optical 3D Scanning – Case Study</i>	95
Enikő Bitay, Gyula Bagyinszki <i>Developments of Arc Welding Process Variants</i>	99
Enikő Bitay, Irén Kacsó, Dana Toloman, Szilamér Pánczél, Erzsébet Veress <i>EPR Spectroscopic Determination of the Fe(II)/Fe(III) Ratio in Roman Slags from Brâncovenesti (Marosvécs), Călugăreni (Mikháza) and Vătava (Felsőrépa), Romania</i>	103
Janka Bobek, Dóra Rippelné Pethő <i>Extraction of Lavender by High Pressure Carbon-Dioxide</i>	107
Róbert Bocsi, Dóra Rippelné Pethő, Géza Horváth, Zoltán Hodai, Janka Bobek <i>Utilization of Byproducts from Algae Biomass that Cultivated for Biofuel Production</i>	111
Marius Lucian Botoș, Ferdinánd-Zsongor Gobesz <i>Laboratory Assessment of the Hydraulic Characteristics of Unsaturated Soils</i>	115

Eszter Réka Böttger, Balázs Both <i>Analysis of Measurements of Air Movement in Tangential Air Supply System</i>	<i>119</i>
Erika Cserényi-Vörös, Ágnes Borsos, János Gyergyák <i>Architectural Concepts.....</i>	<i>123</i>
Levente Csomor, András Kakucs <i>Modernization of the Engler-viscometer</i>	<i>127</i>
Erzsébet Domonyi, Béla M. Csizmadia, Gábor Telekes <i>The Change of Temperature Difference in the Process of Concrete and Reinforced Concrete Hardening Procedure.....</i>	<i>131</i>
Timotei István Erdei, Zsolt Molnár, Nwachukwu C. Obinna, Géza Husi <i>Cyber-physical Navigation System of AGV.....</i>	<i>135</i>
Gabriella Farkas, Sándorné Zelei <i>Application of the 5S Method at Audit of Laboratories.....</i>	<i>139</i>
Levente Farkas, László Pokorádi <i>Monte Carlo Simulation of Failure Tree Analysis</i>	<i>143</i>
Tibor Farkas, Erika Hronyecz <i>Land Warrior Soldier System for Disaster Response and Relief Operations</i>	<i>147</i>
Gergő Richárd Fejes, Viktor Gonda <i>DSC Analysis of ECAP Processed Copper Samples</i>	<i>151</i>
Albert-Zsombor Fekete <i>Development of a Monitoring and Data Acquisition System for the Reactive Plasma Sputtering Process.....</i>	<i>155</i>
Sándor Fórián, László Szalai, Ildikó Bodnár <i>Analytical Examinations of Water Samples from Artesian Wells at Nagycsed.....</i>	<i>159</i>
Beatrix Fregan, Ágnes Sótonyiné Zsigmond, Terézia Szabó <i>The Hungarian Higher Education Funding for Some Issues.</i>	<i>163</i>

András Gábora, Gusztáv Áron Szíki, Attila Szántó, Tamás Antal Varga, Attila Magyar, Dávid Balázs <i>Prototype Battery Electric Car Development for Shell Eco-marathon® Competition</i>	167
József Gáti, János Talpas <i>Illés Aladár Edvi, Personality of the Hungarian Industry Innovation</i>	171
Attila Levente Gergely <i>Crosslinking of Thermoplastic Elastomers</i>	175
Ferenc Haraszti <i>Investigation of Electric Connections Using Thermal Imager</i>	179
Gyöngyvér Hidegh <i>Carbon Monoxide Reduction of a Lean Premixed Prevaporised Burner Using Diffusers</i>	183
Zoltán Hodai, Dóra Rippelné Pethó, Géza Horváth, László Hanák, Róbert Bocsi <i>Microalgae Suspensions as Plant Nutrients</i>	187
Richárd Horváth, Ágota Drégelyi-Kiss <i>Examination of Average Surface Roughness (Ra) in Water Jet Cutting Technology</i>	191
Richárd Horváth, János Zsolt Nagy, Péter Hervay <i>The Investigation of Cutting Forces in Turning Technology of Peek (Poly Ether Ether Ketone)</i>	195
Richárd Horváth, Ferenc Oláh <i>Manufacturing, Properties and Cutting Problems of Metal Hollow Sphere Reinforced Aluminum Composite</i>	199
Csenge Huszák, Erzsébet Nagyné Halász <i>Comparison of the Colour Metallography and the Etching by Cast Iron</i>	203
Dóra Károly, Péter Balázs Károly <i>Prediction of Side Branch Access Possibility of Coronary Artery Stents</i>	207

Bálint Katona, Attila Szlancsik, Imre Norbert Orbulov <i>Fracture Mechanics Testing of Ceramics Hollow Spheres Filled Syntactic Foams</i>	211
Alexandra Kemény, Dóra Károly, Dávid Pammer <i>Examination of Novel Spine Implant</i>	215
Dávid Miklós Kemény, Enikő Réka Fábrián <i>The Effect of Welding Parameters by Corrosion Resistance Austenitic Stainless Steel</i>	219
Dénes Kocsis <i>Evaluation of Road Traffic Noise Changes in Urban Environment</i>	223
Lajos György Kopenetz, Ferdinánd-Zsongor Gobesz <i>Today's Trends of Structural Design</i>	227
Balázs Kósa, Norbert Sódar, Péter Kovács <i>The Space of Intelligent Impressions</i>	231
Ágota Kovács <i>Alternative Energy Use of a Residential House</i>	235
Dorina Kovács, János Dobránszky <i>Failure Analysis of High Performance Gun-Barrels</i>	239
Péter Kovács, Balázs Kósa, Tamás Molnár, Norbert Sódar <i>Our Mutating Built Heritage – Migration, Multiculturalism, Architecture</i>	243
Tünde Kovács <i>High-energy Absorbing Materials for Object Protection</i>	247
Ferenc Kozma, Istvánné Ráthy, Ferenc Varga, József Prokisch <i>Investigation of an Extruder Screw</i>	251
Zoltán Laky, Ildikó Laky <i>Economical „Money Saving” House Heating Controller</i>	255

Kálmán Losonci, Gyula Bagyinszki <i>Mechanical Testing of Stainless Steel Joints Welded by TIG Process Variants</i>	259
Bence Lovas <i>Examining Thermal Properties and Applications of Different Insulation Materials.....</i>	263
Attila Lőrinczi, Erzsébet Egyed-Faluvégi <i>Automated Bag Packaging System.....</i>	267
Tamás Mallár, Ferenc Oláh, Viktor Turbucz <i>Comparison of Multitasking Machining Centers.....</i>	271
Nimród Máriás <i>Development and Dynamic Modeling of a Free Piston Stirling Generator.....</i>	275
Márton Máté, Anna Erzsébet Kántor, Brigitta Laczkó-Benedek <i>The Analysis of the Tooth Profile Precision by Gears Meshed using Shaper Cutter.....</i>	279
Aliz Éva Máthé <i>Stiffness versus Damping in Seismic Response.....</i>	283
Tudor Milchiş, Ferdinánd-Zsongor Gobesz <i>Numerical Simulations of Airflow around Billboards.....</i>	287
Dániel Molnár, Gergely Dezső <i>Aerodynamic Map of a Road Combination Vehicle.....</i>	291
Zsolt Molnár, Timotei István Erdei, Husam Almusawi, Géza Husi <i>Our own CNC Prototype System as IoT Device.....</i>	295
Andor-Csongor Nagy, Alexandru Cîrcu, Dorin-Vasile Moldovan, Vlad Costel Ciubotaru, Lavinia Elena Muntean <i>Flexural Tensile Strength Testing of Stabilized Soil Samples.....</i>	299
István Nagy, Ingrid Langer, Pál Rácz <i>The Mechatronic Education at the Bánki Faculty of Óbuda University.....</i>	303

Roland Nagy, Réka Kothencz, László Bartha, Árpád Vágó <i>Determination of Particle Shape and Size of Micelles Formed in Aqueous Solution of Surfactants</i>	307
Erzsébet Nagyné Halász, László Pokorádi, Vera Stein <i>Demonstration of Parametric Uncertainty Investigation Methods by a Materials Testing Example</i>	311
János Novák <i>Security Issues of Organizing Events in Student Hostels</i>	315
Gergely István Novotni, Viktor Józsa <i>Acoustic Diagnostics of a Swirling Turbulent Flame</i>	319
Zoltán Nyikes <i>Some Questions of the Digital Competence Evaluation System</i>	323
Zoltán Nyikes <i>Some Safety Awareness Development Opportunities</i>	327
Nwachukwu C. Obinna, Timotei István Erdei, Zsolt Molnár, Péter Szemes, Géza Husi <i>LabVIEW Motion Planning and Tracking of an Industrial Robotic Manipulator (KUKA KR5 ARC): Design, Modelling and Simulating the Robot's Controller Unit</i>	331
Edgar Marcial Pimentel, István Nagy <i>Thermoelectric Materials and Devices for a Sustainable Future</i>	335
László Pokorádi, Csaba Fenyvesi <i>Determination of Reserve Part's Number by Simulation-Based Maintenance System Analysis</i>	339
László Péter Pusztai, Balázs Kocsi <i>E Business Process Improvement: a Case Study – Rationalization of Industry Process</i>	343

Viktor Rácz, Béla Palásti-Kovács, István Szalóki <i>Analysis of Formation of Surface Roughness in Case of Multi-Blade Cutting Tool Processes</i>	347
Zoltán Rajnai, Beatrix Fregan <i>New Funds of the Cyber Security Strategy in Hungary</i>	351
Tamás Réti, Péter Varga, Mihály Réger <i>Application of Molecular Descriptors in the Topological Characterization of Octane Isomers</i>	355
Kristóf Balázs Sipos, János Tóth <i>Automatized System for Measuring Flow Losses of Pneumatic Valves</i>	359
Zsolt Mihály Szabó <i>The Pension Payments of Information Security and IT Security Questions</i>	363
Attila Szántó, Gusztáv Áron Szíki, Sándor Hajdu, András Gábora <i>Simulation of a Series Wound DC Motor in MATLAB Environment</i>	367
Gábor Szögi <i>Robot Operating System in ROS 2.0</i>	371
Dániel Tokody <i>Railway Researches - Competitiveness of the European Rail Industry</i>	375
Tamás Tóth, Tünde Kovács <i>Carbon Fiber Reinforced Polymer Materials Laser Cutting</i>	379
Xénia Erzsébet Tóth, Krisztián László Zilahi <i>Application of Image Processing Methods in NI LABVIEW and its Adaptation to Industrial Devices</i>	383
Edit Tóthné Laufer <i>Fuzzy Logic-based Risk Assessment Framework Used In Patient Monitoring</i>	387
Alexandra Truzsi, Ildikó Bodnár, Zoltán Fülöp <i>Examination of Debrecen WWTP Focusing on the FOS/TAC Ratio as a Reliable Assessment Parameter Used for the Fermentation Proces</i>	391

Szilárd Tuloki, István Nagy	
<i>Vehicle Steering Technologies, Direct Adaptive Steering</i>	395
Tamás Antal Varga, Tibor Kapusi, Tamás Mankovits	
<i>Modelling of Cellular Materials Based on Digital Images</i>	399
Irén Zabóné Varga	
<i>The Hungarian Language Technical Terminology from the Middle of the 19th Century Until 1920</i>	403
Krisztián László Zilahi, Xénia Erzsébet Tóth	
<i>Development of Measuring and Control System of Pneumatic Driven Concept Vehicle</i>	407
Zalán Zsigmond, Orsolya Molnár	
<i>Transport Analogies in Shell and Tube Heat Exchanger</i>	411
LIST OF AUTHORS	415

ELŐSZÓ

A műszaki tudományok rohamos fejlődése arra készíti a kutatókat, az oktatókat, hogy éberem kövessék szakmájuk változásait, az új eredményeket beépítsék saját kutatásaikba, s a megújuló ismereteket az oktatásban is közvetítsék, hasznosítsák.

A *Fiatal műszakiak tudományos ülészsaka* is ezt a célt követi: bemutatja, közli, terjeszti a műszaki tudományok legújabb kutatásait, s mindemellett fokozza a tudományművelés iránti vágyat, a tudományosság iránti tiszteletet. Rendezvényünk immár huszonkét éve ösztönöz a magyar műszaki nyelv ápolására, a műszaki tudományosság magyar nyelven való terjesztésére, közlésére, lehetőséget teremtve a magyar szaknyelv gyakorlására azok számára is, akik szakmájukat nem magyar nyelven tanulták/tanulják, illetve más nyelvű környezetben tevékenykednek. Mindemellett a fórum szakmai kapcsolatokat épít s tart fenn.

A fiatal műszakiak 22. tudományos ülészsakának előadásait immár hagyományosan a *Műszaki Tudományos Közlemények* sorozatban tesszük közé, nagy hangsúlyt fektetve a szakmai értékekre. Csupán olyan tanulmányok kerülhettek a kötetbe, melyeket szaklektoraink írásban véleményeztek és közlésre javasoltak.

Jelen kiadványban, a *Műszaki Tudományos Közlemények* sorozatban (MTK, 2017. 7. szám) a 2017. március 23-i XXII. *Fiatal műszakiak tudományos ülészsak* előadásainak írott változatát tesszük közzé, lehetőséget teremtve ezzel a széles körű terjesztésre.

Az idei konferenciakötet társkiadója az Óbudai Egyetem, ezzel is tükrözni kívántuk azt a határon átnyúló, többéves szakmai együttműködést, mely a közös kutatásokban és közlésekben már eddig is érzékelhető volt. A közös kiadás nem titkolt célja a közreműködés megerősítése, látáthatóvá tétele.

A jelen kötetben a fórumon elhangzott négy plenáris előadás szövegét, majd az első szerzők nevének sorrendjében a közlésre javasolt 91 tanulmányt olvashatják.

Idén is nagy érdeklődésnek örvend a Kárpát-medence műszaki kutatásait megjelenítő fórum. A magyarországi, a felvidéki és az erdélyi fiatalok mellett Budapesten és Debrecenben tanuló azerbajdzsáni, egyiptomi, iraki, mexikói, nigériai, pakisztáni egyetemi hallgatót is köszönhetünk körünkben, akik angol nyelvű előadásban mutatták be legújabb kutatásaik eredményét (az angol nyelvű tanulmányokat a magyar nyelvű kivonattal együtt közöljük).

A jelen kiadvány összesen 163 szerző 95 írását tartalmazza, felöleli valamennyi műszaki szakterületet (anyagtudományok, biztonságstudomány, gépészet, informatikai alkalmazások, környezetvédelem, építészet, mechatronika, mezőgépészet, vegyészet, villamosságtan stb.), a műszaki oktatást, tudomány- és technikatörténetet, az interdiszciplináris kutatás eredményeivel is kiegészülve. A tanulmányok szerzői 13 egyetemet, 6 kutatóintézetet és 6-on az ipart képviselik.

A kötet és a tanulmányok külön-külön is elérhetők online módon az Erdélyi digitális adattárban: <http://eda.eme.ro/handle/10598/29716>.

Köszönetet mondunk mindazoknak, akik a tudományos ülészeneken vállalták az aktív részvételt, s érdekes előadásukkal, értékes tanulmányukkal hozzájárultak a rendezvény színvonalának növeléséhez, s a kiadvány megvalósításához.

Ezúton fejezzük ki köszönetünket a lektoroknak, akik vállalták a tanulmányok szakmai értékelését, s tanácsaikkal, önzetlen segítőkészségükkel, munkájukkal hozzájárultak a kötet szakmaiságához.

Meggyőződésünk, hogy a kötet azok számára is értékes szakmai információkat, hasznos adatokat nyújt, akik nem lehettek jelen az előadásokon.

Kolozsvárt, 2017 márciusában

Bitay Enikő,
az Erdélyi Múzeum-Egyesület
Műszaki Tudományok Szakosztályának elnöke,
a Magyar Tudományos Akadémia külső tagja

PREFACE

The rapid development of technical sciences forces researchers and educators to keep up with the changes of their field, to build new results into their own research projects and to transmit their renewing knowledge and information by means of teaching.

The Scientific session of young technical researchers has the same objective: to take over, publish and spread current new knowledge, this way increasing their wish to contribute to science and their devotion for science. In the last twenty two years there has been an urge to take care of Hungarian technical language, to spread the results of technical sciences in Hungarian. At the same time the session provides an opportunity to students and young researchers who have not studied or study in Hungarian or do not work in a Hungarian language environment to practice Hungarian technical language. Besides the forum creates and promotes professional connections.

Traditionally, papers read at the 22nd session of young technical researchers are now published in the series *Műszaki Tudományos Közlemények* (Technical Scientific Bulletins). Great attention has been paid to professional value – papers have been included only upon the previous written recommendation of our experts.

The present issue of the series *Műszaki Tudományos Közlemények* (Technical Scientific Bulletins) (MTK, 2017. No 7) contains the written texts of the papers read at the XXII. Scientific session of young technical researchers on 23 March 2017 and offers the possibility of wide-spread distribution.

This year there is a co-publisher of the conference volume – Óbuda University, which represents the trans-border co-operation of several years, resulting in joint research projects and publications. Co-publishing will also strengthen and show the above co-operation.

The present volume contains the texts of the four plenary papers and 91 papers recommended for publication in an alphabetical order, by the name of the first author.

We are glad to say that there is great interest for the forum representing the whole Carpathian basin. This year – in addition to Hungarian, Upper Hungarian (Felvidék) and Transylvanian speakers – we could welcome Azerbaijani, Egyptian, Iraqi, Mexican, Nigerian and Pakistani students studying in Budapest and Debrecen, who presented the results of their latest research in English (their papers are published in English, Hungarian abstracts added).

The present volume contains 95 papers of altogether 163 authors, covering all technical fields (materials science, safety and security sciences, mechanics, informatics, environmental protection, architecture, mechatronics, agrarian engineering, chemistry, electricity, etc.), the results of technical education, history of science and technology, as well as interdisciplinary research are represented, too. The authors come from 13 universities, 6 research institutes and 6 of them from industry.

The volume and the individual papers are available on-line at the homepage of the Erdélyi Digitális Adattár (Transylvanian Digital Database): <http://eda.eme.ro/handle/10598/29716>.

We would like to acknowledge the participation of all who have contributed to the success of the session, read interesting lectures and handed high-level papers for publication.

We would also like to acknowledge the selfless work of experts who were ready to evaluate the papers, this way assuring the high professional level of the present volume.

We are convinced that the volume will be interesting also for specialists who could not be present at the session

Cluj, March 2017

Bitay Enikő
external member of
the Hungarian Academy of Sciences
president of the Technical Sciences Department
Transylvanian Museum Society

ÁTTEKINTÉS A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA- MISKOLCI EGYETEM KÖZÖS ANYAGTUDOMÁNYI KUTATÓCSOPORTJÁNAK KUTATÁSAIRÓL

AN OVERVIEW ABOUT THE SCIENTIFIC WORK OF THE HUNGARIAN ACADEMY OF SCIENCES - MISKOLC UNIVERSITY JOINT MATERIALS SCIENCE RESEARCH GROUP

Roósz András

*Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar, Fémteni, Képlékenyalakítási és
Nanotechnológiai Intézet, 3515 Miskolc, Egyetemváros),*

Telefon / Fax: +36 46 565 111/1543, femrooszvuni-miskolc.hu

Abstract

The Hungarian Academy of Sciences and Miskolc University joint Materials Science Research group founded in 1996 dealt with many different interesting materials science problems. In this paper some most interesting of these are shown shortly.

Keywords: *laser surface treating, amorphous alloys, nanocomposite, unidirectional solidification, melt stirring, phase transformation simulation, equilibrium phase diagram*

Összefoglalás

Az 1996-ban alakult Magyar Tudományos Akadémia és a Miskolci Egyetem közös Anyagtudományi kutatócsoport számos érdekes anyagtudományi problémával foglalkozott az elmúlt 20 során. A cikkben ezek közül mutatunk be néhányat a legérdekesebbek közül röviden.

Kulcsszavak: *Lézeres felületkezelés, amorf ötvözetek, nano kompozitok, irányított kristályosítás, olvadékok keverés, fázis átalakulások szimulációja, egyensúlyi fázis diagramok*

1. Az Anyagtudományi Kutatócsoportról

A Kutatócsoport 1996-ban alakult a Miskolci Egyetemen (ME) az Magyar Tudományos Akadémia (MTA) támogatásával pályázat útján. A kezdetben 3 főből álló Kutatócsoport jelenleg 10 kutatót és egy technikust foglalkoztat. A Kutatócsoport működését (bérek anyagok, kisebb eszközök) az MTA biztosítja, az infrastruktúrát (kutató eszközök nagy része, hely, fűtés, világítás, informatika) az ME bocsájta ren-

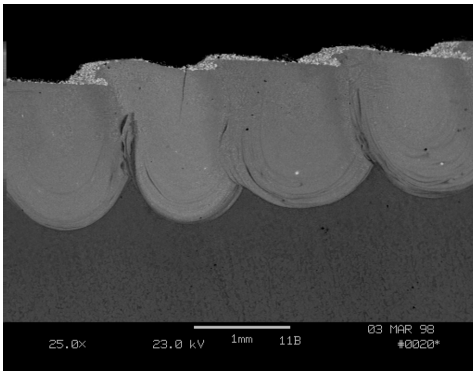
delkezésre térítésmentesen. A pályázatot kezdetben 3, majd öt évenként újra be kellett nyújtani. A Kutatócsoport most nyerte el a működéséhez szükséges összeget újabb 5 évre.

A Kutatócsoport kezdetben a lézeres felületkezeléssel foglalkozott. Később jelentősen bővült a kutatói létszám ezzel együtt a kutatási terület is szélesedett. A következőkben a különböző területeken elért eredményekről számolunk be röviden.

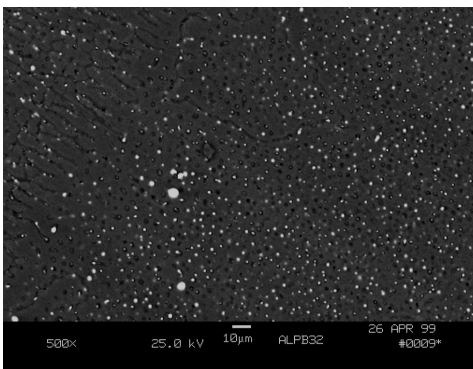
2. Kutatási eredmények

2.1. Lézeres felületkezelés

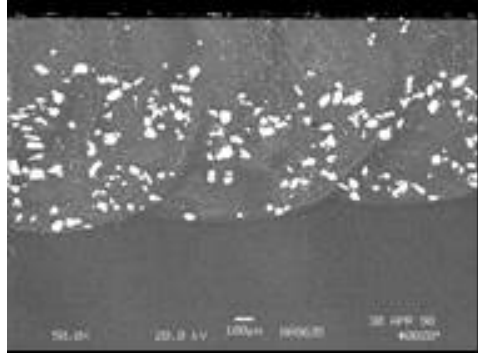
Lézeres felületkezelés során a néhány mm mély felületi réteget lehet hőkezelné, de elé nagy energia sűrűség esetén meg is lehet olvasztani. Az **1. ábra** mutatja az átolvasztott zóna geometriáját. CO₂ lézerrel végeztünk felületi hőkezeléseket, átolvasztást (**1. ábra**), valamint porbefúvásos technológiával a megolvasztott rétegbe különböző anyagokat vittünk be. Ólom hozzáadásával jó siklási tulajdonsággal bíró kítűnő siklócsapágy felületet (**2. ábra**), különböző oxidok befújásával kopásálló réteget hoztunk létre (**3. ábra**).



1. ábra. Melegalakító szerszámacél átolvasztott felületi rétege



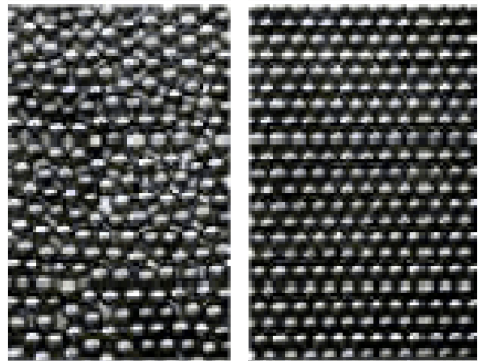
2. ábra. Ólomcseppek az alumínium



3. ábra. WC részecskék az átolvasztott rétegben

2.2. Amorf ötvözetek

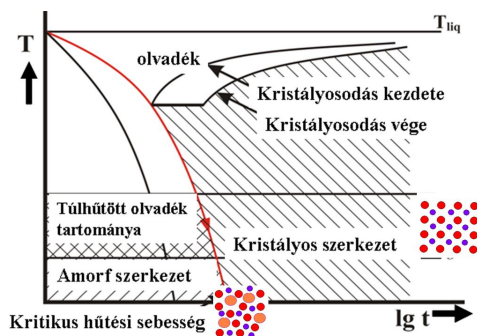
A szilárd állapotú anyagaink két formában fordulnak elő. Lehetnek kristályosak és amorfok (**4. ábra**). Az amorf állapotú anyagokban az atomok között csak igen rövidtávú rend van, tulajdonképpen nagyon sok rácshibát (diszlokációt) tartalmazó kristály rácsként értelmezhető. Ennek következtében különleges tulajdonságokkal bírnak (nagy szakító szilárdság, keménység stb).



4. ábra. Amorf (a) és kristályos (b) szerkezet

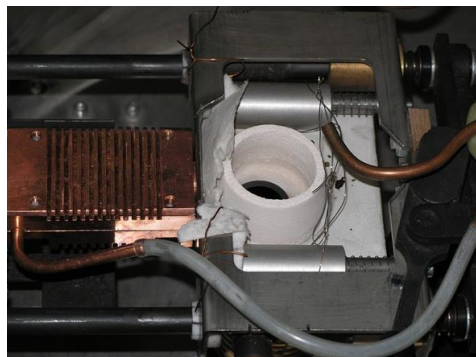
Vékony (néhányszor 10 µm) vastag amorf ötvözetet már igen régen elő tudunk állítani különböző gyorsítési technikákkal, ezek a szalagok, bár sok mindenre használhatók, szerkezeti anyagként nem jönnek szóba. A Kutatócsoport célja u.n. tömbi

(bulk) amorf ötvözet előállítására, melynek vastagsága akár több tíz mm is lehet. Tömbi amorf ötvözetet két módon lehet előállítani, gyors hűtéssel (5. ábra) vagy őrléssel és az őrlemény kompaktálásával (6. ábra). A gyors hűtés során el kell kerülni az átalakulásra (kristályosodásra) jellemző C görbe orrpontját. Ekkor túlhűlt olvadék jön létre.



5. ábra. A túlhűlt olvadék keletkezése

A kristályosítási kísérleteket egy centrifugál öntő berendezésben, argon atmoszféra alatt végeztük. Ék alakú próbákat készítettünk különböző réz alapú ötvözetekből (Cu-Zr-Ag, Cu-Zr-Al, Cu-Zr-Ag-Al, Cu-Hf-Al, Cu-Hf-Ti).

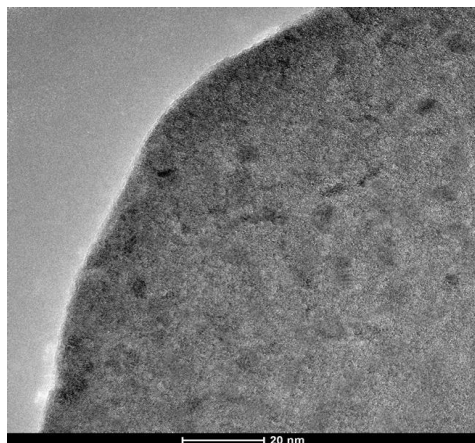


6. ábra. Centrifugál öntő berendezés

Az ékpróba csúcsa ~20 000 K/s, a töve 1000 K/s sebességgel hűlt, így tanulmányozható volt a lehülési sebesség hatása egy próbán belül.



7. ábra. Az ékpóba



8. ábra. Az ékpóba nagy felbontású képe, a sötét foltok kristályos szerkezetűek

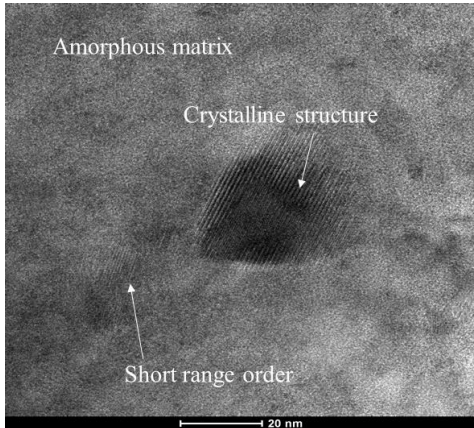
Ezzel a technológiával sikerült előállítanunk több mm vastag amorf ötvözetet. Az amorf ötvözet hőkezelésével amorf/nano-kristályos kompozitot készítettünk.



9. ábra. Az őrlésnél használt golyósmalom

A másik lehetséges technológia során először golyós malomban (9. ábra) őrlöttük az amorfizálendő ötvözetet (10. ábra), majd sajtolás után az üvegesedési hőmér-

séklet és a kristályosodási hőmérséklet közötti hőmérsékleten szintereltük. Így réz alapú nanokompozitot lehetett előállítani, amelynek a folyáshatára elérte az ötvözött acélét (2000 MPa).



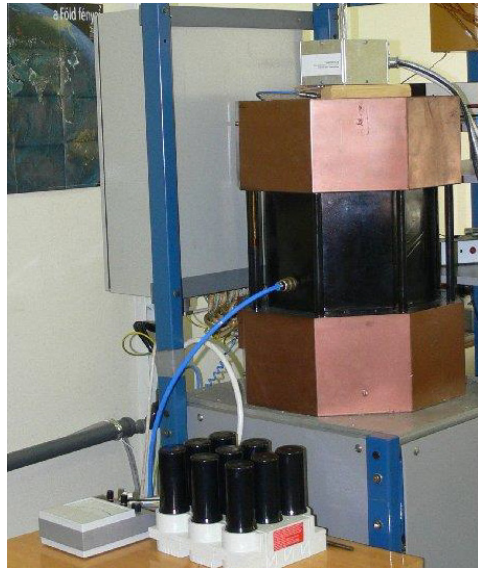
10. ábra. Amorf, rövid és hosszú távú rendet mutató rész az örleményben

2.3. Az olvadék áramlás hatása a kristályos szerkezetre

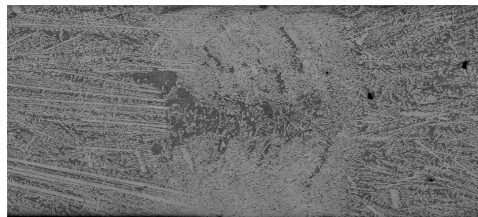
Az ipari kristályosítási technológiák során (formaöntés, acél folyamatos öntése, egykristály gyártás stb.) az olvadék mozog, áramlik kristályosodás közben. Az áramlást kiválthatja a folyékony fém beáramlása a formaüregbe, valamint a hőmérséklet és koncentráció különbségek miatt kialakuló sűrűség különbség. Az olvadékáramlásnak lehet a gyártmány tulajdonsága szempontjából negatív hatása (makrodúsulás), de lehet pozitív hatása is, amikor az u.n. oszlopos mikroszerkezet az áramlás hatására u.n. ekvixiális szerkezetté alakul. A Kutatócsoport 2000-ban csatlakozott egy az ESA által finanszírozott nemzetközi kutatási programhoz (MICAST), majd 2014-ben egy másikhoz (CETSOL), melyekben 8 különböző országból ~50 kutató dolgozik. A két projekt az áramlás kizárásával (a Nemzetközi Űrállomáson) és mágneses térrel forszírozott áramlás mellett vizsgálja

az áramlás hatását a kialakuló mikroszerkezetre.

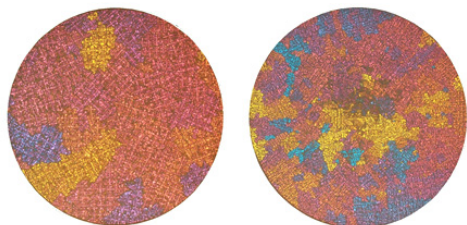
A Kutatócsoport saját tervek alapján épített két egyedülálló berendezést a vizsgálatokhoz. Mindkét berendezésben egyirányú hőelvonással kristályosítjuk a próbákat. Az egyik berendezésben forgó mágneses térrel (Rotation Magnetic Field, RMF, 11. ábra), a másikban vándorló mágneses térrel (Traveling Magnetic Field, TMF, 14. ábra) áramoltatjuk az olvadékot.



11. ábra. Kristályosító berendezés RMF indukcióval

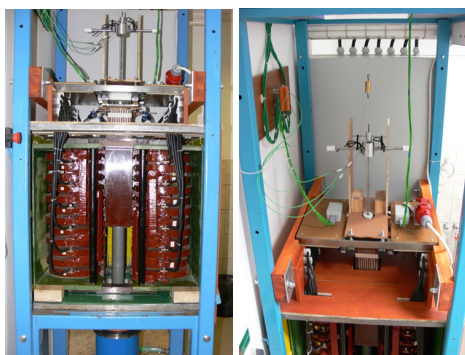


12. ábra. Átmenet a nem kevert (oszlopos) és kevert (ekvixiális) rész között (RMF)



13. ábra. Az olvadék áramoltatása nélkül (a) és áramoltatásával kristályosított Al-1%Fe-7%Si ötvözet szövete képe

A 8 mm átmérőjű és 100 mm hosszú próbák felét az olvadék áramoltatása nélkül, majd másik felét az olvadék áramoltatása közben kristályosítottuk. Ennek eredményeként az oszlopos dendrites szerkezet ekvixiálissá vált nagy mágneses tér esetében a próba közepén dúsult az Si és az Fe, kialakult az u.n. karácsonyfa szerkezet (12. ábra). A szemcseszerkezet jelentősen finomodott (13. ábra).



14. ábra. Kristályosító berendezés TMF induktorral

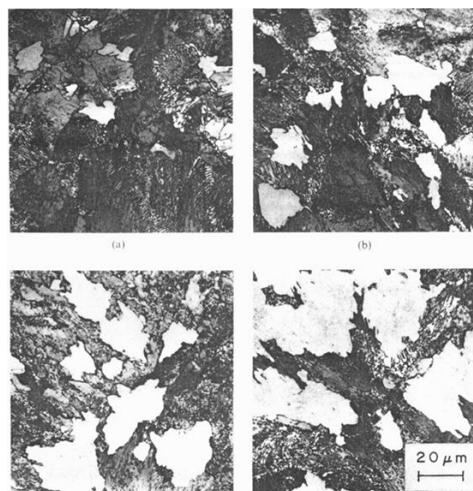


15. ábra. Átmenet a nem kevert (oszlopos) és kevert (ekvixiális) rész között (TMF)

A TMF-el (14. ábra) kevert próbák szövetszerkezete a keverés bekapcsolását követően az RMF-es keveréshez hasonlóan oszlopos szerkezetből ekvixiálissá vált, a dendrites szerkezet nagymértékben finomodott. Ez esetben jelentős makrodúsulás nem alakult ki (15. ábra). A gyakorlatban ezzel a keverési móddal lehet finomítani a szövetszerkezetet.

2.4. Az acél ausztenitesedésének numerikus szimulációja

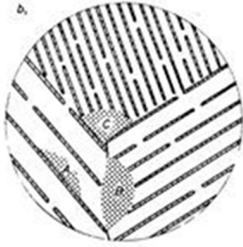
Az acélokban lezajló átalakulási folyamatok szimulációja jelentős segítséget nyújthat a hőkezelési folyamatok tervezéséhez. A folyamatokat lehet analitikus formában (egyenletekkel) szimulálni (pl. az átalakult térfogathányadot a jól ismert Avrami egyenlettel), vagy látványosan, filmszerűen numerikus eljárásokkal.



16. ábra. Perlites acél ausztenitesedése

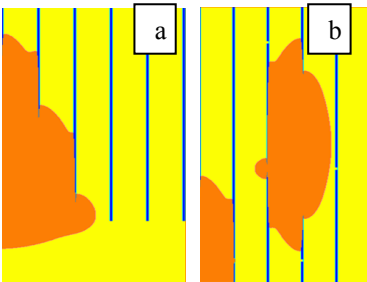
A 16. ábrán egy tisztán perlitet (ferrit+cementit) tartalmazó acél ausztenitesedését mutatjuk be négy köztes állapotban. A világos területek a hőkezelés hőmérsékletén ausztenit szemcsék voltak, az edzés során természetesen martenzitté alakultak.

A csírák a perlit kolóniák határán keletkeztek (17. ábra), majd növekedtek.

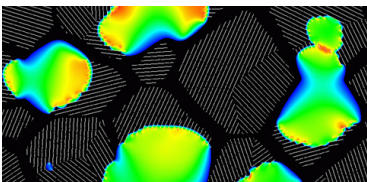


17. ábra. Csíráképződés a perlit-kolóniák határán

A szimuláció numerikus eljárásokkal, összekapcsolva a diffúzió számítására használt Véges Differencia (VD) módszert a Cella Automata (CA) eljárással, az átalakulási folyamat filmszerűen is bemutatható. A 18.a. ábra egy perlit/ferrites acél, a 18.b. ábra egy tisztán perlites acél egy kolóniájának auszteniteseését szemlélteti. Ez utóbbi esetben az ausztenit át tud nőni a cementit lemezek között azok töredezettsége miatt.



18. ábra. Perlit/ferrites és tisztán perlites acél egy kolóniájának auszteniteseése VD+CA módszerrel számítva.



19. ábra. Perlit/ferrites acél auszteniteseése

A 19. ábrán egy perlit/ferrites acél kis részletének (több kolóniának) az auszteniteseése látható az említett VD+CA módszerrel számítva.

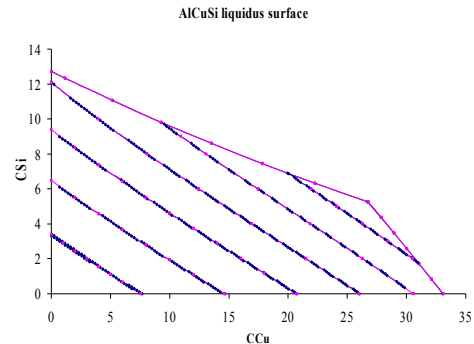
2.5. Egyensúlyi fázisdiagram vonalainak (felületeinek) számítása (ESTPHAD módszer)

Az egyensúlyi-fázisdiagramok vonalainak (felületeinek) számszerű ismerete alapvető feltétele bármely átalakulási szimulációnak. A Kutatócsoport egy, termodinamikai alapokra támaszkodó, egyszerű számítási eljárást dolgozott ki ennek a feladatnak a megoldására.

Bármely vonalat vagy felületet egy egyszerű hatványfüggvénnyel lehet megadni. Alábbiakban egy likvidusz felület egyenlete, látható (T_L : likvidusz hőmérséklet, X_B a koncentráció):

$$T_L = T_A / (1 + \sum_{i=0}^l A_{i,AB} (X_B^L)^i) = T_A / (1 + F_{i,AB} (X_B^L))$$

A 20. ábrán az Al-Cu-Si ötvözetrendszernek az ESTPHAD rendszerrel számított (pontok) és mért (folytonos vonal) izotermái láthatók.



20. ábra. Az Al-Cu-Si ötvözetrendszer likvidusz felülete alumínium sarkának mért és számított izotermái

INFORMÁCIÓBIZTONSÁG TUDATOSSÁG

IT-SECURITY CONSCIOUSNESS

Rajnai Zoltán

*Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,
Cím: 1081 Budapest, Népszínház u. 8., Tel: +36-1-666-5401
rajnai.zoltan@bgk.uni-obuda.hu*

Abstract

Information security is one of today's most important issues. How it is reflected back in higher education? What are the training and education of the most important criteria? What solutions and rules must be followed in order to meet the standards? In Hungary, the government and administrative systems need close to two thousand information security specialists. How can be replaced this problem with professionals? The publication gives the answer and present a solution.

Keywords: *Information security, Cybersecurity, education*

Összefoglalás

Az információbiztonság napjaink egyik legfontosabb kérdése. Az oktatásban ez hogyan tükröződik vissza? Melyek a képzés, az oktatás legfontosabb kritériumai? Milyen megoldásokat és szabályokat kell betartani ahhoz, hogy az előírásoknak megfeleljünk? Magyarországon a kormányzati és közigazgatási rendszerekben közel kétezer információbiztonsági szakember hiányzik. Hogyan pótolható ez a szám szakemberekkel? A publikáció erre ad választ és mutat be megoldási javaslatot.

Kulcsszavak: *Információbiztonság, kibervédelem, felsőoktatás*

Az információ megszerzése és védelme, vagyis az információbiztonság évezredek óta foglalkoztatja az emberiséget. A történelem vizsgálata során megfigyelhetjük, hogy a XX. század közepéig a társadalmak politikai, gazdasági és egyéb mozgásait két fontos tényező motiválta: egyrészt a terület megszerzése és megtartása, másrészt a nyersanyagokhoz való hozzáférés, ezek birtoklása és elzárása.

A kezdetleges számítógépek megjelenésekor, majd később a fejlett, adatkezelő rendszerek kifejlesztésével az információ megszerzésének és védelmének jelentősége, módja is megváltozott.

A 19. század végétől kezdve olyan dinamikus változások kezdődtek az egész

világon, melyek az élet minden területén gyors fejlődést, átalakulást eredményeztek. Gondoljunk csak a közlekedés, híradás, energetika területére, melyek rendkívüli változást hoztak az emberiség életében, ugyanakkor sérült az egyén, a közösségek, nemzetek, országok, vagyis az egész világ biztonságérzete.

A követelményeknek megfelelő információbiztonság csak akkor érhető el, ha minden szereplő tisztában van azokkal a szabályokkal, eljárásrendekkel, amelyek a biztonságot befolyásolják. Ezek a szabályok adják meg a biztonság kiinduló alapjait és garantálhatják a vállalatok információbiztonságát. A hazai és nemzetközi területen is egyre többet találkozzunk a kibertér fogal-

mával. De tudjuk-e, mit jelent a kibertér? Ha egyszerűen akarunk fogalmazni, akkor a számítógépes hálózatok, a mobil infokommunikációs eszközök által felhasznált vezeték, vagy vezeték nélküli csatlakozásokkal szolgáltatást nyújtó hálózatok összességét érthetjük. Ezek mérete, nagysága bár elvi síkon meghatározhatók, azonban valós dimenziói határtalanok.[1]

Hogyan, miért következhetnek be adatvesztések?

Az információbiztonság gyökerei tulajdonképpen egészen az ókorig nyúlnak vissza, de általánosságban elmondható, hogy a kriptográfia egészen a XX. századig inkább művészet volt, ami olyan fejlődésen ment keresztül, amely nem volt tudatos.

„Magyarországon az ezredfordulóra megszületett a jövő **globális** tudománya, a biztonság tudomány. Ma a biztonságnak a társadalom által elvárt magas szintje a gyakorlatban csak korszerű védelmi, biztonságtechnikai rendszerekkel valósítható meg. Az elvárt biztonsági szint egyre növekszik, s az ennek eléréséhez szükséges műszaki megoldások, rendszerek egyre bonyolultabbakká válnak.” [2]

Adatvesztés, hekkertámadások, zsaroló vírusokkal és egyéb módszerekkel való támadások és általában az incidensek saját hibáinkból, a humán-erőforrás figyelmen kívül hagyásából, a szabályok figyelmen kívül hagyásából, a biztonság tudatosság mellőzéséből következnek be. A biztonsági rendszer kockázatainak elemzése során egyértelműen kijelenthető, hogy még mindig a humán faktor (emberi tényező) a legtöbb biztonsági rendszer leggyengébb láncszem.

Biztonságtudatosság, biztonság-tudatos szervezet jellemzői

A szervezet biztonságáért vállalt felelősség, a szervezet vezetése által meghatározott biztonsági szintnek, mint követelménynek elfogadása és a hiánya következ-

ményeinek elismerése, valamint a biztonsági szempontból erkölcsös, etikus magatartási kultúra együttesen jellemzi a biztonság tudatos szervezetet.

Fejlett biztonsági kultúráról akkor beszélhetünk, amikor az ismeretek elsajátítása és a megvalósítás együttesen érvényre jutnak. Ha felkészítjük a szervezet alkalmazottait arra, hogy felelősen, a biztonságot veszélyeztető tényezők ismeretében végezzék munkájukat, valamint a munkavégzéshez szükséges munkaeszközöket és információs rendszereket biztonság tudatosan használják, akkor bizonyosak lehetünk abban, hogy kisebb anyagi ráfordítással érjük el az információbiztonsági kockázatok csökkenését. Itt elsősorban arra gondolok, hogy a szervezet dolgozói megfelelő oktatásban, képzésben részesülnek, és az ott elsajátított ismereteket alkalmazni tudják és alkalmazni akarják.

Az információbiztonság szempontjából különlegesen fontos a szervezeti kultúra, annak okán, hogy a szervezet általános információbiztonsága valójában annak tagjaiban, az egyéneken, továbbá azok aktuális viselkedésén múlik. A szervezet dolgozóinak tudatos információbiztonsági magatartását – a megfelelő képzés mellett – leginkább a felsővezetői elkötelezettség és tudatosság befolyásolja pozitív irányban, melyet a dolgozóknak meg is kell tapasztalniuk (a valóságban hallaniuk kell). Vezetői elfogadás, akarat, támogatás nélkül nem lehetséges rendszert kiépíteni, működtetni.

Az ISACA által 2015 tavaszán elvégzett felmérés célcsoportja a releváns magyar vállalatok és intézmények voltak. A vizsgálat szerint a vezetők az információbiztonságot nagyon fontosnak tartják, de a biztonság megszilárdítására tett lépések nagyon gyakran elmaradnak, vagy csak részben valósulnak meg. [3]

Az oktatás, képzés, mint a belső szervezeti kultúra kialakításának és fejlesztésének pillére

Sik Zoltán Nándor: Elektronikus információbiztonság és közigazgatás előadásában kihangsúlyozza, hogy a biztonsági kultúra kialakítása és fejlesztése nem szervezeti szintű feladat, hanem társadalmi ügy, vagyis fontos az egész társadalom biztonságtudatosságának megalapozása, és folyamatos fejlesztése. A megalapozáshoz a családok, szülők és az oktatási intézmények is hozzájárulhatnak azáltal, hogy már a gyermekkor korai szakaszában biztonságtudatosságra szocializálják a gyermekeket. Ez az iskolákban a Nemzeti Alaptantervbe való beépítéssel még könnyebben kivitelezhető lenne. Az e-learning-ek és egyéb képzések pedig a felnőttek esetében lehetőséget adnak arra, hogy akár autodidakta módon azok is tájékozódni, fejlődni tudjanak, akik munkájuk révén nem kapnak megfelelő képzést.

Az információbiztonsági kultúra kialakításának és fejlesztésének fontosságát elméletben felismerték a szervezetek vezetői, de kevés gyakorlati lépést tettek a megvalósítás érdekében. A megvalósítást gátolja a területre fordítható pénzügyi forrás. Korábban már esett szó arról, hogy a humán faktornak igen erős szerepe van a biztonság megteremtésében, ugyanakkor az ember hatalmas veszélyforrása is lehet az információk kiszivárgásának. Az emberek felkészületlensége, vagy hiányos felkészültsége veszélybe sodorhatja az információ biztonságát, ezt azonban kellő színvonalú felkészítéssel orvosolni lehet, jobb esetben pedig meg lehet előzni.

A végzett hallgató mire legyen képes?

A közigazgatás részére képzett szakemberek elsősorban a biztonság területeire, azon belül az információbiztonságra specia-

lizálódhatnak a Biztonságtechnikai mérnöki alapszakon.

Képzési rendszerüket úgy alakítjuk ki, hogy felkészültek legyenek:

- az adatkezelő rendszereket érintő kérdésekben az információbiztonság teljes körű képviselőjére;
- kezelni az állandó telepítésű adatkezelő nemzeti és külföldi nyílt, nem nyilvános, minősített elektronikus adatokat feldolgozó rendszerek tervezésével, létrehozásával, üzemeltetésével, fenntartásával, megszüntetésével kapcsolatos szakmai kérdéseket;
- a konferenciák, rendezvények rendszereinek tervezésére, fejlesztésére, beszerzésére, tesztelésére, üzembe helyezésére, üzemeltetésére, illetve megszüntetésére;
- az elektronikus adatkezelő rendszer személyi, fizikai, adminisztratív biztonsági követelményeinek megvalósítására;
- az adatkezelő rendszerek biztonsági követelményeinek és az ezek megvalósítására irányuló rendszabályok meghatározására;
- a szervezet, illetve rendszer specifikus biztonsági szabályzatok kidolgozására, kidolgoztatására;
- a rendszerek hatósági akkreditálásával, auditálásával és egyéb hivatalos ügyintézésrel kapcsolatos feladatok végzésére;
- szervezetek közötti együttműködés szervezésére, szabályozására, a külső ügyfelekkel, harmadik fél hozzáféréseivel kapcsolatos biztonsági kérdések megoldására, valamint információvédelmi feladatok összehangolására;
- a nemzeti és a külföldi nyílt, nem nyilvános, minősített elektronikus adatkezelő rendszerek biztonságát javító intézkedésekre, azok végrehajtására, kockázatarányos biztonsági eljárások kidolgozására javaslatot tenni;
- elektronikus adatokat feldolgozó rendszerek kockázatelemzésének végzésére, dokumentálására;

- a minősített elektronikus adatkezelő rendszer felelős feladatainak végzésére; rendszer biztonsági ellenőrzésére, a tapasztalatok kiértékelésére; a biztonsági incidensek kezelésére; szervezetek szakmai tevékenységének irányítására, támogatására;
- az elektronikus biztonsági feladatokat ellátó személyek részére a szakmai képzés tervezésére, szervezésére, valamint szakmai továbbképzések, felkészítések megtartására;
- javaslatot tenni a NATO, az EU, a nemzeti nem nyilvános, minősített rendszerek védelmét biztosító rejtjelző eszközök biztonságát javító intézkedésekre és jóváhagyás után azok végrehajtására;
- megfelelő szakmai gyakorlat megszerzését követően a nemzetközi szervezetekben feladatok végrehajtására.

Érdeemes megvizsgálni azt is, milyen személyiség jegyekkel rendelkezzen egy információbiztonsági szakember, egyáltalán meghatározhatók-e specilis jegyek azok részére, akik e területen kívánnak dolgozni?

Napjainkban a menedzseri munka egyik alapvető feltétele mások helyes megítélésének és megértésének képessége. Ez a képesség az emberi erőforrás menedzsment számos tevékenységében kulcsfontosságú, ezek közül kiemelkedik a kiválasztási, felvételi folyamat, de további fontos területei között szerepel a beosztottak munkájának értékelése is. A megítélés alapja az érzékelés és észlelés.

Az érzékelés és az észlelés egymásra épülő történések, ahol az előbbi az alacsonyabb rendű, szenzoros folyamatokat jelenti, az utóbbi az észlelő személy további gondolkodási tevékenységét igényli (szelktív figyelmi szűrés, korábbi tapasztalatok nyomán kialakuló elvárások, kategorizálás) a megfigyelt jelenség jelentésének meghatározásában.

A munkára való alkalmasság egzakt, tudományos eredmények alapján történő megállapításának professzionális módja a

munka alkalmassági vizsgálat. Célja, hogy egy adott munkakörre, szakterületre a legalkalmasabb dolgozók kerülhessenek. Az alkalmassági vizsgálat arra törekszik, hogy a dolgozók későbbi munkahelyi magatartását (teljesítményüket, munkájuk minőségét) a belépéskor elvégzett vizsgálatokkal előre jelezze. Az alkalmassági vizsgálat legfőbb értéke egyrészt az, hogy segítségével kiszűrhetők azok az egyének, akik az adott munkavégzéshez alapvetően szükséges kompetenciákkal, emberi tulajdonságokkal nem rendelkeznek, másrészt növelhető azok aránya, akik – a kiválasztást követően – kiválóan megfelelnek, beválnak az új munkahelyükön. Bár a vizsgálatokkal sem tudjuk teljes bizonyossággal meghatározni egy-egy jelölt jövőbeni magatartását, beválását, de mindenképpen csökkenteni tudják a hibás kiválasztás és a be nem vált munkae erő arányát. A hatékony munka, a megfelelő teljesítmény előfeltétele a megfelelő ismeretek, készségek, képességek, tulajdonságok birtoklása. A kiválasztás lehetőséget ad az alkalmatlanok, a szükséges sajátosságokkal, képességekkel, ismeretekkel nem rendelkezők kiszűrésére.

Az információbiztonság szintjének növelése a kiválasztási rendszer alkalmazásával

A közszolgálati kiválasztásnál fő funkciója, hogy minden szakterületen a legalkalmasabbak kerüljenek be a közigazgatási szervezetekbe. Ehhez professzionális kiválasztási politika szükséges. Ezért a közszolgálat számára nagy megtérülést jelent, ha folyamatosan fejleszti személyzet-kiválasztási stratégiáját.

A fenti megállapítással teljes mértékben egyetértek, a professzionális kiválasztás során a magam részéről is kulcsszónak tartom a megtérülést, beválást. A hatékonyság érdekében a honvédelmi szervezeteknek is a munkakör tartalmához leginkább illeszkedő kiválasztási módszereket és eszközöket

kell alkalmazniuk. Ennek természetes előfeltétele, hogy a kiválasztási eszközök és módszerek beválási indexén túl figyelmet fordítsanak a módszerek esetleges kombinációjának lehetőségére is.

Felvetődik bennem az a kérdés, vajon azok a munkakörök, amelyek az információbiztonság számára kockázatot jelenthetnek, miért nem igényelnek speciális szűrést?

Meggyőződésünk, hogy óriási veszélyt hordoz egy munkatárs, aki nem rendelkezik olyan személyiségjegyekkel, mint a megbízhatóság, magabiztosság, elkötelezettség, pontosság, tudatosság, szabálytudat, önállóság, felelősségtudat, befolyásolhatatlanság vagy önkontroll. Meglehetősen nagy a kockázata, hogy ez az ember felületesen fog kezelni olyan minősített adatokat, adatkezelő rendszereket, amelyek talán Magyarország katonai védelmét veszélybe sodorják. Gondoljunk Magyarország katonai reptereire, légirányító központjaira, radar helyszíneire. Ezen túl fontos kiemelni hazánk Ország Védelmi Tervét, a minősített informatikai rendszereket, rejtjelző berendezéseket, minősített adathordozókat, és nem utolsósorban a minősített dokumentumokat.

Az információvédelmi beosztásokra a fentiek miatt csak olyan munkatársakat célszerű tervezni, akik a legnagyobb valószínűség szerint beválnak. Egy alaposan átgondolt kiválasztási rendszer mind a szervezet, mind a munkavállaló számára hasznos, hiszen egy olyan munkatárs, aki alapvetően pontos és megbízható, semmi áron nem kompromittálható, egy információbiztonsági munkakört nagy valószínűséggel színvonalasabban tud ellátni, a szervezet pedig nagyobb biztonságban, kevesebb kockázattal tud működni. Egy kompetencia alapú szakmai kiválasztás nem csupán a munkakörben való beválás miatt fontos, hanem szükséges hangsúlyozni, hogy információvédelmi beosztásokban dolgozó katonák ritka esetben kerülnek át más szakmai területre, tehát egy közigazgatás-

ban dolgozó esetében egy biztonsági munkakör a legtöbb esetben hosszú távra, akár egy pályafutásra is szólhat. Ez alátámasztja azt a feltételezésünket, hogy érdemes időt és energiát fektetni a MINŐSÉGI KIVÁLASZTÁSRA.

Az információbiztonság erősítése, fokozása az informális ellenőrzés lehetőségeinek kihasználásával

Hisszük, hogy egy vállalat akkor tud eredményesen működni, ha a szervezet vezetője nem csupán a szervezet vezetője, hanem egyben menedzsere is. Egy szervezet irányítása során a vezetést olyan tevékenységként kell felfogni, amely célokat tűz ki, a célok elérése érdekében erőforrásokat biztosít. Kialakítja és működteti az általa irányított szervezetet a hatékonyság érdekében, mozgósítja a szervezet tagjait. A vezetés nem más, mint egy tudomány, szakma, egy olyan folyamat, amely során a vezető befolyásolja a beosztottakat a kívánt célok elérése érdekében. A menedzsment feladata pedig a tervezés, szervezés, utasítás, koordinálás, valamint az ellenőrzés is.

Kétféle módszert tartunk hasznosnak, amik igen jelentős információkat adhatnak egy vezető részére a beosztottakról.

Az egyik az alkalmazottak személyes megfigyelése. Mivel a szervezet vezetője a jogszabályokban leírtakon túl bármikor ellenőrizheti a szervezetében munkát végző személyt, jogában áll munkaidőn belül, és munkaidőn túl is belépni az alkalmazott irodájába, és meggyőződni arról, hogy beosztottja az információbiztonsági előírásoknak megfelelően tárolja dokumentumokat, vagy a szabályokban meghatározottak szerint működteti a minősített adatkezelő rendszert. [4]

A másik informális ellenőrzési lehetőséget a kommunikációban látjuk. A szervezetben kialakított úgynevezett „kommunikációs csatornák” biztosítják a vezetői tájékozódást. A vezetők a kommunikáció révén

visszajelzést kapnak a szervezet keretében folyó tevékenységekről, személyekről, melyeket akár informális információáramlásnak is nevezhetünk. A kommunikáció két részre osztható: a formális kommunikáció egy hivatalos forma, mely általában a vezetőtől a beosztottak felé áramlik. Ilyen lehet például célok közlése, utasítások, elvárások közlése, nevelő szándékú üzenetek, visszajelzés a teljesítményről, stb... A beosztottak részéről gyakran fordul elő problémák közlése, javaslatok felterjesztése, viták közlése, stb.... Az informális kommunikáció többnyire nem tudatos, kötetlen, legtöbb esetben a szervezetet irányító személy kezdeményezi. Meggyőződésünk, hogy egy menedzser típusú vezető az informális kommunikáció- és ellenőrzés révén sokkal inkább tud valós képet kapni beosztottjairól, mint a jogszabályokban meghatározott ellenőrzések során.

Összefoglalva az információbiztonság humán faktora az egyik legnagyobb kritikus pont. Személyükben párosul a szakmai követelményeknek való megfelelés, valamint a személyes felelősségvállalás az információk védelmének biztosításában és a beosztottak, munkatársak feladatainak biztonságos végzésében, és annak irányításában.

Ezekre kell felkészítenünk azokat a szakmérnököket, akiktől elvárjuk, hogy a közgazgatás rendszerében lássanak el feladatokat az elkövetkezendő időben.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Farkas Tibor, Sándor Miklós: *A honvédség állandó hírhálózatának fejlesztési kérdései*, Kard és toll: válogatás a hadtudomány doktrínáinak tanulmányaiból 1:(2) pp. 158-164. (2006).
- [2] Farkas Tibor, Hronyecz Erika: *The infocommunication system requirements and analysis of the communication of the deployable rapid diagnostic laboratory support „sampling group” II.*, Academic and applied research in public management science XIV:(1) pp. 53-61. (2015) NKE
- [3] Információbiztonsági helyzetkép 2015 ISACA
www.mpgehirportal.hu/documents/informaciobiztonsagi-helyzetkep-2015-%20pdf_20151019133850_84.pdf (letöltés ideje: 2017. 02. 02.)
- [4] Farkas Tibor: *Signal Officer Training at the National University of Public Service (Budapest, Hungary)*, In: New Trends in Signal Processing 2014: Tatranské Zruby, Slovakia. Liptovski Mikulas: Armed Forces Academy of General Milan Rastislav Štefánik, 2014. pp. 37-43.

KUTATÁSI ÉS ALKALMAZÁSI TAPASZTALATOK AZ ADDITÍV GYÁRTÁSBAN

RESEARCH AND APPLICATION EXPERIENCES ON ADDITIVE MANUFACTURING

Dezső Gergely

Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Műszaki Alapozó, Fizika és Gépgyártástechnológia Intézeti Tanszék Cím: 4400, Magyarország, H-4400, Nyíregyháza, Sóstói út, 31/b; Telefon / Fax: +3620599400, dezso.gergely@nye.hu

Abstract

Intensive development of additive manufacturing provides again and again new opportunities for scientific research and engineering applications. The technological variegation, complexity and deep comprehension between technological parameters and built up material's microstructure involves both challenge and several ways of advance. I performed investigations on some type of additive manufacturing systems. In my work topics of size and shape accuracy, and microscopic structure of digital materials had priority. I also present demonstrative examples of industrial applications.

Keywords: *additive manufacturing, 3D printing, dimensional accuracy, microstructure, anisotropy*

Összefoglalás

Az additív gyártási technológia intenzív fejlődése újabb és újabb lehetőségeket nyit a tudományos kutatásban és a műszaki alkalmazásokban egyaránt. Fejlődési potenciált és kihívást egyszerre jelent a technológia sokszínűsége, komplexitása és a technológiai paramétereknek az előállított anyag szerkezetével való szoros összefüggése. Munkám során lehetőségem volt több típusú additív gyártó berendezésen vizsgálatokat végezni. Elsősorban a méretpontosság és alakhelyesség, valamint a technológiai paraméterek és az anyag szerkezetének összefüggéseire vonatkozó vizsgálatokat végeztem. A dolgozatban érdekes ipari alkalmazások bemutatására is sor kerül.

Kulcsszavak: *additív gyártás, 3D nyomtatás, méretpontosság, mikroszerkezet, anizotrópia*

1. Bevezetés

Az additív gyártás napjainkban is intenzíven fejlődő technológiák csoportját jelölő kifejezés. Ugyanennek jelölésére használatosak még a szabadformájú gyártás (freeform fabrication), rétegről rétegre gyártás (layer by layer manufacturing), digitális gyártás (digital manufacturing), 3D nyomtatás, gyors prototípus gyártás (rapid prototyping). Ezek a szavak nagyjából

szinonimáknak tekinthetők, általában minden additív gyártási technológiára vonatkoznak. Ezen belül a technológiák különböző csoportjaira is használatosak már speciális elnevezések. Az amerikai ASTM (American Society of Testing and Material) 2010-től olyan szabványokat alkotott, amelyek 7 osztályba sorolják és pontosan megnevezik az additív gyártás technológiáit [1]. A 2012-ben kiadott szabvány visszavonására 2015-ben került sor, ami azt mutatja,

hogyan ennek a szakterületnek az intenzív fejlődése nem csak a kutatókat és a mérnököket, de még a szaknyelv tudósait is kihívások elé állítja.

Az additív gyártás elnevezés egy szembeállítás a szubsztraktív technológiákkal, azt fejezi ki, hogy anyagleválasztás helyett itt anyaghozzáadással történik a gyártás. Érdeemes megemlíteni, hogy napjaink csúcstechnikát alkalmazó additív gyártási technológiái mellett ősidők óta használ az emberiség additív módszereket tárgyak előállítására. Ilyen például a kosárfonás, a szövés, épületek építése kövekből vagy téglákból, a nemezelés. Ezen felül arra is gondolhatunk, hogy a növények növekedése, és az állati szervezetek fejlődése is sejtről sejtre, sőt molekuláról molekulára épül fel. Felismerhetjük, hogy az additív tárgyalás tudományát az ember hosszú idő óta tanulja, sok esetben a természeti jelenségekről példát véve. Napjaink modern additív gyártási technológiái ugyanakkor rendelkeznek néhány megkülönböztető jeggyel.

A napjainkban használt és fejlesztett additív gyártási technológiákban van néhány közös vonás, amelyek együttese akár ismeretobjektumként is felfogható:

- *testmodell*: a gyártás kiindulópontja egy 3D CAD testmodell, amely valamilyen szabványos formátumban áll rendelkezésre,
- *rétegekre osztás, elektronikus előfeldolgozás*: a testmodellt egy szoftver elektronikus úton előre megadott vastagságú rétegekre bontja,
- *gyártás rétegenként*: a rétegekre vonatkozó adatokat az additív gyártó berendezés átveszi, és legyártja azokat egymás után, így előáll a testmodellnek megfelelő valódi szilárd test (alkatrész).

A rétegek legyártásához szükséges utasítássor elkészítése lehet az előfeldolgozó szoftver feladata, de összetettebb rendszerek esetén a gyártó berendezés tartalmazhat külön számítógépet, amely a rétegek geo-

metriai adatait fogadva maga készíti el a gyártáshoz szükséges gépi utasítást. Ennek sok esetben az a fő oka, hogy rendkívül sok adat átvitele szükséges rövid idő alatt, összehangolt módon.

Általában azokat a gyártási technológiákat nevezzük additív gyártásnak, amelyekre igaz a fenti három jellemző. A hasonlóság mellett azonban jelentős eltérések is megfigyelhetők e technológiák között. E különbségek elsősorban a 3. lépés, tehát a rétegek gyártása, anyagi formába öntése területén mutatkoznak meg. Az additív gyártási technológiákat aszerint sorolják osztályokba, csoportokba, illetve aszerint nevezik el azokat, hogy a rétegek gyártása hogyan valósul meg. Ezen a téren igen nagy különbségek vannak, ámulatba ejtő a változatosság, és jelenleg is újabb megoldások látnak napvilágot. Ugy tűnik, hogy szinte minden technológiának van létjogosultsága, tehát van olyan terület, ahol előnyösen alkalmazható. Ez annak is köszönhető, hogy a gyártási technológiák számos eltérő szempont szerint optimalizálhatók, mint például a gazdaságosság, a rugalmasság, a teljesítmény, a méretpontosság, esztétikai szempontok és mások, és ezeknek a szempontoknak más-más additív gyártási technológiák felelhetnek meg legjobban.

Napjainkban a porágyas technológiák különös figyelmet kapnak. Ennek egyik oka, hogy ilyen módon szinte minden anyag feldolgozható. [3,5]

Az additív gyártás nem csak a technológia területén jelent jelentős változást, hanem a termékfejlesztés folyamatában is. A CAD testmodellen keresztül soha nem látott szoros kapcsolat alakulhat ki a számítógépes modellezéssel kifejlesztett terv és a megvalósítás között. Egy szimulációs szoftverrel végzett optimalizálás eredménye akár közvetlen bemenete is lehet az additív gyártásnak. [4]

Az additív gyártás 2017-ben előreláthatólag világszerte 7 milliárd dollár összérté-

kü üzlet lesz, 2020-ra nagyjából 22 milliárd dollárt mutatnak az előrejelzések.

Az additív gyártó berendezések nem csak a kutató laboratóriumokban, vagy a gyártó cégek kísérleti üzemében találhatók meg. Számos cég alkalmaz egyedi vagy tömeggyártási célokra ilyen gépeket, sőt megvásárolhatók otthoni, hobbi célokra is bizonyos típusok. Mi több, ügyes kezű amatőrök néhány előre gyártott hardver és szoftver eszközt felhasználva ma már elkészíthetik saját 3D nyomtatójukat is.

2. Egy anyagszórásos technológia

A Nyíregyházi Egyetem Additív Gyártás Laboratóriuma rendelkezik egy OBJET Eden 350V típusú additív gyártó berendezéssel. Az a technológia, amit megvalósít az anyagszórásos (material jetting) technológiák körébe sorolható, de saját megkülönböztető névvel is rendelkezik: polyjet.

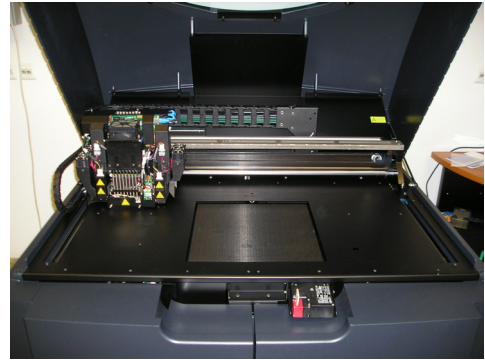
Fotopolimer műgyantából történik a gyártás. Ez kezdetben folyékony halmazállapotú, szivattyúzással jut a szóró egységbe, amely nyolc fejet tartalmaz. Minden fej 96 db nyílással rendelkezik, amelyeken keresztül piezoelektromos kristályok lövik ki az 5 mikrométer nagyságú folyadékcseppeket.

A szóró egység két oldalán folyamatosan világít két ultraibolya lámpa. Az ultraibolya fény hatására a műgyanta rövid idő alatt megkeményedik. (1-3. ábrák)

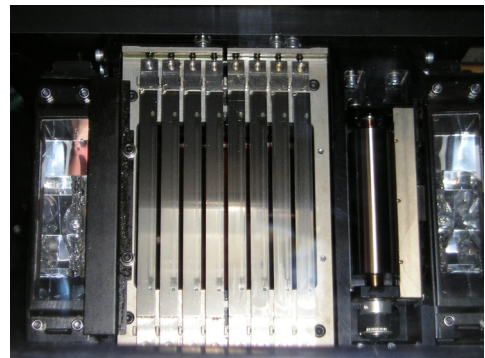
Kétféle anyagot használ a rendszer. A modellanyagból alakul ki a gyártmány. A támaszanyag feladata, hogy a folyékony modellanyagot a helyén tartsa addig, amíg megkeményedik. A támaszanyag mechanikai és kémiai úton eltávolítható.

3. Méretpontosság

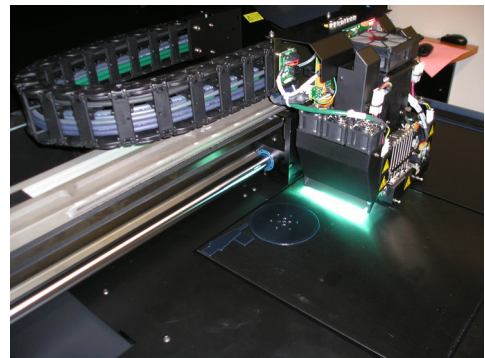
Az additív gyártás egyik fontos tulajdonsága a méretpontosság. Az OBJET berendezés által megvalósított technológia vizsgálatára 3 db 20x20x20 mm névleges méretű, kocka alakú próbatestet készítettünk.



1. ábra. Az OBJET Eden 350V berendezés



2. ábra. A szóró egység a 8 nyomtatófejjel és a két UV lámpával



3. ábra. A nyomtató munka közben: a fej a tengely irányában mozog, a munkaasztal lefelé, a lámpák folyamatosan világítanak

Megmértük a szemközti oldallapok távolságát 5-5 ponton. Az adatokat összesítve ki lehetett mutatni a következőket:

- Minden egyes mérés esetén a mért távolság és a névleges 20 mm méret közötti eltérés kisebb volt, mint 0.1 mm, ami megegyezik a gyártó cég állításával.
- A szóró egység mozgására vízszintesen merőleges irányban a mért adatok szórása egy nagyságrenddel nagyobb volt, mint a másik két irányban.
- A szóró egység mozgásának irányában az oldallapok távolsága statisztikailag szignifikánsan nagyobb volt a névleges értéknél, míg függőleges irányban szignifikánsan kisebb.

Ezek a megfigyelések összefüggésbe hozhatók a gyártási technológiával. Miközben a műgyanta rétegről rétegre való kiszórása zajlik, időnként egy henger alakú simítógörgő fut végig a gyártott test aktuális szabad felső felületén. Bármilyen pontosan végzi feladatát ez lefelé tömörítő és a mozgás irányában nyújtó hatást fejt ki. A hanger mozgásának kifinomultságát mutatja az a tény, hogy a mozgásirányra merőlegesen már nem lehet szignifikáns eltérést tapasztalni a névleges mérettől, tehát a henger nem nyomja le a felületet, hanem inkább kicsiny vonalmenti húzó hatást fejt ki rá, miközben végigfut azon, annak ellenére, hogy forog eközben. A részben megkeményedett modellanyag azonban még nem elég rugalmas ahhoz, hogy akár még ezt a csekély alakváltozást is megszüntesse. Az általunk készített próbatestek esetén ez 20-40 mikrométer mérethibát eredményezett ebben az irányban.

Mind a technológia, mind a méretpontosság irányfüggése arra utal, hogy a gyártmány egyéb tulajdonságai is irányfüggést, anizotrópiát mutathatnak.

4. Ütőmunka

Szabványos próbatesteket készítettünk az additív gyártó berendezésünkkel úgy,

hogy a különböző mintasorozatok hossz-tengelyei a tér három irányába mutassanak [6]. Ezt követően Charpy-féle töréstesztet hajtottunk végre azokon, megmérve a mintákon végzett ütőmunkát.

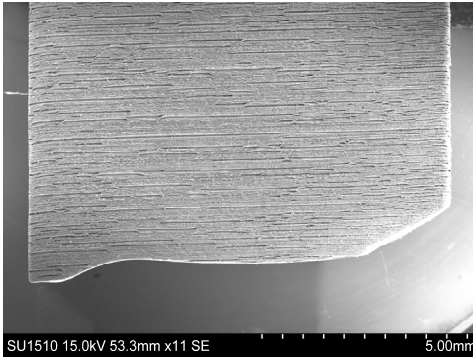
Az ütőmunka értékek a szóró egység mozgásának irányába eső tengellyel nyomtatott próbatestek esetén szignifikánsan nagyobbak mutatkoztak a másik két irányba eső tengelyű próbatestekre kapott eredményeknél. Kiderült, hogy az ütőmunka is irányfüggő.

A törésteszt az ütőmunka megmérésén túl egy másik vizsgálatra is lehetőséget nyitott: megvizsgálhattuk a töretet, ami feltárta a törésnek kitett részek szerkezetét, ezáltal részben feltárva azt, hogyan viselkedik a modellanyagunk dinamikai igénybevételek hatására.

A felületek mikroszkópos megfigyelését Hitachi SU-1050 pásztázó elektronmikroszkóppal végeztük el. Az eszköz gyorsító feszültsége 15 kV, nagyítása 10 és 10 000 között változtatható, legfeljebb 153 mm méretű mintát képes befogadni. A műgyanta anyagú testek úgy vizsgálhatók elektronmikroszkóppal, ha előtte igen vékony arany bevonatot képezünk rajta.

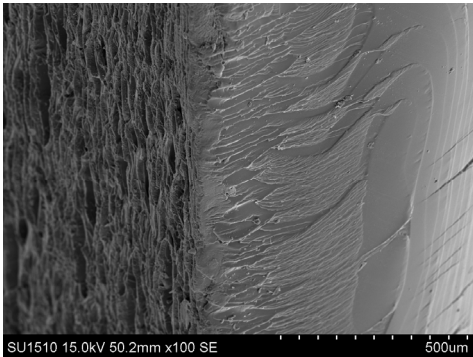
Az elektronmikroszkópos felvételeknek nem csak az erős nagyítás az előnye, hanem a nagy mélységélesség is. Ez lehetővé teszi azt, hogy vizuálisan is megfigyeléseket tegyünk a felszín morfológiai jellemzőire vonatkozóan.

Az eltört próbatesteken számos különböző eredetű felület figyelhető meg. Egyrészt láthatók a gyártással eredetileg kialakított felületek. Meg lehetett figyelni, hogy ezeknek szerkezete és érdessége erősen függ az orientációtól. Másrészt a töret felszínén is megfigyeléseket lehet végezni. Több tartomány különíthető el, és a felületek alaktani sajátosságai ismét függenek a próbatest tengelyének irányításától. A következő ábrák néhány illusztratív példát mutatnak.



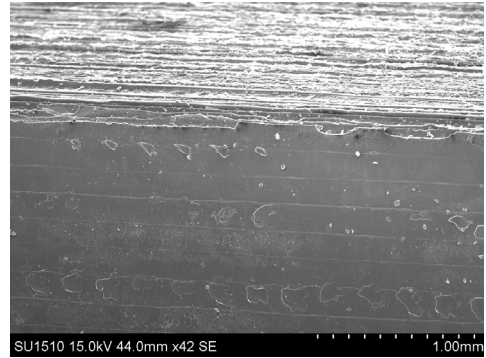
4. ábra. A töret felülnézete, jobb oldalon látható a bemetszés egyik fele (N=11x)

A **4. ábra** olyan eltört próbatestet mutat, amelyben a hossz tengelyre merőlegesek a gyártási rétegek síkjai (N=11x). Ugyanennek a próbatestnek egy részletét erősebb nagyításban (N=100x) mutatja az **5. ábra**, amelynek bal oldalán a gyártott felszín látható, a rétegek szélei is jól kivehetők, a bal oldalon a töret felületén a rétegek felszakadásával kialakuló lépcsős felület figyelhető meg.



5. ábra. A 4. ábrán mutatott minta részletét erősebb nagyításban (N=100x)

A **6. ábra** szemlélteti azt, hogy a felületek minősége és alakzatai mennyire eltérnek az irányítás függvényében. A felülről simított felület egységes, látható rajta a simítóhenger mozgásának nyoma. A gyártáskor



6. ábra. Az ábra alsó fele mutatja a gyártáskor simított, felső felületet (N=40x)

függőleges felület olyan, mint egy kártyapakli oldalnézetből, a rétegek szélei figyelhetők meg rajta (a **6. ábra** felső részén, az **5. ábra** bal oldalán, vagy az **1. ábrán** mindenütt, de ott kisebb a nagyítás).

5. Alkalmazások

Laboratóriumunkat elsősorban olyan partnerek keresik fel, akik prototípust szeretnének készíteni. A prototípus készítésének elsődleges célja az szokott lenni, hogy bemutassák azt megrendelőiknek, vagy a cégen belüli fejlesztőknek.

Az egyik partnerünk kozmetikai készítmények számára gyárt téglékeket. Több alkalommal keresett fel bennünket újonnan kifejlesztett termékek prototípusainak gyártására. Ebben a feladatban az volt a különleges, hogy a téglék falvastagsága 0.6 mm volt. Elkészítettük a fedelét is, amely menettel csatlakozott az alsó részhez. A prototípus esztétikai és funkcionális szempontból egyaránt megelégedésére szolgált a partnernek.

Egy nemzetközi cégcsoport magyarországi leányvállalatánál fejlesztést hajtottak végre, aminek eredményeképpen egy régi terméket újabb változatra lehetett cserélni. Ennek prezentációjához készítettünk prototípusokat. A fejlesztés különlegessége az volt, hogy a két félből álló termék darabjait

pattintással kellett egyesíteni. Itt két követelmény teljesítése volt szükséges: a kényelmes, nem túl nagy erővel történő összehajtogatás, utána pedig a szoros, megbízható együttmaradás. Mindkettőt sikeresen teljesítette az általunk készített prototípus. Később tájékoztatást kaptunk arról, hogy a cégvezetés előtti sikeres prezentációt nagyban segítette a prototípus, és a fejlesztést elfogadták.

6. Következtetések, kilátások

Tapasztalataink és a szakirodalomból kivehető nemzetközi trendek egyaránt azt mutatják, hogy az additív gyártás intenzív fejlődése jelenleg is tart, és a jövőben is fontos eredményekre van kilátás.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] *Standard Terminology for Additive Manufacturing Technologies*, ASTM, F2792-12a, visszavonva 2015-ben, <http://web.mit.edu/2.810/www/files/readings/AdditiveManufacturingTerminology.pdf>
- [2] L. Columbus: *2015 roundup of 3D printing market forecasts and estimates*, <https://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2015/03/31/2015-roundup-of-3d-printing-market-forecasts-and-estimates/#31f16c131b30>
- [3] M. Markl, C. Körner: *Multi-scale modeling of power-bed-based additive manufacturing*, *Annual Review of Material research*, 46 (2016) pp. 1-34. DOI: 10.1146/annurev-matsci-070115-032158
- [4] S. Guessasma et al: *Challenges of additive manufacturing technologies from an optimization perspective*, *Int. J. Simul. Multisci. Des. Optim.* 2015, 6, A9 DOI: 10.1051/smdo/2016001
- [5] G. Buican, G. Oancea, A. Manolescu: *Remanufacturing damaged parts using selective laser melting technology*, *Applied Mechanics and Materials Vol 693* (2014) pp 285-290 doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.693.285
- [6] Gergely Dezső, Ferenc Szigeti: *Microscopic Investigation on Material Structure of Broken Additively Manufactured Parts*, *Modern Technologies in Manufacturing*, 2015, vol 808, p 175-181, ISBN-13: 978-3-03835-653-0 <http://www.scientific.net/AMM.808>

A VIRTUÁLIS ÉS A KITERJESZTETT VALÓSÁG MINT SEGÉDESZKÖZ A MODERN IPARBAN

VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY AS ASSISTANT SYSTEM IN THE MODERN INDUSTRY

Forgó Zoltán

*Sapientia-Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Marosvásárhelyi Kar, Gépészmérnöki
Tanszék, 540485, Románia, Koronka/Marosvásárhely, Koronka 1C; Telefon / Fax:
+40-265-208172 zforgo@ms.sapientia.ro*

Abstract

The imaginary worlds have always had a great influence on people. In the past, the books have been the media, through which the imagined environments were opened for others. The advanced computer technology and, more generally, the nowadays technology had allowed that the words are transforming themselves into images with more details about the imaginary worlds, and we are able in a coordinated manner to influence the user's sensory organs as well. The totality of the effects provides experiences not only in the entertainment industry, but also through assistant systems in the modern manufacturing industries. In the present study the possibilities of the virtual and augmented reality are presented, applied in the construction industry and mechanical engineering. Using it, economically favorable solutions are implemented faster and with higher quality. Besides those facts, the technical solutions are lined up, which allows the artificial environment representation.

Keywords: *virtual reality, augmented reality, immersive environment*

Összefoglalás

Az elképzelt világok mindig is nagy hatással voltak az emberekre. Régebben a könyvek jelentették azt a közeget, amely segítségével egy elképzelt környezet megnyílt mások számára is. A mára már fejlett számítástechnika és az általánosabban vett technika lehetővé tette, hogy a szavak átalakuljanak képekké, és még részletesebben az egyén elé tárják az elképzelt világokat, illetve képesek vagyunk összehangoltan hatni a felhasználó több érzékszervére is. Ezen hatások összességével olyan mesterséges világokat lehet „teremteni”, melyek nem csak a szórakoztató iparban nyújtanak élményeket, hanem segítséget jelenthetnek a gyártó iparágakban is. Jelen dolgozatban a virtuális és a kiterjesztett valóságok azon lehetőségei vannak felvillantva, melyekkel az építőiparban, gépjárműgyártásban gyorsabb, minőségibb és gazdaságilag kedvezőbb megoldásokat valósíthatunk meg, illetve azok a műszaki megoldások vannak felsorakoztatva, melyek lehetővé teszik a mesterséges világok megjelenítését.

Kulcsszavak: *virtuális valóság, kiterjesztett valóság, magával ragadó (imerzív) környezet*

A versenyhelyzet miatt, a különböző termékeket előállító és gyártó cégek szeretnék a szükséges fejlesztési időt és költségeket csökkenteni, ami a megfelelő minőség mellett, természetesen a felhasználók javát szolgálja. Ebben az igyekezetben is segíti őket a számítástechnika, mivel már olyan szoftver és hardver megoldásokat alkalmazhatnak, melyek segítségével nem csak megtervezhetik a termékeket és azok gyártási technológiáját, hanem még megvalósítás előtt sikerül megjelenteni azt. A virtuális és a kiterjesztett valóság segítségével lehetőség van a termék élethű megjelenítése, illetve életciklus kontextusba helyezésére.

A virtuális valóság keretén belül a termék köré a környezetet is a számítástechnika segítségével generáljuk és jelenítjük meg. Ez lehetőséget ad különböző élethelyzeteknek a megalkotására, ezáltal a termék és a különböző környezet közötti kölcsönhatást is meg lehet jeleníteni a felhasználó számára. Technikailag két különböző megoldás bizonyult alkalmazhatónak a fentiek megvalósítására: a fejre helyezhető VR (Virtual Reality) szemüveg, illetve a VR szoba. Az első megoldásnál a felhasználó szemei előtt két külön képernyőn jelenítik meg a tartalmat két különböző szög alatt, majd az agyban a képek egymásra tevődésével alakul ki a 3D érzet. Mivel a rendszer csak a látószögön belüli képet generálja, szükséges a felhasználó fejmozgásának a követése (rendszerint a szemüvegbe épített érzékelőkkel), hogy lehetőség legyen a környezet 306°-os bemutatása. Számos műszaki megoldás született ennek megvalósítására, mint például az *Oculus Rift* termék. Míg ebben az esetben szükség van külső számítási kapacitásra, a fenti cég és a Samsung kifejlesztette *Samsung Gear VR* szemüveget, melybe az új generációs mobiltelefonokat lehet elhelyezni.

Ezzel ellentétben a VR szoba esetén a környezet teljes egészében, egyszerre van generálva és egy szoba falaira, plafonjára, illetve esetenként padlójára kivetítve 3D technológiával (pl. a Mechdyne *CAVE* terméke). A felhasználó ekkor egy egyszerűbb szemüveget visel, mely segítségével a 3D érzés van megvalósítva. Természetesen előnyökről és hátrányokról beszélhetünk: a szemüveg esetében az élményt meghatározó lehet a képernyők kis felbontása, illetve a fejmozgás nehézkes pontos követése, míg a szoba egy zárt teret eredményez, így a felhasználó mozgása van korlátozva.

A kiterjesztett valóság esetében csak a termék van számítógép által generálva és az így kapott kép a valós háttérre van vetítve. Jelen esetben is két fő technológiai megvalósításról beszélhetünk. Az egyik a mobil számítástechnológiát használja fel. Mivel ezek a berendezések kamerával vannak ellátva a képernyővel ellentétes oldalon, lehetőség van „átlátni” az eszközön, látni a mögötte levő valós környezetet. A szoftver segítségével erre az élő képre van vetítve a termék generált képe. A szintén az eszközben levő érzékelők segítségével (vagy optikailag történő összehangolással) a termék képe és a valós környezete között relatív mozgás kiküszöbölésével jön létre a 3D hatás, mivel a termékre több nézőpontból is rá lehet nézni – együtt fog forogni a környezetével. Ugyanez az elv a másik műszaki megoldásnál is: ebben az esetben egy szemüveg lencséjére van belülről vetítve a termék képe, így tevődik rá a valós háttérre. Előnyként könyvelhető el ennél a megoldásnál (pl. a Microsoft *Hololens*) a nagy látómező, míg a mobil eszköz képernyője határokat szab ennek, viszont a plusz hardver igény hátrányosan érinti a szemüveg elterjedését.

AZ EMBER-ROBOTOK EGYÜTTMŰKÖDÉSÉT SZERVEZŐ RENDSZEREK MULTI-ÁGENSŰ KÖRNYEZETBEN

COOPERATION ORGANIZATION IN HUMAN / MULTI- ROBOT INTERACTION

Nargiz Abbasova¹, István Nagy²

¹Obuda University, Banki Donat Faculty of Mechanical and Safety Engineering; 1081, Budapest, Népszínház str. 8; abbasovanargizf@gmail.com

²Obuda University, Banki Donat Faculty of Mechanical and Safety Engineering; 1081, Budapest, Népszínház str. 8; nagy.istvan@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

Human - robot interaction design falls at the confluence of several research areas including autonomous systems, human factors, intelligent user interfaces and task analysis. Communication between robots and people significantly increased over last years. The main reason is a huge progress in artificial intelligence. Human - robot interaction is based on the study of functionality and usability of performing some tasks that involve humans. In this paper we will discuss team organization conditions. The aim of this paper is to make literature overview and define which teamwork organization is better due to the reducing of workload and increasing performance.

Keywords: *teamwork, cooperation, MRS, Human – robot interaction, team organization*

Összefoglalás

Az ember-gép kapcsolat nagyon sok kutatási témában szerepel napjainkban és egyre időszerűbb, és egyre nagyobb teret foglal el a hétköznapi életben is. Az ember-gép kommunikáció is egyre gyakoribb lesz az életünkben. Ennek fő oka az intelligens rendszerek egyre szélesebb körben való elterjedése. Ebben a cikkben egy összefoglaló tanulmányt mutatunk be az ember-gép kapcsolatok fejlődéséről, feltételeiről, és egy jövőbeli kitekintést adunk az önszerveződő rendszerekkel kapcsolatban. Vizsgáljuk továbbá az ember-robotok közti csoportmunka lehetőségeit kutatva, ennek előnyeit, hátrányait.

Kulcsszavak: *csoporthmunka, együttműködés, MRS, ember-gép kapcsolat, csoportszervezés*

1. Introduction

Enhanced autonomy makes it possible for one operator to control multiple robots. It releases an operator from manually controlling each robot and makes it possible to do tasks requiring monitoring, coordination, and complex decision-making [2]. Human - robot interaction is used when the completion of the task is too risky for people or cannot be achieved by people.

Moreover, even when a single robot can achieve the given task, group of robots is used in order to achieve better performance and increase overall of the system [8]. The software techniques developed for the robotic applications take advantage of the hardware improvements and provide complex and reliable solutions for the basic tasks that a robot should be able to perform, while acting in real world environments: localization, path planning, object

transportation, object recognition and tracking, etc. [8].

A Multi-Robot System can be characterized as a set of robots operating in the same environment [8]. However, robotic systems may range from simple sensors, acquiring and processing data, to complex human-like machines, able to interact with the environment in fairly complex [8]. Effective teamwork in highly dynamic environments requires a delicate balance between giving agents the autonomy to act and react on their own and restricting that autonomy so that the agents do not work at cross purposes [9]. Although there are a lot of advantages of using MRS (Multi-Robot Systems), system can fail. It is well known that many well-constructed teams never reach their full potential. In order to avoid system fails we have to create outstanding taxonomy. Factors that can lead to system fails are the following: poor combination of individual efforts, a breakdown in internal team processes, and improper use of available information [1]. In addition, when people collaborate with autonomous systems, system complexity inevitably increases, and automation can change the way people coordinate with each other [3]. It follows that in multi-robot systems one of the central issues is the study of how groups work in order to avoid fail of the system. A paradigmatic example of joint activity is teamwork, in which a group of autonomous agents choose to work together, both in advancement of their own individual goals and the good of the system as a whole [4].

2. Teamwork organization

Controlling multiple autonomous robots is a complex process. The main elements of teamwork are leadership, mutual performing, backup behaviour and team orientation. It is important to make a distinction between team performance and

team effectiveness [7]. Team performance accounts for the outcomes of the team's actions regardless of how the team may have accomplished the task [7]. Conversely, team effectiveness takes a more holistic perspective in considering not only whether the team performed but also how the team interacted to achieve the team outcome [7]. This is an important differentiation because many factors external to the team may contribute to the success (or failure) of the team, and therefore in some cases team performance measures may be deficient in understanding the team [7].

2.1 Work organization between robots

We can assume that there are 2 types of work organization between robots: Distributed and Centralized.

Centralized system has an agent (leader) that is in charge of organizing the work of the other agents; the leader is involved in the decision process for the whole team, while the other members can act only according to the directions of the leader [8]. The classification of centralized systems can be further refined depending on the way the leadership of the group is played [8]. Specifically, Strong centralization is used to characterize a system in which decisions are taken by the same pre-defined leader agent during the entire mission duration, while in a weakly centralized system more than one agent is allowed to take the role of the leader during the mission [8].

A Distributed system is composed of agents, which are completely autonomous in the decision process with respect to each other; in this class of systems a leader does not exist [8].

The classification of centralized systems can be further refined depending on the way the leadership of the group is played [8]. Specifically, Strong centralization is used to characterize a system in which decisions are taken by the

same pre-defined leader agent during the entire mission duration, while in a weakly centralized system more than one agent is allowed to take the role of the leader during the mission [8].

2.2 Team structure

Team structure is an important factor that affects to the effectiveness for the search and rescue setting team. Team structure can be described as the work assignment and communication architecture. Work assignment is the “manner in which the task components are distributed among team members” [5]. Team structured is closely related to communication, coordination and team performance.

For a team of operators working together with multiple homogeneous unmanned vehicles, two possible ways to organize the vehicles are as Sectors or as a Shared Pool [6]. In the Sector condition, each operator controls a part of all the vehicles. In the Shared Pool condition, operators share the control of all the robots and service them as needed.

Sector assignment can reduce the number of robots the operator must monitor and control [2]. However, the Shared Pool condition offers a more flexible scheduling advantage of load balancing since any operator in the team can service any robot as needed [2]. Although there was no significant difference on performance, teams that shared the control of all robots were found to have slightly lower workload [1]. In the Shared pool condition second operator may detect problems that were missed by the first operator. It also leads to excessive observation advantage.

In the pool condition members communicate more than in sector and share the workload between the operators and perform more teamwork behaviours. It was investigated that teams with shared control

are more wanted to work with team members in future projects.

Team members also employed certain team strategies to cope with the increased coordination cost. In the experiment, it was observed that some operators in Pool teams would pre-plan on which robots to control via verbal communication, even if the plan changed during the task execution [1]. In addition, reduced individual level of effort is easier in Pool teams than in Sector teams. With reduced individual level of effort, the advantage of Pool teams is diminished [1]. Teams that have developed shared mental model have more accurate expectations for the needs of the team and the teammates during periods of stress [7].

3. Conclusion

The effectiveness of the team increases during the process as team members learn how to work with each other and become increasingly proficient in their task work. Operators are suggested to start with simple tasks where they can learn their tasks, roles, performance, progress and the then undertake more complex tasks. It's better to plan some strategies before the process starts.

References

- [1] Fei Gao, M.L. Cummings, Senior Member and Erin T. Solovey,; *Modelling Teamwork in Supervisory Control of Multiple Robots*, Cambridge, MA 02139 USA, p.12
- [2] Fei Gao, M. L. Cummings, Luca F. Bertuccelli: *Teamwork in Controlling Multiple Robots*, HRI'12, March 5. (2012), Boston, Massachusetts, USA, Copyright 2012, p. 1
- [3] Mouloua, M. and Parasuraman: *Automation and Human Performance: Theory and Applications*, 1996, CRC Press
- [4] Barbara Dunin-Keplicz, Rineke Verbrugge: *Teamwork in multi-agent systems: a formal approach*, A John Wiley and Sons, Ltd., Publication, Printed and Bound in Singapore by Markono, 2010.

- [5] Naylor, J. C. and Dickinson, T. L.: *Task structure, work structure, and team performance*, 1969, Journal of Applied Psychology 53(10)
- [6] Hart, S.G. and Staveland, L.E.: *Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research*, 1998 in Hancock, P.A. & Meshkati, N. eds. Human Mental Workload, North Holland Press, Amsterdam, 1998.
- [7] Salas, E., Sims D. E.: *Is there a Big Five in Teamwork?* Small Group Research 36(5), 2005, p. 555-599
- [8] Alessandro Farinelli, Luca Iocchi, Daniele Nardi: *Multi-Robot Systems: A classification focused on coordination*, Via Salaria 113 00198, Roma, Italy, IEEE Transactions on System Man and Cybernetics, part B, pp. 2015-2028, 2004.
- [9] Henry Work, Eric Chown, Tucker Hermans, Jesse Butterfield: *Robust Team-Play in Highly Uncertain Environments* (Short Paper), Proc. of 7th Int. Conf. on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2008), Padgham, Parkes, Müller & Parsons (eds.), May, 12- 16., 2008, Estoril, Portugal.

MINIMÁLIS KIMENETI TELJESÍTMÉNY MEGHATÁROZÁSA ENERGY HARVESTING PROTOTÍPUSHOZ: EGY ESETTANULMÁNY MOBILTELEFON SPECIFIKÁCIÓKRA

APPROXIMATING THE MINIMUM OUTPUT POWER FOR ENERGY HARVESTING PROTOTYPE: A CASE STUDY OF CELL PHONE SPECIFICATIONS

Afghan Syeda Adila¹, Almusawi Husam², Geza Husi³

University of Debrecen, Faculty of Engineering, Department of Electrical Engineering and Mechatronics, 4028, Hunagry, Debrecen, Ótemető Street 2-4, Telefon +36-203-938197

¹adila@eng.unideb.hu

²asd_sw@ymail.com

³[husigeza@eng.unideb.hu](mailto:husi.geza@eng.unideb.hu)

Abstract

Micro-scale energy harvesting solutions are highly demanded globally in almost every field. Specifically, when it comes for a cell phone battery life. The imbalanced situation between battery technology and cell phone evolution is getting worse. However the efficient system is needed which is able to charge a cell phone when we are off from the power source. The researchers put forwards the attention towards the readily available energy sources to be harvested for charging purpose. For making such efforts, number of solutions have been proposed but many hurdles lies in it which includes the design, compatibility and most importantly the different parameters of every cell phone device. This paper demonstrates the specifications of different cell phone models and a datasheet is produced which includes the minimum output power requirement during standby and talk time.

Keywords: *energy harvesting, renewable energy sources, micro-scale energy, energy harvesting modules.*

Összefoglalás

A mikro mértékű “energy harvesting” megoldásokra világszerte, szinte minden területen óriási igény van. Különösen, amikor a mobiltelefon élettartamát illeti, hiszen a használati követelmények nem megfelelően gondoskodnak a képességek szerinti technológiai fejlesztésekről. Ebben a kiegyensúlyozatlan helyzetben az akkumulátor technológia és a mobiltelefon fejlődése között hatalmas különbség van a tudományos kutatásokban is. Azonban egy hatékony rendszerre van szükség, amely képes a mobiltelefon töltésére akkor is, amikor messze vagyunk az áramforrástól. A kutatók figyelmet fordítanak a könnyen elérhető energiaforrásokra, amelyek töltési célokra “beszüretelhetőek”. Az ilyen erőforrásokkal számos megoldás érhető el, de számos akadály is rejlik bennük, mint például a tervezés, a kompatibilitás és ami a legfontosabb, hogy minden mobiltelefon készülék különböző paraméterekkel rendelkezik. Ez a cikk bemutatja a különböző telefon modellek specifikációit, valamint egy adatlapot állít elő, amely meghatározza a minimális kimeneti teljesítmény követelményeket készenléti és beszélgetési időre vonatkozóan ideális körülmények között.

Kulcsszavak: *energia szüret, megújuló energiaforrások, mikro-méretű energia, energy harvesting modulok.*

1. Introduction

Cell phone battery capacity creates a major challenge in the field of research and industrial domain. Considering the alternative solutions like increasing the battery size and providing power banks are not admired by the users [10]. Energy harvesting devices are needed which are able to charge the cell phone any where any time without being bound to the power source. There are number of energy harvesting modules available that are taking power from ambient energy sources like Solar, Wind and Heat energy, but still its a long way to go for providing efficient solutions for cell phone charging [2-4].

2. Energy Harvesting Prototypes

2.1. Solar Energy based Energy Harvesting Prototype

This source is considered as the most powerful of all, as it is available in vast amount to charge the electronic devices. A low cost photovoltaic energy harvesting circuit was introduced which is able to operate constantly on solar panel's MPP in order to grant maximum amount of power[4]. A wireless technique suggested by another researcher by using optical wireless power transfer, consist of an optical antenna built in on a solar cell and a DC-DC conversion circuit. Author claims that the efficiency is 40 times more than the conventional solar charger [8]. Other than that Maximum Power Transfer Tracking systems are upgraded with dynamic online programming system [9].

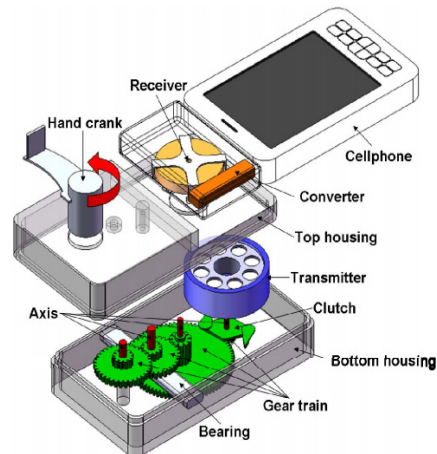
2.2. Radio frequency based Energy Harvesting Prototype

We are surrounded by radio frequency every time transmitted by communication systems [1,11]. A model proposed in which power generating circuits are used to extracts the radio frequency, in which a

printed dipole antenna extracts the power from GSM900 and GSM1800[1]. As the retrieved power from radio frequency is very low so in order to enhance the power, different techniques are proposed like matching and rectifying circuit and voltage multiplying circuit, in order to charge the cell phone [11].

2.3. Mechanical Energy based Energy Harvesting Prototype

Human power is a viable source which can be used to charge cell phone devices, transformation can be extracted by piezo electric material. However, number of significant contributions are done like key pressing on cell phone [1], Hand crank generators [5], to name few. A prototype was also suggested named as Human Powered Contactless Charger for CellPhones (HCCC), the device includes a Human Power Harvester (HPH) and a Receiving Unit (RU) along with gears and clutch as shown in the Figure 1. The authors demonstrates the 1020mAh battery is being efficiently charged by the proposed model [7].



1. Figure. The Structure of HCCC

2.4. Hybrid Energy Harvesting Prototype

Hybrid systems can collectively harvest multiple energy sources from the environment. Solutions have been provided in which a model combines the mechanical and piezoelectric techniques on a human shoe for extraction of human power. This system harvest the walking patterns by mechanical energy harvester and at the same time the exerted pressure which is produced by human weight is being harnessed by piezoelectric system. Hence the converted power is able to charge a cell phone [6].

3. Methodology

3.1. Cell Phone specifications as data requirement

According to the research objective, the required data includes, Battery Capacity (mAh), Battery Potential (V). Battery Life during Stand By (h) and Battery life during Talk time (h).

For the calculation of the output power (mW) during Stand By and output power (mW) during a talk time; following formulae are used.

Current (I):

$$I = \frac{Q_{battery}}{t} \quad (1)$$

Reference of the equation (1) Where I is charging current, $Q_{battery}$ is battery capacity and t denotes battery life.

Power (P):

$$P = V \times I \quad (2)$$

Reference of the equation (2) Where P denotes Power, V is battery potential and I is charging current.

An example has been taken under consideration of a cell phone model of Apple iPhone 7 along with the required input variables for the desired output.

To calculate required power during standby under ideal conditions we have the following specifications:

- Battery voltage = 3.7 V
- $Q_{battery} = 1960$ mAh
- $t_{standby} = 240$ h
- $t_{talk\ time} = 14$ h

To calculate the power (P) value during standby, first we must need to know that how much current (I) is required for charging purpose. These calculations are assumed to be ideal as we are not including the state of charge (SOC) for current (I) level of a battery cell.

1. table. Output Power (P) during Stand by

Calculation of Current (I) during Stand by	Calculation of Power (P) during Stand by
$I = \frac{1960}{240}$ $= 8.16$ mA	$P = 3.7 \times 8.16$ $= 30.19$ mW

2. table. Output Power (P) during Talk time

Calculation of Current (I) during Stand by	Calculation of Power (P) during Stand by
$I = \frac{1960}{14}$ $= 140$ mA	$P = 3.7 \times 140$ $= 518$ mW

The values are demonstrated in 1. Table and 2. Table for the charging current and output power in order to charge the specific cell phone during standby and talk time.

4. Results and Conclusion

The datasheet is produced as shown in Figure.2 which shows the minimum output power required during standby and talk time for different cell phone models. These calculated values are the optimal ones which can be used for generic approximation in order to understand the power requirement.

S.No	Model	Battery Type	Battery Capacity	Unit	Battery Stand By Time	Unit	Battery Talk Time	Unit	Current for S.B	Unit	Current for T.T	Unit	Voltage	Unit	Power Req: during S.B	Unit	Power Req: during T.T	Unit
1	iPhone 7	Li ion	1960	mAh	240	h	14	h	8.16667	mA	140	mA	3.7	V	30.2166667	mW	518	mW
2	Blackberry Priv	Li ion	2610	mAh	576	h	17	h	4.53	mA	153.53	mA	3.7	V	16.77	mW	568.06	mW
3	HuaweiAscend 511	Li ion	1730	mAh	300	h	13	h	5.77	mA	133.08	mA	3.7	V	21.34	mW	492.38	mW
4	HTC 10	Li ion	3000	mAh	456	h	27	h	6.58	mA	111.11	mA	3.7	V	24.34	mW	411.11	mW
5	Galaxy Note 3	Li ion	3200	mAh	420	h	21	h	7.62	mA	152.38	mA	3.7	V	28.19	mW	563.81	mW
6	Sony Xperia Z3	Li ion	3100	mAh	890	h	14	h	3.48	mA	221.43	mA	3.7	V	12.89	mW	819.29	mW
7	Lenovo VibeZ2	Li ion	3000	mAh	408	h	30	h	7.35	mA	100.00	mA	3.7	V	27.21	mW	370.00	mW
8	LG K10	Li ion	2300	mAh	100	h	4	h	23.00	mA	575.00	mA	3.7	V	85.10	mW	2127.50	mW
9	Noir E8	Li ion	3520	mAh	437	h	39	h	8.05	mA	90.26	mA	3.7	V	29.80	mW	333.95	mW
10	Infinix Hot 3	Li Poly	3000	mAh	230	h	20	h	13.04	mA	150.00	mA	3.7	V	48.26	mW	555.00	mW

2. Figure. Power during Standby & Talk time

References

[1] Karthik, B.G.; Shivaraman, S.; Aditya, V., *Wi-Pie: Energy Harvesting in Mobile Electronic Devices*, Global Humanitarian Technology Conference (GHTC), 2011 IEEE, Page(s): 398 – 401, 2011.

[2] Qutaiba, I.Ali: *Design and Implementation of a Mobile Phone Charging System Based on Solar Energy Harvesting*, Iraq J. Electrical and Electronic Engineering, 2011, Volume:7, Issue: 1, Page(s): 69 – 72, 2011.

[3] Chung, I.Y.W.; Liang, Y.C.: *A low-cost photovoltaic energy harvesting circuit for portable devices*, Power Electronics and Drive Systems (PEDS), 2011 IEEE Ninth International Conference, Page(s): 334 – 339, 2011.

[4] Sojan, S.; Kulkarni, R.K.: *A Comprehensive Review of Energy Harvesting Techniques and its Potential Applications*, International Journal of Computer Applications (0975 - 8887), Volume 139- No.3, Page(s): 14 – 19, 2016.

[5] Linqiang, L.; Dahu, W.; Tong, Z.; Mingke, H.: *A Manual Mobile Phone Charger*, Electrical and Control Engineering (ICECE), 2010, Page(s): 79 – 82, 2010.

[6] Wei, C.K.; Ramasamy,G.: *A Hybrid Energy Harvesting System for Small Battery Powered Application*, Conference on Sustainable Utilization and Development in

Engineering and Technology(STUDENT), IEEE 2011, Page(s): 165 – 170, 2011.

[7] Dai, D.; Liu, J.: *Design of a Practical Human-Powered Contactless Charger for Cellphone*, IEEE Transactions on Consumer Electronics, Volume: 59, Issue: 3, August 2013, IEEE, Page(s): 476 – 482, 2013.

[8] Raavi, S.; Arigong, B.; Zhou, R.; Jung, S.; Jin, M.; Zhang, H.; Kim, H.: *An Optical Wireless Power Transfer System for Rapid Charging*, Wireless and Microwave Circuits and Systems(WMCS), 2013, Page(s): 1 – 4, 2013.

[9] Park, S.; Koh, B.; Wang, Y.; Jaemin, K.; Kim, Y.; Pedram, M.; Chang, N.: *Maximum Power Transfer Tracking in a Solar USB Charger for Smartphones*, Symposium on Low Power Electronics and Design,IEEE 2013,Page(s): 88 – 93, 2013.

[10] Aga, N.; Agasimani, N.; Chandralekha, D.; Bhushanagoudra.; Pawar, A.; Naduvinamani, S.: *Review on Energy Harvesting Sources*, Proceedings of NCRIET- 2015 Indian J.Sci.Res., 2015.

[11] Din,N.M.;Chakrabarty,C.K.;Ismail,A.B.;Devi,K.K.;Chen,W.Y.: *Design of RF Energy Harvesting System for Energizing Low Power Devices*, Progress in Electromagnetic Research, Volume:132, 2012, Page(s): 49-69, 2012

KARBANTARTÓ SZAKEMBEREK VÉLEMÉNYEINEK ELEMZÉSE

INVESTIGATION OF MAINTENANCE EXPERTS' OPINIONS

Ágoston Gábor¹, Pokorádi László²

¹Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,
Magyarország 1081 Budapest, Népszínház u. 8. agostongabe@gmail.com

²Óbudai Egyetem, Mechatronikai és Járműtechnikai Intézet,
Magyarország 1081, Budapest, Népszínház utca, 8. +36 30 99194929,
pokoradi.laszlo@bkg.uni-obuda.hu

Abstract

One of the most important “task” of technical management’s decision making is showing scale of values of given part of engineering. It plays a decisive role in the decision of maintenance management. This paper shows the results of our micro experiments conducted as part of a long-winded research and its comparison are presented.

Keywords: decision making; maintenance; pairwise comparison

Összefoglalás

A műszaki vezetők döntésének egyik mozgató rugója az adott szakterület sajátosságain alapuló értékrend képviselője. Ez meghatározó szerepet játszik például a karbantartással kapcsolatos döntéshozatalban. Tanulmányunkban egy nagyobb lélegzetű elemzés részeként elvégzett mikro kísérlet eredményeit és azok összehasonlítását mutatjuk be. A kapott eredmények a Szerzők további kutatómunkájának alapjait képezik.

Kulcsszavak: döntéshozatal; karbantartás; páros összehasonlítás;

1. Bevezetés

A karbantartási döntések meghozatalakor fontos szempont lehet a különböző rendszer, illetve folyamatjellemzők szakmaspecifikus súlyának ismerete [1].

Jelen dolgozatunk célkitűzése meghatározni, hogy a különböző területeken dolgozó karbantartó szakemberek véleménye szerint a vizsgált három szempont milyen sorrendű és arányú fontossággal bír.

A tanulmány az alábbi fejezetekből áll: A 2. fejezet a páros összehasonlítás módszerét mutatja be, röviden. A 3. fejezet két karbantartási terület szakembereinek szakmaspecifikus véleményét tárja fel. A 4.

fejezetben a kapott eredmények elemzése olvasható. Végezetül az 5. fejezetben a Szerzők összegzik munkájukat.

2. A páros összehasonlítás mód- szere

A páros összehasonlítás célja, megtalálni egy olyan kompromisszumos döntéseken alapuló értékrendet, amelyek az egyes szakirányok fontossági sorrendjét tükrözik, és amelyek a későbbi elemzések során fontos megállapításokat, esetleg változtatási lehetőségeket adnak a döntéshozó szakemberek és szervek számára [3].

Szükségszerű, hogy a vizsgált kérdéskör elemzésére vonatkozóan szempontokat ütköztessünk, hogy a szakemberek döntésükről egyértelműsített preferenciát alkossanak meg.

Az első feladat az értékelési tényezők meghatározása. Ezeket a kérdőív elkészítéskor szakmai és gyakorlati tapasztalatok alapján vettük figyelembe.

A három értékelési tényezőt (költség, munkaigény, javítási idő) figyelembe véve elkészíthető párok száma:

$$\binom{n}{2} = \frac{n(n-1)}{2} = \frac{3(3-1)}{2} = 3 \quad (1)$$

A párokba rendezett három értékelési tényezők alapján az adott szakértők az általuk fontosnak ítélt szempontokra egyértelmű szavazatot tesznek.

Az így elvégzett páros összehasonlítás alapján készítjük el a preferenciátáblázatot, mely egy $n \times n$ méretű mátrix.

E táblázat célja végső soron az, hogy az egyes E_i értékelési tényezőkhöz hozzárendeljük az S_i súlyszámokat.

Több új oszlop felvezetése indokolt a preferenciátáblázatba az utolsó szempontja után, amely segíti a további számítást. A preferenciák gyakoriságát az a oszlopban kell összesíteni, mely az adott sor összegzése.

A Guilford-módszer segítségével az egyes szakértők konzekvenciája is megállapítható [2]. Ennek részletes ismertetése a terjedelem miatt nem lehetséges, további irodalmakban leírásra kerül.

Ha m számú döntéshozó van, akkor az alábbi általános, súlyozott preferenciaarányt számíthatjuk ki:

$$p_i = \frac{a_i + \frac{m}{2}}{mn} \quad (2)$$

ahol:

p_i – i -edik elem preferenciaaránya

a_i – az i -edik sorban szereplő főszempont

preferenciagyakorisága

n – az értékelési tényezők száma

m – szakemberek száma

A következő oszlopban a preferenciaarányokat a standard normál eloszlás úgynevezett u értékeire transzformáljuk:

$$p_i = \Phi(u_i) \quad (3)$$

Annak érdekében, hogy egy 0 kezdőpontú és 100 végpontú skálán értékelhessük a kapott eredményeket, a következő transzformációt kell elvégezni:

$$Z = 100 \frac{u - \min(u_i)}{\max(u_i) - \min(u_i)} \quad (4)$$

Az adatok kiértékeléséhez és a diagramok illusztratív ábrázolásához szükséges a súlyszám-meghatározás:

$$S_i = 0,1 + \frac{0,1Z_i}{25} \quad (5)$$

A súlyszámok képletéből látható, hogy

$$0,1 \leq S_i \leq 0,5$$

3. Szakemberek válaszainak értékelése

A szakemberek véleményének feltérképezéséhez az alábbi kérdést tettük fel, a megadott szempontok közül csak kettőt említve: „Az alábbi két szempont közül melyiket tartja fontosabbnak a karbantartás-javítás hatékonyságának megítélése szempontjából?”

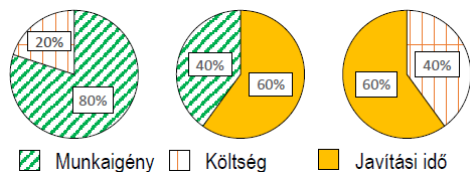
F_1 javítási költség

F_2 javítási munkaigény

F_3 javítási idő

A karbantartó szakembereket szakterületekként külön kérdeztük meg. Az alábbiakban csak két területről kapott – viszonylag kevés számú – válaszokat értékeljük ki, majd hasonlítjuk össze.

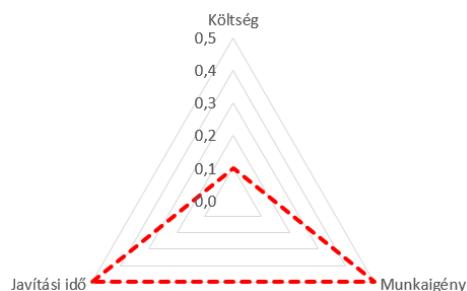
3.1. Légi járművek karbantartó szakemberek véleménye



1. ábra. A légi jármű-karbantartó szakemberek válaszainak megoszlása

1. táblázat. A válaszok értékelése

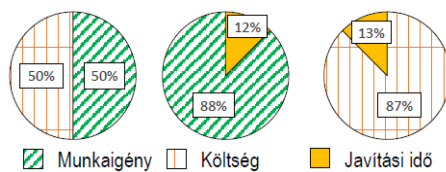
	F_1	F_2	F_3	S
F_1	0	1	2	0,1
F_2	4	0	2	0,5
F_3	3	3	0	0,5
Σ	7	4	4	



2. ábra. A légi jármű-karbantartó szakemberek válaszainak értékelése

A légi járművek karbantartó szakembereitől érkezett válaszok alapján általánosságban elmondható, hogy számukra a munkaigény mellett hasonlóan releváns a karbantartás minél rövidebb idő alatt történő elvégzése. Ez a két szempont a repülés területén dolgozó szakembereknek és döntéshozóiknak kiemelkedően fontos, míg a rájuk szánt költségeket kevésbé relevánsnak jelölték meg, ezt mutatja, hogy ez utóbbi súlyozott értéke ötödét teszi ki az előző két szempontnak. Ennek oka „polgári esetben” például a sürgős légi mentés elmaradás kockázata. Katonai repülés esetében pedig a hadrafoghatóság kerülhet veszélybe.

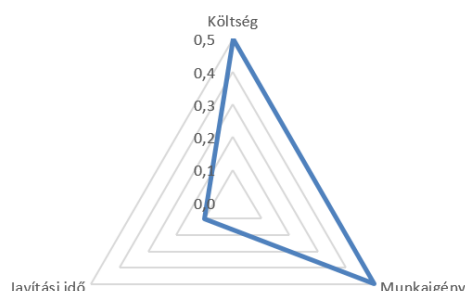
3.2. Elektromos elosztóhálózat karbantartó szakemberek véleménye



3. ábra. Elektromos elosztóhálózat szakemberek válaszainak megoszlása

2. táblázat. A válaszok értékelése

	F_1	F_2	F_3	S
F_1	0	4	7	0,5
F_2	4	0	7	0,5
F_3	1	1	0	0,1
Σ	5	5	14	



4. ábra. Elektromos elosztóhálózat karbantartó szakemberek válaszainak értékelése

A légi járművek karbantartóinál több válasz érkezett az elektromos elosztóhálózatok karbantartási területének szakembereitől.

Válaszaik tükrében kijelenthető, hogy ők a legkevésbé lényegesnek a javítási időt tartották, mely a preferenciátáblázat súlyozott értékeinek oszlopából is jól látható. Az elektromos hálózatok karbantartása esetében a karbantartó szakemberek ugyanolyan fontosnak tartják a javítás, karbantartás munkaigényét és annak költségeit.

4. Következtetések

A 2. és 4. ábrák összevetéséből egyértelműen jelentős különbség látszik a két karbantartási terület szakemberei gondolkozásában. Mindkét terület karbantartói számára fontos kérdés a javítás – munkaórában meghatározott – munkaigénye. Míg a repülőműszakiak legfontosabb feladatuknak az időben mielőbbi hibajavítást tartják, addig a villamos energia elosztóhálózatok karbantartóit már sokkal jobban érdekli a felmerülő költségek kérdése.

Miért lehet ez fontos számunkra?

Például egy új javítási technológia esetén nem mindegy a két terület karbantartói számára, hogy a javítási munkaigényen túl a költség vagy a javítás naptári ideje lesz kevesebb. Adott esetben, a több lehetséges javítási technológia, vagy javítási munkaszervezés közül a szakterületek igénye alapján más és más lesz az ideális választás.

Más megfogalmazásban, elemzésünkkel kimutattuk, hogy az itt bemutatott két szakterület számára optimális javítási technológia nem egyezik meg.

5. Összefoglalás

Vizsgálatunk során a karbantartó szakemberek véleményének összehasonlítását és elemzését végeztük el. Jelen publikációnkban csak két részterület eredményeit mutatuk be, terjedelmi okok miatt.

A teljes elemzésünk eredményeit további kutatásaink során tervezzük felhasználni,

amikor a szakterületek – már ismertté vált – fontossági arányai alapján, úgynevezett súlyozott érzékenységvizsgálattal rangsoroljuk a lehetséges javítási technológiákat.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Ágoston, G.: *Karbantartó szakemberek véleményének elemzése páros összehasonlítás módszerével* TDK dolgozat ÓE. BGK, Budapest, 2016. (Konzulens: Pokorádi László)
- [2] Kavas, L.: *A súlyszámok problematikája komplex rendszerek értékelése során*, Repüléstudományi Közlemények 2007/2
- [3] Kindler, J.; Papp, O.: *Komplex rendszerek vizsgálata, összemérési módszerek*, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1977.
- [4] Pokorádi L.: *Availability Assessment Based on Stochastic Maintenance Process Modeling*, Debreceni Műszaki Közlemények 2013/1, pp. 37-46.

Köszönetnyilvánítás

Tanulmányunk az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar Műszaki Biztonságtudományi Szakműhely – $\mu\beta\sigma$ – keretében készült el.



A STROKE-T KAPOTT EGYENEK REHABILITÁCIÓS ESZKÖZEIBEN JELENTŐS FEJLŐDEST MUTATÓ HATEKONY TECHNIKÁK ÁTTEKINTÉSE

REVIEWING THE NOTABLE PROGRESS OF EFFECTIVE TECHNIQUES IN THE DEVELOPMENT OF STROKE HAND REHABILITATION DEVICES

Almusawi Husam¹, Afghan Syeda Adila², Géza Husi³, Zsolt Molnár⁴,
Erdei Timotei István⁵

*University of Debrecen, Faculty of Engineering, Department of Electrical
Engineering and Mechatronics, 4028, Hungary, Debrecen, Ótmető Street 2-4.*

¹asd_sw@ymail.com

²adila@eng.unideb.hu

³husigeza@eng.unideb.hu

⁴zsolt.molnar94@gmail.com

⁵timoteierdei@gmail.com

Abstract

A stroke characterized as a sudden onset of symptoms that can cause a wide range of different problems. If the stroke affecting the right side of the brain the problems occurs on the left side of the body and inversely (affecting the left side of the brain, the problems occurs on the right side). Stroke victims often lose proper function of at least one hand and fingers. With exercises, the survivors have been changed to recover their hand functions, in this paper we are going through the most effective technologies based on stroke hand rehabilitation with the devices which could do that exercises. During the last few years, interest has been growing for the hand rehabilitation technologies, FES “function electrical assimilation” has been widely used to restore upper limb functions in people with hand disability and it has improved their ability to perform their activities of daily living (ADL)

Keywords: *stroke, functional electrical stimulation, rehabilitation, upper extremity, therapy*

Összefoglalás

A stroke hirtelen fellépő tünetekkel jár, melyek számos különböző problémát okozhatnak. Ha a stroke az agya jobb oldalát érinti, a probléma a test bal oldalán jelentkezik és fordítva. A stroke áldozatai gyakran elvesztik legalább az egyik kezük és ujjaik megfelelő funkcióit. Gyakorlatokkal a túlélők visszaszerezhetik a kezek funkcióját. Ebben a tanulmányban bemutatjuk a leghatékonyabb technológiákat egy stroke-ot kapott egyén kezének rehabilitációjára, valamint azokat az eszközöket, amelyekkel ezek a gyakorlatok végezhetőek. Az elmúlt néhány évben a kéz rehabilitációját célzó technológiák irányába mutató érdeklődés folyamatos növekedést mutat a FES. A FES, mint funkcionális elektromos stimuláció széles körben használt a felső végtagok funkcióinak visszaállítására a kezet érintő fogyatékossgal élő emberek esetében és ez fejleszti ezen emberek képességét a mindennapi tevékenységeik elvégzésére.

Kulcsszavak: *stroke, funkcionális elektromos stimuláció, Rehabilitáció, felső végtag, terápia*

1. Introduction

Recent development in neuroimaging techniques allows an in-depth investigation of brain motor recovery mechanisms. This is critical to better understanding the effectiveness of different rehabilitation techniques in the treatment of neurological disorders [1]. With the help of robotic technology and artificial intelligence the process becomes much more reliable and effective. Technology, in general, has advanced over the years, one of the most innovative technology is function electrical stimulation. The upper limb FES devices that have shown promising results during the clinical trials are summarized here. However, FES has helped in rehabilitation of people with tetraplegia by restoring some of the upper limb functions, which has enabled them to perform ADL independently. The devices that have shown clinically significant results are summarized in the next section [2]

2. Functional Electrical Stimulation (FES) Technology for Hand Rehabilitation

Functional electrical stimulation (FES) is an effective technique for the hand rehabilitation functions such as grasping and releasing [3]. It is a technique that causes a muscle to contract through the use of an electrical current. This might sound strange, but in fact, the body naturally uses electrical currents to make muscles move. Normally, when a part of the body needs to move, the brain sends electrical signals through the nervous system. After a stroke, some of these electrical signals do not function as well as they should. FES allows muscles that have been paralyzed or partially paralyzed by stroke to move again [4]. Electrical stimulation can be applied in a variety of ways to the hemiparesis upper extremity following a stroke. In particular, electromyography (EMG) - triggered

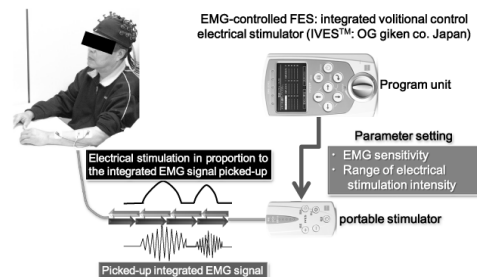
electrical muscle stimulation improves the motor function of the hemiparesis arm and hand [5].

2.1. EMG Controlled FES

The EMG controlled FES utilizes the surface electrodes which deliver electrical stimulation [6]. Using this technique comes with a huge drawback, as it is difficult to control and monitor the EMG signals parallel to the Functional electrical stimulation after beginning of the programmed system [3].

Another portable system (Integrated Volitional Control Electrical Stimulator (IVES): OG GIKEN, Okayama, Japan) was proposed which consists of a 2 Channel neuromuscular stimulator that targets the finger and wrist movements except muscle contraction. However this system impacts efficient muscle contraction in correspondence with voluntary integrated EMG signals as shown in **Figure.1**.

The device consists of input, setting and stimulator. The mechanism is established in such a way that the surface electrode gets the EMG signal and triggers the muscle along with the integrated signal. A setting is configured to capture the EMG signal sensitivity and defined range for the electrical stimulation. After the initial arrangement of the system, no more further process is required, as it is an auto driven EMG controlled FES unit as shown in the **Figure. 1** [5].



1. Figure. EMG-controlled FES instrumentation

2.2. Hybrid EMG – Controlled FES

Robotic devices combined with FES technology for recovery of impaired limbs is an innovative field in research domain [7]. The hemiparesis hand function is required to be enhanced by reducing the wrist and finger flexor spasticity. For this purpose, FES is able to restrain the antagonist muscle activity [8]. In order to fully improve the hand functionality, the FES is combined with motor point block. However, this technique is used in the clinic to treat patients for improving the motor control and enhancing the balance of activity at a joint [5]. The patients with stroke are being treated with EMG controlled FES combined with motor point block for antagonist muscles as hybrid FES system [9].

2.3. A home based rehabilitation program using FES

FES based home program for stroke patients initiated a trial for 5 months, which aims to analyse the daily routine tasks based on FES therapy on 20 patients which were having stroke attack at least 1 year ago and having spastic upper extremity impairments. The power assisted devices were used by FES groups to persuade the muscle contraction in terms with integrated EMG signals and electrical stimulation [10].

2.4. Contralaterally Controlled Functional Electrical Stimulation (CCFES)

The novel approach for reviving the impaired limbs caused by stroke by providing the neuromuscular electrical stimulation is known as Contralaterally controlled functional electrical stimulation (CCFES). Research is conducted on this technique for improving the rehabilitation process for arm, hand functions and ankle

dorsiflexion in chronic patients. Hence the studies proved the efficiency of CCFES system [11]. It's a technique which targets to enhance the recovery process of impaired hand function in unilateral paralyzed patients [12]. The system works with the willingness of unimpaired hand contralateral that intensifies the party finger and thumb extensors. The glove is used to detect the opening of hand [12]. Unilateral paralyzed patients are able to open their impaired hand as shown in **Figure 2**. The system consists of surface electrodes for positioning of the hand and forearm, 3 independent monopolar channels and programmed stimulator for the opening of a glove from minimum to maximum pulse duration. The glove consists of 3 bend sensors for abaxial side of the index, middle and ring finger [5]. As compared to the cyclic neuromuscular technique, CCFES proved to be the efficient on upper extremity impairment for the post stroke patient's [13].



2.Figure. *Contralaterally controlled functional electrical stimulation*

5. Conclusion

The rehabilitation technologies can improve the quality of life for people with disabilities. The field of FES for hand rehabilitation is still far from being perfect but continues to grow. But it's one of the

promising technology Overall, the field of hand rehabilitation has a bright future, Doctors, patients and researchers involved in hand rehabilitation will benefit and have further tools in the coming years.

References

- [1] O. Monchi, H. Benali, J. Doyon, and A. P. Strafella: *Recent Advances in Neuroimaging Methods*, International Journal of Biomedical Imaging, vol. 2008, p. 218582, 2008.
- [2] https://www.researchgate.net/publication/283306889_Upper_limb_functional_electrical_stimulation_devices_and_their_man-machine_interfaces
- [3] Maheshwari.S., Anusuya.A., Preveena.P., Sangeetha.R: *Functional Electrical Stimulation for Grasping in Hemiplegic Patients*, International Conference on Engineering & Technology-(ICETS'14), IJIRSET, Volume 3, Special Issue 1, 2014.
- [4] Roy, M. A.: *Functional Electrical Stimulation for the Upper Extremity Information for Patients and Families*, Stroke Engine.
- [5] Hara, Y.: *Rehabilitation with Functional Electrical Stimulation in Stroke Patients*, International Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, Volume 1, Issue 6, 2013.
- [6] Resquin, F., Jose, G.V., Ibanez,J., Pons, L.J.: *Feedback error learning controller for functional electrical stimulation assistance in a hybrid robotic system for reaching rehabilitation*, European Journal of Translational Myology, 2016.
- [7] Resquin, F., Jose, G.V., Ibanez,J., Pons, L.J.: *Feedback error learning controller for functional electrical stimulation assistance in a hybrid robotic system for reaching rehabilitation*, European Journal of Translational Myology, 2016.
- [8] Scheidtmann K., Fries W., Müller F., Koenig E.: *Effect of levodopa in combination with physiotherapy on functional motor recovery after stroke: a prospective, randomised, double-blind study*. Lancet, 2001, 358: 787-790.
- [9] Hara Y., Ogawa S., Muraoka Y.: *Hybrid power-assisted functional electrical stimulation to improve hemiparetic upper-extremity function*. Am J Phys Med Rehabil, 2005, 85: 977-985.
- [10] Hara, Y., Osawa, S., Tsiujiuchi, K., Muraoka, Y.: *A home based rehabilitation program for hemiplegic upper extremity by power assisted functional electrical stimulation*, Disability and Rehabilitation, Volume 30, Pages: 296–304, 2008.
- [11] Loconsole, C.; Leonardis, D.; Barsotti, M.: *An EMG-based robotic hand exoskeleton for bilateral training of grasp*, IEEE World Haptics Conference, 2013, Page(s): 537–542.
- [12] Rahman, A.; Al-Jumaily, A.: *Design and Development of a Bilateral Therapeutic Hand Device for Stroke Rehabilitation*, International Journal Advanced Robotic Systems, Volume 10, 2013. Page(s): 1–12.
- [13] Moital, B.R.A.: *Design of an EMG controlled hand exoskeleton: towards an application for post-stroke rehabilitation*, Unpublished Project, University of Lisbon, Portugal, 2015.

LÉZER GRAVÍROZÁS TECHNOLÓGIÁJA

LASER ENGRAVING TECHNOLOGY

Andraws Andrew¹, Kovács Tünde², Popa-Müller Izolda³

^{1,2}*Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 1034 Magyarország Budapest, Bécsi út 96/B; Telefon: +36-1-666-5300*

¹tigris9494@hotmail.com

²kovacs.tunde@bgk.uni-obuda.hu

³*Sapientia–Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Marosvásárhelyi Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 540485 Marosvásárhely, Op.9. Cp.4. Tel: +40 265206210*
ipmuller@ms.sapientia.ro

Abstract

The thermal cutting processes have come a long way in the last decade, but we still don't use the wide application variety for the laser equipment. Nowadays laser cutting is very popular and is one of the most widely applied technology in car industry too. Our goal is to introduce the laser engraving technology.

Keywords: engraving, laser engraving, laser

Összefoglalás

A termikus vágási eljárások jelentős fejlődésen mentek keresztül az elmúlt évtizedekben, azonban a lézergépek sokoldalúságát közel sem használjuk ki. Manapság a lézervágás nagyon elterjedt és az egyik legszélesebb körben alkalmazott technológia az autó iparban is. Célunk az, hogy bemutathassuk a lézeres gravírozás technológiáját.

Kulcsszavak: gravírozás, lézergravírozás, lézer

Introduction

Nowadays the laser technology is very common and available. This new technology is useful for thermal cutting, engraving and for other laser material working. The first application of the laser equipment was the thermal cutting in case of metals. This technology is known well also the technological parameters are ready for many metals, polymers and composites.

1. The Laser technology

The word LASER is an English acronym word (Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation). So for

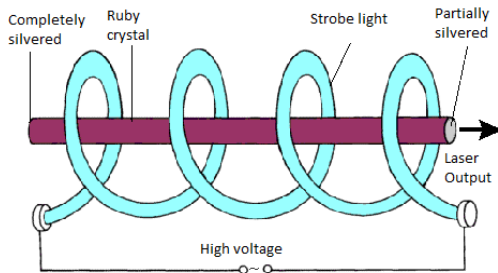
the laser to operate it is necessary that the stimulated emission to dominate and the light to be strengthened by it. [1]

The first laser was developed by the American Theodore Maiman in 1960. The prototype's material in which the laser effect played out was a ruby crystal (Al_2O_3 crystal with Cr_2O_3 , which has an appropriate metastable energy level), and for excitation he used a strobes light. The ruby crystals 2 ends had a semipermeable and a highly reflective mirrors layers were evaporated **fig. 1.**

When the strobes lights excites, the ruby crystal and the metastable energy level light is created which starts the laser emission

that is reflected back and forth along the axis. Since there is no mirror on the side of the ruby, the multiple reflections clears out the divergent rays and only the strictly parallel rays with the axis of the crystal stays in the system.

When the lights energy surpasses the level which can escapes the semipermeable mirror, the laser lights up. Because of the geometrical layout of the system the exiting rays are very parallel and the divergent is negligibly small [2].



1. figure. Ruby Laser Schematics [1]

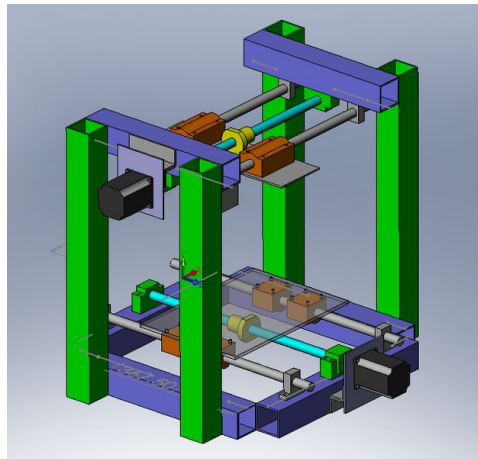
2. Laser advantages for engraving

- The engraving tool (laser beam) doesn't wear off;
- Laser engraving uses a light beam that's why none of the parts of the machine doesn't touch the machined material;
- There is no need for a special tool to lock the workpiece in place and there are less consumable items used by the Epilog laser system;
- Laser engraving is definitive and precisely engraves pictures and markings up to 3050 points/cm density too;
- There is nothing similar to the level of reproduction that the laser engraver can achieve;
- The laser can be a fast solution to processing. If we want to process several workpieces with the laser system, then we can easily make a jig to lock the workpieces and put that under the machine. Also we can process as many pieces as it fits on the engraving table [3,4].

3. Laser Engraving technologies

While engraving with laser the material is either burned off or evaporated by a concentrated ray. With this we can create a visible and readable label, logo, picture, serial number or even a bar code to almost any material.

The application (fig.2.) of it is really widespread. It is used most frequently to create souvenir, but in industrial areas engraving is used to put on the brand and numbering tools or components. Thanks to the features of the laser we are able to use it on small surfaces with high precision [3].



2. figure Arduino Laser Cutter/Engraver.

3.1. Deep engraving

Deep engraving is the removal of multiple layers. The laser beam penetrates the surface and removes the material along its path by melting and blowing away the molten material or by evaporating it.

The laser engraving implies a high temperature which causes the removal of the material. When the local temperature surpasses the material's melting point it causes melting.

When the material solidifies the modified surface is formed as a marking the high contrast like in laser toning or etching is not achieved by engraving because we evapo-

rate and blow away the material in the process one example showed in **fig. 3**. For wood we use a Q-switch diode pumped double frequency Nd: YAG green laser to avoid carbonization [3].



3. figure. Deep Laser Engraving in Brass for Elevator Buttons.

3.2. Ablation

During the ablation process, the top (covering) layer is evaporated by the laser beam (example **fig.4**). When ablating the top layer of coated metals, the laser beam does not interact with the base material, but only with the coating layer.



4. figure. Laser Ablation.

Very thin layers such as colour and/or anodizing layers are especially suited for laser engraving.

High contrasts can be achieved with a small amount of laser power since these layers absorb laser radiation extremely well.

Examples are: anodized aluminium laser marking foils [5].

3.3. Annealing

A contrasting mark can be created using an annealing effect on metallic materials where the laser beam heats up the metal below its melting point, creating structural changes in the surface, see in **fig.5**.



5. figure. Stainless Sleeve Laser Annealing.

The colour of the mark is determined by the maximum temperature attained in the metal, the properties of the metal, and the parameters selected on the laser.

The annealing technique has a unique characteristic in that it produces a contrasting mark without disrupting the surface finish of the metal [5].

3.4. Colour change

During this process, the laser radiation penetrates the material (plastic, stainless steel) and is absorbed by the colour pigments. As a result, the pigments are chemically modified, resulting in a colour change in the material (**fig.6**). The colour change

achieved depends on both the pigment and the basic material used [5,6].



6. figure. Colour Laser Marking with FiberCube Laser Marking System

4. Conclusion

Laser engraving can be suitable for marking and also with deep engraving we can remove material too with it.

It can be an alternative to machining without using tools, by that reducing the cost in long term.

The problems of using laser in engraving and cutting are already known and solved.

To work out the technological parameters of deep engraving several experiments are required. Simulations and calculations need to be done based on the outcome.

Acknowledgement

We acknowledge the financial support of this work by the Hungarian State and the European Union under the EFOP-3.6.1-16-2016-00010 project.

References

- [1] Paripás Béla: *A lézerek működési elve, indukált emisszió, populációinverzió*, http://www.uni-mikolc.hu/~www_fiz/paripas/diagn/l%E9zerek_diagn_14.pdf (2015.04.04).
- [2] Bitay Enikő: *Lézeres felületkezelés és modellezés*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, 2007, Kolozsvár
- [3] Tuloki Szilárd, Andraws Andrew: *Lézer „marás”, Azaz hogyan „válthatnák” ki a lézergépek a maró gépeket*. Budapest, ÓE TDK dolgozat 2016, 28-29.
- [4] János Dobránszky, György Ring, Eszter Bognár, Róbert Kovács, Enikő Bitay: *New method for evaluating the visibility of coronary stents*, Acta Politechnica Hungarica, Vol. 11. Nr. 5. 2014. Budapest, ISSN 1785-8860. 81-94p.
- [5] <http://www.vesindia.org/blog/laser-marking/what-is-laser.aspx>
- [6] Dobránszky János, Bitay Enikő: *Polimer anyagok lézersugaras jelölhetősége*. A XVII. MTÜ Műszaki Tudományos Közlemények nr. 6. ISSN 2393-1280, EME, Kolozsvár, 2017.

LÉZERGRAVÍROZÁSI KÍSÉRLETEK

LASER ENGRAVING EXPERIMENTS

Andraws Andrew¹, Pinke Péter²

¹Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar Cím:
1034 Magyarország Budapest, Bécsi út 96/B; Telefon / Fax: +36-1-666-5300,
tigris9494@hotmail.com

²Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar Cím:
1034 Magyarország Budapest, Bécsi út 96/B; Telefon / Fax: +36-1-666-5327,
pinke.peter@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

The thermal cutting processes have come a long way in the last decade, but we still don't use the wide application variety for the laser equipment. Nowadays laser cutting is very popular and is one of the most widely applied technology in car industry too. Our goal is to experiment the possibility of engraving with laser equipment, and if possible then what can we expect along later experiments.

Keywords: Engraving, Laser engraving, Laser

Összefoglalás

A termikus vágási eljárások jelentős fejlődésen mentek keresztül az elmúlt évtizedekben, azonban a lézergépek sokoldalúságát közel sem használjuk ki. Manapság a lézervágás nagyon elterjedt és az egyik legszélesebb körben alkalmazott technológia az autópárhánban is. Célunk az, hogy megvizsgáljuk, mennyire lehetséges a gravírozás végrehajtása lézergépekkel, és ha lehetséges, milyen eredményességre számítsunk a későbbi kísérletek során.

Kulcsszavak: Gravírozás, Lézergravírozás, Lézer

Introduction

Nowadays a lot of different laser technologies are available for anybody. The laser beam is a concentrated light that we can use for cutting and for engraving. We can find different installations and applications possibilities for laser. In this work we wanted to find the best parameters for engraving the used material with experiments [1, 2, 3].

1. The processed material

For our experiments we used an aluminium alloy with high mechanical strength and corrosion resistance:

AlSi1MgMn. In addition to that it is very well polishable and has good welding properties, this alloy is hardenable by heat treating. Exposure to high temperature may cause it to ignite.

Even when not heat treated it still provides the aluminium sheet a higher than average mechanical strength. Although it's malleability is reduced, but it's machinability and polishability is more superior to the non-treatable Al sheet types. It's over the average strength makes it possible to make machine parts capable of enduring high stresses. It's thread tolerance mostly shows in making blind holes in sheets.

Range of use: it's used in every branch of machine industry, custom machine production, shipbuilding industry; also where corrosion resistance is of key importance; pneumatic unit's inner parts.

Machinability: easily machinable with traditional and CNC-machines with HSS and HM tools, also in turning it makes spiral shavings, which makes it harder to turn on automatic machines [4].

1.1. Main areas of application

- High strength parts;
- Ships, cars and electric appliances;
- Precision micromechanics.

1. table. *The chemical composition of AlSi1MgMn [2]*

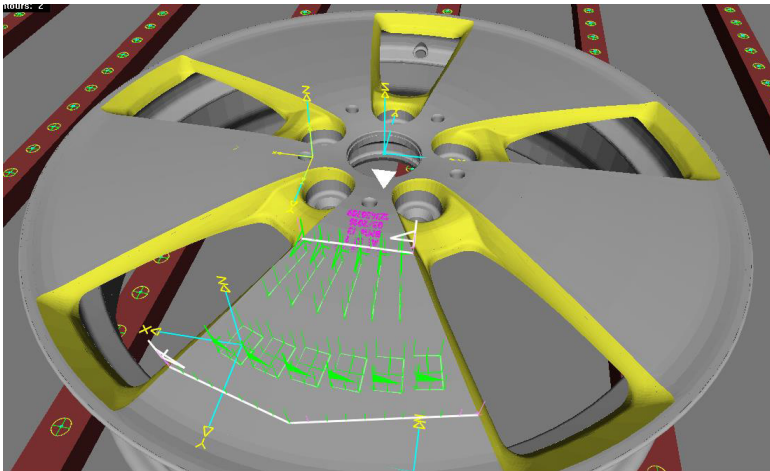
Si	0,7-1,3%
Fe	0,50%
Cu	0,10%
Mn	0,40-0,60%
Mg	0,60-1.00%
Cr	0,25%
Zn	0,20%
Ti	0,10%
Other	0,05%
Al	balance

2. Experiment

We engraved a car rim (1. figure) made of aluminium alloy with TruTops Cell program with letters and different figures (2. figure). Most of the times the process is done with a number or letter punch, which has to be changed regularly as the text changes. The lengthy swap time causes for a longer cycle to be marked the same way, which makes manufacturing hard to check back. By the introduction of laser marking we can even make unique markings or figures feasible. At the same time we also wanted to examine, how effectively can we remove the material off the worked surface.



1. figure. *The workpiece*



2. figure. *3D design plan*

The determination of the starting laser technology parameters was done empirically, followed by visual evaluation to modify the parameters. We performed 39 preliminary experiments, after that we inspected them. Following that we chose 6 appropriate parameters, which were further examined and analysed [5].

2.1. Experimental parameters

Material quality: AlSi1MgMn

The engraving parameters are collected in the **table. 2.** and the constant values are showed in **table. 3.**

2. table. Engraving settings

No.	Output	Frequency	Method
1	800W	5010 Hz	Line engr.
2	810W	5010 Hz	Line engr.
3	820W	5010 Hz	Line engr.
4	830W	5010 Hz	Line engr.
5	840W	5010 Hz	Line engr.
6	810W	1500 Hz	Double line engr.

3. table. Constant values

Nozzle diameter	1,7 mm	Focus	-3
Nozzle distance	5 mm	Auxiliary gas	N ₂ (Nitrogen)
Auxiliary gas pressure	0,8 (Bar)	Speed	2m/min

2.2. Measuring surface roughness

We controlled the surface roughness (Ra, Rz) to find on base of our result some difference and declare the best parameters for engraving this material. **Table.4.** shows the test results.

4. table. Surface roughness results

Exp. no.	Ra (µm)	Rz (µm)
1	1.0413	5.1237
2	1.0620	5.6947
3	1.0816	5.2714
4	1.1122	6.4642
5	1.4379	7.6073
6	1.5818	10.0436

2.3. HAZ hardness testing

We inspected the hardness changing in the heat affected zone (HAZ). We used for this test a microvickers hardness tester with

0,4 kg load. We tried to position it in the HAZ to find out what changes occurred due to the heat input. The hardness test was done on both sides of the engraved line and the test results are showed in **table. 5.** [5].

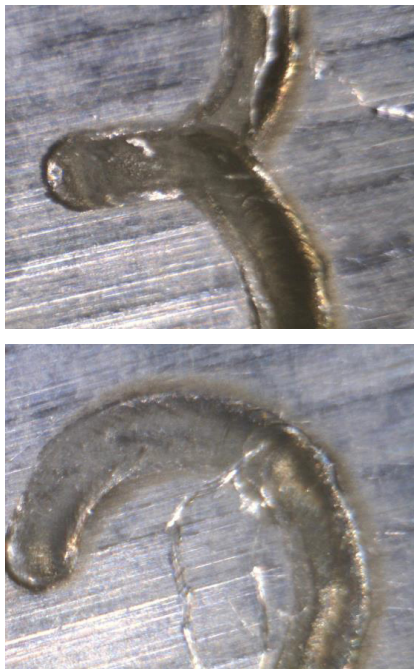
5. table. Hardness test results (HV_{0,4})

Exp, no.	Side 1	Side 2
1	79	75
2	74	86
3	71	49
4	76	92
5	74	91
6	56	87

2.4. Visual inspection

Since in the case of number markings it wasn't possible to do a surface roughness test, we tried to evaluate it visually, which

parameters are the best. To find it the preliminary experiments helped us a lot, so we already knew what parameter range works best for engraving shown in **figure. 3.**



3. figure. *Optimized experimental setting marking the number 3*

2.5. Width of the engraved surface

In our microscopic examination we determined that the number 1-5 experiments (line engraving) the width moved between 400-450 μm in all position. This value in the experiment number 6 (double line engraving) approaches the 600 μm [5].

Acknowledgement

We acknowledge the financial support of this work by the Hungarian State and the European Union under the EFOP-3.6.1-16-2016-00010 project.



4. figure. *No.1. engraving experiment*

3. Conclusion

Based on the experiments performed we determined that laser material removal can be an alternative to machining. We have to take into consideration that using laser causes high temperature stress to the base material, and it can cause changes that doesn't occur in machining. The surface roughness produced by the laser engraving is almost the same as the machined surface roughness. Since the material used for the experiment is a temperable aluminium alloy we expected that there will be structural changes in the HAZ. The hardening in the tested HAZ was not relevance.

Literature references

- [1] Bitay E., Dobránszky J.: *Laser engraving of a titanium plate.* XIX. Fialat Műszakiak Tudományos Ülésszaka – FMTÜ, EME, ISSN 2067 – 6 808, Kolozsvár, 2014. 77–80p.
- [2] Bitay E., Kulin T., Puskás Zs., Meszlényi Gy., Dobránszky J.: *Bioanyagok lézersugaras vágási technológiája.* In: Gáti József (ed.): *27. Hegesztési Konferencia 2014.* Óbudai Egyetem, Budapest, Hungary, 2014, 405–414.
- [3] Bagyinszki Gy., Bitay E.: *Danger of the laser industrial engineering works.* XVIII. FMTÜ, EME, Kolozsvár, 2013. 51–56 p.
- [4] <http://www.robertlaminage.ch> (2017.02.01.)
- [5] Tuloki Sz., Andraws A.: *Lézer „marás”, Azaz hogyan „válthatnák” ki a lézergépek a maró gépeket.* Budapest, 2016, 28-29.

A BALESETI GÓCHELYEK ÉS AZ INFRASTRUKTÚRA KÖZÖTTI KAPCSOLAT VIZSGÁLATÁNAK ALAPJAI

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE ACCIDENT BLACK-SPOT AND INFRASTRUCTURE INVESTIGATION BASICS

Andrejszki Tamás¹, Baranyai Dávid², Török Ádám³

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszék, Cím: 1111, Magyarország, Budapest, Stoczek 2., Telefon / Fax: +36-1-463-1051

¹tamas.andrejszki@mail.bme.hu

²david.baranyai@mail.bme.hu

³torok.adam@mail.bme.hu

Abstract

In Our previous researches we met with blackspots. We created an algorithm which by we can specify the blackspots of the pedestrians and cyclists in Hungary. In order to find the relationship between these accidents and the infrastructure we become familiar with the spatial autocorrelation. In this article we would like to introduce the essence of the spatial autocorrelation from correlation to autocorrelation

Keywords: traffic safety, black-spot, infrastructure, correlation.

Összefoglalás

Korábbi kutatásainkban megismerkedtünk a góchelykutatással. Készítettünk egy algoritmust, amellyel meghatároztuk a magyarországi gyalogos és kerékpáros góchelyeket. Az itt található balesetek és az infrastruktúra kialakítás közötti kapcsolat feltárása érdekében megismerkedtünk a térbeli autokorreláció módszerével. Jelen cikkben a korrelációtól kezdve, az autokorreláción keresztül szeretnénk bemutatni a térbeli autokorreláció lényegét.

Kulcsszavak: közlekedésbiztonság, góchely, infrastruktúra, korreláció.

1. Előzetes eredményeink a góchelykutatásban

Korábbi kutatások során a 2012-2014-es magyarországi balesetek viszonyában góchelykutatást végeztünk, amelyben azokat az eseteket vizsgáltuk, melyben érintett volt gyalogos és kerékpáros. Két technikát elemeztünk, a mozgóablakosát és a klaszteranalízist. Utóbbit találtuk alkalmasabbnak, ezért kidolgoztunk egy

klaszteranalízis teljes lánc módszerén alapuló távolságmátrixos módszert. [1] [2]

1.1. Góchelykutatásunk menete

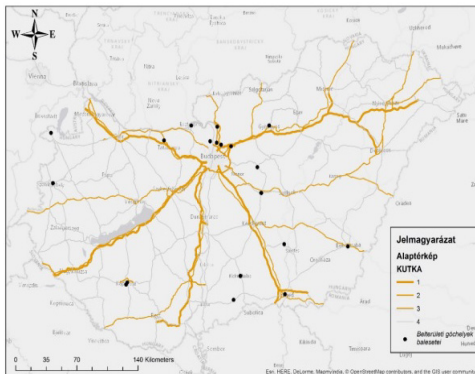
Góchelykutatásunk menete a következőképpen alakult:

- Alaptérkép felvétele ArcGIS térinformatikai szoftverben
- Magyarország úthálózatának kialakítása ArcGIS-ban

- Vizsgálandó 3 év (2012-2014) baleseteinek felvétele GPS koordináta alapján
- Gyalogos és kerékpáros balesetek leszűrése
- Általunk vizsgált útkategóriákon lévő balesetek leválogatása
- Balesetek szétválogatása kül- és belterületre
- Gócgyanús helyek feltárása, az általunk készített távolságmátrix-szal
- Góchelyek térképes vizsgálata
- Valós góchelyek megtalálása

Góchelykutatók során az OKA adatait használtuk fel, amelyeket MS Excel és SPSS statisztikai szoftver segítségével kezeltünk és értékeltünk. A balesetek és góchelyek térképes megjelenítésére az ArcGIS térinformatikai szoftvert alkalmaztuk.

A góchelykutatók eredményként 21 belterületi és 0 külterületi gyalogos és kerékpáros góchelyet találtunk, amelyek a következő ábrán figyelhetőek meg.



1. ábra. Magyarországi gyalogos és kerékpáros góchelyek (2012-2014)

Az egyes balesetek és az infrastruktúra kialakítás közötti kapcsolat feltárása érdekében megismerkedtünk a térbeli autokorreláció módszerével, amelyet a következő fejezetben szeretnénk bemutatni.

2. Korreláció

A korrelációval két változó mennyiség (függő- (eredmény) és független (magyarázó) változó) közötti kapcsolat szorosságát és irányát lehet vizsgálni. Többféle korrelációt ismerünk, pl.: előjelkorreláció, rangkorreláció, de a legelterjedtebb mérőszám a Pearson-féle korrelációs együttható.

Jelölések:

- független változó = X
- függő változó = Y
- Pearson-féle korrelációs mutató = $R(X,Y)$

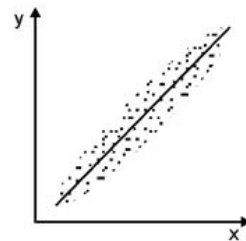
Értéke: $-1 \leq R(X,Y) \leq 1$

A kapcsolat erőssége:

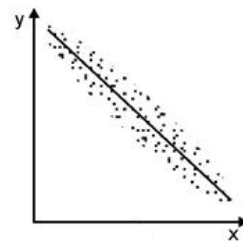
- gyenge: -0,3 – 0,3 között
- közepes: -0,7 – -0,3 és 0,3 – 0,7 között
- erős: -1 – -0,7 és 0,7 – 1 között

Iránya:

- pozitív: nagyobb függő változó (X) értékekhez nagyobb független változó értékek (Y) tartoznak (2. ábra)
- negatív: nagyobb független változó (X) értékekhez, kisebb függő változó értékek (Y) tartoznak (3. ábra)



2. ábra. Példa pozitív irányú korrelációra



3. ábra. Példa negatív irányú korrelációra

3. Autókorreláció

Az autokorreláció egy szokásos (lineáris) korreláció, csak éppen nem különböző, hanem azonos változók, máskor vagy máshol megfigyelt értékei között [3]. Az autokorreláció leggyakoribb előfordulása az idősorokban figyelhető meg, ahol egy változó saját késleltetett értékeivel vett összefüggéseit méri. (az „auto” utal arra, hogy – az idősor szintjén – „önmagával vett” korrelációról van szó). Ebben az esetben az adatok sorrendje kötött. A keresztmetszeti adatok sorrendje változtatható, ekkor a homoszkedaszticitást szoktuk vizsgálni [4]. Ha keresztmetszeti adatoknál fordul elő, hogy a szomszédos hibatagok korrelálnak egymással, akkor azt térbeli (területi) korrelációnak nevezik.

4. Térbeli autokorreláció

A regionális tudomány egyik alapvető kérdése, hogy egy-egy jelenség adott területegységen való megjelenése mennyire hasonló, illetve különböző a szomszédos területegységek értékeihez képest. [5]

A balesetek térbeli sűrűsödése egymással szomszédos egységekbe is történhet, tehát már nem különálló, diszkrét elemei, hanem egymással kapcsolatban levő egységek, ahol a kapcsolatot a térbeli közelség-távolság határozza meg. Ebben az esetben térbeli autokorrelációt mérünk, azaz azt vizsgáljuk, hogy a szomszédos területi egységek adatai hasonlóak vagy eltérők. Ha a területi egységek közötti térbeli kapcsolatokat figyelembe vesszük. Ekkor területi autokorrelációt mérünk, vagyis a szomszédos adatok hasonlóságát vizsgáljuk. Ennek megfelelően például a következő mutatók állnak rendelkezésre: a lokális és globális Moran-index, Geary-féle c mutató, a Getis–Ord-féle G_i és G_i^* mutatók. [6] [7]

4.1. Moran-index

Moran által 1948-ban javasolt mérőszám azt mutatja meg, hogy az

aktuálisan vizsgált adatértékek térbeli eloszlása utal-e valamiféle szabályszerűsége, vagyis a szomszédos területegységek adatai egymáshoz hasonló-e [6]. Értékek közötti területi autokorrelációs együttható (1):

$$I = \frac{N}{\sum_i \sum_j w_{ij}} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

ahol:

- N az i és j indexelt területegységek száma,
- az X_i és X_j a területegységekhez tartozó értékek,
- az \bar{X} az ezekhez az értékekhez tartozó átlagok,
- a w_{ij} a szomszédosági kapcsolatokat leíró súlymátrix eleme.

A mutató az alábbi tartományokban a következő módon értelmezendő:

- $I > 0$ pozitív térbeli autokorreláció
- $I = 0$ nincs térbeli autokorreláció
- $I < 0$ negatív térbeli autokorreláció

A véletlenszerű térbeli eloszlást a 0-hoz közeli értékek jelzik. Nem olyan egyértelműen adható meg a szélsőértékek nagysága, mint a korrelációs együtthatónál, mivel nagyságuk függ a w_{ij} súlymátrixban rögzített területi konfigurációtól is. A maximális értéket, azaz az 1-et, végtelen vagy folytonos tér esetén érheti el, illetve ha a vizsgált terület két, belsőleg homogén, de egymással szomszédosági kapcsolatban nem álló területegységre oszlik. A minimuma szintén a végtelenben közelít a -1-hez. A -1-hez közelítő értékek tökéletes diszperziót, míg a +1-hez közelítő értékek tökéletes korrelációt jelentenek. [8]

4.2. Geary-féle C

A Geary által 1954-ben publikált mutatószám a Moran-indextől abban tér el, hogy négyzetes különbségeken alapszik. [9]

$$C = \frac{(N-1) \sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - x_j)^2}{2W \sum_i (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

ahol:

- az N az i -vel és j -vel indexelt területegységek száma,
- X a területegységekhez tartozó értékek,
- \bar{X} az ezekhez az értékekhez tartozó átlagok,
- w_{ij} a szomszédsági kapcsolatokat leíró súlymátrix elemei,
- W a w_{ij} súlyok összege.

A mutató a következő értékeket veheti fel:

- $C < 1$ pozitív térbeli autokorreláció
- $C = 1$ nincs térbeli autokorreláció
- $C > 1$ negatív térbeli autokorreláció

4.3. Szomszédsági mátrix

A térbeli autokorreláció számításának előfeltétele, hogy megállapítsuk a szomszédossági kapcsolatokat és összeállítsuk a szomszédossági mátrixot. Utóbbi N sorból és N oszlopból épül fel, i -edik sorának j -edik elemének értéke az i -edik és j -edik területegység szomszédságának hiányában 0, szomszédságuk esetén 0-tól különböző. A megállapodás szerint a területegységek saját maguknak nem szomszédjaik, vagyis a mátrix diagonális elemei nullák. [7]

5. Következtetések

Korábbi kutatásainkban meghatároztuk a magyarországi gyalogos és kerékpáros baleseti góchelyeket az általunk készített klaszteranalízisen alapuló távolságmátrix módszerrel. Vizsgáltuk ezen balesetek és az infrastruktúra közötti kapcsolat mikéntjét. Erre alkalmas módszernek a térbeli autokorrelációt gondoltuk, ezért utána néztünk e módszer hátterének. Elsőként a korrelációval majd az autokorrelációval és

végül a térbeli autokorrelációval ismerkedtünk meg és mutattuk be jelen cikkbe. Továbbiakban az utóbbi módszerrel szeretnénk felfedni az egyes góchelyek infrastruktúra kialakítása közötti hasonlóságokat vagy különbségeket.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Dávid Baranyai, Ádám Török (2016): *Analyzing the pedestrian and bicycling traffic in Hungary with the method of distant matrix*, Road accidents prevention konferencia, Novi Sad, Szerbia, pp.11-14.
- [2] Baranyai Dávid (2016): *Gyalogos és kerékpáros közlekedés biztonsági és gazdasági vizsgálata*, Közlekedési gazdasági szakmérnöki diplomamunka, pp. 34-55.
- [3] Hunyadi László, Vita László (2005): *Statisztika közgazdászoknak*, Központi Statisztikai Hivatal.
- [4] Kehl Dániel, Sipos Béla (2010): *Regressziós modellek becslése és tesztelése Excel-parancsfájl segítségével*, Statisztikai Szemle, 88. évfolyam 7–8. szám, pp. 833-855.
- [5] Tóth Géza (2003): *Területi autokorrelációs vizsgálat a Local Moran I módszerével*, Tér és Társadalom 17. évf. 2003/4. pp. 39-49..
- [6] Tibor Sipos (2016): *Spatial Statistical Analysis of the Traffic Accidents*, Periodica Polytechnica Transportation Engineering, Volume(2017), paper 9895, DOI: 10.3311/PPtr.9895.
- [7] Szakálné Kanó Izabella (2011): *A gazdasági aktivitás térbeli eloszlásának vizsgálati lehetőségei*, Statisztikai Szemle, 89. évfolyam 1. szám, pp. 77-100.
- [8] Patrick Alfred Pierce Moran (1950): *Notes on Continuous Stochastic Phenomena*, Biometrika. 37. évf. 1. sz., pp. 17-23.
- [9] Robert Charles Geary (1954): *The Contiguity Ratio and Statistical Mapping*, The Incorporated Statistician, 5 (3): 115–145. doi:10.2307/2986645.

KOBALT-KRÓM ÖTVÖZET ALAPANYAGÚ SZTENTEK KORRÓZIÓS TULAJDOSNÁGAINAK VIZSGÁLATA

EXAMINATION OF THE CORROSION PROPERTIES OF COBALT-CHROMIUM ALLOY STENTS

Asztalos Lilla¹, Fazakas Éva², Dobránszky János³

¹ BME, Anyagtudomány és Technológia Tanszék
1111, Budapest, Bertalan Lajos utca 7. asztalos.lilla92@gmail.com

² Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft.
1116 Budapest, Kondorfa utca 1. eva.fazakas@bayzoltan.hu

³ MTA–BME Kompozittechnológiai Kutatócsoport, Dobranszky.Janos@eik.bme.hu

Abstract

In recent decades, many researches studied devices for the treatment of atherosclerosis. One of the main requirements to stent materials is haemocompatibility, which is an essential type of the corrosion resistance. The purpose of our research is to observe and measure the corrosion properties of cobalt-chromium stents. The corrosion rates were determined by potentiodynamic tests, for a comprehensive understanding of the processes and for a proper documentation of the changes developed on the stent's surface, optical microscopy and scanning electron microscopy investigation were performed before and after the corrosion experiments, and the mass and material composition also were measured.

Keywords: *corrosion, coronary stent, cobalt chromium alloy*

Összefoglalás

Az elmúlt évtizedekben számos kutatás foglalkozott az érszűkületek kezelésére szolgáló eszközök, a sztentek vizsgálatával, fejlesztésével. A sztentek alapanyagival szemben támasztott egyik legfontosabb elvárás a hemokompatibilitás, amely az egyik különleges esete a korróziós tulajdonságoknak. Kutatásunk célja Co-Cr ötvözet alapanyagú sztentek korróziós tulajdonságainak vizsgálata. A korróziósebesség meghatározásához potenciodinamikus vizsgálatokat végeztünk, a lejátszódó folyamatok átfogó megismeréséhez és a sztentek felületén végbemenő változások minél jobb meghatározásához a mérések előtt és után optikai mikroszkóppal és pásztázó elektronmikroszkóppal vizsgáltuk a felületeket, továbbá mértük az anyagok tömegét és összetételét.

Kulcsszavak: *korrózió, koszorúérsztent, kobalt-króm ötvözet*

1. Bevezetés

A koszorúerek megbetegedései egyidősek az emberiséggel, jelentőségük a modern civilizáció kialakulásával, az emberek életvitelének változásával egyre nagyobb. A vezető halálózási okról van szó: hazánkban minden második haláleset hátterében a szív-és érrendszeri panaszok állnak [1].

Az első sztent alapanyagok Co-Cr-Ni-Mo-Mn ötvözesű acél huzalból készültek. Az 1990-es években egyre több sztent-beültetésre került sor, és a klinikai tapasztalatok bővülésével, az anyagokkal szemben is egyre komolyabb, összetettebb elvárásokat támasztottak az orvosi oldalról. A gyárthatóság megkönnyítése érdekében a cső előgyártmányból lézersugárral kivágott

sztentek kerültek előtérbe a huzalból készített társaikkal szemben, illetve a képlékenyen még jól alakítható, kobaltalapú ötvözetek váltak a ballonos tágítású sztentek elsőszámú alapanyagává [2].

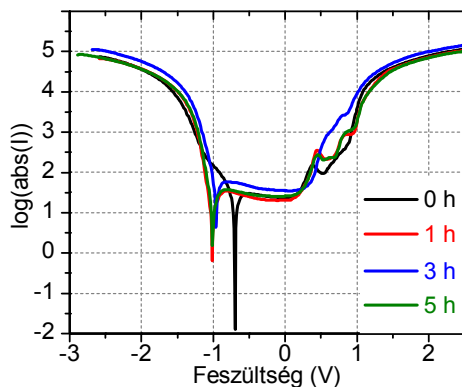
A sztentek anyagaival szemben támasztott egyik legfontosabb elvárás a bio- és hemokompatibilitás, amelyek különleges korróziós tulajdonságként is értelmezhetők. A témakörben több cikk is található, de az alkalmazott mérési eljárások nem konzekvensenek, a mérési körülmények sokszor nem felelnek meg a vonatkozó szabványoknak, és a közölt eredmények is csupán egy adott szegmensét ismertetik a lehetséges korróziós mérőszámoknak, jelenségeknek [3].

Kutatásunkban kobalt-króm ötvözet alapanyagú sztentek potenciodynamikus méréseit végeztük el, hogy meghatározzuk az adott környezetre vonatkozó korróziósebességet. A lejátszódó korróziós folyamatok megfigyelésére a mérések előtt és után optikai mikroszkóppal, valamint pásztázó elektronmikroszkóppal vizsgáltuk a bordák felületét, továbbá mértük a sztentek tömegét és anyagösszetételét.

2. Az elvégzett mérések

2.1. Potenciodynamikus mérések

A potenciodynamikus méréseket az MSZ EN ISO 10993-15:2009 szabványnak megfelelő, háromelektrodos cellában végeztük, 0,9 m/m%-os, izotóniás sóoldatban. A mérési idő alatt az elektrolit oldat hőmérséklete $37 \pm 1^\circ\text{C}$ volt. Segédelektrodnak platinahálót, referenciaelektrodnak pedig Hg/Hg₂Cl₂, KCl kalomel elektródot alkalmaztunk. A mérési tartományt $\pm 2,5$ V között határoztuk meg. A vizsgálatokat 3 darab, 28×3 mm névleges méretű, bevonat nélküli, L605 alapanyagú, CC Flex típusú sztenten végeztük. A méréseket a kiindulási állapotban, valamint 1, 3 és 5 óra elteltével végeztük el. A kobalt-króm ötvözet jellegzetes Tafel-görbéi az **1. ábrán** láthatók.



1. ábra. Co-Cr sztent jellegzetes Tafel-görbéi

A mérés kiértékeléséhez a görbe két ágának kezdeti szakaszához érintőt húzunk, majd a két egyenes metszéspontjában leolvassuk az áramerősség értékét. A korróziós áramerősség ismeretében a korróziósebességet az alábbi képlet segítségével számolhatjuk ki [4]:

$$v_{corr} \left(\frac{\text{mm}}{\text{év}} \right) = \frac{K \times i_{corr} \times E_w}{D} \quad (1)$$

ahol

$$K = 3,27 \times 10^{-3} \left(\frac{\text{mm} \times \text{g}}{\mu\text{A} \times \text{cm} \times \text{év}} \right),$$

$$i_{corr} = \text{korróziós áramsűrűség} \left(\frac{\mu\text{A}}{\text{cm}^2} \right),$$

$$E_w = \text{egyensúlyi tömeg} (g),$$

$$D = \text{sűrűség} \left(\frac{g}{\text{cm}^3} \right).$$

A korróziós áramsűrűség számításához szükséges a vizsgált felület nagyságának pontos ismerete. Kutatásunk során ezt a sztentekről készített sztereomikroszkópos felvételek alapján elkészített 3D-s modell segítségével tudtuk meghatározni.

Az egyensúlyi tömeg és a sűrűség a pontos anyagösszetételből és az alkotók tulajdonságaiból (moláris tömeg, sűrűség, az elektrokémiai folyamatok során cserélt elektronmennyiség) határozható meg. Az egyes sztentekre számított korróziósebesség értékeit az **1. táblázat** tartalmazza.

1. táblázat. Co-Cr sztentek korróziósebesség-értékei mm/év mértékegységben

	0h	1h	3h	5h
CoCr1	0,058	0,058	0,061	0,061
CoCr2	0,058	0,062	0,063	0,060
CoCr3	0,058	0,059	0,059	0,057

Az eredményeken látható, hogy az idő előrehaladtával a sztent korróziósebessége nem változik, a három mintadarabon mért értékek azonosak: a mérési módszer jól reprodukálható eredményeket adott.

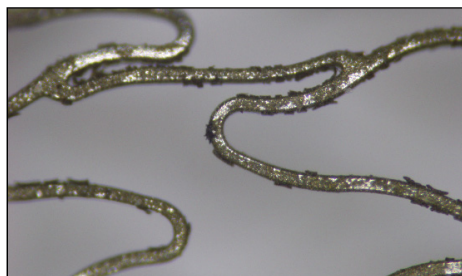
A mérés folyamán az elektrolit nagymértékű elszíneződést mutatott, a mérés végeztével a sztent felülete szabad szemmel is jól látható elváltozásokat mutatott.

2.2. Sztereomikroszkópos vizsgálat

A sztent korróziós vizsgálatok előtti állapotát a 2. ábra mutatja. A korróziós tesztek elvégzése után a sztentek mindegyikén egyenletes, a teljes felületet érintő általános korróziót figyeltünk meg (3. ábra).



2. ábra. A sztent felülete a vizsgálatok előtt



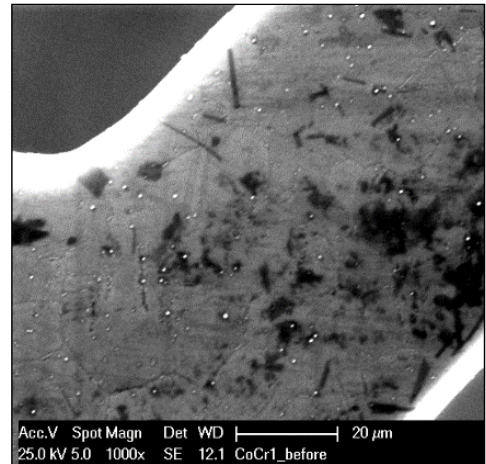
3. ábra. A sztent felülete a vizsgálatok után

A sztentek végén az utolsó gyűrű szinte teljes mértékben leoldódott, ami jelentős tömegvesztéssel járt. A három sztent felületén lejátszódó korróziós folyamatok azonos jelleget mutattak.

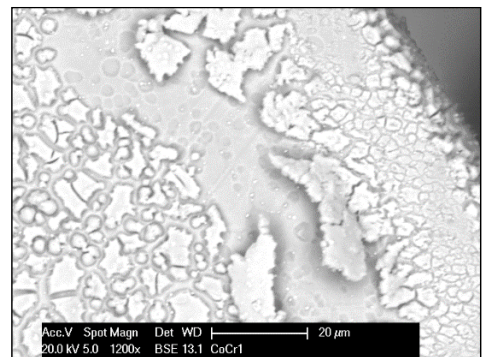
2.3. Elektronmikroszkópos vizsgálat

A sztent felületén a korróziós vizsgálat előtt kisebb felületi hibákat és volfrám-szemcséket lehetett megfigyelni (4. ábra).

A korróziós teszt után jól látható a felületen keletkezett korróziótermék, ami apró lemezek formájában szakadozik le a sztent felületéről (5. ábra). A korróziótermék krómban és volfrámban gazdag, a nikkel- és kobalttartalom elenyésző.



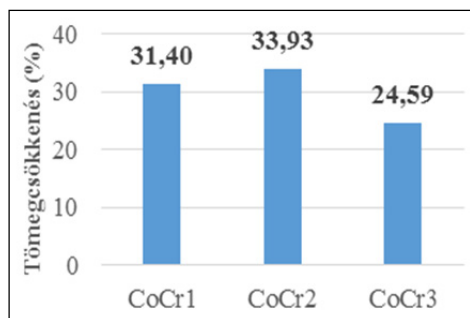
4. ábra. SEM felvétel a korróziós vizsgálat előtt



5. ábra. SEM felvétel a korróziós vizsgálat után

2.4. A tömegváltozás

A potenciodynamikus vizsgálatok során nagy mennyiségű korróziótermék került az elektrolitba. A sztent tömege jelentős mértékben csökkent, a kiindulási állapothoz képest átlagosan 30% az eltérés (6. ábra).



6. ábra. A vizsgált sztentek tömegcsökkenése

2.5. Anyagösszetétel-változás

Az L-605 típusú kobalttövezet szabványos (ISO) és SEM-EDS méréssel mért (EDS-1) eredeti, valamint a korróziós kísérlet után a három sztenten mért (EDS-2) összetételét a 2. táblázat mutatja.

2. táblázat. A Co-Cr sztentek összetétele, %

	Co	Cr	W	Ni	Mn
ISO	53	20	15	10	1,5
EDS-1	51,71	22,43	14,86	11	-
EDS-2/1	49,66	23,12	16,69	10,23	-
EDS-2/2	52,32	23,69	13,43	10,56	-
EDS-2/3	38,21	29,93	23,56	8,3	-

A vizsgálat előtti anyagösszetételhez képest a kobalttartalom két sztent esetében is jelentős mértékben csökkent. A sztentek felületén átlagosan 1,5%-kal kisebb nikkeltartalmat mértünk a kiindulási értékekhez képest. Az elektrolitból leszűrt korróziótermék jelentős arányban tartalmazott kobaltot, nikkelt, illetve 10–13% volfrám is jelen volt.

3. Következtetések

A kutatásunk keretében elvégzett korróziós mérések jól reprodukálható eredményeket adtak. A potenciodynamikus mérések alapján meghatározott korróziósebesség értéke az 5 órás mérési intervallum alatt csupán kis mértékben ingadozott. A számított érték eleget tesz az adott közegre vonatkozó korrózióállóság feltételének, ennek ellenére a mérések folyamán az elektrolit elszíneződött, a kísérletek végére pedig jelentős mennyiségű korróziótermék rakódott le a mérőedény aljára. A sztentek sztereomikroszkópos vizsgálata jól mutatja, hogy a teljes felületre kiterjedő, általános korróziós folyamat ment végbe. Az elektronmikroszkópos képeken megfigyelhető, hogy a felületen képződött termék szétszakadozott, kéregszerűen elvált a sztent bordájáról. A sztentek tömege jelentős mértékben csökkent, valamint az utolsó gyűrű minden sztent esetében teljesen leoldódott.

Köszönetnyilvánítás

Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-16-2-II. jelű, Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Finegold JA, Asaria P, Francis DP: *Mortality from ischaemic heart disease by country, region, and age*. Int J Cardiol, 168 (2013:2) pp. 934–945.
- [2] Dobránszky J: *Az értágítóbetétek anyagainak fejlődése*. In: Bányászati és Kohászati Lapok – Kohászat, 146 (2013:5–6) pp.44–49.
- [3] Liu, H et al.: *Corrosion susceptibility investigation of Ti–O film modified cobalt-chromium alloy (L-605) vascular stents by cyclic potentiodynamic polarization measurement*. Surface & Coatings Technology, 206 (2011) pp. 893–896.
- [4] Fazakas, É et al.: *Microstructural evolution and corrosion behavior of Al25Ti25Ga25Be25 equimolar composition alloy*. Materials and Corrosion, 64 (2013) No. 9999.

HEGESZTHETŐSÉGI SZEMPONTOK NÖVELT SZILÁRDSÁGÚ ACÉLOKRA

WELDABILITY STANDPOINTS FOR INCREASED STRENGTH STEELS

Bagyinszki Gyula¹, Bitay Enikő²

¹Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Magyarország, 1081 Budapest, Népszínház u.8, bagyinszki.gyula@bgk.uni-obuda.hu

²Sapientia – Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Marosvásárhelyi Kar, Románia, 540485 Marosvásárhely (Koronka), Segesvári út 1.C., ebitay@ms.sapientia.ro

Abstract

During the welding process a metal base material is exposed to a rapid thermal cycle, this effect forms the joint crystallisation and also greatly affects the microstructure of the heat affected zone as well. The microstructural changing affects the properties and the stress range. This article reviews three important process groups - arc welding, resistance welding and high energy density welding - some weldability aspects.

Keywords: weldability, carbon equivalent, arc welding, resistance welding, high energy density welding

Összefoglalás

Hegesztéskor egy fém anyag gyors hőciklusnak van kitéve, ami nemcsak a képződő varrat mikroszerkezetére hat, hanem jelentősen befolyásolja a hőhatásövezet szövetszerkezetét is. A szerkezetváltozás pedig módosítja a tulajdonságokat és a feszültségi állapotot. Jelen cikk három fontos eljárás csoport – az ívhegesztések, az ellenálláshegesztések és a nagy energiasűrűségű hegesztések – néhány hegeszthetőségi aspektusával foglalkozik.

Kulcsszavak: hegeszthetőség, karbonegyenérték, ívhegesztés, ellenálláshegesztés, nagy energiasűrűségű hegesztés

1. Hegeszthetőség fogalomköre

Egy fém anyag akkor tekinthető egy adott eljárással és célra kielégítő mértékben hegeszthetőnek, ha megfelelő munkarenddel (technológiai paraméterekkel) hegesztve olyan folytonos, fémes kötés hozható létre, amely megfelel az alkatrész helyi tulajdonságaiból és a szerkezet egészére gyakorolt hatásából származó követelményeknek. Alapvető szempont, hogy a hegesztett szerkezet a rá ható

igénybevételeket megbízhatóan elviselje, de lényeges szempont az is, hogy vágással, képlékenyalakítással és hegesztéssel gazdaságosan elő lehessen állítani.

A hegesztett kötésekkel szemben általános elvárás, hogy a varrat a lehető legjobb tulajdonságú legyen, ami a leginkább akkor érhető el, ha a varratra és a hőhatás- övezetekre jellemző helyi tulajdonságok megegyeznek az alapanyagéval. Különösen igaz ez a megállapítás a szilárdsági méretezés alapjául szolgáló folyáshatárra és a

(hideg)szívósságot befolyásoló átmeneti hőmérsékletre.

2. Ívhegesztési szempontok

Ömlesztő ívhegesztéseknél – kritikus esetben – edződési ill. hidrogén okozta repedés is előfordulhat, aminek kockázata előmelegítés alkalmazásával csökkenthető. A megfelelő szívóssági és szilárdsági tulajdonságok megőrzése korlátok közé szorított fajlagos hőbevitellel, azaz a „szakaszenergia” értékének pontos és gondos szabályozásával érhető el.

A előmelegítés mértékének meghatározására több számítási eljárás is szolgál, ezek egyike az Uwer-Höhne módszer, amelyet szabvány is ajánl a finomszemcsés, gyengén ötvözött acélokhoz. Ez az alábbi karbonegyenértéket veszi alapul:

$$CET = C + \frac{Mn+Mo}{10} + \frac{Cr+Cu}{20} + \frac{Ni}{40} \quad (1)$$

A repedésveszély elkerüléséhez szükséges előmelegítési hőmérséklet meghatározásához a „súlyozott” vegyi összetételen (CET %) kívül figyelembe kell venni a munkadarab mértékadó vastagságát (s mm), a diffúzióképes hidrogéntartalmat (Hd ml/100g fém), a fajlagos hőbevitelt vagy szakaszenergiát (q/v kJ/mm) is:

$$T_{el\acute{o}} = 695 \cdot CET + 160 \cdot th\left(\frac{s}{35}\right) + 62 \cdot H_d^{0,35} + (53 \cdot CET - 32) \cdot \frac{q}{v} - 328 \quad (2)$$

Ez minimális értéket jelent, ezért indokolt esetben nagyobb hőmérsékletet is elő lehet írni. A hegesztési hőfolyamat hűlési szakaszának jellemzésére a $t_{8,5/5}$ hűlési időt alkalmazzák, ami az A_3 hőmérsékletről 500 °C-ra történő hűlési időt jelenti. Az ezzel jellemzett hűlési sebesség mértékét befolyásolja a kötés kialakítása, a hővezetési folyamatban résztvevő elemek száma és mérete. Ez alapján beszélhetünk kétdimenziós hővezetésről vékony lemezek esetén, illetve háromdimenziós hővezetésről

vastag lemezek esetén. Rosenthal a lemezanyagokra vonatkozó 2D-s hővezetési modelljével olyan egyenletet vezetett le, amely a hőmérséklet lefutását a hely és idő függvényében írja le. A 850 °C-ról 500 °C-ra való hűlés ideje a lemez felületén, a varrat középvonalában a következő:

$$t_{8,5/5} = \frac{P^2}{4 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot c \cdot \rho \cdot v_h^2 \cdot s^2} \cdot \left[\frac{1}{(500 - T_0)^2} - \frac{1}{(850 - T_0)^2} \right] \quad (3)$$

ahol: P az effektív hőteljesítmény [W], λ a hővezetési tényező [W/mm·K], c a fajhő [J/g·K], ρ a sűrűség [g/mm³], v_h a hegesztési sebesség [mm/s], s a lemezvastagság [mm], T_0 az előmelegítési hőmérséklet [°C].

Ha hegesztéskor a megengedhető hűlési időtartomány felső határához közelítünk, kedvezőbb ütőmunka értékek érhetőek el. Ha az alsó határhoz tartunk, keménység-növekedéssel kell számolni, s ezzel együtt fennáll a repedésképződés veszélye is.

Nemesített nagyszilárdságú acélok esetében az előmelegítési hőmérséklet meghatározása az Uwer-Höhne módszer alapján lehetséges. Az előírt minimális értéknél célszerű – a hűlési idők figyelembevételével – magasabb hőmérsékletet alkalmazni a repedések elkerülése céljából.

3. Ellenálláshegesztés szempontjai

Az ömlesztve sajtoló ellenállásponthegesztésnél elvárás, hogy az előírt méretű pontkötéseket reprodukálhatóan, repedésmentesen, az alapanyagra és a kötéstípusra jellemző terhelhetőséggel lehessen létrehozni. A hegeszthetőség megítélése az eljárás jellegzetességei (rendkívül gyors hevítés, kisméretű hegfürdő, nyomó feszültség és az elektródák okozta intenzív hőelvonás alatti kristályosodás) miatt eltér az ívhegesztésektől.

A ponthegeszthetőség vizsgálati kritériumaként a kötések maximális keménységét és a pontkötések valamilyen

vizsgáló eljárásához kötött kedvezőtlen törési módjának megjelenését szokás megadni. Az alapanyag kémiai összetételének a hatása a ponthegezthetőség vizsgálata során is a karbon-egyenértékkel fejezhető ki:

$$C_{ERSW} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + 2 \cdot P + 4 \cdot S \leq 0,24\% \quad (4)$$

Ezt a karbon-egyenértéket növelt szilárdságú acéllemezek hegeszthetőségének minősíté-sére vezették be. A 0,24 %-os határérték a kedvezőtlen törési mód megjelenési határát jelöli, ahol a kötések keresztzakító és nyíró-zakító erejének hányadosa csökkenni kezd. A határérték felett – a szokásos ponthegeztési technológia alkalmazása esetén – a hőhatásövezetben, illetve a heglencsében is keletkezhet repedés vagy üzem közbeni ridegtörés következhet be.

A duálfázisú acélok ferrites szövetszerkezete jelentős mennyiségű, kis karbon-tartalmú, ún. lágy martenzitet tartalmaz, és az acél ötvözői ill. mikroötvözői az ausztenitesedett anyagterfogatok (varrat és a hőhatásövezet egy része) edződését egyaránt elősegítik. A kedvezőtlen szövetszerkezetet a hűlési sebesség lassításával kerülhetjük el. Ellenállás-ponthegeztéskor ez praktikusán a szakaszos energiabevitel alkalmazását, vagy a hegesztési fődő után beiktatott ún. „in machine” (gépben végzett) hőkezelő ciklus alkalmazását jelenti.

A duálfázisú acélok ponthegeztéséhez a – lágyacélokhöz viszonyítottan – nagyobb fajlagos elektromos ellenállásukból, nagyobb melegsilárdságukból és a rövid idejű hőhatás alatti megeresztésállóságukból következően mintegy 20...25 %-kal nagyobb elektroderő szükséges. A nagyobb elektroderő okozta ellenálláscsökkenést kompenzáló, 10...20 %-kal nagyobb áramerősség és ugyanolyan mértékkel hosszabb hegesztési fődő javasolt. További

kötésszilárdság növekedés várható nagyobb elektródátmérő és más elektródacsúcs-geometria alkalmazásától.

4. Nagy energiasűrűségű hegesztés

Ha a lézeres és az elektronsugaras hegesztés viszonylag vékony lemezekon történik, akkor feltételezhető az is, hogy függőleges irányban nem lépnek fel jelentős változások és a sugár egy mozgó vonalforrással helyettesíthető. A közölt teljesítmény és a hegesztési sebesség (fajlagos hőbevitel) változtatásával a varrat szélessége befolyásolható, azaz adott esetben növelhető is.

Az amúgy is csekély deformáció csökkentésének ill. szabályozásának technológiai módszerei a bevitt hőmennyiségen és a varratalakon keresztül érvényesülnek. A legkeskenyebb varrat és a csaknem párhuzamos varratoldal a lehető legkisebb sugárteljesítménnyel (de az elérhető legnagyobb teljesítménysűrűséggel) és a megengedhető legnagyobb hegesztési sebességgel készíthető.

A nagy teljesítménysűrűség hatására gyorsan létrejövő és mély ömledéket fajlagosan nagy határfelület választja el a szilárd anyagtól, ill. a megömlesztett térfogat kicsi a munkadarab összterfogatához képest, így az ömledék igen gyorsan hűl. A hevítés és a lehűlés sebességének ilyen megnövekedése jelentősen megváltoztatja, eltolja az acélok kritikus átalakulási hőmérsékleteit és ez befolyásolja a fázisátalakulást szenvedő anyag mennyiségét. A hőhatásövezet gyors hevítése kiválthatja igen nagy számú, elnyúlt alakú ausztenitsíra keletkezését és a túlhevülés ellenére sem lép fel szemcsedurvulás (legfeljebb az eredeti szemcsenagyság öröklődik). A varrat finom szemcseszerkezete gátló tényezője a repedések keletkezésének.

A legtöbb ötvöztelen és gyengén ötvözött acélban – a hegesztés utáni hűlési

sebességtől függően – többé-kevésbé martenzites, bainites szövetszerkezet alakul ki, mely kemény és repedésre hajlamosít. Ha lehet, törekedni kell a varrat hűlési sebességének csökkentésére. Ez megtehető a sugár defókuszolásával vagy lengetésével, de még inkább a darab előmelegítésével és/vagy hegesztés utáni esetleges hőntartásával. A maximális varratfém-keménységet előrejelző összefüggés ötvözetlen és gyengén ötvözött acélok esetére:

$$HV_{10\ max} = \left(\frac{840}{t_{8/5}^{0,22}} \cdot C_e + 58 \right) \pm 66 \quad (5)$$

ahol:

$$C_e = C\% + \frac{Mn\%}{2,4} + \frac{Si\%}{24} + \frac{Ni\%}{14} + \frac{Cr\%}{16} + \frac{Mo\%}{60} \quad (6)$$

$$t_{8/5} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot c \cdot \rho} \cdot \left[\frac{0,8 \cdot P}{v_h \cdot s} \right]^2 \cdot \left[\frac{1}{(500 - T_0)^2} - \frac{1}{(800 - T_0)^2} \right] \quad (7)$$

Az acélok elektronsugaras és lézeres hegeszthetőségénél is fontos, hogy a két fő szennyező és a C-tartalom értéke maximalizálандó ($P\% + S\% \leq 0,11\%$; $C\% \leq 0,35\%$) a meleg- ill. a hidegrepedés, valamint az azokat elősegítő káros szövetszerkezeti változások elkerülése érdekében. Természetesen a hegesztési munkarend elemeit is hozzá kell igazítani az anyagösszetételhez. Repedés- és porozításmentes lézerral hegesztett varratok létrehozása is az acélglyártás során visszamaradó szennyező- ill. zárványtartalom mennyiségétől függ, a fajlagos hőbevitel (teljesítmény, hegesztési sebesség) mellett.

Az eltérő minőségű fémek hegeszthetőségének két alapvető feltétele van:

– a két fém képes legyen egyidejűleg megömleni és közös ömledéket képezni. Ez a feltétel nehezen teljesül, ha a két fém olvadáspontja messze esik egymástól,

vagy a hővezetőképességük nagyon különbözik. Ezért ha szükséges, a sugarat aszimmetrikusan irányítják a nehezebben megömlő fém felé.

– a két fém metallurgiaiailag kompatibilis legyen, azaz ne keletkezzenek megengedhetetlen intermetallikus fázisok, átmeneti vegyületformák a hegesztési folyamat során. Ha két ötvözet kötéséről van szó, még közvetőlegesen sem lehet következtetést levonni az egyensúlyi diagramokból, hanem előzetes kísérleteket kell végezni.

Következtetések

A nagyobb folyáshatárú fémek alapanyagok alkalmazása a hegesztett termékekben kisebb szelvényvastagságok alkalmazását teszi lehetővé, ami önsúlycsökkenéshez és kisebb tömegű varratokhoz vezet. Ez csökkenti a hozaganyag szükségletet, a hegesztéshez felhasznált munkaidőt és energiát. A vékonyabb szelvény, a kisebb hegesztési hőbevitel általában mérsékli a keletkező termikus feszültségeket (sőt az ezekkel összefüggő repedésveszélyt), javítja a termék használati tulajdonságait.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Komócsin Mihály: *Nagyszilárdságú acélok és hegeszthetőségük*, Miskolci Egyetem, 2008
- [2] Gáspár Marcell Gyula - Balogh András: *Nagyszilárdságú acélok hegesztéstechnológiájának fejlesztése a hűlési idő elemzésével*, Miskolci Egyetem - Mechanikai Technológiai Tanszék
- [3] Balogh A., Prém L.: *Ferrit-martenzites (DP) acél vékonylemezek ellenállás-ponthegezthetősége*, Gép LXIV. évfolyam 8. szám, 13-17. oldal
- [4] Bagyinszki Gy., Bitay E.: *Nagy energiasűrűségű eljárások hegeszthetőségi szempontjai*, XVII. Fialal Műszakiak Tudományos Ülésszaka, Kolozsvár, 2012. március 22-23.; Műszaki Tudományos Füzetek - Erdélyi Múzeum-Egyesület kiadványa (ISSN 2067 - 6 808) 13-18. o.

KORRÓZIÓÁLLÓSÁG MINŐSÍTÉSE KÉPELEMZŐ SZOFTVER ALKALMAZÁSÁVAL

CORROSION RESISTANCE QUALIFICATION BY APPLICATION OF IMAGE ANALYSIS SOFTWARE

Bagyinszki Gyula¹, Losonci Kálmán²

¹Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Magyarország, 1081 Budapest, Népszínház u.8, bagyinszki.gyula@bgk.uni-obuda.hu

²ÉLINVEST Kft., Magyarország, 1184 Budapest, Lakatos u. 61-63, losoncikalman@gmail.com

Abstract

In this paper we investigate corrosion behaviour according to an example of the surface treated base metal and TIG-welded joints of X2CrNi18-9 austenitic stainless steel. For the evaluation of the corrosion tests we used not traditional methodologies.

Keywords: *pitting corrosion, stainless steel, TIG welding, ferric chloride, image analysis*

Összefoglalás

Cikkünkben a X2CrNi18-9 anyagminőségű ausztenites korrózióálló acél példája kapcsán vizsgáljuk a felületkezelt alapanyag és a TIG-eljárásvaltozatokkal hegesztett kötések korróziós viselkedését. Ezen korróziós vizsgálatok kiértékeléséhez olyan metodikát alkalmazunk, amely eltér az eddig használt módszerektől.

Kulcsszavak: *pitting-korrózió, korrózióálló acél, TIG hegesztés, vas-klorid, képelemzés*

1. A korrózió érintett problémaköre

A hegesztési hőfolyamat során, a korrózióálló acélok hegesztett varrtaiban, illetve azok hőhatásövezetében megváltozik a szövetszerkezet, az ötvözőelem-eloszlás módosul, krómban elszegényedett zónák jönnek létre, a passzíváló ötvözőtartalom a rezisztencia határ szintje alá kerül, s ezzel gyengül a korrózióállóság. Így az autogén (hozaganyag nélküli), illetve alapanyaggal megegyező hozaganyagú hegesztésnél a korrózióállóság nem éri el azt a szintet, mint egy magasabb Cr, Ni és Mo tartalmú hozaganyag használatakor.

A varratban és környékén mikroszegregáció, szekunder fáziskiválás, ötvözők egyenlőtlen eloszlása, rekrisztallizációs szemcsedurvulás, ötvöző kiégés mehet végbe. A kötés korrózióállóságát befolyásolják még a hőkezelés, az üzemi hőmérséklet, a maradó feszültségek, üzemi feszültségek is. A korrózió megjelenési formái ausztenites korrózióálló acélok hegesztett kötéseiben: szemcseközi korrózió, szegregációs korrózió, pitting- és réskorrózió, feszültségkorrózió lehetnek. Ezek közül a továbbiakban a pitting-korrózióval foglalkozunk.

2. Pitting-korrózió és vizsgálata

A varratban és hőhatásövezetében - ahol az ötvözőtartalom lecsökkent - előfordulhatnak pitting-korróziós bemaródások, melyek általában kloridos közegben jelentkeznek:

- hozaganyag nélküli hegesztés esetén,
- alacsonyabb Mo-tartalmú ötvözeteknél,
- alapanyaggal megegyező összetételű hozaganyag használata okán,
- ha nagy hőbevitelű hegesztést követően eldurvult szövetszerkezet alakul ki.

A pitting-korróziós ellenállás egyenérték vagy PREN (Pitting Resistance Equivalent Number) olyan mutatószám, ami korrózióálló acélok kloridos közeggel szemben mutatott pitting-korróziós ellenállását fejezi ki: $PREN = 1 \cdot Cr\% + 3,3 \cdot Mo\% + 16 \cdot N\%$. A magasabb PREN érték jobb ellenállást jelent és a képletből adódik, hogy a Mo hatékonyabban növeli a pitting korróziós ellenállást, mint a Cr. A króm viszont nélkülözhetetlen a passzív oxidfilm kialakulásához.

A vizsgálat során egy erősen savas környezetet szimulálnak. Az alkalmazott közeg 6%-os $FeCl_3$ oldat, melyben 24...72 óráig tartják a próbatest(ek)et. A vizsgálatot környezeti vagy 50 °C-os hőmérsékleten végzik. A vizsgálat befejeztével meghatározzák a tömegvesztésüket, majd a megtisztított felületen vizsgálják a pitting-korróziós nyomok méretét, alakját és sűrűségét (eloszlását).

3. Kísérleti és minősítési metodika

Célunk a „nyers” ill. a felületkezelt alap-anyag és a különböző TIG-eljárásváltozatokkal, technológiai paraméterekkel elkészült hegesztett kötések pitting-korróziós viselkedésének összehasonlítása. A korróziós vizsgálatokhoz 40 x 70 mm-es darabokat (középen a varrattal) munkáltunk ki gépi lemezollóval, hegesztett kötésként egyet-egyét.

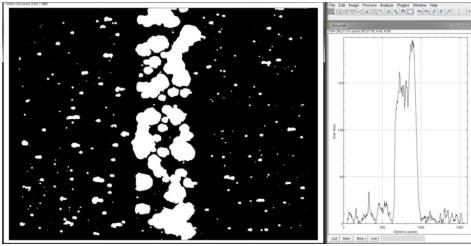
További próbadarabokon különböző, a rozsdamentes acélokhoz gyakran használt felületcsiszolási eszközöket használtunk. Ezen előkészítés után a korróziós vizsgálat rögtön megkezdődött, az elvékonyított oxidfilmnek nem volt ideje teljesen visszaépülni.

Korrozív közegként 6%-os vasklorid (III) oldatot használtunk, az ASTM International G46-94 szabvány ajánlása szerint. A próba-teszt 20±2 °C-on, 72 óráig voltak az oldatban. A kiértékelés viszont nem az ASTM G48-as szabvány szerint történt, hanem újszerű megközelítéssel éltünk és képelemző szoftvert vettünk igénybe. Az oldatból kivett próbadarabokat mechanikai és vegyi úton megtisztítottuk, hogy a korróziós nyomok láthatóvá váljanak (1. ábra).



1. ábra. Hozaganyag nélküli hegesztett kötés korróziója

A varratok koronaoldalán, azokkal párhuzamosan mértük a bemaródások átlagos felületét, százalékos eloszlását, külön a hőhatásövezeten belül és külön azon kívül. A próbadarabokról nagy felbontású digitális fényképeket készítettünk, melyeket tovább javítottunk a kontraszt kiemelésével. A teljes kontrasztosság (csak fekete és fehér képpontok) elérése lényeges szempont a mérési pontosság javításához. A kontrasztkiemelés után képelemző szoftverrel „mértük” a sötét/világos képpont-arányt a varratvonallal párhuzamosan (2. ábra).



2. ábra. Szürkeárnyalat számítás képelemzővel

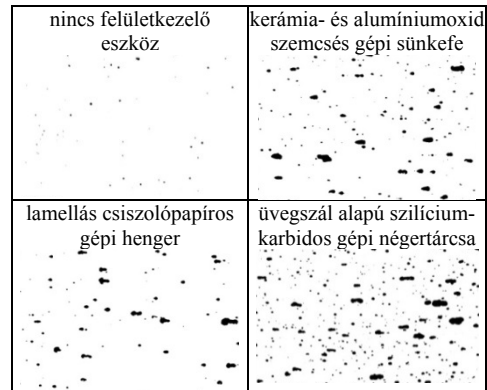
A képeket az *ImageJ* nevű szoftver *PlotProfile* parancsával elemeztük. A program az y tengely mentén átlagolja a szürkeárnyalat értékét. A szürkeárnyalat értékei RGB színekódban 0-255 között változnak a feketétől a fehérig. Ahhoz, hogy százalékos értéket kapjunk, át kell váltani a szürkeárnyalat értékeit (256=100%). Mivel eredetileg a fekete jelentené a 0%-ot, ezért a kép inverzét kell képeznünk. Az eredményeket diagramban ábráztuk, az x tengelyen a varratól mért távolságot adtuk meg milliméterben, az y tengelyen a korrodálódott felületarányt százalékban.

A kiválasztott képen *Threshold* paranccsal körvonalaztunk minden egyes foltot, majd az *Analyze Particles* paranccsal megmértük a felületüket. A program automatikusan sorszámozza a foltokat és táblázatba rendezi a felületük méretével együtt. A program a kiválasztott körvonalakon belüli képpontok számát adja meg, amit a felbontás ismeretében mm^2 -re kell váltani.

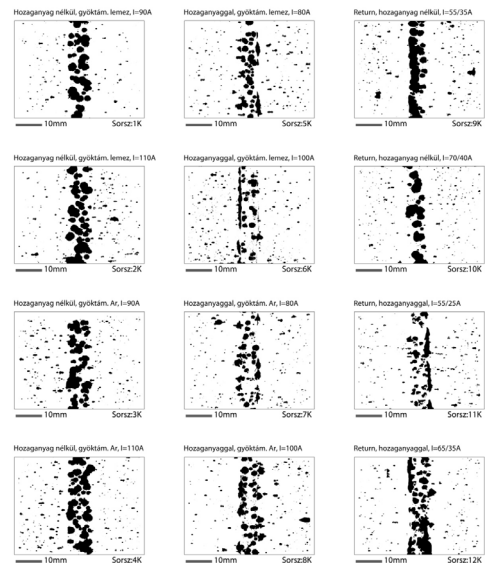
A „nyersen” hagyott próbadarab korróziója elhanyagolható, viszont az erősebb mechanikai felületkezelés erősebb korróziót okozott (3. ábra), ami összefüggésbe hozható az oxidfilm elvékonyításának mértékével.

A réz alátétlemezes autogén hegesztésű kötések (1, 2) korróziója a varrat közp-tengelyén a legerősebb, az argonos gyök- védelemmel készültek (3, 4) nem mutatnak lényeges különbséget (4. ábra). Minden esetben már a beolvadási zónán kívülről

megindul a korrózió felerősödése, ami a varratfém ötvöztartalmának változásával hozható összefüggésbe.



3. ábra. Felületkezelt darabok korróziója

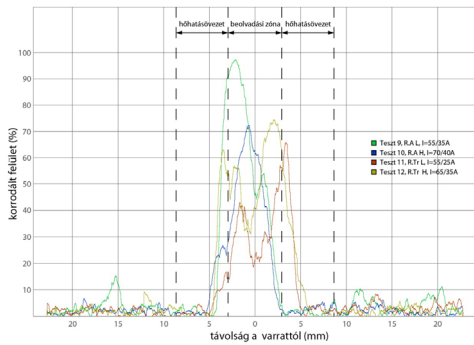


4. ábra. Pitting-korrózió a varratok koronaoldalán

A hozaganyaggal végzett egyoldali hegesztett kötések (5, 6, 7, 8) korróziója szintén a beolvadási vonalban a legerősebb, de a korrózió csúcsértékei eltolódtak a beolvadási vonal széle felé, ahol az alapanyag részlegesen átolvadt (4. ábra). A

hozaganyag Cr-tartalma nem nagyobb, mint az alapanyagé, de tartalmaz Mo-t is, ami tovább növeli a pitting-korróziós ellenállást: $PREN_{\text{alapanyag}} = 18,3$; $PREN_{\text{hozaganyag}} = 26,5$.

„Return” (két oldalról egyidőben hegesztő) eljárásvaltozattal készített hozaganyag nélküli próbadarabok (9, 10) korróziója a varrat középvonalan a legnagyobb. Hozaganyag alkalmazás (11, 12) után hasonló eredményeket kaptunk, mint az egyoldali hegesztések esetében: varratfém viszonylag alacsony korróziója, beolvadási vonal szélénél „késél” korrózió. Az 5. ábra a vizsgálati eredmények közül a „Return” hegesztések korróziós görbéit ábrázolja.



5. ábra. „Return” hegesztések korróziós görbéi

Az egyoldali autogén hegesztés beolvadási vonalának korróziója a legmagasabb és szélesen kiterjed a varraton kívül is. A kétoldali „Return” hegesztéseknél csak a beolvadási vonalban erősödik fel a korrózió, ami a keskenyebb hőhatás-övezet eredménye.

A hozaganyagos egyoldali hegesztéseknél a beolvadási zóna korróziója alacsonyabb és a varrat középvonalan a legkisebb, de ugrásszerűen növekvő korrózió jellemzi a beolvadási vonal széléit. Az 1. táblázat összefoglalja a pitting-korróziós nyomok adatait.

1. táblázat. Hegesztett kötések pitting-korróziós adatai

Hegesztett próbadarab sorszáma	Hőhatásövezetben				Hőhatásövezeten kívül			
	Pitting-korróziós nyomok száma [db/cm ²]	Korrodált felület [mm ²]	Korrodált felület [%]	Pitting-átlagos felület [mm ²]	Pitting-korróziós nyomok száma [db/cm ²]	Korrodált felület [mm ²]	Korrodált felület [%]	Pitting-átlagos felület [mm ²]
1.	12,8	161,1	31,4	2,4	27,1	16,0	1,4	0,1
2.	14,2	194,9	37,9	2,6	39,9	34,6	2,9	0,2
3.	14,8	165,4	32,2	2,2	51,4	34,2	2,9	0,1
4.	14,2	200,1	38,9	2,7	54,1	35,4	3,0	0,1
5.	22,8	129,3	25,2	1,1	39,7	31,2	2,6	0,2
6.	28,4	112,3	21,9	0,8	78,6	37,3	3,2	0,1
7.	23,2	108,8	21,2	0,9	40,5	30,0	2,5	0,1
8.	27,2	151,4	29,5	1,1	41,3	33,5	2,8	0,2
9.	12,1	160,9	31,3	2,6	56,8	41,0	3,5	0,1
10.	14,0	117,8	22,9	1,6	56,2	22,6	1,9	0,1
11.	19,9	111,2	21,6	1,1	42,4	27,2	2,3	0,1
12.	21,0	143,0	27,8	1,3	35,4	22,0	1,9	0,1

4. Következtetések

Noha az alapanyag ellenálló, hegesztés ill. felületkezelés alkalmazása miatt a korróziós ellenállás jelentősen romlik. A hőhatás-övezeten belül autogén eljárásnál nagyobb felületű pitting-nyomok képződtek, mint a hozaganyagok esetében.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] A. J. Sedriks: *Corrosion Resistance of Stainless Steels and Nickel Alloys*, 2003.
- [2] J. R. Davis: *Corrosion of Weldments*, ASM International Materials Park, Ohio, 2006.
- [3] Haraszti Ferenc, Kovács Tünde: *Kontakt korrózió vizsgálata*, Paper 59 Proceedings of 8th International Engineering Symposium at Bánki (ISBN: 978-615-5460-95-1), 2016
- [4] Stephen D. Cramer, Bernard S. Covino: *ASM Handbook - Corrosion: Fundamentals, Testing and Protection*, 2003.
- [5] ASTM G 46-94 szabvány: *Standard Guide for Examination and Evaluation of Pitting Corrosion*, 2005
- [6] Nickel Development Institute: *Guidelines for the welded fabrication of nickel-containing stainless steels for corrosion resistant services - Series No. 11007*, 1994.

GAUSS SZŰRŐ ALKALMAZHATÓSÁGA ABRÁZIÓSAN KOPTATOTT FELÜLETEK MIKROTOPOGRÁFIÁJÁNAK VIZSGÁLATOKOR

THE EXAMINATION OF APPLICATIBILITY OF GAUSSIAN MIKROTOPOGRAPHY FILTER IN A CASE OF ABRASION WEAR PROCESS

Barányi István

*Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 1081,
Magyarország, Budapest, Népszínház u. 8.; Telefon / Fax: +36-1-666-5314,
baranyi.istvan@bkgk.uni-obuda.hu*

Abstract

The microtopography measurement standards have evolved significantly in recent years. An increasing number of regulations and recommendations can be found in the currently used standards. In contrast, the current tribological literature and the standards aren't consist - evidence measurements – any prescription or recommendation to the filtering technology which separate the shape, roughness and waviness.

In the present article the author use Gaussian filtering method (with different nesting index) in a case of abraded microtopography and examines how to use different nesting index in tribology research.

Keywords: *Nesting index, abrasion, wear*

Összefoglalás

A mikrotopográfiai mérések szabványai jelentősen fejlődésen mentek keresztül az utóbbi években. Egyre több előírás és ajánlás található a jelenleg hatályban lévő szabványokban. Ezzel szemben jelenleg a tribológiai szakirodalmakban és a vonatkozó szabványokban sem található konkrét – mérésekkel bizonyított – előírás vagy ajánlás arra vonatkozóan, hogy az alakhiba, hullámosság és érdesség milyen szűrési beállításokkal kerüljön szétválasztásra.

Jelen cikkben a szerző egy abrázios körülmények között koptatott mikrotopográfián végez Gauss szűrő segítségével jelanalízist és azt vizsgálja, hogy a szabványok által előírt vágási hullámhosszak miként használhatók tribológiai kutatásokban.

Kulcsszavak: *vágási hullámhossz, abrázio, kopás*

1. Bevezetés

Az profilometria esetében alkalmazott érdességmérési szabványokról elmondható, hogy a kutatói életben és az ipari gyakorlatban is megfelelően alkalmazhatóak, alapkonceptiókban az utóbbi évtizedekben változás nem történt. A hatályban lévő ISO 4288-as szabvány szűrőtechnikai szempontból két részre

osztja a gyártott felületeket: periódikus profil esetén az RSm érték, nem periódikus profil esetén az Ra, Rz értéke mondja meg az érdességet és a hullámosságot szétválasztó hullámhosszt.

A jelenleg folyamatosan új fezetekkel bővülő ISO 16610-es (a mikrotopográfiai mérésekkel is foglalkozó) szabvány a szűrési megoldásoknál három dimenzióba

terjeszti ki a szűrők karakterisztikáját. Az így megvalósított szűrési lehetőségekre a szabvány kopott felületek esetében nem tesz ajánlást.

A szakirodalmat tekintve Marko és szerzőtársai [1] cikkükben a ferdeségi és a lapultsági mérőszámokat szűréssel határozták meg és hozták kapcsolatba a tribológiai viselkedéssel.

Wang és szerzőtársai [2] szüretlen paraméterekkel generált felületek esetén vizsgálják a határkenési állapotot topográfiai paraméterekkel és a valós érintkezési zónát és a kontakt hőmérsékletet a FIR technikát alkalmazva.

Svahn [3] cikkében szüret vonalmenti érdességi paramétereket használ, de emellett szüretlen topográfiai képekkel is jellemzi a felületet.

Kopásdiagnosztikai szempontból elmondhatjuk, hogy a csúcsona változások vizsgálata a mért jel feldolgozásától függ, azaz az alkalmazott szűrő feltehetőleg különböző tribológiai tulajdonságokat tud jellemezni.

2. Anyag és módszer

2.1. A domináns hullámhossz, valamint a hullámhossz összetevők vizsgálata

A domináns hullámhossz összetevők meghatározására a szakirodalom több módszert is ajánl, melyek közül a gyakorlatban a Fourier transzformáció elterjedése figyelhető meg. A diszkrét pontokból álló profil Fourier transzformáltja meghatározható az (1) kifejezéssel:

$$F(q_p) = \Delta x \sum_{i=1}^M z(x_i) e^{-j2\pi q_p x_i} \quad (1)$$

Az így végrehajtott transzformáció eredménye két formában jeleníthető meg a hullámhossz függvényében:

-lineáris léptékben, ahol kiugró lokális maximumként megjelennek a profila jellemző domináns hullámhosszak,

- logaritmikus léptékben.

Mindkét megjelenítési stratégia más műszaki tartalmú kiértékelést tesz lehetővé. Lineáris léptékű hullámhossz ábrázoláskor egyrészt a domináns hullámhossz, másrészt az egyes hullámhossz összetevők amplitúdóját tudjuk megkapni a (2) egyenlet segítségével.

$$A(q_p) = \frac{F(q_p)F^*(q_p)}{M\Delta x} \quad (2)$$

2.2. A Gauss szűrő átviteli függvénye

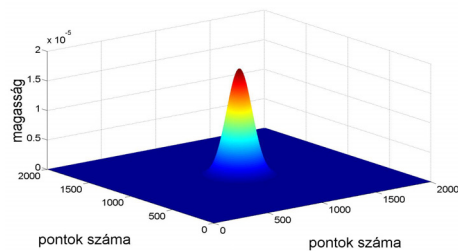
A Gauss szűrő három dimenzióba történő kiterjesztése [4] szerint mindkét irányban különböző vágási hullámhosszokkal az (3) egyenlet alapján írható fel:

$$S(x, y) = \frac{1}{\alpha\lambda_{cx}\alpha\lambda_{cy}} e^{-\pi\left(\frac{x}{\alpha\lambda_{cx}}\right)^2 - \pi\left(\frac{y}{\alpha\lambda_{cy}}\right)^2} \quad (3)$$

Ahol α állandó érték, melyet a (4) egyenlet definiál.

$$\alpha = \sqrt{\frac{\ln 2}{\pi}} \quad (4)$$

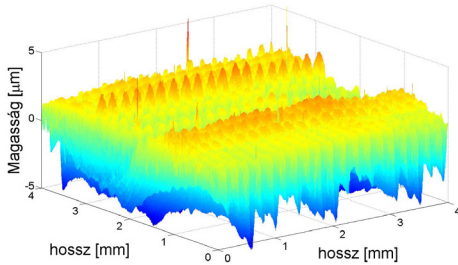
Az így meghatározott Gauss függvényt 2001 × 1997-es mátrix segítségével ábrázolva az **1. ábra** szemlélteti egységnyi (1mm-es) vágási hullámhossz esetén.



1. ábra. Az alkalmazott Gauss függvény egységnyi vágási hosszal mindkét irányban

2.3 A vizsgált mikrotopográfia

A vizsgálathoz alkalmazott mikrotopográfia előállításakor C45 anyagon végeztem koptatási kísérleteket pin-on-plate elrendezésben. A koptatási úthossz 3000 mm volt, a felületeket összeszorító erő 300 N. A vizsgálatkor 1200-as finomságú csiszolópapírt alkalmaztam, melynek segítségével száraz súrlódást valósítottam meg. Érdességméréskor 4 mm×4 mm-es mikrotopográfiát mértem 2 mikronos lépésközzel. Az eredmény pontthalmazt 2001×1997-es mátrixban rögzítettem (2. ábra).



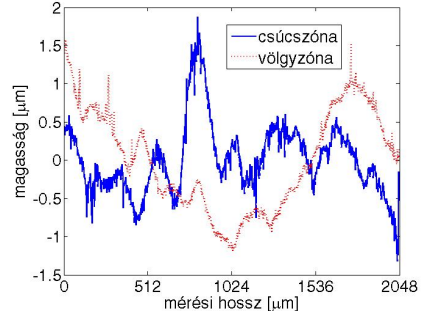
2. ábra. A koptott mikrotopográfia

A kiértékeléskor a szabvány által alkalmazott vágási hullámhosszakat vettem figyelembe mindkét irányban megegyező értékkel (0,1 mm; 0,2 mm; 0,25 mm; 0,5 mm; 0,8 mm; 1 mm; 2 mm; 2,5 mm).

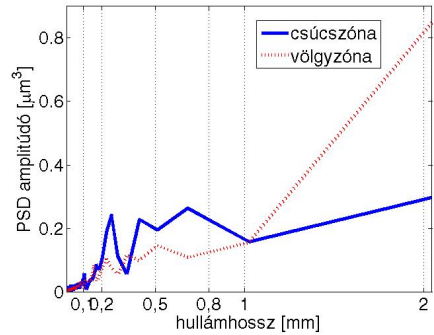
3. Eredmények

A 2. ábra alapján elmondható, hogy a csúcszónákat az abráziós karcok, a völgyzónákat pedig a megmunkáló szerszám definiálták (a csúcszóna részlegesen semmisült meg). A csúcszóna és a völgyzóna egy-egy profilját és PSD analizisét a 3a. és a 3b. ábra szemlélteti 1024 mérési pontra vetítve.

A 3a-b. ábra szerint csúcs- és völgyzónát domináns hullámhossz alapján megkülönböztetni nehézkes: mindkettő egy nagy értékű alakhibával rendelkezik, valamint a szabványos szűrési hosszaknál közel azonos intenzitással vannak az egyes jelösszetevők.

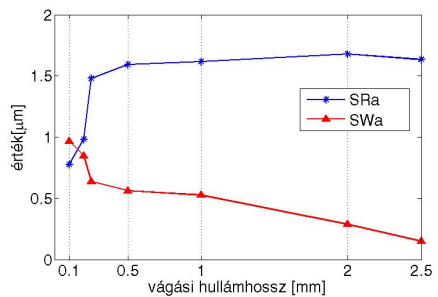


3a. ábra. A csúcs- és völgyzóna

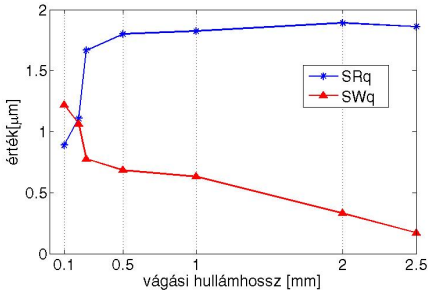


3b. ábra. A csúcs- és völgyzóna PSD analizise

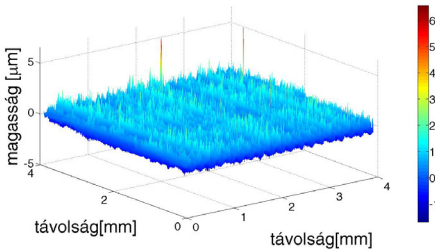
A 4.-5. ábrák a vizsgált paraméterek és a vágási hullámhosszak kapcsolatát mutatják be. Az ábrákkal kapcsolatban elmondható, hogy a vágási hullámhossz növelésével a jeleknek egyre nagyobb része érdességi paraméterként jelenik meg, ezért az alkalmazott eltolás miatt a diagramok 0,2 mm-es hullámhossz értéknél jelentős mértékű változást mutatnak.



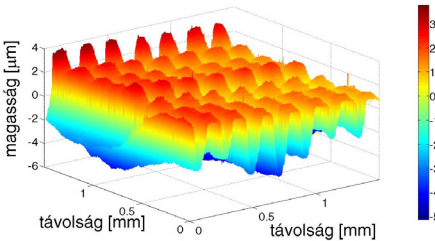
4. ábra. Az Sa paraméter érdességi és hullámhosszági összetevője



5. ábra. Az Sq paraméter érdességi és hullámossági összetevője



6. ábra. A topográfia 0,1 mikron vágási hullámhossz esetén



7. ábra. A topográfia 2,5 mikron vágási hullámhossz esetén

A 6. és 7. ábrák a legnagyobb és legkisebb vágási hullámhosszknál kapott topográfiaikat mutatják be

4. Következtetések

A vizsgált mikrotopográfia esetén elmondható, hogy nem sikerült a csúcsonában található karcokat hullámterbe történő transzformációval azonosítani, valamint az alkalmazott szűrések közül a 0,1 mm-es hullámhossz esetén is található a vizsgált esetben völgyzóna és csúcsona jelösszetevő, valamint az előtoláshoz tartozó jel töredéke.

A több lépcsős szűrési megoldások esetén alkalmazása esetén – a jeltartalom csökkenése miatt – a mérés elején már tudnunk kell a vizsgálandó jelek hullámhossz tartományát.

A csúcsona jelösszetevők szűrésére az eredmények alapján elmondható, hogy a teljes mérési adathalmazon alkalmazott konvolúciós megoldással szemben a lokális megoldások (csak a csúcsona, mint adathalmaz vizsgálata), vagy a spline illetve FFT alapú szűrési megoldások célravezetőbbek.

Szakirodalmi hivatkozások

[1] Marko Sedlcek, Bojan Podgornik, és mások: *Correlation between standard roughness parameters skewness and kurtosis and tribological behaviour of contact surfaces*. Tribology International (2012), Vol. 48, pp 102-112.

[2] Wang Wen-zhong, Chen Hui, és mások: *Effect of surface roughness parameters on mixed lubrication characteristics*. Tribology International (2006), Vol. 39, pp 522-527.

[3] Fredrik Svahn, Åsa Kassman-Rudolphi, és mások: *The influence of surface roughness on friction and wear of machine element coatings*, Wear (2003), vol 251, pp. 1092–1098

[4] Muralikrishnan, Balasubramanian, Raja, Jayaraman: *Computational Surface and Roundness Metrology*, Springer, 2009, pp. 33

3D OPTIKAI SZKENNELÉS IPARI ALKALMAZÁSA – ESETTANULMÁNY

INDUSTRIAL APPLICATION OF THE OPTICAL 3D SCANNING – CASE STUDY

Bera Bálint

Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,
egyetemi hallgató, Magyarország 1081 Budapest, Népszínház u. 8.;
Tel. +36 30 5911456 balintbera@gmail.com

Abstract

In the modern measuring technology, the optical 3D scanning is one of the most developing and most progressive topics. Sensors based on the principle of laser-triangulation, supplemented with the suitable software, could be not only alternatives of the traditional measuring devices, but they could be more usable in some situations. This article shows a case study about an industrial optical 3D scanner and its application.

Keywords: *measuring technology, 3D scanning, manufacturing technology, GOM*

Összefoglalás

Az optikai 3D szkennelés a modern mérés technika egyik leggyorsabban fejlődő, leginkább előremutató ágazata. A háromszögelvén alapuló, lézerefényt használó szenzorok, kiegészítve a megfelelő szoftverrel, nem csak alternatívái lehetnek a hagyományos eszközöknek, de olyan mérési feladatok is egyszerűen kivitelezhetők velük, amik korábban jóval több ráfordítást igényeltek. A cikk egy ipari felhasználású optikai 3D szkennelés alkalmazására mutat példát.

Kulcsszavak: *mérés technika, 3D szkennelés, gyártás technológia, GOM*

1. Bevezetés

A modern ipar egyik legfontosabb alappillére a mérés technika, amely nélkül nem létezhet megfelelő minőségben sem a tervezés, sem a gyártás. A 21. századi minőségbiztosítási rendszerek, illetve az egyes iparágakra (főleg az autói parra és a repülőgépiparra) jellemző, szerteágazó beszállítói láncok minden korábnál jobban megkövetelik a cégektől modern és jól használható mérés technikai apparátus kiépítését. A korszerű, nagy pontosságú gyártási eljárások és az olyan különleges technológiák végtermékei, mint a robbantásos fémmegmunkálás [1], illetve a modern műszaki műanyagokból fröccsöntött alkatrészek, sok esetben csak úgy mérhetőek hatékonyan, ha rendelkezésre áll a teljes felületüket vizsgálni képes eszköz. A megoldást a koordináta-mérés technika jelenti, azon belül is a folyamatos letapogatású, idegen kifejezéssel szkennelés-elvű rendszerek. Ezek közös jellemzője, hogy a mérendő objektumok teljes felületén végighaladnak, amivel nagyságrendekkel több ponton ellenőrizhetővé válnak az előírt paraméterek. Ez egyben azt is jelenti, hogy jelentős mennyiségű adattal kell dolgozni, ami magával vonja a megfelelő számítástechnikai háttér meglétét.

A 3D szkennereknek több változata is létezik, amiket méretük, pontosságuk, és működési elvük szerint is csoportosíthatunk. Utóbbi szempont alapján különítjük el az optikai 3D szkennereket, amik a háromszögelés [2] és a kontrasztrács-vetítés [3] segítségével, érintkezés nélkül képesek egy tárgyat digitalizálni.

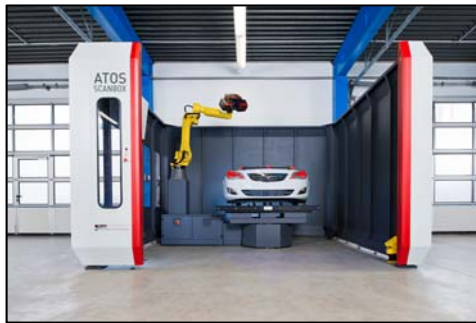
Említést érdemel, hogy a mérés technikai felhasználás mellett igen elterjedt az optikai 3D szkennerek alkalmazása az úgynevezett „reverse engineering” folyamatokban [6].

2. Optikai 3D szkennerek az iparban

Az optikai 3D szkennerek az 1980-as években jelentek meg, ám csak az 1990-es évek közepére fejlődtek odáig, hogy ipari viszonyok között is alkalmazhatóak legyenek. Ehhez leginkább a felbontóképességük és a méréstartományuk megfelelő szintje, valamint a hozzájuk tartozó mérőszoftverek megjelenése kellett.

Napjainkban már számos vállalat gyárt optikai 3D szkennereket kifejezetten ipari felhasználók számára. Ezek közös jellemzői a kompakt, egyszerű felépítés, a könnyű kezelhetőség, és a minőségbiztosítási folyamatokba való egyszerű integrálhatóság.

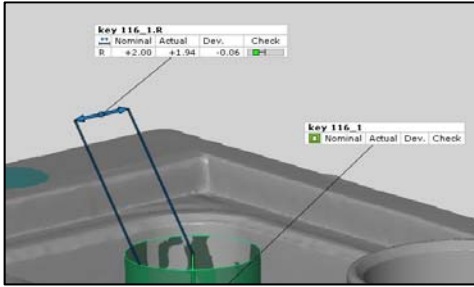
Általános tendencia, hogy egy mérőrendszer-gyártó többféle méretben is kínálja termékeit, amik azonban egyazon séma szerint épülnek fel. Ez különösen abban az esetben hasznos, ha egy felhasználó bővíthető szeretné az apparátusát, ugyanis megspórolható a betanulási idő, és a már megvásárolt szoftverek is használhatók lesznek az új eszközzel. Erre a stratégiára mutat kiváló példát a német GOM GmbH. ATOS (Advanced Topometric Sensor – fejlett topometriás szenzor) termékcsaládjá. Ennek legkisebb tagja igen csekély méretű, néhány milliméteres kiterjedésű objektumokat is képes 0,001 mm pontossággal digitalizálni, a legnagyobb pedig akár gépjárműkarosszériák gyártósori vizsgálatára is alkalmas (1. ábra).



1. ábra. Gépjármű karosszéria mérése optikai 3D szkennер segítségével [4]

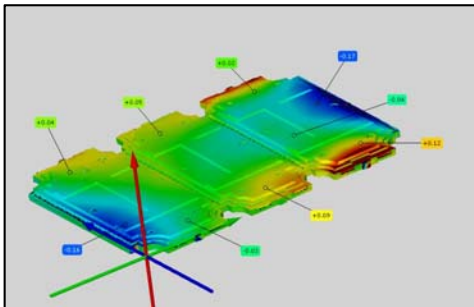
Az 1. ábrán látható, optikai 3D szkenneren alapuló mérőrendszer esetében az teszi lehetővé a gyors és pontos mérést, hogy egy új objektum digitalizálásakor azt mindig ugyan abba a pozícióba helyezik. Ezáltal a mérést végző személynek elég egyszer manuálisan végig vezetni a szenzort (mérőfejet) a vizsgált felületeken. A rendszerhez tartozó szoftver ugyanis képes megjegyezni az adott felvételekhez tartozó szenzor-pozíciókat, ezek segítségével pedig a későbbiekben automatikusan elvégzi a szkennelést.

Hasonló mondható el magáról a mérésről is. Az optikai 3D szkennerek szoftverei a kapott pontok alapján poligonhálót (nem átfedő háromszögekből álló hálót) hoznak létre a testről. Ezen különböző elemeket vehetünk fel a geometria leírására (síkok, pontok, hengerek, stb.), majd segítségével meghatározhatjuk a kívánt paramétereket (átmérők, szögek, stb.). A szükséges méreteket azonban elég csak egyszer definiálnunk: nagyobb minták esetén a szoftver minden új darab poligonhálóján képes ezek generálására, így a hagyományos eszközökhöz képest sokkal gyorsabbá válik a mérés. A 2. ábrán egy rádiusz mérése látható optikai 3D szkennерhez tartozó szoftverben, illeszkedő henger segítségével.



2. ábra. Rádiusz mérése illeszkedő henger segítségével, poligonhálón

A technológia legnagyobb előnye azonban mégsem a geometriai méretek gyors és pontos ellenőrzésében rejlik, hanem a teljes felületek összehasonlító vizsgálatában. Ennek során a már említett poligonhálót vetjük össze valamilyen etalonnal. Utóbbi lehet egy neutrális formátumú CAD-modell, vagy egy „hamis” CAD-modell, amit egy másik alkatrész poligonhálójából képeztünk a mérőszoftver segítségével. Az összehasonlítás során a rendszer színekkel érzékelteti az eltéréseket, amelyek értékét jelölőkkel számszerűsíthetjük (**3. ábra**). A módszer különösen alkalmas fröccsöntött alkatrészek vizsgálatára, ugyanis jól kimutathatóak vele a sorjak vagy beszívódások, amik az ilyen munkadarabok tipikus hibái [5].

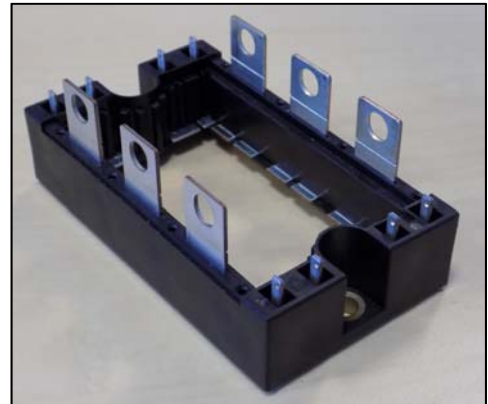


3. ábra. Poligonháló összevetése CAD modellel, felület összehasonlítás parancs segítségével GOM Inspect Professional szoftverben

Általánosságban tehát elmondható, hogy az optikai 3D szkennelés egy széleskörűen alkalmazható, az ipari feladatokba jól integrálható mérési technológia. A következőkben egy esettanulmány keretében mutatom be egy lehetséges alkalmazását, bizonyítandó a fenti állítás helyességét.

3. Esettanulmány

Az esettanulmányban egy fröccsöntött műanyag alkatrész (**4. ábra**) mérését mutatom be, GOM ATOS Core 200 optikai 3D szkennel, valamint a hozzá tartozó GOM ATOS Professional és GOM Inspect Professional mérőszoftverek segítségével.



4. ábra. A vizsgált alkatrész

Az alkatrész mérése annak kapcsán vált szükségessé, hogy a gyártását végző szerzőságot lecserélték, amivel egy időben új beszállítóhoz is került. A vizsgálat célja az volt, hogy kiderüljön, van-e eltérés az új számmal készült darabok és a korábbiak között.

A mérési körülmények szempontjából fontos, hogy a műanyag alkatrész több, beépülő fém elemet tartalmaz, amik fényvisszaverő tulajdonságaikat tekintve eltérők. Ezért szükségessé vált speciális, tükröződéségtlő anyag felvitele, ami a felü-

letek kontrasztviszonyait közel azonossá tette.

A kezdeti elképzelés szerint az összehasonlító mérést hagyományos, érintéssel dolgozó koordináta-mérőgéppel végezték volna el, ám végül az optikai 3D szkennelés mellett született döntés. Ennek két oka volt. Egyrészt, az új szerszámmal készült mintákon felfedezhetőek voltak olyan kilökönymok, amik a korábbiakon nem, ezért célszerűnek tűnt részletes felületösszehasonlítást végezni. Másrészt, a termék fejlesztői előírtak felületre vonatkozó alaktűrést, amit legkönnyebben optikai 3D szkenneléssel lehet vizsgálni.

A szkennelési stratégiát ebben az esetben elsősorban az határozta meg, hogy szükséges volt a felület tükröződésmentesítése, illetve az a tény, hogy két felvétel-sorozatot kellett készíteni annak érdekében, hogy a teljes geometria rendelkezésre álljon.

Problémát egyedül az alkatrész oldalain látható, szűk hornyok jelentettek, ezek mélységét később más módszerrel kellett megmérni. Ezen kívül minden más paramétert sikerült kellő pontossággal vizsgálni.

A mérés eredményeinek elemzése során fény derült rá, hogy több olyan pozíciótűrés sem teljesül, amik korábban megfeleltek az előírtaknak. Mivel ez már a mért darabok beépítése, az alkatrész összeszerelése előtt kiderült, sikerült megelőzni jó néhány selejtet a gyártási későbbi fázisaiban.

Szintén sikerült vizsgálni az említett profil-alaktűrést, illetve számszerűsíteni a fröccsöntési hibák értékét. Ezt követően, a beszállítóval együttműködve, kijavításra került a fröccsöntő szerszám.

A javítások után újabb minta érkezett bemérésre, amiket a korábban megszokottnál jóval gyorsabban lehetett bemérni, ugyanis a szkennelés után mindössze le kellett generálni a korábban felvett méreteket az új poligonhálókra. Bebizonyosodott, hogy a mérések alapján eszközölt változtatások helyesek voltak, és a termék beveze-

tése a sorozatgyártásba az előre tervezett időpontban elérhetővé vált. Ebben egyértelmű szerepe volt az optikai 3D szkenneléssel végzett méréseknek.

4. Összegzés

Az optikai 3D szkennelés szerepe a modern mérés technikában megkérdőjelezhetetlen. Mára az iparban széleskörűen elterjedté vált, ezért érdemes és fontos nagy figyelmet fordítani rá. A tanulmányban bemutatásra kerültek a technológia leginkább előremutató előnyei, valamint egy esettanulmány keretében a konkrét alkalmazására is láthatunk példát. Ez alapján megállapítható, hogy az optikai 3D szkenneléssel dolgozó mérőrendszerek kezelése nagy szakértelmet igényel, azonban ennek megléte esetén kiváló alternatívája lehet a hagyományos mérőrendszereknek, sőt, egyes esetekben ki is válthatja azokat.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Tünde Kovács-Coskun: *Explosive Surface Hardening of Austenitic Stainless Steel*. 3rd International Conference on Competitive Materials and Technology Processes. Miskolc-Lillafüred, 2014.
- [2] Jens Gühring: *3D-Erfassung und Objektrekonstruktion mittels Streifenprojektion*. Institut für Photogrammetrie der Universität Stuttgart. Stuttgart, 2002.
- [3] Heinz-Jürgen Przybilla: *Streifenprojektion – Grundlagen, Systeme und Anwendungen*. Hochschule Bochum, Fachbereich Vermessung und Geoinformatik. Bochum, 2014.
- [4] <http://r-design.hu/hu/atos-scanbox-merocella> (letöltve: 2017.02.02.)
- [5] Czvikovszky Tibor, Nagy Péter, Gaál János: *A polimertechnika alapjai*. Kempelen Farkas Hallgatói Információs Központ. Budapest, 2007.
- [6] Horváth Richárd, Laczik Bálint, Zentay Péter: *Application of Reverse Engineering in Manufacturing Design and Technology*. XXV. International Scientific Conference. Miskolc, 2011.

ÍVHEGESZTÉSI ELJÁRÁSVÁLTOZATOK FEJLESZTÉSEI

DEVELOPMENTS OF ARC WELDING PROCESS VARIANTS

Bitay Enikő¹, Bagyinszki Gyula²

¹Sapientia – Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Marosvásárhelyi Kar, Románia, 540485 Marosvásárhely (Koronka), Segesvári út 1.C., ebitay@ms.sapientia.ro

²Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Magyarország, 1081 Budapest, Népszínház u.8, bagyinszki.gyula@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

It can be concluded that the application rate of welding processes on the basis of the used electrode numbers. The used electrodes for high strength steels are 65% of solid wire, 33% of cored wire and just 2% of the consumable electrode. These ratios are representative of the larger productivity, reduced costs and competitiveness in pursuit of demand. This article reviews the main excerpts of the variants welding process developments.

Keywords: fusion welding, consumables, shielding gas, material transfer, power supply

Összefoglalás

Az ívhegesztési eljárásváltozatok alkalmazási arányára a hozaganyag felhasználásból lehet leginkább következtetést levonni. A növelt szilárdságú acélok hegesztéséhez felhasznált hozaganyag 65 %-a tömör huzal, 33 %-a porbeles elektródahuzal és mindössze 2 %-a bevont elektróda. Ezek az arányok jól jellemzik a nagyobb termelékenységre, a költségek csökkentésére és versenyképességre törekvő igényt. Ez a cikk az ívhegesztés főbb eljárásváltozatainak fejlesztéseit tekinti át kivonatossan.

Kulcsszavak: ömlesztő hegesztés, hozaganyag, védőgáz, anyagátmenet, áramforrás

1. Fogyóelektródás eljárások

Az MSZ EN ISO 4063 szerint 131-es, 132-es és 133-as jelű fogyóelektródás, semleges (Ar, He) védőgázos (MIG-/Metall Inert Gas/) ívhegesztésekre jellemző, hogy teker-cselt (131-es tömör, 132-es hegesztőpor-, 133-as fémpor-töltetű) hozaganyagot alkalmaz. A nagyobb védőgázköltségek miatt könnyű- és színesfémekhez, ill. erősen ötvözött acélokhoz célszerű.

A 135-ös, a 136-os és a 138-as számjelű fogyóelektródás, aktív védőgázos (MAG-/Metall Active Gas/) ívhegesztések közül a

leolvadó (135-ösnél tömör, 136-ösnél hegesztőpor-, 138-asnál fémportöltetű) huzal reakcióképessé váló atmo-szférában jut az ömledékbe (hegfürdőbe). Elrendezésében a 72-es számjelű elektro-salakhegesztésre hasonlító, 73-as számjelű elektro-gázhegesztés függőleges kényszer-helyzetű MAG-hegesztés.

Az egykomponensű CO₂ védőgázt háttérbe szorító keverék védőgázos hegesztésnél az argon hatására (pl. 82 % Ar + 18 % CO₂) javul(nak) az ívstabilitás, az anyagátvitel, a varratalak ill. -felület, a varratanyag mecha-nikai tulajdonságai, és csökken a fröcskölés. Növelt áramerősség

esetén legfeljebb 25 % CO₂-tartalomig biztosítható a rövidzárlat nélküli anyagátmenet.

A kettősgázfűvőkás fogyóelektródás ívhegesztésnél vagy MAGCI-hegesztésnél egy külső fűvőkán keresztül szén-dioxidot (C), egy belső fűvőkán át argont (I) vezetnek az ív köré. Az argon gázburok a leolvadó tömör vagy porbeles huzalvég környezetében létesít kedvező semleges védőgáz atmoszférát, elősegítve a finomcseppes anyagátvitelt. A keverék védőgáz as ívhegesztéshez képest fordított a drágább Ar és az olcsóbb CO₂ felhasználásának aránya, ami javítja az eljárás gazdaságossági mutatóit. Védőgázkeverő helyett viszont speciális, kissé „robotos” hegesztőfejet igényel.

A háromkomponensű (Ar+CO₂+O₂) védő-gázban már viszonylag kis áramerősségnél is létrejön a rövidzárlat nélküli csepp-átmenet. Héliumot is adagolva a gázkeverékhez (pl. 65 % Ar + 8 % CO₂ + 0,5 % O₂ + 26,5 % He), mélyebb beolvadás és nagyobb leolvadási teljesítmény érhető el. Ezzel a forgóíves anyagátmenet is megvalósítható, aminek feltételei: $i > 300 \text{ A/mm}^2$, $P > 20 \text{ kW}$ (megfelelő áramforrás), $v_{\text{huzal}} > 20 \text{ m/min}$ (alkalmas huzalélőtől). Ez az ún. T.I.M.E.-Process (Transferred Ionized Molten Energy Process, azaz „átvitt ionizált ömledék energia”) eljárásváltozat. Elsősorban vastag lemezek vízszintes helyzetű gépi hegesztésénél alkalmazzák.

A védőgáz jelentősen befolyásolja az anyagátmenetet, a rövidzárlati jelenségeket, az ömledék oxidációs folyamatait és a beolvadási mélységet. Az ívformákkal összefüggő anyagátvitel a védőgáztól és a hegesztési jellemzőktől függően többféle lehet, amire az eljárás számjelét kiegészítő betűjel is utalhat: D – dip or short-circuit transfer (durvacseppes vagy rövidzárlatos anyagátvitel), G – globular transfer (gömbcseppes anyagátvitel), S – spray transfer

(permetszerű anyagátvitel), P – pulsed transfer (impulzusos anyagátvitel).

Impulzusos ívvel – az impulzusok periodicitásának beállításával – irányított cseppátmenet jön létre. Az alapáram akadályozza az ömledék és az elektródavég megdermedését, míg az erősebb áramimpulzus hatására egy vagy több cseppben megy át az anyag az ömledékbe. Semleges vagy nagy Ar-tartalmú védőgáz szükséges hozzá.

Gazdaság(osság)i és környezetvédelmi okok miatt az alkalmazott lemezvastagságok csökkennek. Az előgyártás költségeinek csökkentése érdekében a szerkezetek tervezői nagyobb tűréseket engednek meg, ennek eredményeként azonban a hegesztotechnológus gyártás közben a résáthidaló képesség problémájával szembesül.

Vékony lemezek, illetve nagy illesztési hézag esetén alkalmazható az a váltakozó áramú megoldás, amelynél az elektróda negatív polaritása alatt – a nagyobb hőterhelés miatt – a képződő csepp nagyobb méretű, ami jó résáthidaló képességet tesz lehetővé. Azonban a hőbevitel és a beolvadási mélység kisebb lesz. A pozitív és negatív polaritás aránya változtatható, ezáltal a hőbevitel és a leolvadás széles határok között kézben tartható. A MIG/MAG-lézer- (hibrid-)hegesztés a jobb résáthidaló-képességű fogyóelektródás védőgáz as ívhegesztés és a mélyebb beolvadású lézerhegesztés kombinálása.

A következő igény a hő által okozott alakváltozás, az elhúzódas kis értéken tartása, miáltal sokkal pontosabb szerkezetek gyárthatók, illetve a visszamaradó feszültségek értéke csökkenthető. Ezekért a feszültségekért is a hegesztési hőbevitel felelős és a szerkezetet külső terhelés hiányában is igénybe veszik.

A CMT (Cold Metal Transfer, azaz Hideg FémÁtvitel) eljárásváltozat egy MIG/MAG mártogató-anyagátvitelű ívfolyamat, mely rövidzárlatos hegesztés kis hőbevitellel, „mechanikus” elvű

cseppleválasztással. Az eljárásváltozat főbb jellemzői: szabályzási rendszerbe integrált huzalelőtolási módszer, fröcskölésmentes hegesztési folyamat, nagyon alacsony hőbevitel, stabil ív.

Következő fontos szempont a fröcskölés csökkentése, ami több fogyóelektródás eljárásváltozatnál elkerülhetetlen, bár megfelelő védőgázzal, helyes paraméter beállítással és pisztolyvezetéssel jelentősen csökkenthető. Az STT (Surface Tension Transfer, azaz Felületi Feszültségű Átvitel) eljárásváltozat anyagátvitelében a felületi feszültség kap nagyobb szerepet. Alkalmos elektronikával komplex áramerősség-idő függvény valósítható meg.

2. Nemfogyóelektródás eljárások

A 14-es számjelű nem fogyóelektródás, védőgázos ívhegesztéseknél egy rendszerint oxidívözésű volfrámelektróda és a hegesztendő anyagok között ég az ív, miközben az ömledéket semleges (a 141-es TIG- /Tungsten Inert Gas-/ hegesztésnél, a 142-es és a 143-as változatnál), redukáló (145-ös és 146-os változatnál) vagy aktív komponenst is tartalmazó (147-es változatnál) védőgázburok védi. Ívgyújtásra egy nagyfrekvenciás, nagyfeszültségű tápegység szolgál, amely szikrakisülés révén ionizálja az ívközt és ezzel lehetővé teszi az ív begyújtását az elektróda és a munkadarab összeérintése (ill. ebből adódható szennyezés) nélkül. Alkalmos elektronikával – szabályozottan kicsi kezdő árammal – a kontakt ívgyújtás is lehetséges.

A 142-es autogén változathoz nem szükséges huzal vagy pálcá hozaganyagot (141-es és 145-ös változatnál tömör, 143-as és 146-os változatnál porbeles) kézzel vagy huzaladagoló egység segítségével lehet az ívbe vezetni. Az eljárás drága és különleges anyagok hegesztéséhez használatos, főként a gyökvarratokhoz. Váltakozóáramú változata lehetővé teszi - a stabil felületi

oxidréteg megbontása révén - alumínium hegesztését is.

Az ATIG-hegesztés aktiválóporos TIG-hegesztés, ami jelentős beolvadási mélység növekményt produkál a TIG-hegesztéshez képest. Az aktiválóport (TiO_2 , SiO_2 , Fe_2O_3) igen kis rétegvastagságban, manuálisan vagy gépi segítséggel viszik fel a felületre. Az ATIG-hegesztéshez hasonló hatások érhetők el az FBTIG (Flux-Bonded TIG) azaz porbevonatos TIG-hegesztéssel.

Ugyancsak nemfogyóelektródás, védőgázos eljárás a 15-ös számjelű plazmaívhegesztés, melynél elektromos ív segítségével ionizált gázt alkalmaznak hőforrásként. Hegesztés közben semleges védőgázburok védi a varratképződés helyét a környezeti hatásoktól. A jellemző áramerősség-tartomány szerint megkülönböztethető:

- kisáramú (0,1...20 A) vagy mikroplazma-hegesztés, ami a vékony (0,02...1,5 mm) anyagok kötőeljárása, és a kis áram esetén is stabil ívet biztosít;
- középáramú (20...100 A) vagy beolvasztó- („melt-in”) technikájú hegesztés, elsősorban kézi plazmaívhegesztéshez;
- nagyáramú (100 A feletti) vagy kulcslyuk- („key-hole”) technikájú hegesztés, gépesített plazmaívhegesztéshez.

Hibrid-eljárásváltozatai a következők:

- plazma-MIG-hegesztés: a MIG-hegesztés ívoszlópa köré stabilizáló plazmaívet vezetve, nagy huzalkinyúlással nagy fajlagos leolvadás érhető el, ill. a hegesztési sebesség is jelentősen megnövelhető;
- plazma-TIG-hegesztés: főként gépesített hegesztésekhez, a hegesztési sebesség és a varratminőség optimalizálása céljából.
- elkülönített lézer- és plazmafejjel megvalósuló, közös munkafelületre irányított plazma-lézer hegesztés;
- közös hatásvonalú plazma-lézer hegesztés, ahol a fókuszolt lézersugárzás hozzávezetése a W-elektróda kúpos üregén, ill. a plazmaíven keresztül valósul meg.

3. Ívhegesztő áramforrások

Akár kézi, akár gépesített (robotosított) hegesztésről legyen szó, fontos hogy a korszerű áramforrások széles tartományban szabályozhatók legyenek, kompenzálják a „szerényebb” hegesztői képességeket is, továbbá akár a WPS betartását is “ki tudják kényszeríteni”. A több eljárásra ill. impulzusteknikára is alkalmas, polaritás-váltós, digitális irányítású, inverteres hegesztőgépek „tudják” a MIG/MAG, a porbeles huzalos önvédő, a MMA (beleértve a cellulóz bevonatú elektródást) és TIG hegesztést, valamint az ívgyalulást is. Pl. 60 %-os bekapcsolási idő (X) esetén 500 A, vagy X = 100 % mellett 300 A terhelést bírnak, zárt rendszerű vízhűtőt alkalmazva.

A fejlesztések meghatározó tényezői a digitális jelprocesszorok és a megfelelő szoftver által felügyelt szinergikus függvények. Ezek a hardver változtatása nélkül növelik a hegesztés pontosságát és reprodukálhatóságát, így alapvető feladat meghatározni és újragenerálni elektronikus formában a hegesztési paramétereket. Ha a pillanatnyi aktuális értékek rendelkezésre állnak, úgy bármikor automatikusan állíthatók a célértékek elérése érdekében. A digitális hegesztéstechnológia révén a felhasználók tökéletesen illeszteni tudják a rendszert a különböző anyagminőségekhez, hegesztőanyagokhoz, védőgázokhoz és eljárás-paraméterekhez.

További innováció a hegesztő áramforrások vezeték nélküli irányítása. Pl. egy tablet PC-re telepített szoftver WLAN kapcsolaton keresztül központi irányítást és ellenőrzést tesz lehetővé az erre alkalmas

áramforrásoknál. Így nem szükségesek lokális irányító panelek minden egyes áramforrásnál. A teljes körűen adminisztráló és analizáló szoftver ezen kívül lehetőséget nyújt a hegesztési adatok és a szinergikus függvények grafikus kiértékelésére is.

Következtetések

Az ömlesztő hegesztési eljárások között a legfontosabbak az ívhegesztések, ezt még a számjelölésük 1-es kezdőszáma is hangsúlyozza. Az ipari igények az utóbbi időben a védőgázos eljárások felé fordultak, melyeknél nem csak a gázok és a munkarend, hanem a fejlett elektronikájú gépek is befolyásolják a varratképzés minőségét.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Bagyinszki Gyula, Bitay Enikő: *Hegesztéstechnika I. Eljárások és gépesítés*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 2010 (ISBN 978-606-8178-04-2)
- [2] Bagyinszki Gyula, Bitay Enikő: *Hegesztéstechnika II. Berendezések és mérések*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 2010 (ISBN 978-606-8178-04-2)
- [3] Komócsin Mihály: *A hegesztőeljárások fejlődése a közelmúltban*, Miskolci Egyetem
- [4] Somoskői Gábor: *Kis hőbevitelű hegesztés elvi alapjai és gyakorlati alkalmazásai*, OGÉT 2012
- [5] Somoskői Gábor: *Kis teljesítményű eljárásváltozatok és az anyagátvitel módjai a fagyóelektródás hegesztés területén*, Gép LXIV. évfolyam 8. szám, 31-34. oldal
- [6] Dobránszky János, Sándor Tamás, Magasdi Attila: *Az AVI-hegesztés különleges eljárásváltozatai: az ATIG-hegesztés és az FBTIG-hegesztés*, MTA-BME Fémtechnológiai Kutatócsoport

A Fe(II)/Fe(III) ARÁNY MEGHATÁROZÁSA EPR SPEKTROSKÓPIAI ÚTON MAROSVÉCSI (BRÂNCOVENEȘTI), MIKHÁZI (CĂLUGĂRENI) ÉS FELSŐRÉPAI (VĂTAVA) RÓMAI KORI VASSALAKOKBAN

EPR SPECTROSCOPIC DETERMINATION OF THE Fe(II)/Fe(III) RATIO IN ROMAN SLAGS FROM BRÂNCOVENEȘTI (MAROSVÉCS), CĂLUGĂRENI (MIKHÁZA) AND VĂTAVA (FELSŐRÉPA), ROMANIA

Bitay Enikő¹, Kacsó Irén², Toloman Dana², Pánczél Szilamér³, Veress Erzsébet⁴

¹*Sapientia Hungarian University of Transylvania, Faculty of Technical and Human Sciences, OP 9 CP 4, 540485, Tîrgu Mureș, Romania, Tel.+40-751-016063, ebitay@ms.sapientia.ro*

²*National Institute for Research and Development of Isotopic and Molecular Technologies INCDTIM, OP 5 CP 700, 400293, Cluj, Romania, Tel.+40-745-645670, iren.kacso@gmail.com*

³*Mureș County Museum,.8 Mărăști str., 540328, Tîrgu Mureș, Romania, Tel +40-721-487661, pszilamer@yahoo.com*

⁴*Transylvanian Museum Society, OP 1 CP 191, 400750, Cluj, Romania, Tel. +40-743-119275, veresserzsebet@gmail.com*

Abstract

The Fe(II)/Fe(III) ratio constitutes a significant parameter of the archaeological iron slags. It facilitates the samples classification in smelting and/or smithing slags and characterizes the redox conditions during the iron smelting and processing. After a short outline of the investigated samples our paper presents the preliminary results obtained regarding the Fe(II)/Fe(III) ratio of the selected slag samples obtained by the EPR spectroscopic method proposed.

Keywords: *Archaeometric iron slags, EPR spectroscopy, Fe(II)/Fe(III) ratio*

Összefoglalás

A Fe(II)/Fe(III) arány a régészeti vassalalakok egyik fontos jellemzője. Ismerete megkönnyíti a leletek bucavasgyártáshoz (kohósalak) vagy feldolgozáshoz (kovácssalak) kapcsolását. A vizsgált vassalalakok rövid jellemzése után a dolgozat ismerteti a javasolt EPR spektroszkópiai módszerrel a Fe(II)/Fe(III) arányra nyert előzetes eredményeinket

Kulcsszavak: *Régészeti vassalalakok, EPR spektroszkópia, Fe(II)/Fe(III) arány*

1. Bevezető

A vassalakok közös jellemzője nagy vastartalmuk, elsősorban Fe(II)-ként, wüstitbe (FeO) és fayalitba kötve (Fe_2SiO_4). A Fe(II) egy része azonban a salak kihülése és az eltemetődés ideje alatt kisebb-nagyobb mértékben visszaoxidálódik Fe(III)-ra (hematit, Fe_2O_3 , magnetit, Fe_3O_4). Kisebb mennyiségben szinte minden salakban előfordulnak vasszemcsék is (Fe^0).

Az egyes vassalak típusok esetében a teljes vastartalomra vetített Fe(II)/Fe(III) arány jellemző módon eltérő (eltérő a Fe^0 mennyiség is, de a jelen dolgozatban erre nem térünk ki). A FeO/ Fe_2O_3 arány ismerete megkönnyíti a salakleletek tipizálását, kohósításhoz (bucasalak: folyósalak, kemencesalak, esetleg ezek átmenete) vagy feldolgozáshoz (bucaizzító kemencében az előkovácsoláskor keletkezett salak vagy kovácssalak) való társítását.

A jól átolvadt *folyósalak* sötét, sima felületű, üvegesen csillogó, nagy sűrűségű, kisebb gázbuborék zárványokkal, a részleges (re)oxidálódás következtében (barnás részek!) Fe_2O_3 tartalma elérheti a 10 %-ot. A *kemencesalak* világosabb barnás-vörös, sok kisebb-nagyobb gázbuborékkal, sűrűsége kisebb. FeO tartalma nagyrészt fayalitként lekött, Fe_2O_3 tartalma az folyósalakénál nagyobb, köszönhetően a lassú kihülés során bekövetkező nagyobb mértékű oxidációnak, és a benne maradt vasszemcsék természetes rozsdásodásának. A kovács-tűzhelyen újraizzított buca tömörítésekor kipréselt, illetve a kovácsoláskor lepattant *kovácssalakok* Fe_2O_3 tartalma a velük együtt letört vasszilánkok rozsdásodása miatt akár 30-40 % is lehet [1].

A FeO/ Fe_2O_3 arány meghatározásához szükséges a vassalak minták Fe(II) és Fe(III) tartalmának ismerete. A Fe^{2+} és Fe^{3+} külön-külön meghatározására a vassalakok

ásványi összetételéhez hasonló szilikát alapú geológiai minták esetében előbb mérik a könnyebben oldható Fe^{2+} tartalmat (titrimetriás módszerrel, vagy színes komplexként spektrofotometriásan), majd savas vagy lúgos oxidációs feltárás és oldatba vitel után Fe^{3+} -ként a teljes vasat (Fe_{tot}), végül ezek ismeretében kiszámítják a kezdeti Fe^{3+} tartalmat. A Fe_{tot} meghatározása lehetséges a körülményes mintaelőkészítést kiküszöbölő mérési módszerekkel is (XRF spektroszkópia, lézerablációs ICP-OES spektroszkópia PGAA), ezek azonban a nagyműszerek árából következően drágábbak, a megfelelő analitikai pontossághoz pedig költséges standardok használatát feltételezik

A dolgozatban javasolt EPR (Elektron Paramágneses Rezonancia) spektroszkópiai eljárás esetében az analitikai műszer szintén viszonylag nehezebben hozzáférhető, és a mérések csupán relatív, félkvantitatív Fe^{2+} és Fe^{3+} értékekhez juttatnak. A módszer azonban nem igényli drága standardok, költséges vagy veszélyes vegyszerek használatát, a mintaelőkészítés egyszerű, az eredmények pedig megfelelnek a velük szemben támasztott elvárásoknak.

2. Kísérleti rész

2.1. A javasolt módszer

Mágneses tér jelenlétében az elektronok $E = g\beta H m_s$ járulékos energiára tesznek szert ($m_s = \pm 1/2$ az elektronspin vetülete a H mágneses tér irányára, a spin tériránnyal parallel vagy antiparallel orientációjának megfelelően, β a Bohr magneton, g az elektron g -faktora). A párnélküli elektronok járulékos energiája a két orientációnak megfelelően $E_1 = 1/2 g\beta H$ és $E_2 = -1/2 g\beta H$; $\Delta E = g\beta H$. A szokásos 3400 G (340 mT) mágneses tér esetén $\Delta E = 6.32 \times 10^{-24}$ J (a hőmozgás átlagos energiája 300 K hőmérsékleten mintegy három nagyságrenddel nagyobb). *Elektronparamágneses rezonancia* lép fel, ha a rendszer

A Fe(II)/Fe(III) arány meghatározása EPR spektroszkópiai úton marosvécsi (Brâncovenesti), mikházi (Călugăreni) és felsőrépai (Vătava) római kori vassalakokban

olyan elektromágneses térbe kerülve, amelynél teljesül a $h\nu = g\beta H$ feltétel (ν a spektrométerben alkalmazott frekvencia), a két energiaállapot közötti értékek megfelelő energiát ad le vagy vesz fel.

Az EPR-spektroszkópia alkalmas a legtöbb átmeneti- és ritkaföldfém vegyület vizsgálatára. A spektrumjelek alatti terület nagysága, illetve a jelek intenzitása analitikai (félkvantitatív) információval szolgál a vizsgált mintában levő EPR aktív speciésekről.

Az általunk javasolt analitikai módszer: a porított mintáknak elkészítettük a Fe^{3+} mennyiségeket jellemző EPR spektrumát, majd a Fe^{2+} levegőn hevítéssel való feloxidálása után megismételtük az EPR spektrumok felvételét. A FeO/Fe_2O_3 arányt a spektrumjelek intenzitását összehasonlítva számítottuk ki.

2.2. A minták vizsgálata

EPR spektroszkópiai vizsgálatra a három lelőhelyen begyűjtött salakok közül az előzetes XRF és FTIR analízis után [2] és az optikai mikroszkópos eredmények alapján a hat legnagyobb mértékben különböző mintát választottuk ki.

Az egyes salakdarabok *mikroszkópos vizsgálatára* Dino-Lite Edge AM4115T típusú digitális mikroszkópot és DinoCapture 2.0 képfeldolgozó programot használtunk. A vizsgálatokat a minták friss töretén végeztük, a törésfelületeket a vizsgálat előtt nem csiszoltuk le.

Az EPR spektrumok felvétele Bruker ELEXSYS E500 típusú spektrométerrel történt, az X-frekvenciatartományban (9.46 GHz), szobahőmérsékleten. A mérésekhez $0.063 \mu m$ részecskeátmérőnél finomabbra porított mintákat használtunk. A vizsgálatot minden minta esetében kétszer végeztük el: minden előkezelés nélkül, illetve hat órás, $300^\circ C$ hőmérsékleten történő hőkezelés után. A levegő jelenlétében végzett hőkezelés hőmérséklete és időtartama

ellegendő volt ahhoz, hogy a minták teljes Fe^{2+} tartalma oxidálódjon.

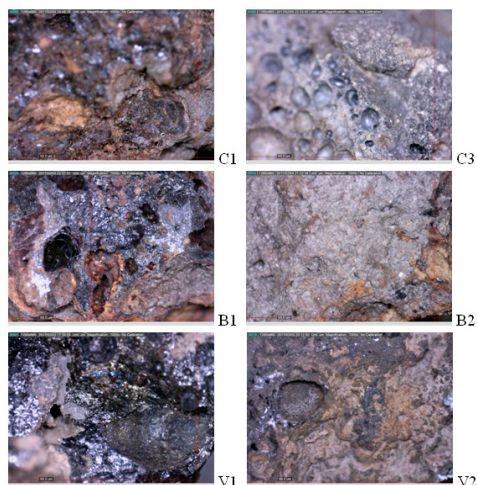
2.3. Eredmények

Az EPR spektroszkópiai módszerrel vizsgált salakok röntgenfluoreszcencia analízissel meghatározott elemi összetételét az **1. táblázat** tartalmazza.

1. táblázat. *A salakminták makro- és mikroelemi összetétele (tömbi XRF mérések). [2]*

	Salakminták					
	Marosvécs		B4	Mikháza		Felsőrépa
	B1	B2		C1	C3	V
Fe	276220	342819	116424	338675	66315	398613
Ca	10754	43412	16608	21297	38532	2487
Ti	2329	—	5327	—	5765	3255
Mn	1563	640	4230	1132	1245	1360
Co	910	1515	79	1117	92	2143
Ba	722	654	792	355	432	257
Sr	135	277	122	124	196	17
Pb	921	406	—	442	—	527
Zr	122	33	243	56	185	100
Mo	90	194	—	211	—	293
Bi	38	120	—	119	—	176
Rb	70	65	69	50	73	86
Zn	62	—	62	62	68	—
Cu	—	—	—	—	37	—
Br	—	35	—	22	—	46
As	—	—	22	—	—	—
Au	—	28	—	62	—	44

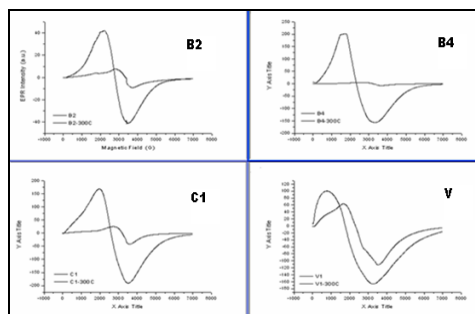
A B1, B2, C1, C3 és V mintára jellemző mikrofelveleteket az **1. ábra** mutata be.



1. ábra. *A vassalak töretek mikroszkópos képe (polarizáció nélkül., nagyítás: 500x)*

A mikrofelvételekről leolvasható ásványtani adatok kiértékelése folyamatban van, az eredményeket pedig szükségesnek látjuk az egyelőre részlegesen rendelkezésre álló RDX adatokkal összevetni, ezért a jelen dolgozat erre nem tér ki. A minták különbözőzése azonban így is megállapítható. A jól kristályosodott B1 és B2 mintákban könnyen azonosítható a fayalit és a wüstit fázis, jól fejlett magnetit kristályok is láthatók. A C1 és C3 mintára jellemző a fémszemcse jelenlét. A V minták egyaránt tartalmaznak fémkiválást és kevésbé jól kristályosodott magnetitet.

A B2, B4, C1 és V mintákon felvett EPR spektrumokat a 2. ábrán tettük közzé.



2. ábra. Hőkezelés nélküli és hőkezelt salakmintákon felvett EPR spektrumok.

A spektrumadatokból kinyert eredményeket a 2. táblázatban foglaltuk össze.

2. táblázat. Az EPR spektrum-intenzitásokból számolt Fe^{2+}/Fe^{3+} arányok

Minta	$10^8 \cdot I_{Fe(III)}$	$10^8 \cdot I_{Fe(tot)}$	$10^8 \cdot I_{Fe(II)}$ $I_{Fe(tot)} - I_{Fe(III)}$	Fe^{II} / Fe^{III}
B1	3.30	4.13	0.83	0.252
B2	0.23	1.05	0.82	3.565
B4	0.13	4.92	4.79	36.846
C1	0.61	5.60	4.98	8.164
C3	0.75	1.79	1.04	1.387
V1	2.52	3.88	1.36	0.539

A szakirodalomban az EPR spektroszkópia gyakorlatilag nem ismert szervesetlen analitikai módszerként:

szervesetlen anyagok esetében elsősorban az EPR-aktív átmenetifém ionok koordinációs szimmetriájának vizsgálatára használják. A vas oxidációs állapotára vonatkozóan is csak néhány, főleg vastartalmú agyagok kerámiák, üvegek jellemzésével kapcsolatos adatot találtunk. [3-7]

A 2. táblázat adatainak alapján azonban megállapítható, hogy a javasolt módszer alkalmasnak bizonyult a mintákra jellemző Fe^{2+}/Fe^{3+} arány mennyiségi meghatározására.

3. Következtetések

A dolgozatban bemutatott eljárás új, kényelmesebb, a régészeti mintákból kevesebb anyagot igénylő lehetőséget teremt a vassalakokkal kapcsolatos egyes technológiai kérdések tisztázására.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Török B.: *Archeometallurgia*. Miskolci Egyetem, 2013, 118.
- [2] Bitay E., és mások: *Vassalak leletek a római limes erdélyi, Maros megyei szakaszáról (Marosvécs, Mikháza, Felsőrépa)*. FTIR és XRF spektroszkópiai jellemzés, *Műszaki Tudományos Közlemények*, 5, A XXI. FMTÜ, EME, Kolozsvár, 2016, 105-108.
- [3] Murphy, D.M.: *EPR spectroscopy of polycrystalline oxide systems*. In *Metal Oxide Catalysis*. WILEY-VCH, 2009, 1-50
- [4] Ionescu, C., és mások: *Insights into the EPR characteristics of heated carbonate-rich illitic clay*. *Applied Clay Science*, 97, 2014, 138-145.
- [5] Nunes, K.P., és mások: *Study of the Firing Temperature of Marajoara Archaeological Ceramics by EPR Associated to INAA Data*. *Journal of Environmental Science and Engineering*, A, 1(9A), 2012. 1108.
- [6] Bortolussi, C., és mások: *Luminescence and EPR properties of prehistoric ceramics from Al-Khiday excavation site, Sudan*. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 13(3), 2013, 81-92.
- [7] Dunaeva, E.S., és mások: *ESR spectroscopy of FeIII ions in sodium silicate glasses*. *Russian Chemical Bulletin*, 63(1), 2014, 60-63.

LEVENDULA EXTRAKCIÓJA NAGY NYOMÁSÚ SZÉN-DIOXIDDAL

EXTRACTION OF LAVENDER BY HIGH PRESSURE CARBON-DIOXIDE

Bobek Janka¹, Rippelné Pethő Dóra²

Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék, H-8200, Magyarország, Veszprém, Egyetem utca 10.

¹bobekj@almos.uni-pannon.hu

²pethod@almos.uni-pannon.hu

Abstract

Extract of natural materials could be carried out with different processes namely, steam distillation, water distillation, Soxhlet-extraction and supercritical fluid extraction. In our study the supercritical extraction of *Lavandula angustifolia* by carbon-dioxide was investigated. Our aim was to determine the effect of pressure, temperature and co-solvent on the quantity and quality of lavender essential oil.

Keywords: lavender, supercritical, yield, pressure temperature

Összefoglalás

Természetes eredetű komponensek extrakciója számos módszerrel kivitelezhető nevezetesen vízdesztilláció, gőzdesztilláció, Soxhlet-extrakció és szuperkritikus oldószerrel végrehajtott extrakció. Munkánk során *Lavandula angustifolia* (Közönséges levendula) szuperkritikus extrakcióját vizsgáltuk különböző műveleti paraméterek mellett, szén-dioxid oldószerrel. Célunk volt meghatározni a műveleti nyomás és hőmérséklet, valamint a segédoldószer hatását a kinyert levendula illóolaj mennyiségére és minőségére összetételére.

Kulcsszavak: levendula, szuperkritikus, kihozatal, nyomás, hőmérséklet

1. Bevezetés

A növényi komponensek kinyerésnek számos módja van nevezetesen préselés, enflourage, szerves oldószeres extrakció (pl.: Soxhlet extrakció), vízgőz desztilláció. A szuperkritikus extrakció (SCE) nagy előnye a többi eljárásához képest, hogy egyszerű nyomáscsökkenéssel oldószermentes extraktumot kaphatunk. Számos oldószer alkalmas szuperkritikus oldószernek, mégis a szuperkritikus szén-dioxid a legelterjedtebb, mivel alacsony a kritikus hőmérsékle-

te (31,1 °C) és nyomása (73,8 bar), szagtalan, nem gyúlékony, nem toxikus, valamint olcsón, könnyen hozzáférhető. Az alacsony kritikus hőmérsékletnek köszönhetően a hőérzékeny komponensek is elválaszthatók. Az üzemletési paraméterek optimalizálásával (nyomás, hőmérséklet) szelektív extrakció valósítható meg. A szén-dioxid apoláris tulajdonsága miatt a poláris komponensek oldhatósága csekély, mely javítható poláris segédoldószerrel (pl.: etil-alkohol) adagolásával [1,2].

A *Lavandula angustifolia* (Közönséges levendula) az egyik legszelebb körben alkalmazható gyógynövény. A kozmetikaipar illatát és bőryugtató hatását használja ki a szappanok, a testápolók, a parfümök gyártása során. Az élelmiszeripar édes jellegű termékek cukorkák, sütemények ízesítésében alkalmazza, továbbá a provence-i fűszerkeverék egyik alkotója. Az utóbbi évtizedekben az aromaterápia is nagy népszerűsége telt szert. A levendulaolaj az egyik legnépszerűbb aromaterápiás illóolaj, elsősorban kellemes illata és nyugtató, görcsoldó hatása miatt. Stresszoldó hatásának köszönhetően az alvásproblémákon is segíthet [2,3].

2. Anyag és módszer

Célul tűztük ki, hogy különböző üzemeltetési paraméterek mellett vizsgáljuk a *Lavandula angustifolia* (Közönséges levendula) szuperkritikus extrakcióval nyert illóolaj mennyiségét és összetételét.

Az alapanyagot 2015. június végén Veszprémben (Magyarország) gyűjtötték, melyet hagyományos módon, kíméletesen szárítottak. Szárítást követően a mintát asztali darálóval aprítottuk, majd olyan mintát készítettünk, mely csak szarát, csak virágot, valamint szarát és virágot egyaránt tartalmaz. A kísérletekhez 300-800 µm szemcseméret közötti frakciót használtuk.

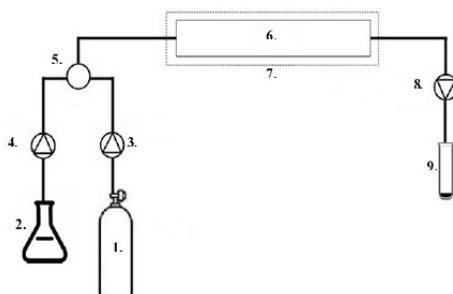
Az extrakciót szuperkritikus körülmények között, élelmiszer minőségű széndioxid oldószerrel kivitelezttük JASCO gyártmányú, analitikai méretű berendezésen (1. ábra). A vizsgálatok során kapott extraktumokat organoleptikusan, kihozatal számításával (1), valamint GC-MS analízissel értékeltük ki. A minőségi és mennyiségi analízis SHIMADZU gyártmányú GC-17A gázkromatográffal és UP-5000 MS tömegspektroszkóppal, hélium vivógázzal történt.

A levendula illatát elsősorban a linalol tartalmának köszönheti. A linalol mellett a linalil-acetát, a lavandulil-acetát és a

geranil-acetát is felelős a levendula kellemes, édeskés illatáért.

Az illóolajban továbbá megtalálható a kámfor és azok prekursorai, a cineol és borneol, melyek intenzív illatúak, kis mennyiségben kellemesek, míg nagyobb mennyiségben maró szagúak. A levendulában továbbá növényi olajokra jellemző palmitinsav is jelen van, mely komponens, azonban nem járul hozzá a növény illatához [2,3].

$$\text{kihozatal} = \frac{\text{kinyert oldószermentes minta tömege (g)}}{\text{bemért szárász levendula tömege (g)}} \cdot 100\% \quad (1)$$



1. ábra Kísérleti berendezés (1. CO₂ palack, 2. segédoldószer tartály, 3. CO₂-pumpa, 4. segédoldószer-pumpa, 5. dinamikus keverő, 6. extraktor oszlop, 7. termosztát, 8. nyomáscsökkentő egység, 9. extraktum gyűjtő edény)

3. Eredmények

A kísérletek során vizsgáltuk a növényi részek, az alkalmazott nyomás, hőmérséklet, a CO₂ térfogatáram, valamint segédoldószer alkalmazásának hatását az illóolaj kihozatalára és minőségi összetételére (1. táblázat).

A kísérletek során minden esetben 30 min extrakciós időt és 1,5 ml/min CO₂ áramlási sebességet tartottunk.

3.1. Növényi rész hatása

A levendula különböző növényi részeinek összetételében az eltérés már az extraktumok színében és illatában is megmutatkozott. A virágból kapott extraktum intenzív

sárga színű volt, illata kellemes, édeskés levendulára emlékeztető. A szárból nyert extraktum illata más karakterű, száraz szalmát idéző illatú és színe fakó sárga volt. A virágot és a szárat is tartalmazó extraktum illatán mindkét növényi rész jellegzetességét felfedeztük.



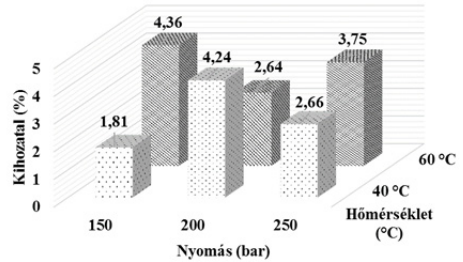
2. ábra A levendula különböző növényi részeinek kihozatala (virág 3. minta, szár 6. minta, virág és szár 8. minta (1.táblázat))

A 2. ábrán láthatjuk, hogy csak virágot tartalmazó alapanyagból kaptuk a legtöbb extraktumot (4,24 %). A szárból mindösszesen 1,44 % kihozatalt értük el, minőségi összetételét tekintve a karvomenton és kurmarin jelenléte magyarázatot ad a szárból nyert extraktum eltérő illatára. A növényi részek palmitinsav tartalma közel egyenlő volt. A további kísérleteket a levendula virágos részével folytattuk, mivel elsődleges célunk a levendula illatáért felelős komponensek kinyerése volt.

3.2. Nyomás és hőmérséklet hatása

A SCE egyik legnagyobb előnye a hagyományos vízgőz-desztillációhoz képest, hogy hőérzékeny komponensek kinyerése nagy hatékonysággal megvalósítható. Műveleti hőmérsékletnek, így 40 °C-ot választottunk, továbbá vizsgáltuk, hogy 60 °C hőmérsékleten hogyan változik az ekstrak-

tum mennyisége és összetétele. A kapott kihozatal eredmények a nyomás és hőmérséklet függvényében a 3. ábrán láthatók. A választott műveleti nyomás értékek 150, 200, valamint 250 bar volt.



3. ábra Levendula extrakciója során nyert kihozatal értékek a műveleti nyomás és műveleti hőmérséklet (1. táblázat)

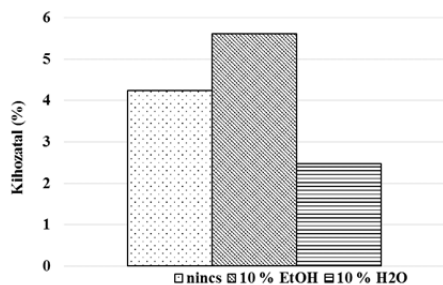
A legnagyobb kihozatalt (3. ábra), 4,36 %-ot 150 bar nyomás, 60 °C hőmérséklet alkalmazása során kaptuk (10. minta). A második legnagyobb értéket, 4,24 %-ot 200 bar nyomáson és 40 °C hőmérsékleten kaptuk (3. minta). A kihozatal során minden komponenszt számba vesszünk, nem csak a számunkra értékeseket. A 3. minta extraktuma intenzív sárga színű volt, továbbá kellemes, levendulára emlékeztető illata volt. A 10. mintából nyert extraktum színe halványabb volt és kevésbé édeskés levendula illatú. Az extraktor oszlopban maradt szilárd anyag illatmentes volt a 3. minta esetén, míg a 10. minta extrakcióját követően a raffinátumnak jellegzetes levendula illata maradt, melyből arra lehet következtetni, hogy nem minden illatanyagot sikerül kinyerni. A minőségi analízis alapján a 10. minta extraktumában nem volt kimutatható mennyiségű tetrahydro-geranilaceton, mely jelentősen hozzájárul a levendula illatához.

1. táblázat. Vizsgált paramétereket összefoglaló táblázata, az extrakciós idő minden esetben 30 min

Minta száma	Növényi rész	Hőmérséklet (°C)	Nyomás (bar)	CO ₂ áramlási sebesség (ml/min)	Segédoldószer
1.	virág	40	150	1,5	nincs
3.	virág	40	200	1,5	nincs
4.	virág	40	250	1,5	nincs
5.	szár	40	200	1,5	nincs
6.	virág, szár	40	200	1,5	nincs
7.	virág	40	200	1,5	10 % EtOH
9.	virág	40	200	1,5	10 % H ₂ O
10.	virág	60	150	1,5	nincs
11.	virág	60	200	1,5	nincs
12.	virág	60	250	1,5	nincs

3.3. Segédoldószer alkalmazásának hatása

Segédoldószer alkalmazásával nő a levendula extraktumának kihozatala, azonban a co-extrakciónak köszönhetően a fenolsavak, a klorofiliek és a viaszos komponensek mennyisége nő az extraktumban. Segédoldószer 2-30 % közötti mennyiségben szokás alkalmazni, ezért elsőként 10 %-nyi adagolást választottunk.



4. ábra. Segédoldószer hatása a kihozatalra (40 °C, 200 bar, 1,5 ml CO₂/min, 30 min extrakciós idő)

Az egyik leggyakoribb segédoldószer az etil-alkohol, mely alkalmazása következtében a kihozatal megnőtt a tiszta CO₂-hoz képest, azonban ez a növekedés a viaszos komponensek co-extrakciójának köszönhető, mely rontotta a termékminőséget és a rendszerben dugulást okozott.

3. Következtetések

Munkánk során *Lavandula angustifolia* (Közönséges levendula) szuperkritikus extrakcióját vizsgáltuk különböző műveleti paraméterek mellett. Kísérletet végeztünk a növényi rész, a műveleti nyomás és hőmérséklet, valamint a segédoldószer hatásainak feltérképezésére az extraktum mennyiségét és minőségét illetően.

Vizsgálataink alapján az általunk használt szuperkritikus berendezésben alapanyagként a levendula virágos részét javasoljuk. Az illóolaj kinyerés céljából 200 bar műveleti nyomást, 40 °C hőmérsékletet tartva, segédoldószer nem alkalmazva, 1,5 ml/min CO₂ térfogatáram és 30 min extrakciós időt javallott alkalmazni.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Lang, Q., Wai, C.M.: *Supercritical fluid extraction in herbal and natural product studies-a practical review* *Talanta*. 53, pp.771-782. 2001
- [2] Kim, N. S.; Lee, D. S.: *Comparison of different extraction methods for the analysis of fragrances from Lavandula species by gas chromatography-mass spectrometry* *Journal of Chromatography A*. 982, pp. 31-47. 2002
- [3] Varona, S.; Martin, A.; Cocero, M.J.; Gamse, T.: *Supercritical carbon dioxide fractionation of Lavandin essential oil: Experiments and modeling* *J. of Supercritical Fluids* 45, pp. 181-188. 2008

ÜZEMANYAG BIKOMPONENSEK ELŐÁLLÍTÁSÁHOZ TERMESZTETT MIKROALGÁK FELDOLGOZÁSOKOR KELETKEZŐ MELLÉKÁRAMOK HASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEI

UTILIZATION OF BYPRODUCTS FROM ALGAE BIOMASS THAT CULTIVATED FOR BIOFUEL PRODUCTION

Bocsi Róbert¹, Rippelné Pethő Dóra², Horváth Géza³, Hodai Zoltán⁴, Bobek Janka⁵

*Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyészmérnöki- és Folyamatmérnöki Intézet, Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék, H-8200 Magyarország, Veszprém, Egyetem u. 10.
Telefon: +36-88-624-000, 6181*

¹bocsirobert@almos.uni-pannon.hu

²pethod@almos.uni-pannon.hu

³horvathg@almos.uni-pannon.hu

⁴hodai.z@almos.uni-pannon.hu

⁵bobekj@almos.uni-pannon.hu

Abstract

Carbon dioxide is the primary greenhouse gas emitted through human activities. There are natural bioprocesses where this molecule is converted into biomass. With cultivation of microalgae we can feed back the carbon content of CO₂ into biological systems and we can get numbers of valuable organic compounds, among others biofuel, to reach ecological and economical benefits. However we should take care of recycling byproducts as it possible.

Keywords: *microalgae, cultivation, byproducts recycle*

Összefoglalás

A természetben működnek olyan spontán folyamatok, amelyeket alapul véve a kibocsátásra váró CO₂ széntartalmát biológiai rendszerbe visszavezethetjük, ezáltal számos értékes termék nyerhető, akár üzemanyag biokomponensek is. Egy algatechnológiai rendszer üzemeltetése során ezek a vegyületek előállíthatók, ugyanakkor tekintettel kell lennünk arra, hogy feldolgozási lépések során olyan műveleteket alkalmazzunk, amelyekkel elérhető, hogy a termék által hátrahagyott ökológiai lábnyom a lehető legkisebb legyen. A megtermelt alga feldolgozása során tehát a keletkező hulladékok mennyiségét a lehető legkisebbre kell szorítanunk és azok újrahasznosításáról gondoskodnunk kell.

Kulcsszavak: *mikroalga, termesztés, melléktermékek, újrahasznosítás*

A mikroalgák termesztése

A fotoszintetizáló élőlények a növekedésükhöz, szaporodásukhoz CO_2 -ot használnak fel, melynek átalakításához szükséges energiát napfényből nyerik. A lipidtermelésre használt mikroalgák a szervezetük felépítéséhez szükséges anyagokat vizes oldatból veszik fel.

A megfelelő algatermesztő rendszer kialakításához sorra kell venni, melyek a termesztésbe bevonható fajok és mely paraméterek befolyásolják az algák fejlődését. A termesztési paraméterek helyes megválasztása alapvetően befolyásolja a teljes folyamat sikerességét.

1.1. A mikroalgák hasznosítása

Algákból számos terméket állíthatunk elő, melyek közül üzemanyag előállításra elsősorban a lipidek a megfelelő vegyületek. A lipidek számos alkalmazásban előfordulnak. Tisztítás, ill. átalakítás után kozmetikai cikkek, élelmiszerek összetevői vagy akár motorhajtóanyagok biokomponensei is lehetnek.[1]

1.2. A mikroalgák termesztése

Energetikai célokra azok az akár édesvízi-, akár tengeri algafajok alkalmasak, amelyek a termesztési periódus alatt tömegük minél nagyobb hányadát lipidekké alakítják. Ezek a lipidek átalakítás után motorhajtóanyagok biokomponensei lehetnek. [2] Fontos megjegyezni, hogy a termesztési periódus alatt elért biomassza-koncentrációra és lipid-tartalomra megadott értékek a termesztési technika, a környezeti valamint az ésszerűen szabályozható működési paraméterek függvényében jelentős különbségeket mutatnak.

Az energiatermelésre használt mikroalgák a szervezetük felépítéséhez szükséges anyagokat vizes oldatból veszik fel. Egyrészt a tápoldatban lévő szerves sókat, egyszerű szerves vegyületeket, másrészt a reaktortérbe juttatott CO_2 -ot, hidro-

génkarbonát formájában. Míg előbbieket bizonyos szennyvizekből pótolni lehet, addig a szén-dioxid forrása lehet füstgáz, de származhat egyéb technológiákból is.

2. A mikroalgák feldolgozása

Az algatermékek kinyerésének két szükséges lépése van. Az egyik az algaszuszpenzió sűrítése, a másik pedig az értékes komponensek kinyerése.

2.1. A szuszpenzió sűrítése

Az algaszuszpenzió sűrítésekor keletkező oldat főként azokat a szervesanyagokat tartalmazza, amelyek az algák termesztéséhez egyébként is szükségesek, ugyanakkor a termesztés során keletkező metabolitok is jelen vannak benne.

A tápoldatból a termesztés során a legnagyobb mennyiségben a makrokomponensek fogyasztására lehet számítani (nitrogén-, foszfor- és a kálium-forrás).

Ha olyan feldolgozási műveletet tudunk alkalmazni, amely során vegyszer adagolása nem szükséges, például szűrés, centrifugálás vagy membránseparációs műveletek, akkor a keletkező oldat a szükséges tápkomponensekkel való kiegészítés után a termesztéshez többször újra felhasználható.

Amennyiben a sűrítéshez valamilyen vegyszer adagolása válik szükségessé, akkor meg kell vizsgálni, hogy milyen feltételek mellett hasznosítható maga a termék és a mellékáram is. Például, ha flokkuláló szerként vas(III) ionokat tartalmazó oldatot is használunk, akkor nem csak a visszaforgatásra kerülő folyadék vaskoncentrációját kell az algák számára toxikus koncentráció alá csökkenteni, hanem arra is figyelemmel kell lenni, hogy az extrakció mellékáramainak felhasználása emiatt lehetséges marad-e.

A termesztésbe a sűrítési műveletekből visszavezetett áramok esetében a recirkulációs körök számát nem csak a hozzáadott vegyszerek befolyásolhatják, hanem a körönként esetlegesen dúsuló metabolitok jelenléte is.

2.2. A mikroalgák közvetlen felhasználása

A sűrítési műveletek során előállított algatermék közvetlenül is felhasználásra kerülhet. A legismertebb ezek közül az emberek számára élelmezési céllal valamint az állati takarmányként való felhasználás. Ez főként szárított alga fogyasztását jelenti annak telítetlen zsírsav, astaxantin vagy béta-karotin tartalma miatt.[3]

A másik jelentős közvetlen felhasználási mód a növényi tápként való alkalmazás. Az algából (pl. *Spirulina platensis*) nyert sűrítést közvetlenül levéltrágyaként a növények növekedésére előnyös hatás érhető el. Ugyanakkor az ilyen célú felhasználás esetén az algatermesztés feltételei az előbb említett lehetőséggel szemben sokkal kevésbé igényel speciális feltételeket, bizonyos típusú szennyvizek alkalmazása is megengedett.[4]

További lehetőség a közvetlen hasznosításra a hidrotermális katalitikus algafeldolgozás, mely során a mikroalga szuszpenziót magas hőmérsékleten (300°C felett), nagy nyomáson (100 bar felett) katalizátor jelenlétében inert környezetben kezelik. A feldolgozás során főként energia-recirkulációra van lehetőség, ugyanakkor a kapcsolódó szétválasztó rendszerben kinyert olaj mellett a katalizátor és a vizes fázis egy részének visszanyerése is megtörténhet.[5]

2.3. A biomassa extrakciója

Az algaolaj extrakciója két különböző stratégia szerint végezhető. Az egyik, hogy a nedves vagy szárított algamasszából közvetlenül kinyerjük a lipideket, a másik, hogy az extrakciót sejtfeltárás előzi meg.

A mikroalga extrakcióját kiegészítő lépésként megelőzheti egy vegyszeres kezelés, amely a sejtfalon belül felhalmozott értékes komponensek hozzáférhetőségét biztosítja. Ezeknek a kezeléseknak a célja az, hogy vagy közvetlen vegyszeres keze-

léssel, vagy pedig a sejtek környezetének tulajdonságait úgy változtassák, hogy a sejtfal integritása megszűnjön. E módszerek esetében az alkalmazott vegyszer miatt egy közbülső szeparációs lépést kell végrehajtani az extrakció előtt, de az algaszárítás energiaigényének egy része így megtakarítható.[6]

A szárított alga-biomassa extrakciójához olyan specifikus oldószert érdemes választani, amelynek jelenléte mellett a termék közvetlenül felhasználható.

A legkevesetgetőbb megoldás a szuperkritikus fluidumok használata, melynek során az oldószert a művelet végrehajtását követően csak nyomokban fordul elő. Például az algák szuperkritikus széndioxiddal történő extrakciója során az expandált oldószert sem a raffinátumban, sem az extraktumban nem található meg.[7]

Ilyen lehet például a színanyagok extrakciója etanollal, melynek során a tinktúra gyakorlatilag közvetlenül felhasználásra kerülhet.

Amennyiben az alapanyagból indokolt egy lépésben az értékes komponenseket egy szélesebb spektrumú oldószert eleggyel kinyerni, a komponensek visszanyerése és az azok egymástól való elválasztása során további mellékáramok keletkezésére lehet számítani. Ilyen lehet például a Bligh-Dyer féle extrakciós módszer, melynek során kloroform és metanol elegyével valósítják meg a poláris és az apoláris lipidek kinyerését. A kapott extraktumot ez után osztják meg két fázis között, amelyek polaritása a kinyerhető komponensek jellegét meghatározza. [8]

Ebben a szétválasztási lépésben az oldószert kiválasztásánál az is jelentős szerephez juthat, hogy a raffinátumban az oldószert maradáknak jelenléte a további hasznosítást befolyásolja-e.

A raffinátum egyik felhasználási lehetősége a biogáz előállítás. A kioxtrahált biomassa számos olyan komponenset, szénhidrátokat, mikroelemeket, tartalmaz, amelyek

az anaerob lebontás esetén jól hasznosulhatnak. Ugyanakkor a lehetnek olyan tulajdonságai a raffinátumnak, amelyek annak illetén felhasználását nehezítik. Ezek nem csak a fermentáció sikerességét befolyásoló tényezők lehetnek (lúgosság, vastartalom), hanem ezek biogáz iszapban történő dúsulása miatt is jelentőséggel bírhatnak.

3. Következtetések

Bármilyen egyszerű szervezetek is a mikroalgák, az előállításuk és a feldolgozásuk során a gazdasági a technológiai célok mellett az is fontos szereppel bír, hogy ezt az értékes alapanyagot a lehető legnagyobb mértékben felhasználjuk.

Az algák feldolgozásával sokféle termék nyerhető (üzemanyagok biokomponensei, élelmiszeripari alapanyagok, étrend-kiegészítők, gyógyszerek), melyek előállítása során kellő körültekintéssel számos mellékáramot újra hasznosíthatunk vagy azok kezelkezését megelőzhetjük.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Wang, B., Y. Li, N. Wu, and C. Q. Lan: *CO₂ bio-mitigation using microalgae*. Applied Microbiology and Biotechnology 79(5): 707-718. (2008.)
- [2] Chisti, Y.: *Biodiesel from microalgae*. Biotechnology Advances 25(3): 294-306. (2007.)
- [3] M. Viganí et al.: *Food and feed products from micro-algae: Market opportunities and challenges for the EU* Trends in Food Science & Technology 42 (2015) 81-92
- [4] S.C. Wuang et al.: *Use of Spirulina biomass produced from treatment of aquaculture wastewater as agricultural fertilizers*, Algal Research 15 (2016) 59–64
- [5] E.P. Bennion et al.: *Lifecycle assessment of microalgae to biofuel: Comparison of thermochemical processing pathways* Applied Energy 154 (2015) 1062–1071
- [6] A. Sathish, R.C. Sims: *Biodiesel from mixed culture algae via a wet lipid extraction procedure*, Bioresource Technology 118 (2012) 643–647
- [7] S.P. Jeevan Kumar et al.: *Sustainable green solvents and techniques for lipid extraction from microalgae: A review*, Algal Research 21 (2017) 138–147
- [8] E. Santillan-Jimenez et al.: *Extraction, characterization, purification and catalytic upgrading of algae lipids to fuel-like hydrocarbons*, Fuel 180 (2016) 668–678

TELÍTETLEN TALAJOK HIDRAULIKUS JELLEMZŐINEK A LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATA

LABORATORY ASSESSMENT OF THE HYDRAULIC CHARACTERISTICS OF UNSATURATED SOILS

Botoş Marius Lucian¹, Gobesz Ferdinánd-Zsongor²

¹Kolozsvári Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Kar, Tartószerkezetmechanikai Tanszék, 400027, Románia, Kolozsvár, Gh. Baritiu u. 25, I. em., 147, Tel. +40-264-401517, marius.botos@mecon.utcluj.ro

²Kolozsvári Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Kar, Tartószerkezetmechanikai Tanszék, 400020, Románia, Kolozsvár, C. Daicovicu u. 15, III. em., 305, Tel. +40-264-401351, go@mecon.utcluj.ro

Abstract

It is a brief description of a method used in laboratory conditions to measure the soil-water characteristic curves in order to establish the hydraulic properties of unsaturated soils. The assembled automated setup allows the assessment of the saturation degree of soil samples subjected to different suctions.

Keywords: soil, water, unsaturated, testing

Összefoglalás

Egy olyan laboratóriumi módszer és berendezés rövid ismertetése, melyet a talaj-víz jelleggörbéinek a mérésére alkalmazunk, hogy a telítetlen talajok hidraulikus jellemzőit meg lehessen állapítani. Az összeállított automatizált felszerelés különböző szívóhatásoknak alávetett talajminták telítettségét hivatott értékelni.

Kulcsszavak: talaj, víz, telítetlen, vizsgálat

1. Bevezetés

A talajvíz jelenléte és mozgása az egyik legfontosabb kérdés ami a földszerkezetek viselkedését befolyásolja. A klasszikus elmélet szerint a szivárgások vizsgálatából lehet a pórusbeli víznyomásra, beszűrődött vízmennyiségre, hidraulikus gradiensre vonatkozó információkat kapni, valamint a telített részek egyértelmű körülhatárolása a beszivárgási görbe kiszámításával is ez alapján történik. A telítetlen talajok elméletének az alkalmazása akkor válik szükségessé, amikor a peremfeltételek változása

jelentős (pl. kisméretű földgátnál, ha a tárolt vízmennyiség szintjének nagy az ingadozása, vagy, ha csapadékból beszivárgó víz hat ingatag lejtőkre).

Ilyenkor az első lépés a hidraulikus jellemzők meghatározása (telítettségi fok, tárolási kapacitás, na meg az üzemeltetés során bekövetkező különböző szívásokra a permeabilitási együtthatók). A telítetlen vagy részlegesen telített talajok hidraulikus jellemzőit többféle képpen lehet meghatározni: közvetlen laboratóriumi módszerekkel stacionárius körülmények között [1],

nem-stacionárius környezetben [2], vagy közvetlenül a terepen [3].

A közvetlen eljárások nagyon költségesek és hosszadalmasak, ezért az idők folyamán több közvetett (elméleti) módszer lett kifejlesztve a szívóhatástól függő hidraulikus jellemzők megállapítására. Ezek a módszerek a talaj vízviszatartrási görbék (WRC), illetve a talaj-víz jelleggörbék (SWC) meghatározására alapozódnak. Ezek a görbék jellemzik a vizsgált talaj telítettségi fokát különböző szintű szívóhatásokra.

A vízviszatartrási görbék laboratóriumbeli meghatározása komoly felszerelést és képzett személyzetet igényel. A talaj-víz jelleggörbék meghatározáshoz feszültségmérők segítségével szítás szívás esetén, villamos- vagy hőérzékelőket, vagy akár szűrőpapírt lehet használni a tengelyeltolási módszer [4] alkalmazásával (a feszültségmérőkkel 100 kPa-os nagyságrendű negatív pórusbeli víznyomást lehet terepen vagy laboratóriumban mérni). Ez a tengelyeltolási módszer sajátos felszerelést igényel, mely megengedi, hogy különböző nyomásokat hozzanak létre és ezeket fenntartsák addig, amíg kialakul a gáz-víz egyensúly. Amennyiben hő- vagy áramérzékelőket használnak, ezeket hőforrással ellátott gipsz elemekhez vagy fémrudakhoz csatlakoztatják. A szűrőpapíros eljárásnál a talajpróba nedvességét mérik különböző szívóhatások alatt, a száraz felületre fektetett szűrőpapírhoz viszonyítva.

2. Elméleti háttér

Mint ismeretes, a nem permanens mozgást telítetlen közegekben Richard egyenletével lehet meghatározni (a vízáteresztési együtthatók meg a kapilláris kapacitás segítségével, a szívás függvényében).

A telítettségi fokot az alábbi képlet adja:

$$S_e = \frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} \quad (1)$$

ahol θ_s jelöli a nedvességet telített állapotban (90–92%) és θ_r a maradék nedvességet (1500 kPa szívásnál visszamaradt nedvesség a talajmintában). A θ nedvességet, vagy a S_e telítettségi fokot a tengelyeltolási kísérleti módszerrel lehet különböző szintű szívóhatásokra megállapítani. Ahhoz, hogy egy deriválható folytonos függvényt kapjunk, a szakirodalom több közelítési egyenletet is kínál. A mi esetünkben Brooks és Corey [5], illetve van Genuchten [6] egyenleteit választottuk. A probléma akkor tekinthető részben megoldva, amikor az alakparaméterek értékét úgy sikerül meghatározni, hogy a telítettségi fokot leíró függvény minél pontosabban fedje a kísérleti mérések eredményeit. Miután kiválasztjuk azt a modellt, amelyik a legjobban közelíti a kísérleti adatokhoz, az alakparamétereket felhasználhatjuk a relatív vízárbocsátási tényező kiszámításához (Burdine, vagy Mualem modelljére [7] alkalmazva Brooks és Corey, vagy van Genuchten egyenleteit). A telítetlen talaj vízárbocsátási tényezőjét úgy kapjuk meg, hogy megszorozzuk a telített közeg permeabilitási együtthatóját a relatív vízárbocsátási tényezővel.

3. Gyakorlati alkalmazás

Az említett eljárások szerint, a közvetlen módszerek alkalmazásához meg kell határozni a talaj-víz jelleggörbékét és a vízárbocsátási együtthatót telített állapotban a laboratóriumban. Porózus és laza talajoknál konstans gradiensű, kis vízáteresztő képességű talajmintáknál pedig változó gradiensű vízárbocsátásmérőt használnak e célra. Az együttható kiszámításához Darcy képletét lehet alkalmazni (mely többféleképpen írható, attól függően, hogy mely értékeket mérjük):

$$q = v \cdot A = K_{tel} \cdot i \cdot A \quad (2)$$

ahol q az áteresztett vízmennyiség, K_{tel} a vízárbocsátási együttható telített állapotban, i a hidraulikus gradiens és A a vízáteresztő

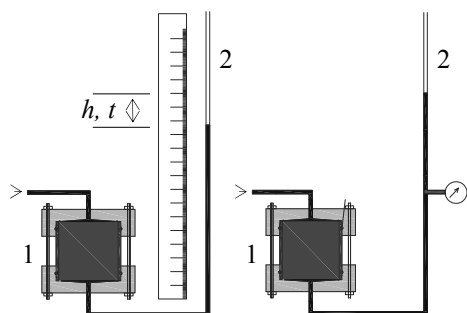
metszet mérete. Az áteresztett víz mennyiségét egy mikrokontrollerhez csatlakoztatott precíziós mérleggel lehet mérni, a hidraulikus gradienst pedig többféleképpen is ki lehet egyszerűen számítani.

Amennyiben változó gradiensű vízátbocsátásmérőt használunk, az áteresztett víz mennyiségét az átlátszó (d átmérőjű) függőleges csőben (1. ábra) Δt időintervallum alatt észlehető vízszint Δh változása alapján kaphatjuk meg:

$$q = \frac{\Delta h \cdot \pi \cdot d^2}{4 \cdot \Delta t} \quad (3)$$

Ha automata olvasás történik (érzékelő segítségével), akkor az előbbi képlet alakja a következő lesz:

$$q = \frac{\Delta h \cdot \pi \cdot d^2}{\gamma \cdot 4 \cdot \Delta t} \quad (4)$$



1. ábra. Kézi meg automata adatrögzítésű vízátbocsátásmérő sémája. 1 – a talajmintát tartalmazó kamra, 2 – átlátszó cső.

A tengelyeltolási módszer alkalmazásához az alsó szűrőt egy HAES (*High Air Entry Stone*) lappal helyettesítjük a kamrában. A szerkezete révén, ez a (tulajdonképpen kerámia) lap telített állapotban nem engedi át a levegőt egy bizonyos (gyárilag meghatározott) nyomás alatt a tartalmazott pórusok mérete és alakja miatt, viszont, addig amíg a pórusaiban lévő víz érintkezésben van a próbatestben lévő vízzel, átengedi a vizet. A talajmintán átszűrődő víz-

mennyiséget egy elektronikus mérleggel, vagy tényleg egy precíziós bűretta segítségével lehet meghatározni.

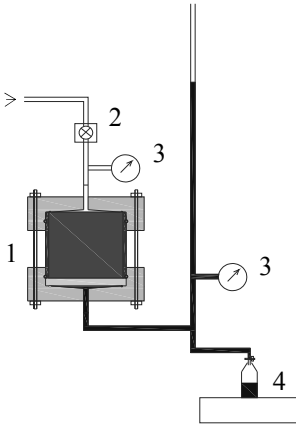
Alacsony szívóértékek esetén a légnyomás beállítása és fenntartása az egyensúlyi állapot meghatározásához elég nehéz egy szabályozóval. 20–30 kPa alatti szívásra lehet egy nyomásgerjesztő nélküli berendezést alkalmazni, légköri nyomást tartva a kamrában és olyan szívóhatást kelteni a kerámia lap alján, amit egy kimeneti túlfolyóval (a távozó víz szintjének állandóságával) azonos értéken lehet tartani.

Mivel ezek a folyamatok nagyon hosszasan tartanak és időnként elengedhetetlen a berendezés ellenőrzése az egyensúlyi állapot végett, az automatizálást nem lehet elkerülni. Párhuzamosan több talajpróbában végezve ezeket a méréseket, az egyensúly megállapítása meg a talajmintára gyakorolt nyomás folytonos szinten tartása sok időt és figyelmet követel.

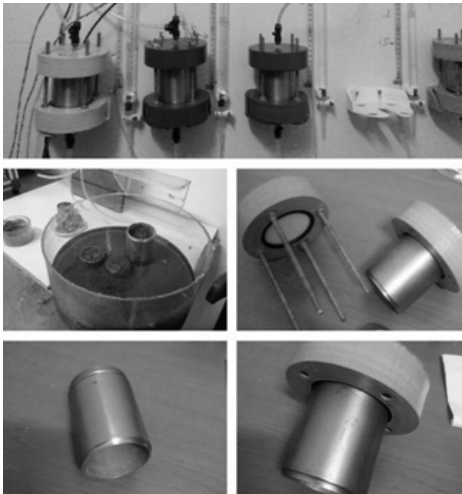
A tanszékünk vízépítési laboratóriumában ezért egy olyan berendezést állítottunk össze, amin egyszerre 10 talajmintát lehet párhuzamosan vizsgálni, egy kompresszor és egy mikrokontroller segítségével. A mikrokontroller szerepe a következő fázisokban fontos:

- a nyomás szabályozása egy előre megállapított értéken (végighaladva minden előre ütemezett mérési szakaszon);
- a bűrettában vagy a piezométerben levő víz szintjének a megállapítása az átfolyt víztérfogat méréséhez, valamint ahhoz, hogy mikor lehet a következő nyomásszintre térni;
- a mágnesszelepek párhuzamos vezérlése (ezek segítségével lehet pontosan mérni mindegyik talajmintában külön-külön a vizet, minden mért és lementett egyensúlyi szintre);
- az adatok továbbítása egy adatbázisba, majd a jelleggörbék megjelenítése;
- a függvény legalkalmasabb folytonosági egyenletének a kiválasztási algo-

- ritmusának a futtatása, az egyezési paraméterek meghatározása;
- az összes hidraulikus jellemző kiszámítása és a változási görbék ábrázolása.



2. ábra. A laboratóriumi berendezésünk sémája. 1–a talajmintát tartalmazó kamra (a HAES lappal alul), 2–nyomásszabályozó, 3–nyomásérzékelő, 4–mérleg.



3. ábra. A laboratóriumi berendezésünk részei.

Ez a rendszer lehetővé teszi a külső beavatkozást is (vezérlést, monitorizálást) egy webes felületen keresztül, elektronikus posta-üzenettel értesítve a vizsgálat végéről egyes mintáknál. Az automatizálásnak

köszönhetően minden nyomástartományra megalkotja és rögzíti a kifolyó térfogatok időbeli változási görbéit, hogy meg lehessen határozni a diffúzivitást.

3. Következtetések

A tanszék laboratóriumában létrehozott kísérleti berendezés alkalmasnak bizonyult arra, hogy a mesteri szinten kutató hallgatók mellett szakemberek is igénybe vegyék a telítetlen talajok vizsgálatához. Arra is lehetőséget kínál, hogy a jelleggörbék alapján, a hidraulikus jellemzők mellett gázáteresztési képességgel, nyírási ellenállással, vagy hővezetési képességgel kapcsolatos kérdésekkel is foglalkozunk.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Klute, A.: *Laboratory measurement of hydraulic conductivity of unsaturated soil*. Methods of Soil Analysis, Mono. 9, Part 1. American Society of Agronomy, Madison, WI, USA, 1965, 253 – 261.
- [2] Hamilton, J. M., Daniel, D. E., Olson, R. E.: *Measurement of hydraulic conductivity of partially saturated soils*. Permeability and Groundwater Contaminant Transport. ASTM Special Tech. Publ. 746, 1981, 182 – 196.
- [3] Watson, K. K.: *An instantaneous profile method for determining hydraulic conductivity of unsaturated porous materials*. Water Resources Research 2, 1966, 709–715.
- [4] Vanapalli S. K., Nicotera M.V., Sharma R.S.: *Axis translation and negative water column techniques for suction control*. Laboratory and Field Testing of Unsaturated Soils, Springer, 2009, 33-49.
- [5] van Genuchten, M. T.: *A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils*. Soil Science Society of America Journal 44, 1980, 892–898.
- [6] Brooks, R. H., Corey, A. T.: *Hydraulic properties of porous medium*. Hydrology Paper 3. Colorado State University, Fort Collins, USA, 1964.
- [7] Mualem, Y.: *A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media*. Water Resources Research 12 (3), 1976, 513–522.

ÉRINTŐLEGES LÉGVEZETÉSI RENDSZER LÉGMOZGÁSÁNAK MÉRÉSESELEMZÉSE

ANALYSIS OF MEASUREMENTS OF AIR MOVEMENT IN TANGENTIAL AIR SUPPLY SYSTEM

Böttger Eszter Réka¹, Both Balázs²

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki kar, Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék, Cím: H-1111 Budapest, Műegyetem rakpart 3-9. D épület 1. emelet. Telefon: +36 30/830-5068

¹bottger.eszti@gmail.com

²both@epget.bme.hu

Abstract

The presence of draught is an unwanted and unpleasant discomfort parameter in offices, because it can make the working performance low. Furthermore, due to the draught the risk of health problems may be higher and people require higher indoor air temperature which modifies the energy consumption of the building. The international standards and technical reports suggest general values for draught comfort design. However, these values only consider the air distribution type: displacement or mixing and do not take into consideration some details. These details are the type and geometry of the air diffuser device, location of the diffuser, inlet air velocity and so on.

Keywords: *tangential air distribution; draught comfort; single office*

Összefoglalás

A huzathatás jelenléte általános probléma az irodaépületekben, hiszen jelentősen csökkentheti a munkateljesítményt. Ezen kívül növeli a kötőszöveti gyulladások kialakulásának kockázatát, valamint a huzathatás miatt az emberek növelik a belső hőmérsékletet, ami az épület energiafelhasználását is módosítja. A huzathatás jelenléte tehát együttesen energetikai és egészségügyi szempontból is kedvezőtlen. A nemzetközi szabványok és ajánlások különböző huzatkomfort kategóriákhoz tervezési irányértékeket javasolnak. A fő probléma a javaslatokkal azonban az, hogy túl általános, ugyanis a szellőztetési módokat csupán annak alapján különböztetik meg, hogy elárasztásos, vagy pedig hígításos, illetve milyen a helyiség fő rendeltetése. Ezen kívül már nem veszik figyelembe pl. a befúvószerkezet típusát, geometriáját, beépítését, a befúvási sebességet, stb.

Kulcsszavak: *érintőleges légvezetési rendszer; huzatkomfort; kisméretű iroda*

1. Vonatkozó szabványok tervezési irányértékei

A komfort problémák közül a huzathatás a legjelentősebb, elsősorban az irodaépületekben [1]. A CEN CR 1752:2000 ajánlás külön foglalkozik az irodákra vo-

natkozó légtechnikai követelményekkel. A huzatérzet modellezésére Európában a Fanger által kidolgozott empirikus modellt alkalmazzák általánosan [2], mely a huzathatás minősítéséhez az ún. DR szubjektív huzatérzeti számot használja. A DR azt mutatja meg, hogy átlagosan hány százalék

a huzathatással elégedetlenek várható aránya. A huzatkomfortra leginkább az átlagsebesség és a turbulencia intenzitás van hatással, ezért ezek vizsgálatával foglalkoztunk. Egy kisméretű irodahelyiség valós méretű modelljén végeztünk kísérleteket érintőleges légvezetési rendszer alkalmazásával.

A CEN CR 1752 és az ISO 7726 [3] a helyiség tartózkodási zónájában az átlagsebességek irányértékeire a következő javaslatokat teszik.

1. táblázat. *Átlagsebességek a tartózkodási zónában, m/s*

Kategória	Nyár	Tél
A	0.18	0.15
B	0.22	0.18
C	0.25	0.21

Habár ezek az értékek megengedett átlagsebességek, a gyakorlatban a tervezés során sok esetben ezek alkalmazásával számítják a huzatkomfortot.

A CEN 1752 ajánlás, az ISO 7726 és az MSZ EN 13779 [4] szabvány hígításos légvezetési rendszer alkalmazása esetén 40%, elárasztásos légvezetés esetén 20% megengedhető turbulencia intenzitást javasol. A légvezetési rendszer típusát, kialakítását nem veszik figyelembe. Légvezetési rendszer alatt a helyiségben belül történő levegőelosztást értjük, amelyet nagyban meghatároz az alkalmazott befűvőszerkezet kialakítása és elhelyezése [5]. Kisméretű irodahelyiségekben többnyire érintőleges légvezetési rendszert alkalmaznak egysoros rész-befűvővel. Cikkünkben arra szeretnénk rávilágítani, hogy a szabványok által javasolt huzatkomfort tervezési értékeiktől jelentős eltérés mutatkozhat.

2. Mérési elrendezés

A mérőkamrában alkalmazott érintőleges légvezetési rendszer függőleges befűvős és függőleges elszívás elrendezésű. A lég-

sebesség és a turbulencia intenzitás mérésére forrógömbös mérőszondát használtunk, 200 másodperces mintavételezési idővel. A helyiség 29 pontjában végeztük el a méréseket az ISO 7726 [3] szabvány ajánlása alapján négy magasságban: boka ($y = 0.1$ m), derék ($y = 0.6$ m), ülő ember fejmagasság ($y = 1.1$ m), álló ember fejmagasság ($y = 1.7$ m). Két beállításban végeztünk el a méréseket a befűvési Reynolds-szám ($Re = 2854..3469$), valamint a befűvő távolsági arányának ($OR = 21.67..30.00$, azaz offset ratio) változtatásával. A távolsági arány a rés faltól mért távolságának és szélességének hányadosát jelenti.

3. A mérési eredmények vizsgálata

A mérési eredmények értékeléséhez statisztikai módszereket alkalmaztunk, melyek feltételezik a vizsgált változó normális eloszlását [6]. A normalitásvizsgálat eredményeként azt kaptuk, hogy minden mért mennyiség Gauss-eloszlású 95 %-os valószínűségi szinten. A vizsgálatok során a szabvány által javasolt értékek és a mérési eredmények összehasonlítása volt a cél.

Az F-próba eredményeként arra jutottunk, hogy a bokaszinten mért sebességek és turbulencia intenzitások szórása szignifikánsan különbözik a többi szinttől. Ezen kívül a befűvési sebesség és a beépítési távolság növelése nincs hatással az egyes magasságokban kialakuló sebességek, valamint turbulencia intenzitások szórására.

A kétmintás t-próba segítségével megállapítottuk, hogy a mérési magasságokban kialakuló átlagos sebesség és turbulencia intenzitás várható értékei között nincs szignifikáns különbség. A beépítési távolság és a Reynolds-szám változtatása mellett adott magasságban a sebességek, valamint turbulencia intenzitások várható értékei megegyeznek.

Következő lépésben definiáltunk egy ún. sebesség és turbulencia intenzitás mutatót: Velocity Index (VI) és Turbulence

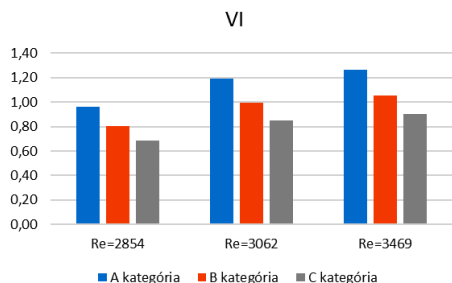
intensity Index (TuI). Ezek a mutatók azt fejezik ki, hogy az egyes magasságokban mért adatokból számított átlagos sebesség és turbulencia intenzitás hogyan viszonyul a szabványban javasolt értékekhez [7]. Ezen felül definiáltunk egy ún. sebesség eloszlás mutatót is, a Velocity Distribution Index-et (VDI), mely azt mutatja meg, hogy adott magasságban az egyes pontokban mért értékek hány százaléka kisebb, mint a szabvány követelményértéke [7].

A fent definiált mutatók segítségével értékeltük a mérési eredményeket.

3.1. A VI sebességmutató értékelése

A VI értékek segítségével jól szemléltethető, hogy a tartózkodási zónában kialakuló átlagsebesség hogyan alakul a szabványban felállított követelményekhez képest [8].

A Reynolds-szám növelésével végzett mérések esetén a VI index egyértelműen megmutatja, hogy a vizsgált tartományban a kategória függvényében a mért értékek egyre inkább kisebbek a szabványbeli értékhez képest. A befúvási sebesség növekedésével a VI értéke is egyre magasabb (1. ábra).



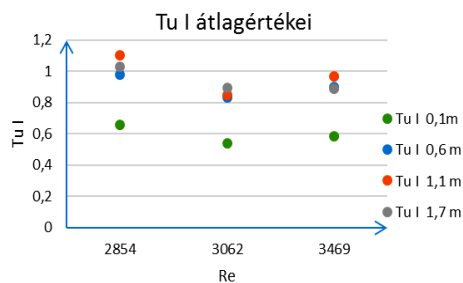
1. ábra. Velocity Index-ek a befúvási Reynolds-számok mellett

A távolsági arány növelése ehhez hasonló eredményeket hozott. Itt is azt láttuk, hogy a kategória függvényében egyre inkább megfelel a helyiség a követelményeknek. A beépítési távolság növelésével általánosan a VI is növekedett.

U-próbával külön vizsgáltuk azokat a pontokat, amelyeknél a mért érték a szabványos követelmény közvetlen környezetében van. Ezzel arra kerestük a választ, hogy ezek az értékek ténylegesen megfeleltethetők-e a szabványértékeknek. A Reynolds-szám növelése esetén minden esetben negatív eredményt kaptunk, míg a távolsági arány változtatása során kapott mérési adatok és a szabványos értékek között többnyire nincs szignifikáns különbség.

3.2. Tu I turbulenciafok index

A Reynolds-szám növelésével végzett kísérletek esetén számított Tu I értékekről nem állapítható meg általános növekvő vagy csökkenő tendencia (2. ábra).

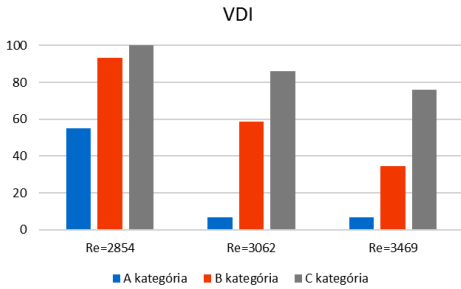


2. ábra. Turbulencia intenzitás index-ek a befúvási Reynolds-számok mellett

Ugyanez elmondható a beépítési távolság változtatása mellett kapott turbulencia indexről [7]. Az u-próba eredményeként minden esetben igaz, hogy a mért értékek megfeleltethetők a követelményértékeknek.

3.3. VDI sebesség eloszlás mutató

A VDI mutató segítségével állapítottuk meg, hogy adott mérési magasságban a mérési pontok hány százaléka maradt a szabványban javasolt sebességérték alatt. A befúvási sebesség növelésével azt látjuk, hogy a VDI több-kevesebb eltéréssel átlagosan csökken mindhárom kategória esetén.



3. ábra. Velocity Distribution Index-ek a befúvási Reynolds-számok mellett

A beépítési távolság növelésével hasonló eredményt kaptunk derékmagasság felett, de a bokaszinten nem ez a jellemző, ahol a VDI változása véletlenszerűnek tűnik [7].

4. Következtetések

Megállapítható, hogy a kisméretű irodahelyiség tartózkodási zónájában mért sebesség és turbulencia-fok átlaga többnyire jelentősen eltér a huzatkomfort szabványokban megadott értékhez képest. Az eltérés oka elsősorban ott keresendő, hogy a szabványok és műszaki ajánlások általánosságban, többnyire a helyiség rendeltetésének megfelelően adnak tervezési irányértékeket. Nem veszik figyelembe a helyiségben alkalmazott légvezetési rendszert, valamint ezen belül a befúvószerkezet típusát, geometriáját, elhelyezését és a többi befúvási jellemzőt, mint pl. a sebességet

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] CEN CR 1752:2000. *Épületek szellőztetése. Épületek belső környezetének tervezési alapjai.*
- [2] P.O. Fanger, A. K. Melikov, H. Hanzawa és J. Ring: *Airflow characteristics in occuppies zone of ventilated spaces*, ASHRAE Trans, Vol. 93, Part 1, 1987, pp. 524-539.
- [3] EN ISO 5167-1:2003. *Anyagárammérés nyomáskülönbség elvén működő eszközökkel olyan kör keresztmetszetű csövezetekben, amelyet az áramló anyag teljes keresztmetszetében kitélt. 1. rész: Alapelvek és alapkövetelmények.*
- [4] EN 13779:2007. *Nem lakóépületek szellőztetése. Helyiségek szellőztető és légkondicionáló rendszereinek teljesítménykövetelményei*
- [5] Bánhidi, L. és munkatársai: *Épületgépészet a gyakorlatban*, Verlag Dashöfer Kiadó, Budapest, 2004.
- [6] Kemény, S., Deák, A.: *Kísérletek tervezése és értékelése*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2000.
- [7] Both, B., Böttger, E.: *Kisméretű irodahelyiség huzatkomfortjának elemzése és az eredmények összehasonlítása a nemzetközi szabványok előírásaival*. Magyar Épületgépészet, Budapest, 2016, 65:(11) pp. 9-12.
- [8] Böttger E.: *Érintőleges légvezetési rendszer légmozgásának méréses elemzése*, TDK dolgozat, Budapest, 2016.

ÉPÍTÉSZETI KONCEPCIÓK

ARCHITECTURAL CONCEPTS

Cserényi-Vörös Erika¹, Borsos Ágnes², Gyergyák János³

¹Szent István Egyetem, Ybl Miklós Építéstudományi Kar, 1146, Magyarország, Budapest, Thököly út, 74; +36-20-4956465, erikavorosg@gmail.com

²Pécsi Tudományegyetem, Műszaki és Informatikai Kar, agnesboros@gmail.com

³Pécsi Tudományegyetem, Műszaki és Informatikai Kar, gyergyakjanos@gmail.com

Abstract

The most exciting part of the architectural design is the process of making concept, based on multiple investigations. One does not need only a good working knowledge of the profession, but also has to be pretty sensitive and responsible, too. The conscious and reflective decision-making process should result in an established, functioning concept. The art and science of concept making process is irrespective of scale. During concept development, the same aspects and dimensions are involved, independently of the 'product'.

Keywords: *architecture, concept, urban, design, sustainable*

Összefoglalás

Az építészeti alkotás, tervezés egyik legizgalmasabb része a koncepcióalkotás folyamata, amely a témának megfelelő mélységű, érzékenységű, sokrétű vizsgálati anyagra támaszkodva fogalmazódik meg. A tudatos, felelősségteljes és kellő mértékben szenzitív tervezői döntéssorozat eredménye lehet egy megalapozott, társadalmi és szakmai szempontból is helytálló koncepció kialakítása. Egy-egy termék koncepciójának a megalkotásánál hasonló síkokat, dimenziókat kell végigjárni, érinteni, értelmezni.

Kulcsszavak: *építészet, koncepció, városépítészet, dizájn, fenntarthatóság*

1. Koncepcióalkotás folyamata

A kreatív alkotómunka alapja a koncepció megalkotása. Ez egy olyan több lépcsőfokból álló folyamat melynek van egy általános "felfelé", előrehaladó iránya, de megteremti a visszalépés, előreugrás, azaz az újragondolás lehetőségét is. A koncepcióalkotás folyamata lehet egy lineárisan felépülő alkotó munka, de összetettségéből, komplexitásából adódóan inkább jellemző az önmagába, egyes lépcsőfokokhoz visszaforduló rendszer. Ebből következően egy

sokkal lazább, megengedőbb alkotó, vizsgálódó rendszerről beszélünk, ahol a sokváltozós bementi adatok és a szempontrendszer változása miatt, más-más eredmények, megállapítások szülehetnek, vagy válhatnak relevánssá egyazon alkotás koncepcionálásában. A koncepciótermék lényegét tekintve az alkotó munka egy procedurális folyamat, melyre utólag visszatekintve már egyértelmű állomásokat és döntéseket látunk. Azonban az egyértelműség, egyszerűség nem egyenlő a primer gondola-

tokkal, ötletekkel, azért érezzük ezeket lényeginek, mert egy hosszú, sokszor, sokféleképpen körbejárt problémára, felvetésre ad esszenciális választ.

1.1. Konceptióalkotás elemei

Összességében a koncepcióalkotás 3 fő részből tevődik össze:

- kutatás, elemzés: program megfogalmazása, problémák meghatározása, releváns vizsgálatok, megismerés, beleélés, helyzet értelmezése;
- mérlegelés: értékelemzés, szemléletmód, érzékenység, általános célok meghatározása, alapgondolatok megfogalmazása;
- döntés: koncepcióelemek meghatározása, célok részletezése, formakoncepciók.

2. Városi otthon koncepció Charlott, USA

A koncepcióalkotás művelete, alapvető lépcsőfokai, a gondolkodás menete, a tervezői szemléletmód, egy sokváltozós folyamat. A lényeg a gondolkodásmenet azaz a koncepcióalkotási metodika.

Ezen gondolatmenet alapján fogalmaztuk meg Borsos Ágnes és Gyergyák János kollégámmal az Urban Design Home pályázatra készített koncepció projekt is, amely a városi funkciók (lakó, kereskedelem, szolgáltatás, park, piac, parkolás) egy tervezési területen történő szeparált, de mégis egységet alkotó elhelyezéséről szól. Egy kisváros megfogalmazása, lényege, egyetlen telken.



1. ábra. Végleges koncepciótelepítés

2.1. Kutatás, elemzés

A kutatás, elemzés lényege a koncepcióalkotás bázisának megteremtése. Minél szélesebb körben vizsgálódunk (az ésszerű relevancia határain belül), annál szélesebb és biztosabb alapot képezhetünk a koncepcióalkotás folyamatának, lépcsőinek.

A pályázat részletes programkiírása karakteresen meghatározza az elvárt kompetenciákat a funkciók elhelyezkedését, méretét és egymáshoz való viszonyát tekintve. Lényeges szempont az akadálymentesítés megvalósítása és a fenntartható, energiataudatos építészeti aspektusai. A programkiírás bemutatja a legfontosabb tényezőt is, azaz a lakások használóit. Ezen túlmenően a kutatás fontos eleme a tervezési területet felfogása, analizálása, működési rendszerének megértése.

Összességben elmondható:

- a telket egy abszolút heterogén épített környezet határolja mind építészeti, mind funkcionális szempontból;
- a területen az elvárt funkciókat és a hozzájuk rendelt területeket tekintve a a telekméret szűkös;
- a kis területen elhelyezendő sokféle funkció komoly lakossági és működésbeli sűrűlódásokhoz, fennakadásokhoz vezethet.
- fenntartható építészeti aspektusok.

2.2. Mérlegelés

A mérlegelés a koncepcióalkotás egyik legfontosabb lépcsője, hiszen ebben a fázisban döntjük el, hogy mi az amire a tervünknek reagálnia kell, milyen kérdésekre, milyen szintű válaszokat fogalmaz meg. Már ebben a fejezetben komoly hatással van maga az alkotó a termékre, hiszen saját szemléletmódja, érzékenysége, értékrendje jelentős befolyással bír a releváns kérdésekre is. Ezek a meghatározások lesznek a koncepció kiinduló alapelemei, melyekre folyamatosan támaszkodhatunk.

A Charlott-ba készülő pályázatot tekintve a legfontosabb gondolat az élehető "vá-

ros" megteremtése az adott területecskén. Az élıhetőség mint meghatározás túl általános megfogalmazás, így szükséges annak konkrétabb építészeti, városépítészeti, társadalmi, fenntarthatósági megfogalmazása.

Koncepció alap gondolatai:

- egységes építészeti, tájépítészeti rendszer kialakítása, mely rendezőerővel bír közvetlen és tágabb heterogén környezetében;
- túlépítettség elkerülése: mértéktartó építészeti léptékek;
- lakó és szolgáltató funkciók horizontális és vertikális szeparálása;
- variábilis közösségi terek kialakítása (szeparálás finomító eszköze);
- lakófunkciók intimitásának biztosítása;
- szolgáltató funkciók jó megközelíthetősége
- a fenntartható építészet formai megjelenése ne csak épület applikációkban fogalmazódjon meg;

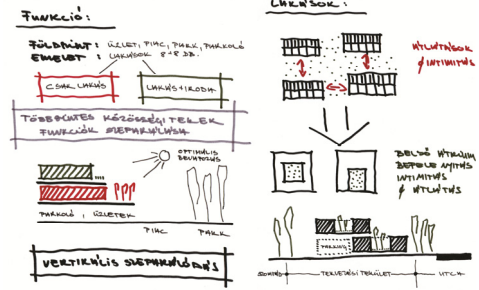
2.3. Döntés: koncepció alapjainak konkrét hatásai

A koncepcióalkotás folyamatának utolsó lépfoka a döntéshozatal által meghatározott relevanciák konkrét hatása a tervre. Ebben a fejezetben ölt tényleges formát, vagy inkább folyamatosan formálódik a mű maga, az előzőleg bejárt lépcsőfokok alapján. Minél magasabbra jutunk, minél többször járjuk be ezt a lépcsőt más- más "cipővel" annál egyértelműbb és tisztább koncepciót tudunk felvázolni.

A pályázati projekt tekintetében a koncepció megvalósulását funkciókra szedve a legalakamasabb bemutatni.

Differenciált közösségi terek:

- közösségi tér: mindenki számára;
- szeparált közösségi tér: csak a lakók számára;
- magánkert: lakásokhoz tartozó privát terület;



2. ábra. Koncepció alapelemei

Közösségi, szolgáltató funkciók:

- horizontális szeparálás: terület észak-keleti része a legfrekvenciáltabb terület;
- vertikális szeparálás: földszinti elhelyezkedés a megközelíthetőség miatt;
- sokféle funkció: variábilis terek;
- közterek sokféle használatának indukálása: többfunkciós közösségi terek;
- parkolók kialakítása a lakásokhoz közel: emelt szint, plató alatt az északi oldalon;
- Lakó funkciók:
 - horizontális szeparálás: terület dél-nyugati része kevésbé terhelt;
 - vertikális szeparálás: főként emelet szinteken;
 - lakások intimitása: befelé forduló funkció: átrium házak;
 - lakások egymásra halmozása eltolva: helygazdaságosság, jó benapozás;
- Fenntarthatóság:
 - maximális benapozás: átrium lakások lépcsőzetes egymásra helyezése;
 - funkciók tájolása benapozásnak megfelelően;
 - passzív napenergia használat: átriumok nyitása, zárása, belső fás kert;
 - természetes árnyékolás;
 - aktív napenergia használat: napkollektor, napelem;



3. ábra. Lakások lépcsőzetes elhelyezkedése

3. Következtetések

Összességében kijelenthető, hogy a használó számára is jól működő koncepció kialakításához a tervező részéről kellő elhivatottság, szakmai tudás, társadalmi érzékenység és felelős gondolkodás szükséges. Az adott helyzet kellő mélységű értelmezése, a következtetések levonása és a koncepció alapjainak meghatározása az "ajánlott" lépcsőfokok bejárásán túl, nagyban függ az alkotó személyétől, értékrendjétől. A sokváltozós rendszerből és a személyesség bevonódásából adódóan egy előre pontosan nem determinálható eredményű folyamatról beszélünk. Ebből fakadóan a folyamatok viszonylag pontos meghatározásával sem lehet egyértelmű eredményeket megjósolni, hiszen a bonyolult rendszert mindig az adott egyén használja sajátos szemléletmódjának megfelelően. Az egyén folyamatos jelenléte teszi egyedivé az alkotást. A koncepcióalkotás lépéseinek meghatározása csak irányt mutat a felhasználónak a lépcsőfokok alkalmazásához. Az, hogy egy adott koncepció

kialakításához ezt a lépcsőt, hányszor és milyen magasságig, mélységi járja be, az már személyes aspektus, egyéni szemléletmód.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Ian Bentley.; Alan Alcock.; Paul Murrain.; Sue McGlynn.; Graham Smizh: *Responsive environment: a manual for designers*. The Architectural Press Ltd, London, 1985
- [2] BIG A/S: *Yess is more*. Taschen, Copenhagen, 2009
- [3] Edward de Bono: *Laterális gondolkodás*. HVG kiadó, Budapest, 2015
- [4] Dominic Bradbury: *Korszerű természetes ház*. Terc kiadó, Budapest, 2011
- [5] Lukovich Tamás: *Fenntartható fejlesztés*. Terc kiadó, Budapest, 2013
- [6] Lukovich Tamás: *Lenyűgöző labirintus*. Terc kiadó, Budapest, 2016
- [7] Moravánszky Ákos.; M. György Katalin: *Technika és természet*. Terc kiadó, Budapest, 2013
- [8] Antony Radford.; Selen Morkoc.; Amit Srivastava: *A modern építészet elemei*. Terc kiadó, Budapest, 2016
- [9] Tim Richardson: *Conceptuális kertek*. Terc kiadó, Budapest, 2008

Kutatást támogatta:



AZ EMBERI ERŐFORRÁSOK MINISZTERIUMA ÚJ
NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK TÁMOGATÁSÁVAL
KÉSZÜLT

SUPPORTED THROUGH THE NEW NATIONAL
EXCELLENCE PROGRAM OF THE MINISTRY OF HUMAN
CAPACITIES

AZ ENGLER-VISZKOZIMÉTER MODERNIZÁLÁSA

MODERNIZATION OF THE ENGLER-VISCOMETER

Csomor Levente¹, Kakucs András²

¹*Sapientia Egyetem, Marosvásárhelyi Kar, Mechatronika IV. év,*
lcsomor@yahoo.com

²*Sapientia Egyetem, Marosvásárhelyi Kar, Gépészmérnöki Tanszék,*
kakucs2@yahoo.com

Abstract

Using the Engler-viscometer the viscosity is measured by performing a “time-of-discharge” test on a sample. The apparatus and the principle of the method is rather simple but the results can be affected by errors: we have proposed a method to reduce these errors.

Keywords: Engler-viscometer

Összefoglalás

Az Engler-viszkóziméter a kifolyási idők összehasonlítása alapján állapítja meg egy folyadék viszkozitását. A készülék eléggé egyszerű és a mérési elv is az, azonban néhány hibalehetőséget is felvet: mi ezekre kerestünk egy lehetséges megoldást.

Kulcsszavak: Engler-viszkóziméter

1. Az Engler-viszkóziméter

Az Engler-viszkóziméter a kapilláris-viszkóziméterek kategóriájába tartozik. Egy rögzített geometriájú, termosztatikus tartállyal rendelkezik, amelyet egy adott szintig kell feltölteni a mérendő folyadékkal. Ez a tartály alján egy standardizált csövecskén keresztül tud kifolyani.

A mérés 2 dl (200 cm³) folyadék kifolyási idejének mérése alapján történik [2], jelöljük ezt t_x -szel. A készülék „állandója” a 2 dl, 20 °C hőmérsékletű desztillált víz kifolyási ideje, jelöljük azt t_0 -val (ez tipikusan 51 ± 1 s szokott lenni). A viszkozitás mértéke (de nem az abszolút értéke) a t_x/t_0 hányados, amely egy dimenzió nélküli mennyiség ugyan, de „Engler-fok” (°E) megnevezéssel vonult be a műszaki köztudatba.

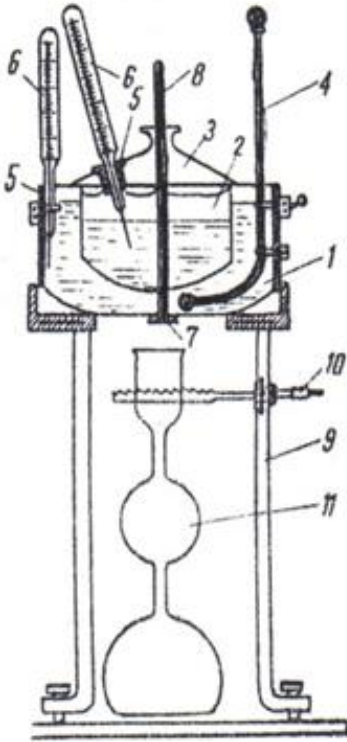
Az ilyen módon megadott viszkozitásból az áramlástanban használt kinematikai viszkozitást összehasonlítások alapján lehet meghatározni; erre a szakirodalomban különféle táblázatokat, nomogramokat lehet találni, de létezik egy átszámítási formula is:

$$n = \left(7.32 \times \text{°E} - \frac{6.31}{\text{°E}} \right) \times 10^{-6} \left[\text{m}^2/\text{s} \right] \quad (1)$$

(a képlet zárójele centistokes-ban adja a kinematikai viszkozitást).

Ha a mérés menetéről magyarul szeretnénk olvasni, akkor azt tapasztalhatjuk, hogy eléggé nagy káosz uralkodik a szakirodalomban: több helyen az fordul elő, hogy a kifolyási időket azonos körülmények között kell összehasonlítani, például, ha 50 °C hőmérsékletű olaj viszkozitását akarjuk megállapítani, akkor a desztillált

víz kifolyási idejét is ugyanezen a hőmérsékleten kell elvégezni. Egy jó kérdés az, hogy miként járunk el a 150 °C hőmérsékletű olajjal, avagy hogyan határozzuk meg pl. az 50 °C hőmérsékletű desztillált víz viszkozitását?



1. ábra. Az Engler-viszkóziméter

A mérendő térfogat körül is van némi zűrzavar, ugyanis ellenőrzésképpen két időt is regisztrálni lehet: 1 dl, illetve 2 dl kifolyási idejét (a viszkóziméter edényén rendszerint mindkét térfogathoz tartozó szint meg van jelölve), de a tulajdonképpeni Engler-fokban megadott viszkozitást 2 dl folyadék kifolyási ideje alapján kell megállapítani.

Az Engler-viszkóziméter mérési elve nem sokban különbözik az Ostwald-viszkóziméterétől, amely szintén egy kapil-

lárís viszkóziméter, de az egy inkább laboratóriumban használt üveg-készülék. Lehet, hogy az előbbi pontatlanabb, viszont több fajta folyadék esetében használható (festékek, kőolaj-származékok, egyéb átlátszatlan vagy nehezen kimosható folyadékok).

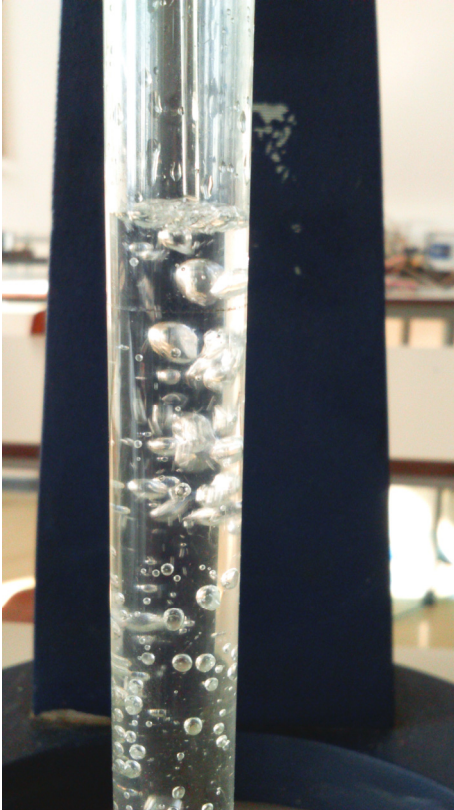
Az Engler-viszkóziméter nem egyeduralgódó a saját kategóriájában sem: hasonló felépítéssel és mérési elvvel rendelkezik az Egyesült Királyságban használt Redwood-viszkóziméter, valamint az Egyesült Államokban használt Saybolt-viszkóziméter.

2. A mérési hibák lehetséges forrásai

A kifolyási idő mérésének a kezdete a viszkóziméter kapillárisát elzáró tű felemelésének a pillanata, a vége pedig az a pillanat, amikor a folyadékszint eléri a gyűjtőedény falába karcolt, 2 dl-nek megfelelő jelet. A manuális gépek esetében ez azt jelenti, hogy a méréseket elvégző személy az egyik kezével felemeli a tűt, miközben a másikkal elindítja a stopperórát, majd a folyadékszintet figyelve, amikor úgy véli, hogy az elérte a jelet, megállítja azt. Ebbe a folyamatba kétszeresen is beépül az emberi reakcióidő, ugyanakkor a folyadékszint szemmel történő megállapítása leolvasási hibákhoz vezet: egyrészt szemmel még a nyugvó folyadékok szintjét is kb. fél milliméter pontossággal tudnánk megállapítani, ami egy 10 mm átmérőjű nyakban a térfogat meghatározásában $\pm 0.04 \text{ cm}^3$ -es hibát jelent. Ez a 200 cm^3 -hez viszonyítva ugyan nem sok, a problémát inkább a csordogáló folyadék által keltett buborékok és az üveg-edény falára tapadó cseppek jelentik, amelyek miatt a térfogatot csak ennél nagyobb hibával tudjuk leolvasni.

A térfogat meghatározásában a másik hibalehetőség a hőtáguláshoz köthető: a mérés elve szerint 2 dl folyadék kifolyási idejét kellene megmérni, csak hogy a forró folyadékoknak a mérés ideje alatt van ide-

jük kihűlni, mivel a mérőedény nem termosztatikus. A folyadékok hőtágulási tényezője 10^{-4} K^{-1} nagyságrendű, ami 100 °C hőmérséklet-különbség mellett 1% nagyságrendű hibát okoz, ami jóval nagyobb az előbb említett leolvasási hibánál. Erre a hibalehetőségre utal egy régebbi tanulmány is [1], amely nem az Engler-, hanem a Redwood-viszkoziméter standardizálásáról szól.



2. ábra. A folyadékszint megállapításának nehézségei

3. A mérési folyamat automatizálásának lehetőségei

A manapság kapható laboratóriumi Engler-viszkoziméterek részben automati-

záltak: ez azt jelenti, hogy a hőmérsékletnek a beállított értéken tartását egy szabályzó-rendszer végzi (rendszerint csak fűt, de a hűtés is megoldható lenne), a kronométer pedig a tú felemelésével automatikusan indul, a kijelzője pedig nem (vagy nemcsak) az időt mutatja, hanem az Engler-fokban megadott viszkozitást.

Úgy tűnik, hogy a folyadékszint automatikus leolvasása viszont már egy nehezebben megoldható feladat.

Számba vettük a lehetséges egyszerű megoldásokat: a folyadékszint úszókával való detektálása a buborékos-hullámzó felület miatt nem lenne pontosabb a szemmel való leolvasásnál, ráadásul a folyadék fajsúlyától is függ az, hogy mikor emelkedik meg az úszóka, a megvalósítás is elég bonyodalmas lenne a mérőedény szűk nyaka miatt.

Egy másik lehetőség lett volna a folyadékszint optikai módszerekkel történő detektálása, azonban az üveg falán megtapadó cseppek miatt ez is bizonytalanul működne.

Jobb ötletnek tűnik a hőmérséklettől is befolyásolt térfogat helyett tömeget mérni: egy kellőképpen pontos mérleggel (érzékelővel) kiküszöbölhető a folyadékszint vizuális megállapításához köthető hibalehetőségek, ugyanis a sűrűség ismeretében ki lehet számítani azt, hogy mekkora a tömege van a 2 dl mérendő folyadéknak. E módszernek a további előnye az lenne, hogy a mérleget be lehet építeni a viszkoziméter vezérlő-áramkörébe: a kronométer megállításának a pillanata az lenne, amikor a mérleg a 2 dl folyadék tömegét jelzi (ezzel kiküszöbölhető az emberi reakcióidő hatása is).

A módszernek azonban nemcsak előnye, hanem hátránya is van: meg kell állapítani a mérendő folyadék sűrűségét is. Az eredeti eljárás szerint a térfogatmérés a gyűjtőedényben történik, tehát valahol a környezet és a termosztatikus tartály hőmérséklete közötti, bizonytalan ponton (mivel a folyadék közben hűl, vagy melegszik). Mivel a

kifolyási idő a tartályban levő folyadék-szinttől (a tartály alján, a kapilláris bemene-ténél mérhető hidrosztatikai nyomástól) függ, kézenfekvőnek tűnik az a javaslat, hogy a sűrűség a tartály hőmérsékletén le-gyen meghatározva és nem pl. a szobahő-mérsékleten.

4. A megvalósítás, következtetések

Adott egy hajdanában félig automatizált Engler-viszkoziméter, amelynek az elektro-nikája elromlott. Ehhez fogunk egy új rend-szert építeni, amelynek a középpontja egy Raspberry Pi 3 mikroszámítógép [3]. Ehhez a GPIO csatlakozón keresztül közvetlenül illeszthetünk érzékelőket és reléket, így nincsen szükség egy adatgyűjtőre is.

Ilyenképpen a viszkoziméter tartályának a hőmérsékletét egy beépített érzékelővel követhetjük, a 220 V-os fűtőellenállást pe-dig egy relén keresztül kapcsolgatjuk a be-állított hőmérséklet tartásához.

A mérés kezdetekor, a tú felemelésének a pillanatát egy mikrokapcsoló jelzi (ez még a régi rendszer tartozéka volt).

A kifolyt folyadék tömegét egy erőmérő cella (ez tulajdonképpen egy hajlított rúd, nyúlásmérő bélyegekkel) méri: amikor az eléri a beállított, 2 dl folyadéknak megfele-lő értéket, akkor az időmérés megáll.

A Raspberry Pi 3-hoz billentyűzetet, egeret és egy számítógép-képernyőt is csat-lakoztathatnánk, de mindezt kiváltjuk egy közvetlenül hozzá építhető érintőképernyő-vel: így a felhasználó egy kompakt rendsze-ren dolgozhat, amin beállíthatja a kívánt paramétereket (hőmérséklet, tömeg) és kö-vetheti a mérési folyamatot.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Winslow H. Herschel: *The Redwood viscometer. Technologic Papers of the Bureau of Standards*, 1921, <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/nbstechnologic/nbstechnologicpaperT210.pdf>
- [2] Dabir S. Viswanath, Tushar Ghosh, Dasika H.L. Prasad et al.: *Viscosity of Liquids: Theory, Estimation, Experiment, and Data*. Springer 2007
- [3] <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>

HŐMÉRSÉKLET KÜLÖNBSÉG VÁLTOZÁSA BETON ÉS VASBETON SZERKEZETEK KÖTÉSI FOLYAMATA SORÁN

THE CHANGE OF TEMPERATURE DIFFERENCE IN THE PROCESS OF CONCRETE AND REINFORCED CONCRETE HARDENING PROCEDURE

Domonyi Erzsébet¹, M. Csizmadia Béla², Telekes Gábor³

¹Óbudai Egyetem, Bánki Dónát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 1081 Budapest, Népszínház utca 8. domonyi.erzsebet@bgk.uni-obuda.hu

²Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1. csizmadia.bela@gek.szie.hu

³Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar, 1146 Budapest, Thököly út 74. telekes.gabor@ybl.szie.hu

Abstract

The concrete and the reinforced concrete structures capacity have been defined by external loads, environmental effect, mechanical strength and durability. The heat generation of the chemical bond causes the thermal cracks in a case of mass concrete structures and this process is one of the main parameter in the planning and the designing stages. In this paper authors examine the temperature characteristic in a case of reinforced concrete structure and it has been compared with the concrete structure heat distortion. On the other case the impact of rebar have been calculated in a point of view heat distribution modification with the help of finite element modelling.

Keywords: concrete, reinforced concrete, heat generation, durability, risk of cracking

Összefoglalás

A beton és vasbeton szerkezetek teljesítőképességét a külső terhek, a környezeti hatások, szilárdság és a tartósság befolyásolja számottevően. A tömegbetonoknál a kötés közbeni hőfejlődés hatására kialakuló repedésveszélyt is figyelembe kell venni a tervezéskor és a kivitelezéskor egyaránt. Cikkünkben végelem modellen vizsgáljuk a tömegbetonokban kialakuló hőmérsékleti viszonyokat vasbeton tesztknél és hasonlítjuk össze beton hőmérsékleti jellemzőkkel. Arra a kérdésre keressük a választ, hogy a vasalás mennyire befolyásolja a szerkezetben kialakuló hőmérséklet különbséget.

Kulcsszavak: beton, vasbeton, hőfejlődés, tartósság, repedésveszély

1. Bevezetés

A beton kötési folyamata hőtermelő, amely a cement és víz kémiai reakciójának eredménye. A beton szerkezeti vastagságától függően az utókezelés eltérő lehet. A normál vastagságú - 40 cm-nél kisebb – betonok esetében a felszíni vízűtés alkal-

mazása elegendő. A nagyobb szerkezeti vastagságú, tömegbetonok esetében egyéb intézkedések is szükségesek a szerkezet korai repedésének elkerülése végett. A tömegbetonok belsejében kialakuló adiabatikus környezet hőelvezetési problémákat okoz, mivel a betontest magja és felszíne között kialakuló hőmérséklet-különbség a

betonban a megengedhető húzófeszültség-nél nagyobb értékű feszültséget okoz, amely a szerkezetben repedések kialakulásához vezethet [1].

A tömegbetonok a mérnöki gyakorlatban legtöbbször vasbeton szerkezetek. A beton és betonacél hőtágulási együtthatója közel azonos, így a tömegbetonok esetén a kötési hőtágulás számottevő többlet feszültséget nem okoz.

A tömegbetonokban a szerkezet különböző pontjaiban kialakuló kötési hőmérséklet-különbség hatására keletkező feszültségállapot okozta repedések elkerülése viszont összetett probléma. Figyelembe kell venni tervezéskor a beton összetételét, geometriáját, az utókezeléséről kiemelt figyelemmel kell gondoskodni, ezért a beton-összetétel tervezésekor a kis hőtermelésű cementek használata javasolt.

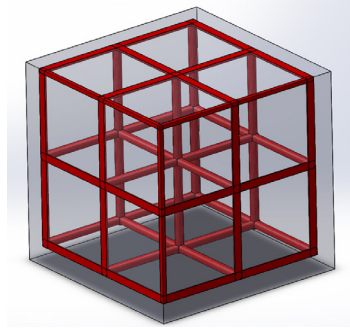
B. Klemczak és mtsa [2] cikkükben vasbeton tartály és vasbeton híd-elem repedéseinek okait vizsgálják. Kiemelik a megfelelő anyagválasztást, hiszen sokszor a nagyobb szilárdságot biztosító CEM I típusú kötőanyagot írja elő a szabályozás, figyelmen kívül hagyva a magas kötési hőfejlődést. Az előírások szerinti betonkeverék használata nagyobb repedés-kockázatot jelent. Numerikus modellel igazolják állításait és tűzik ki további feladataikat.

X. Song. és mtsai. [3] arra hívják fel a figyelmet, hogy a vasbeton szerkezeteken kialakuló repeséseken keresztül a betonacél erő hatások az acél korrózióját elősegítik. Vizsgálataik a beton és a betonacél közötti kötési kapcsolatot célozzák; az idő függvényében állapítják meg a kötési összetartó erőt, nyomószilárdságot a fiatal betonban.

Cikkünkben a beton és vasbeton szerkezetek hőelvezető tulajdonságainak segítségével azt vizsgáljuk, hogy a betontestben kialakuló minimum és maximum hőmérsékletek, ill. hőmérséklet- különbség hogyan változik betonacéllal erősített és betonacél nélküli tömegbetonok esetén.

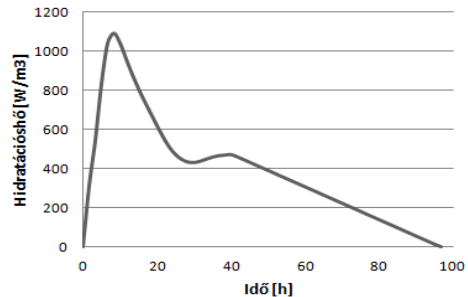
2. Anyag és módszer

A vizsgálat során általános rendeltetésű, $\rho_t = 2400 \text{ kg/m}^3$ testsűrűségű betonkeveréket vizsgáltuk 22,5 cm-es egyenletes osztásközű vasalással és vasalás nélkül (**1. ábra**).



1. ábra. A betonacélok elhelyezkedése a nyolcadmodellben

Az alkalmazott CEM III B 32,5 N jelű cement kis hőfejlesztésű, tömegbetonok készítésére ajánlott, amelynek hőtermelését az **2. ábra** szemlélteti.



2. ábra. A CEM III B 32,5 N cement hőtermelése az idő függvényében

A beton és a betonacél hőtani jellemzőit az **1. táblázat**ban foglaltuk össze.

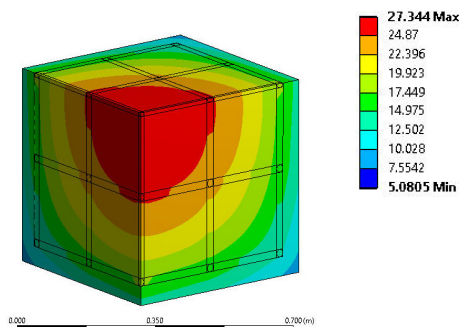
A végeelem modellnél kialakított geometria mindkét esetben – beton és vasbeton – 1 méteres élhosszúságú kocka, utóbbinál a 20 mm átmérőjű betonacélok általános, minimális vasalási feltételeket kielégítő szabály szerint kerültek elhelyezésre.

1. táblázat. A beton és a betonacél hőtani jellemzői.

Jellemzők	beton	betonacél
Fajhő [J/(kgK)]	1228	434
hővezetési tényező [W/(m ² K)]	3,5	60,5

Mindkét modellt azonos finomságú hálózással és peremfeltételek mellett vizsgáltuk. A kísérlettel meghatározásokor a mérnöki gyakorlatban kialakuló lehetséges hőmérsékleteket és szigetelési / utókezelési megoldások minimum és maximum értékeit vettük figyelembe, így az alábbiak szerint alakult:

- a hőátadási tényező (h) értéke $5 \text{ W/m}^2\text{K}$ (maximális szigeteléssel ellátott) és $30 \text{ W/m}^2\text{K}$ (szigetetlen),
- a környezeti hőmérséklet (T) értéke $5 \text{ }^\circ\text{C}$ (téli betonozás) és $30 \text{ }^\circ\text{C}$ (nyári betonozás).
- A frissbeton bedolgozási hőmérséklete minden esetben $25 \text{ }^\circ\text{C}$ volt.



3. ábra. A vasbeton modell szimmetriasíkjában a hőmérséklet eloszlás $h=30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, valamint $T=5^\circ\text{C}$ esetén

Az adott pillanatokban ébredő hőmérséklet-különbségeket nemlineáris véges-elem modell segítségével határoztuk meg Ansys 12.0 keretrendszerben.

A geometriai modell kialakításakor a vizsgált térfogat nyolcadát modelleztük,

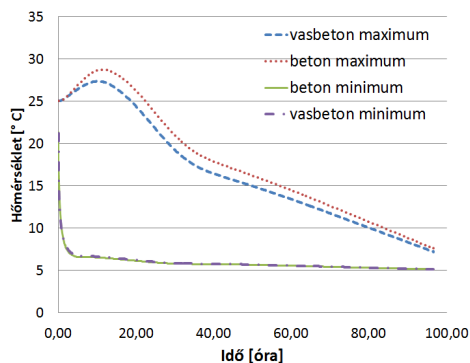
amelyre a folytonossági kritériumokat peremfeltételekkel definiáltuk.

A geometriai modell a betonnál egy, a vasbeton esetében két szilárdtestet tartalmaz, finom hálózással. A beton modellt a [4] részletesen ismerteti, a vasbeton modellt a **3. ábra** mutatja be.

Az eredmények kiértékelésekor a peremfeltételeket változtatva a kialakult minimum és maximum hőmérsékletek időbeni változását vizsgáltuk mindkét modellnél.

3. Eredmények

Az elemzés eredményeképpen megállapítható, hogy mindkét modellnél a hőmérséklet időbeni változása hasonló volt.



4. ábra. A minimum és maximum hőmérsékletek alakulása $h=30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, valamint $T=5^\circ\text{C}$ esetén az idő függvényében

A geometria középpontjában a legmagasabb, a sarkokban pedig a legalacsonyabb hőmérséklet alakult ki minden kísérleti beállításnál.

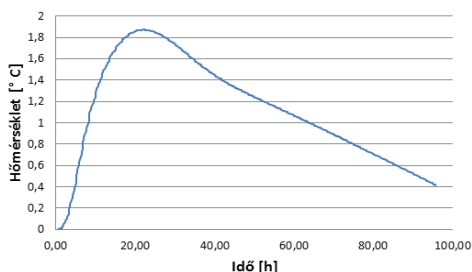
A kiemelt példáról (**4. ábra**) valamint a többi esetről is elmondható, hogy a ΔT hőmérséklet-különbséget a hőmérsékleti maximumok befolyásolják számottevően, amíg a hőmérsékleti minimumok hatása minimális. Továbbá a beton és a vasbeton modell eredményeinek összehasonlításakor jól látszik, hogy a hőmérsékleti minimumok esetében nincs befolyásoló hatása a betonacél-

lok jelenlétének. A hőmérsékleti maximumok viszont a két modellnél eltérnek. A betonacélt is tartalmazó modell maximum hőmérsékletei alacsonyabbak, mint a beton modell esetén.

2. táblázat. A maximum hőmérsékletek különbsége (vasbeton-beton) adott peremfeltételek mellett az idő függvényében

Perem-feltételek	Maximum hőmérsékletek különbsége [°C]	Idő [h]
$h=5 \text{ W/m}^2\text{K}$ $T=5 \text{ °C}$	1,39	45,90
$h=5 \text{ W/m}^2\text{K}$ $T=30 \text{ °C}$	1,08	60,89
$h=30 \text{ W/m}^2\text{K}$ $T=5 \text{ °C}$	1,87	21,75
$h=30 \text{ W/m}^2\text{K}$ $T=30 \text{ °C}$	1,09	38,56

A vizsgálat eredményeit betonacéllal erősített és betonacél nélküli modellek esetén a **2. táblázatban** foglaltuk össze.



5. ábra. A hőmérséklet maximumok hőmérséklet különbségeinek alakulása

A kapott eredményekből kiderül, hogy a kísérletben a $h=30 \text{ W/m}^2\text{K}$ és $T=5 \text{ °C}$ -nál a legnagyobb a modellezéskor kapott maximum hőmérsékletek különbsége, amely a 21,75. órában alakul ki. Az **5. ábra** a ma-

ximális hőmérsékletek különbségét szemlélteti az idő függvényében.

4. Következtetések

A vasalt és a vasalatlan modell esetében a minimum hőmérsékletek közötti különbség az adott kísérletben elhanyagolható.

A betonacélok hatása hőtani szempontból a maximum hőmérsékletek között már mutat eltérést, a vizsgált betontípus esetében számottevő az adott peremfeltételeknél, mivel a szabvány a repedés elkerülése végett maximum 20 °C hőmérsékletkülönbséget enged meg. Alacsony környezeti hőmérséklet és magas hőátadási tényező mellett a betonacélok használata hőtani szempontból jelentősen csökkentheti a repedésveszélyt.

A modell térfogata a kísérletben állandó volt, továbblépésként a geometria befolyásoló hatását kívánjuk vizsgálni.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] B. A. Klemczak: *Modeling thermal shrinkage stresses in early age massive concrete structures*, Comparative study of basic models, Archives of civil and mechanical engineering 14, (2014), pp. 721-733.
- [2] B. Klemczak, Agnieszka Knoppik-Wróbel: *Reinforced concrete tank walls and bridge abutments: Early-age behaviour, analytic approaches and numerical models*, Engineering Structures 84 (2015) pp. 233–251
- [3] Xiaobin Song, Yeqi Li, Chao Chen, Feng Lin, Susu Shang: *Modeling early age RC slab cracking considering time-dependent bond behaviour*, Engineering Structures 138 (2017) pp. 27–34
- [4] Domonyi Erzsébet, Csizmadia Béla, Telekes Gábor: *Tömegbetonok repedési hajlamának elemzése a hőmérséklet és a hőátadási tényező függvényében* GÉP LXVII: (5-6) pp. 44-47. (2016)

AGV KIBER-FIZIKAI NAVIGÁCIÓS RENDSZER

CYBER-PHYSICAL NAVIGATION SYSTEM OF AGV

Erdei Timotei István¹, Zsolt Molnár², Nwachukwu C. Obinna³, Husi Géza⁴

Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Villamosmérnöki és Mechatronikai Tanszék, Cím: 4028, Magyarország, Debrecen, Ótmető u. 2-4;

¹timoteierdei@gmail.com

²zsolt.molnar94@gmail.com

³chuchuobinna@gmail.com

⁴husigeza@eng.unideb.hu

Abstract

In the XXI.st Century the application of mobile robots has a decisive role in production process, mainly in logistics & material handling tasks. Due to globalization the intralogistics, industrial networked devices, timed processes, induced the Industry 4.0/IoT. The first step to full automation of industries will be the cyber-physical navigation system of AGVs.

Keywords: AGV, Image processing, Augmented reality; ARma; OpenCV; Timotei-Robotics

Összefoglalás

A XXI. századra a mobil robotok alkalmazása a gyártástechnológiában meghatározó szerephez jutott, a logisztikai és az anyagmozgatási feladatok tekintetében. A globalizáció következtében az intralogisztika, a hálózatba kötött ipari eszközök és az időzített folyamatok egységesen indukálták az Ipar 4.0 és az IoT megjelenését. Az AGV-k kiber-fizikai navigációs rendszere lesz a következő lépcsőfok az ipari létesítmények teljes automatizálása felé

Kulcsszavak: AGV; képelemzés; Augmented reality; ARma; OpenCV; Timotei-Robotics

1. Bevezetés

A megnövekedett élők munkaidő, magával hozta arányosan a munkadíj költségek növekedését is. Ezért kiemelt prioritást kell, kapjon az anyagmozgató robotok nagyobb számban való bevonása a termelési folyamatokba.

A világon több cég is forgalmaz AGV anyagmozgató robotokat, megfelelően kidolgozott technikai háttérrel. Sajnos ezen AGV-k navigációs irányító rendszere zárt „cég specifikus” és csak önmagukkal kompatibilisek. A gyártók kihasználva ezen

előnyüket, a beszerzési és telepítési költségeket magasan tartják. Ezen üzletpolitikára vezethető vissza az AGV mobil robotok minimális jelenléte az ipari létesítményekben, az élők munkához képest.

Az intralogisztikai feladat, amiknek egy adott AGV-nek meg kell felelnie rendkívül komplex, mivel a mindenkori termelési ciklushoz kell alkalmazkodnia, ami több szakterületet is igénybe vesz, úgy, mint informatika, rakodástechnika/szállítás és kommunikáció. Ezen területek élők munkával történő összehangolása nagy rizikó faktort

jelent, ami egy automatizált AGV rendszerrel minimalizálható.

A fő célkitűzésünk egy egyedi kiber-fizikai rendszer megalkotása volt, ami interaktív kapcsolatban van környezetével és az általunk megalkotott számítási rendszerrel. A vizsgálat tárgyát képezte továbbá projektünkben, hogy egy automatizált vezetősű jármű, ami saját fejlesztésű képfeldolgozáson alapul, Augmented Reality technikát alkalmazva, eredményesebben és költséghatékonyabban látják-e el, egy zárt, fedett területen az anyagmozgatási feladatokat, komoly „irányítási infrastruktúra” kiépítése nélkül, szemben az „élő” munkával.

1.1. KUKA KR5 megfogó vezérlése

A Debreceni Egyetem Épületmechanikai Kutatóközpont Robotlaborjába egy KUKA KR5 hegesztő robot került telepítésre/beüzemelésre.

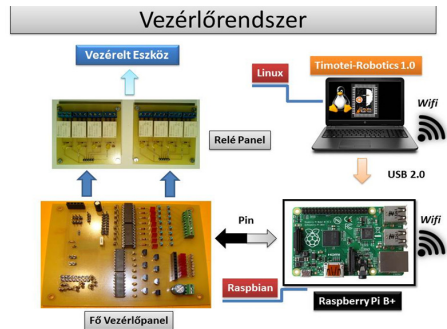
A konstrukció maga ipari célokra lett kialakítva ívhegesztéshez, gyors és precíz mozgásra képes, relatíve nagy munkaterület mellett [1].

A projektfeladat végrehajtása szükségessé tette, a KUKA KR5 megfogó rendszer átalakítását, hogy alkalmas legyen anyagmozgatásra. Ennek érdekében egy Japán, Humphrey H040-4E2 típusú elővezérelt elektro-pneumatikus bistabil szelepre esett a választás, ami 2-től 7 bar-ig és 24V egyenfeszültség mellett üzemel [1]. A vezérelhető szelep egy GRIP GmbH megfogóba került beépítésre. Ennek megvezérléséhez egy saját fejlesztésű vezérlőrendszer lett alkalmazva, a TiMo Board, ami alkalmas ipari pneumatikus/hidraulikus szelepek vezérléséhez, korábban kisebb gyártósori célkák vezérlésénél már bizonyított.

Mivel TiMo Board, kialakítása révén hálózatba kötve is programozható és felügyelhető, ezért az Ipar 4.0/IoT szempontokat figyelembe véve, egy saját Linux Disztribúciót hoztunk létre a Timotei-Robotics-et, mivel a Linux alapú rendszerek a

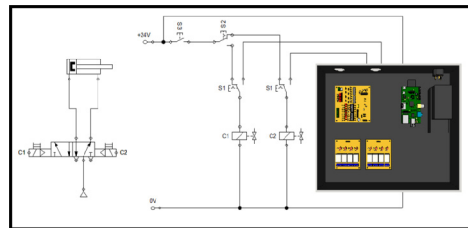
package és security frissíték miatt nagyobb védelmet élveznek a hálózatra kötött, beágyazott rendszereknél.

Az OS maga személyi számítógépekre telepíthető, amik rendelkeznek a minimális rendszerkövetelményekkel (700 MHz x64 CPU, 512 MB RAM, 8 GB HDD/SSD szabad hely). Esetünkben egy közép kategóriás Notebook-ra került feltelepítésre. A TiMo Board másik alappillére a saját OS-n való kommunikáció mellett egy Raspberry Pi B+ modell [2].



1. ábra. Programozható beágyazott rendszer

Amikor programozzuk a vezérlőpanelt (TiMo Board), akkor a programot a Notebook-on a Timotei-Robotics OS-en írjuk, szabvány PLC létra diagramban, majd a megírás után generálunk egy programkódot, ami Raspberry Pi B+ -hoz kerül kiküldésre. A TiMo board vezérlő panel beépítésre került a KUKA KR5 ipari robot pneumatikus megfogó elektromos körébe, ami az alábbi ábrán látható:



2. ábra. TiMo Board - KUKA KR5 megfogó

2. ARma & OpenCV

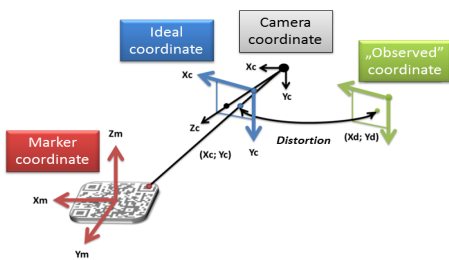
Ahhoz, hogy az Épületmechanikai Kutatóközpontot, mint “Intelligens Tér” –ként (iSpace) [4] tudjuk kezelni, szükség van vision szenzorra és képelemzési feladatokat ellátó részegységre.

A képelemzési feladatokat az OpenCV, Real-Time képelemző, platform független program látta el. Amibe integrálásra került az ARma extended könyvtár, így lehetőségünk nyílt AR alapú képelemzést végezni.

A kiterjesztett valóság más néven AR, rendkívül komplex képelemzési feladat, mivel tényezők együttese kell, hogy megfeleljen a használatakor. Első körben el kell készíteni az adott 3D modellt, aminek részletességét a mindenkor poligon szám határozza meg. Ez a modell kerül beágyazásra egy QR-Code-ba, amiből az OpenCV-ARma [3] képes dekódolni a 3D modellt.

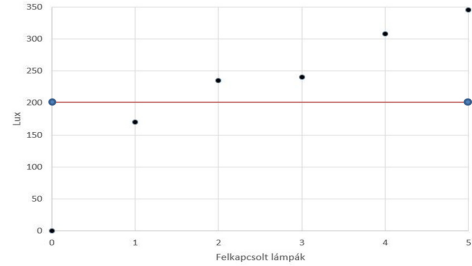
Az AR esetén a „Marker” –nek használt QR-Code koordináta rendszere határozza meg, hogy a korábban elkészített és kódba ágyazott 3D modell milyen pozícióban kerül leképezésre.

$$U = \frac{dX}{dt} = \left(\frac{dY}{dt}, \frac{dZ}{dt} \right)^T \quad (1)$$



3. ábra. Kamera, objektum pozíció detektálása

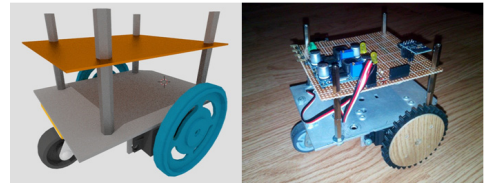
Az OpenCV-ARma teszthez először 2 MPx-es USB 2.0 kamerát alkalmaztunk. Továbbá a tesztkörnyezet a Robotlabor volt, mivel jól szabályozható fényviszonyokkal rendelkezik, ami kulcsfontosságú kritérium.



4. ábra. LUX – mérés-detektálás függvényében

Az elvégzett mérések alátámasztották, hogy legalább 200 Lux feletti értéknek kell lennie az adott terület fényerősségének, hogy egy 2 MPx-es kamera is alkalmas legyen dekódolásra. A későbbi éles teszthez vision szenzornak egy 16 MPx-es, Linux-Android középkategóriás telefont választottunk.

Ezt követően megtervezésre/ megépítésre került egy mini AGV robot, ami könnyen újratervezhető, költséghatékony és kategorikusan a projektfeladat elvégzésére alkalmas.

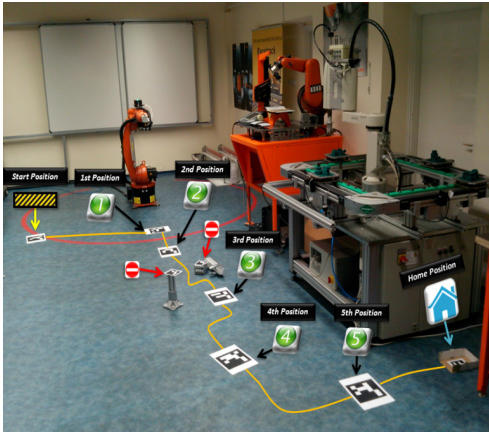


5. ábra. Mini AGV prototípus robot

Az AGV prototípus áramkörében egy Arduino Nano, két LM2596 DC step-down konverter, két szervomotor, és egy ESP8266 Wi-Fi-Serial modul található [5].

3. AGV AR virtuális navigáció

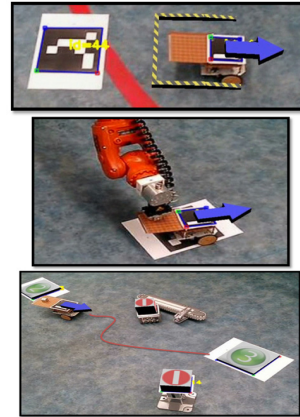
A teszteléshez a Robotlabor lett kiválasztva, mint izolált és szabályozott környezet. Azért, hogy a területet iSpace-ként alkalmazhassuk, kinyomtatásra és elhelyezésre kerültek a QR-Code-ok/Marker-ek. Az elhelyezett QR-Code-ok mindegyikre egyedi parancsot tartalmaz az AGV számára, és jól kategorizálhatóak, így az útvonalat könnyen kijelölhetjük számára.



6. ábra. Robotlabor - "Intelligens Tér" (iSpace)

Az AGV meghatározott feladata az volt, hogy a QR-Code által meghatározott „Start” pozícióból a „Home” pozícióba jusson el, útba ejtve a „Pozíció 1-et, ahol a programban megadott ideig várakozik, míg a KUKA KR5 ipari robot megfogójába befogott és az általunk TiMo Board, PLC létrában programozott megfogó le nem teszi a szállítandó fém kockát az AGV-re, majd ezután, 2, 3, 4, és 5, pozíció markeret veszi célba. A „Tilos” jelzésű Markerekkel jelölt objektumokat pedig meghatározott távolságban kerüli el. Az AGV-n található Marker célja a jármű pozíciójának a meghatározása, mivel nem volt szükség külön helymeghatározó szenzor beépítésére.

A létrehozott rendszer komplex, mivel az IP kamera a Linux-Android telefon, aminek videostream-jét Wi-Fi-n keresztül sugároztuk egy zárt, saját hálózat számára. A hálózat csomópontját egy TP-LINK TL-841N Wi-Fi router képezte [6]. Erre csatlakozott az AGV, szintén vezeték nélkül és az OpenCV-ARma szoftvert futtató laptop is. Ha a hálózaton lévő okostelefon kamerájának látószögébe kerül valamelyik kód, akkor a laptop dekódolja a kódhoz rendelt textúrázott 3D modellt és parancsot, amit ezután az AGV kategorikusan végrehajt.



7. ábra. AGV AR alapú navigáció

4. Következtetések

A létrehozott AR kiber-fizikai navigációs rendszer első teszt futtatását követően egyértelművé vált, hogy nincs szükség külön szenzorokra, az általunk kidolgozott AGV navigációs rendszer számára, mindegyike hálózatra kötött IP kamerákra. Továbbá a kinyomatott kódok áthelyezésével újratervezhető/bővíthető az AGV útvonala. A kiépített rendszer új távlatokat nyithat meg az AGV robotok navigációjában, mivel nem igényel komolyabb beruházást és az ipari létesítmények jelentős hányada biztonságtechnikai szempontok miatt IP kamerákkal van felszerelve, így a rendszerünk könnyen és üzembiztosan integrálható/alkalmazható és minimális beüzemelési költségekkel jár.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] G. Husi: *Position Singularities and Ambiguities of the KUKA KR5 Robot* - International Journal of Engineering Technologies, Vol.1, No.1, 2015
- [2] <https://www.raspberrypi.org/> (2017.01.10)
- [3] <http://opencv.org/> (2017.01.11)
- [4] Hashimoto Hideki, Szemes Peter: *Ubiquitous sensory intelligence* Budapest, Magyarország, 2003.12.12-2003.12.14. pp. 73-86.
- [5] <https://www.arduino.cc/> (2017.01.12)
- [6] http://www.tp-link.com/hu/products/details/cat-9_TL-WR841N.html (2017.01.14)

AZ 5S MÓDSZER ALKALMAZÁSA LABOROK FELÜLVIZSGÁLATÁNÁL

APPLICATION OF THE 5S METHOD AT AUDIT OF LABORATORIES

Farkas Gabriella¹, Zelei Sándorné²

¹Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag- és Gyártástudományi Intézet, Gyártástechnológiai Intézeti Tanszék, 1081-HU Budapest, Népszínház u. 8.; Telefon: +36-16665391; farkas.gabriella@bgk.uni-obuda.hu

²Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag- és Gyártástudományi Intézet, Gyártástechnológiai Intézeti Tanszék, 1081-HU Budapest, Népszínház u. 8.; Telefon: +36-16665379; zelei.sandorne@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

The importance and popularity of the techniques and methods –were developed in quality assurance – are widely used in the adaption irrespective of the company’s activity. The 5S method presented in this article was developed and adapted first in the manufacturing companies but this was used in the audit of laboratories at higher education. The experiences of the audits were summarized and developed the applications of this methods based on the results.

Keywords: *Lean, quality tools, 5S method, audit*

Összefoglalás

A minőségbiztosításban kifejlesztett technikák, módszerek jelentősége és népszerűsége abban rejlik, hogy széleskörűen alkalmazhatóak függetlenül attól, hogy az adott szervezet milyen tevékenységet folytat. A jelen cikkben bemutatásra kerülő 5S módszer kifejlesztése és alkalmazása elsősorban a gyártással, termék előállításal foglalkozó szervezetek esetében volt releváns, de néhány éve a felsőoktatási intézményünkben működő laborok felülvizsgálatában is nagy szerepet játszik. Összefoglalásra kerülnek a felülvizsgálatok során szerzett tapasztalatok, és az eredmények alapján kidolgozásra kerülnek javaslatok a módszer alkalmazásának továbbfejlesztésére.

Kulcsszavak: *Lean, minőségtechnikák, 5S módszer, felülvizsgálat*

1. A biztonság és a rendezettség megvalósítása minőségügyi technikákkal

A Lean menedzsment, a Lean felfogás és gondolkodásmód a japán minőségmenedzsment filozófián (TPS-Toyota Product System) alapszik. A Lean számos eszközt

alkalmaz a folyamatok tökéletesítésére, a termékek minőségének folyamatos javítására. Ezek többek között:

- a Visual Menedzsment,
- a Kanban,
- az 5S módszer,
- a TPM,
- a Kaizen,

- a JIDOKA
- a Poka-Yoke. [1]

Az 5S módszert 1991-ben publikálták és mutatták be, amely hatékonyan segíti a munkahelyi eredményességet és biztonságot, átláthatóbbá teszi munka-folyamatokat és hozzájárul a munkahely biztonságos és rendezett fenntartásáért. [2]

Az 5S módszer bevezetésével és alkalmazásával számszerűen is kimutatható a termelékenység növekedése továbbá szemmel látható változások érhetők el a munkahely rendezett, tiszta fenntartásában, a munkatársak gondolkodásmódjában. [3]

1.1. Az 5S módszer elemei

A szakirodalomban a módszer megnevezésében szereplő 'S' betű a tevékenység elnevezésére utal. [4] [5]Az 1. táblázatban összefoglaltuk az eredeti japán elnevezés szavak magyar, angol és német megfelelőjét.

Az első S (*Seiri*) tevékenység alatt a szükséges és szükségtelen dolgok szétválasztását, a megfelelő kiválasztását, a szükségtelen dolgok eltávolítását értjük.

A vizualitás segíti a módszer kiépítését, ezért célszerű a kiindulási állapotról fényképeket készíteni, ezeket kinagyítva a munkahelyen kifüggeszteni.

A második S (*Seiton*) jelenti a helyszínen maradt dolgok helyének kijelölését, ezen hely szabványos, egyértelmű megjelölését: helyes elrendezést. Jelölni kell a munkavégzéshez szükséges tárgyak, szerzőszámok helyét (pl. körvonalrajz, címke).

Az elhelyezésnél figyelembe kell venni az ergonómia és használati gyakoriság szempontjait, továbbá a szállítási útvonalat, a szemégyűjtőket, a gázpalackok helyét, a forgácstárolót stb.

A harmadik S (*Seiso*) alatt a gépek és a munkahely takarítását, tisztán tartását értjük. A higiénikus, biztonságos, hatékony munkahely kialakításához követelmény a mindennapos takarítás, mely elsősorban

azon a területen alkalmazott munkavállaló kötelessége.

A negyedik S (*Seiketsu*) az előző 3S által elért eredmények fenntartását és folyamatos javítását jelenti a módszeresség biztosítása mellett.

Az ötödik S (*Seitsuke*) a fegyelmezett magatartást, morált jelenti a 4S megvalósításában. Ide tartozik a munkavállalók képzése, hogy az 5S szisztéma alap gondolatát elsajátítsák, magukénak érezzék és kövesseik.

1. táblázat. Az 5S módszer egyes elemeinek elnevezése japán, magyar, angol és német nyelven

5S			
japán	magyar	angol	német
<i>Seiri</i>	<i>Szelektálás</i>	<i>Sort</i>	<i>Sortieren</i>
<i>Seiton</i>	<i>Szervezés</i>	<i>Straighten</i>	<i>Systematisieren</i>
<i>Seiso</i>	<i>Szépítés</i>	<i>Shine</i>	<i>Säubern</i>
<i>Seiketsu</i>	<i>Szabványosítás</i>	<i>Standardise</i>	<i>Standardisieren</i>
<i>Shitsuke</i>	<i>Személyes példamutatás</i>	<i>Sustain</i>	<i>Selbstdisziplin und ständige Verbessern</i>

2. Az 5S módszer beépítése a laborok belső felülvizsgálatába

Felsőoktatási Intézményünkben a hallgatók széles körének jut lehetőség a laboratóriumok rendszeres látogatására, az ott elhelyezett eszközök, gépek, berendezések megismerésére, használására, oktatói és mérnöki felügyelet, segítség mellett. Elsődleges elvárás a laborok rendezettségével szemben a balesetek megelőzése, a veszélyes eszközök használatára történő felkészítés, a felelősségvállalás kialakítása saját maguk és a hallgatótársaik egészségének, biztonságának megóvása érdekében. Ennek érdekében került bevezetésre a laborok – *Intézményi szinten nagyságrendileg 30 db* – rendszeres időközönkénti felülvizsgálata az 5S módszer segítségével. A nehézséget

azonban az okozta, hogy minden labor felszereltségében, adottságában, alkalmazási céljában eltérő. Vannak olyanok, amelyekben órarendi oktatás folyik, vannak olyanok, amelyekben kutatással kapcsolatos tevékenységek folynak és vannak olyanok, amelyekben még külső megbízás általi munkát is végeznek. A laborok jellegéből adódó különbségek is igen eltérőek. Egy számítástechnika laborban egészen más körülmények között tartózkodnak az oktatók és a hallgatók, mint egy gépműhely laborban. Éppen ezért minden labort egyedileg kell vizsgálni és a fejlődést, vagy éppen az ellenkezőjét az állapotromlást önmagához képest kell értékelni. Összességében a laboratóriumok 5S szerinti éves belső auditja segíti a kitűzött célok megvalósítását úgy, hogy egyedileg kidolgozott javaslatokban tesszük meg.

2.1. A felülvizsgálat menete, értékelése

A felülvizsgálatokat éves rendszerességgel végzik a belső auditorok többnyire a vizsgaidőszakban, amikor a laborok kihasználtsága kismértékű. Az auditorokkal szemben támasztott egyik legfőbb követelményt, a vizsgált területtől való függetlenséget mindig szem előtt kell tartani. Az előzetesen összeállított kérdéssor alkalmazásával megtekintik a laborokat és fényképpel igazolják a tényszerű megállapításokat. A helyszínen készített képeket összevetik az azt megelőző évben készített felvételekkel, amellyel igazolható a változás tendenciája. Az auditjegyzőkönyvben megfogalmazottakat a kari vezetés, az Intézetek vezetői és a laborfelelősök is megkapják, amely hasznos segítség lehet a fejlesztési tevékenységek előre tervezésekor.

2.2. Tapasztalatok

Az elmúlt hat éves időszakban szemmel látható változások történtek az Kar laboratóriumainak rendezettségét illetően. Többek között:

- tisztázódtak a feladat- és hatáskörök;

- javult a kommunikáció;
- megnőtt a laborvezetők felelősségérzete;
- tisztább és rendezettebb körülmények alakultak ki;
- célirányossá vált az épület állagmegóvása és belső területeinek javítása;
- a működésnek a biztonság és a munkavédelem szerves része lett;
- felszínre kerültek a hiányosságok.

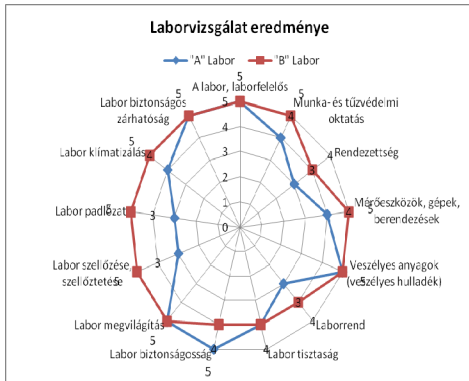
Az 5S módszer bevezetésével évről-évre látványosan kitértek a fejlesztések és a törekvések. Az esetek nagy részében azonban az 5S inkább eszköz vagy lehetőség, valamely magasabb rendű cél eléréséhez.

3. Továbbfejlesztési lehetőségek

A felülvizsgálatok során alkalmazott kérdőív évről-évre bővült. A kérdések sokasága érthető módon a kiértékelést is nehezítette, ezért szükségesség vált az egyszerűbb, érthetőbb kiértékelés, melyre legalkalmasabb eszköz az adatok diagramban ábrázolása. Az alkalmazott kérdéseket csoportosítva, pontszámmal ellátva könnyebben lehet vizuálisan is megjeleníteni. Ezek:

- a labor és a laborfelelőssel kapcsolatos kérdések (1-5 pont);
- munka- és tűzvédelmi oktatással összefüggő feladatok ellátása (1-5 pont);
- a rendezettségre vonatkozó ismérvek (1-5 pont);
- mérőeszközök, gépek, berendezéssel kapcsolatos előírások megléte (1-5 pont);
- veszélyes anyagok tárolásával, alkalmazásával kapcsolatos feladatok (1-5 pont);
- a laborral vonatkozó általános értékelés és tapasztalat (1-5 pont).

Ahogy az **1. ábra** mutatja a kérdéscsoportok és a kapott pontszámok sugárdiagramban megjelenítve rávilágítanak azokra a területekre, ahol elmaradást, eltérést tapasztaltunk az audit során.



1. ábra. Laborvizsgálat eredménye „A” és „B” laborok esetében, az egyes kérdéscsoportokra kapott pontszámok alapján

A 2. ábra oszlopdiaagramja mutatja az egyes laborok összesített eredményének kimutatását. Segítségével összemérhetők az egyes laborok egymáshoz képest és akár időben is, ha az előző év eredményét is fegyelembe vesszük.



2. ábra. Laborvizsgálatok teljes pontszámának relatív eredménye

A relatív eredmény jelen esetben az jelenti, hogy az audit során kapott pontszám és a maximálisan elérhető pontszám hányadosát %-ban kifejezve jelenítjük meg.

3. Következtetések

Az 5S módszer alkalmazása a mi esetünkben a laborok felülvizsgálatánál nem a klasszikus értelemben – a szakirodalomban ismertett termelési környezetben – működik. Egyes elemei jól érvényesülnek, mint pl. a Seiri (szelektálás), a Seiton (szervezés) és a Seiso (szépítés). Az auditoknak köszönhetően látványos eredmények érhetők el, ha a cél közös és egyértelműen meghatározott.

A biztonságra, a balesetmentes munkavégzésre továbbra is törekedni kell. Az 5S rögzülése, a laborokban tapasztalható rend és munkafegyelem megerősítheti ezt a tendenciát, példát mutatva a hallgatóknak, akik a leendő munkahelyükön ezt a szellemet propagálni tudják. A laboratóriumok biztonságos és rendezett kialakítása, fenntartása fellendítheti az ipari kapcsolatokat, a cégeknek lehetőségük nyílt szakmai fórumokat, tanfolyamokat tartani, eszközöket, berendezéseket telepíteni oktatási célokra olyan környezetben, amely megfelel az elvárásaiknak.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Pfeifer, T.; Schmitt, R.: Masing handbuch Qualitätsmanagement. Carl Hanser Verlag, München, 2014., 167-173, 286-289.
- [2] H., Talbot, B.: 5 pillars of the visual workplace. The sourcebook for 5S implementation. Productivity Press. New York, 1995. 33-38.
- [3] Dr. Czifra Gy.: Az 5S rendszer bevezetése a valós életben - problémák, megoldások, sikerek... Proceedings of 8th International Engineering Symposium at Bánki (IESB 2016). Budapest, 17. Nov, 2016, 20.
- [4] László Berényi: Fundamentals of Quality Management. LAP, Saarbrücken, 2013, 166-171.
- [5] Husti I.: A minőségmenedzsment összetevői. Gödöllő, 2016, 305-306.

HIBAFÁ-ELEMZÉS MONTE-CARLO-SZIMULÁCIÓJA

MONTE CARLO SIMULATION OF FAILURE TREE ANALYSIS

Farkas Levente¹, Pokorádi László²

¹Óbudai Egyetem, Mechatronikai és Járműtechnikai Intézet, egyetemi hallgató,
Magyarország 1081 Budapest, Népszínház u. 8.; Tel. +36 70 6606194
leventefarkas@freemail.hu

²Óbudai Egyetem, Mechatronikai és Járműtechnikai Intézet, egyetemi tanár,
Magyarország 1081 Budapest, Népszínház u. 8.; Tel. +36309194929
pokoradi.laszlo@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

One of the most important tasks of the technical safety science is the reliability investigation of used systems and technological processes. The Fault Tree Analysis is one of the most known reliability and risk assessment methods. For its correct application requires exact reliability data of investigated system. In this case the engineers call upon the Monte Carlo Simulation instead of dismay.

Keywords: *reliability, failure tree analysis, Monte Carlo Simulation*

Összefoglalás

Az egyik legfontosabb műszaki biztonság tudományi feladat az üzemeltetett rendszerek, technológiai folyamatok megbízhatósági vizsgálatai. Több megbízhatósági és kockázatelemző eljárás ismert, melyek közül az egyik legelterjedtebb a Hibafa-elemzés. A módszer feltétele azonban a kiindulási adatok pontos ismerete, ám ez persze nem mindig lehetséges. A mérnökök ilyen esetben kétségbeesés helyett a Monte-Carlo-szimulációhoz fordulnak.

Kulcsszavak: *megbízhatóság, hibafa elemzés, Monte Carlo szimuláció*

1. Bevezetés

A műszaki gyakorlatban jelentős szerepet játszik a rendszerek megbízhatósági vizsgálata [1]. Egy helyesen megalkotott modell segítségével gyakran előre kiszűrhetők az üzemeltetés során fellépő műszaki hibák. A megbízhatósági elemzés lényeges tulajdonsága, hogy ezeket a modelleket vizsgálva megállapítsuk egy rendszer vagy folyamat várható élettartamát, illetve meghibásodási valószínűségét.

A kanonikus rendszerek és az elemek vizsgálatakor „csak” két üzemiállapotot különböztetünk meg [1]:

üzemképes, vagy üzemképtelen.

Ekkor nem vizsgáljuk külön a lehetséges meghibásodások módját. Nem elemezzük azt például, hogy egy hálózatba kapcsolt számítógép (amit így elemként kezelünk) a processzora vagy a tápegysége miatt hibásodott meg.

Munkánk célja a Hibafa-elemzés és a Monte-Carlo-szimuláció bemutatását szolgáló tanórai szemléltető szoftver elkészítése. A könnyebb szemléltetés érdekében egy példán keresztül mutatjuk be a vizsgált módszereket.

A tanulmány az alábbi fejezetekből áll: A rendszer hibafa ábráját a 2. fejezetben közöljük. A 3. fejezetben ismertetjük a Monte-Carlo-szimulációt. A 4. fejezetben

az elkészített szoftvert mutatjuk be. Végül az 5. fejezetben összegezzük munkánk eredményeit.

2. A Hibafa-elemzés

A Hibafa-elemzés egy olyan kockázat-elemző módszer, amit a rendszer hibájának felderítésére alkalmazhatunk [4].

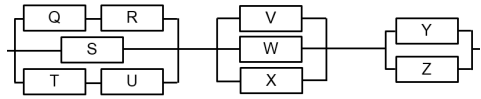
A módszer során egy főeseményből indulunk ki, melyet gyakran az angol elnevezésével, *Top Event*-tel jelölünk. Az elemzés során fokozatosan derítjük fel a főesemény bekövetkezési lehetőségeit, amelyek alrendszereket alkotnak és tovább bonthatók, egészen addig, amíg nem kapjuk meg az elemi eseményeket. Ezen elemek meghibásodási valószínűségének ismeretében következtetni tudunk a teljes rendszer meghibásodási valószínűségére, és annak módjára is.

A hibafa-elemzés során az elemek és alrendszerek közötti kapcsolat módja legalább olyan fontos, mint maguk az elemek. Ez az egymáshoz való viszony határozza meg az elemzés során használandó műveletek sorrendjét. Az elemeket és blokkokat úgynevezett *logikai kapukkal* kapcsoljuk egymáshoz, és eltérő jelöléssel különböztetjük meg őket vizuálisan. Két leggyakoribb logikai kapcsolat az *ÉS* kapu, illetve *VAGY* kapu. Az egyezményes jelölés szerint az *ÉS* kapcsolatot egyenes talpú jellel ábrázoljuk, míg *VAGY* kapcsolatnál íves talpat használunk.

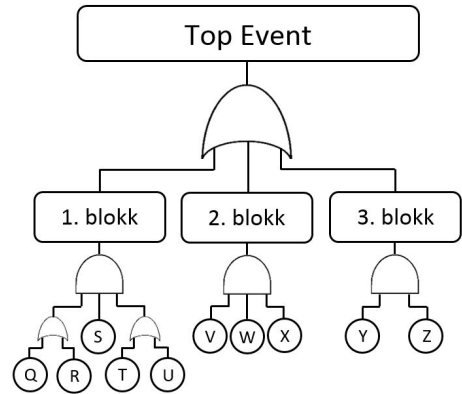
ÉS kaput akkor alkalmazunk, ha a kimeneti esemény akkor és csak akkor következik be, hogyha az összes bemeneti esemény bekövetkezik. *VAGY* kapuval mutatjuk azt a kapcsolatot, ha a kimeneti esemény azonnal bekövetkezik, amint a bemeneti események közül bármelyik előáll.

Az elemzésre kerülő rendszer blokk-diagramját az 1. ábra, hibafa diagramját az 2. ábra szemlélteti. A két megbízhatóság-elemzési módszer összehasonlítását a Szerzők a [3] publikációjukban tették közzé.

A főesemény egy *VAGY* kapuval három ágra oszlik. Ha bármelyik ágon bekövetkezik a meghibásodás, az a teljes rendszer összeomlásához vezet. Az ágak *ÉS* kapukkal csatlakozott elemekből állnak, a legelső ág azonban tovább bontható még két alágra.



1. ábra. A vizsgált rendszer blokkdiagramja [3]



2. ábra. A vizsgált rendszer hibafája [3]

3. A Monte-Carlo-szimuláció

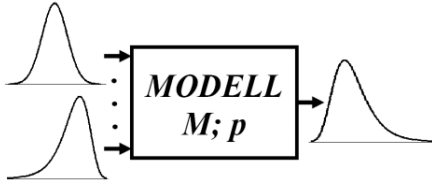
A Monte-Carlo-szimuláció egy széles körben elterjedt numerikus kockázatelemző módszer, amely véletlen számok generálásán alapul.

A módszer ma ismert formáját STANISŁAW ULEM és NEUMANN JÁNOS dolgozta ki a 40-es évek végén. Nevét a kaszinóiról híres *Monte-Carlo* városról kapta, ezzel utalva a véletlen eseményeken alapuló eljárás lényegére.

Szimulációról akkor beszélünk, amikor egy folyamat vagy rendszer vizsgálata helyettesítő modell segítségével történik [2]. A Monte-Carlo-szimuláció során a modellhez szükséges kiindulási adatokat egy meghatározott eloszlás szerint véletlenszerűen generáljuk.

A Monte-Carlo-módszer legnagyobb

előnye, hogy nincs szükség – a sokszor igen bonyolult – analitikus módszerekkel történő modell megoldására, hanem „csupán” véletlen számok gyors és hatékony generálásával válaszolhatók meg a feltett kérdések.



3. ábra. A Monte-Carlo-szimuláció elvi ábrája

Jelen cikkben arra keressük a választ, hogy milyen valószínűséggel áll be meghibásodás a rendszeren, ha ismerjük a rendszer elemeinek meghibásodási valószínűségeit, és az elemek közti pontos logikai kapcsolatot.

A szimulációban az elemek értékét véletlenszerűen generáltuk 0 és 1 között, majd a megadott p tényező alapján eldöntöttük, hogy az elem működik vagy sem. Az esemény számának emelésével a pontosság növelhető. Egy táblázat segítségével 2500 darab, egymástól független esetet generáltunk, és az így kapott eredményeket grafikonon ábráztoltuk.

4. A szimulációs szoftver bemutatása

A szimuláció – bár egyszerű műveletekből épül fel – rendkívül számításigényes, ezért papíron alig kivitelezhető. A véletlenszerű gerjesztés elméleti kísérletekben már a XIX. század végén is szóba került, mint lehetséges módszer, de a kivitelezés nehézsége miatt a módszer tényleges alkalmazása számítógépek megjelenéséhez köthető.

Munkánk során a Microsoft Excel alkalmazást használtuk a szimulációs környezet létrehozására. Ezzel elkerültük, hogy valamilyen speciális hardver igényű szoftvert kelljen alkalmaznunk a tanórai szemléltetés során. Az elkészített program 6

munkalapról áll, melyek a számítást és a szemléltetést egyaránt végzik.

A kezdőlapon maga a grafikon képe látható. Itt adható meg az elemek meghibásodási valószínűsége is. Erre hivatkozik az összes többi munkalap, ezáltal dinamikus adatfeldolgozást tesz lehetővé. A hibás elemek valószínűségét p_i -vel jelöltük, ahol $p_i \in]0;1[$

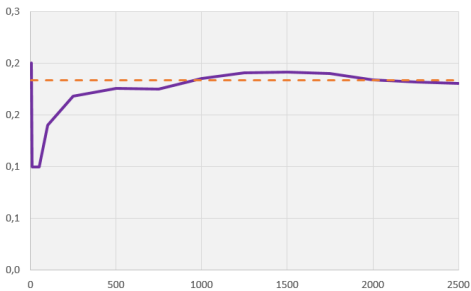
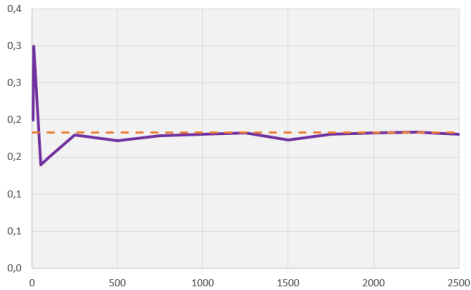
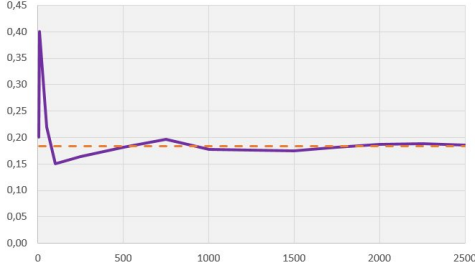
A második munkalap végzi az elméleti számításokat. Az elemek meghibásodási valószínűségei az első munkalapon megadott értéket veszik fel, így új érték beírása esetén az egész táblázat azonnal frissül. A táblázat réteges felépítésben ábrázolja a struktúrát, legalul kezdve a különálló elemekkel, majd ezeket csoportosítja az ábra szerinti tömbökbe, ágakba, míg végül eljut a teljes rendszer megbízhatóságához.

A harmadik munkalap a szimuláció „lelke”. Itt történik az adatok generálása, és a számítások elvégzése. Az elemek megbízhatóságát egy 1 és 100 között véletlenszerűen generált érték adja. Ebből egy egyszerű függvénnyel megadható, hogy az előzetesen választott megbízhatósági érték alapján az adott elem *üzemképes* vagy *üzemképtelen*. Ezek alapján a szoftver a 2. fejezetben ismertetett összefüggésekkel kiszámítja az egyes tömbök üzemképességi változóját, melyet egy IGAZ/HAMIS típusú Boole változóval ad meg.

Végül az utolsó munkalapon egy segéd-táblázat található, amely kigyűjti a szimulációs adatokat, összeveti őket az elméleti értékkel, és kiszámolja az üzemképes rendszerek arányát.

A 4. ábra különböző szimulációs futtatások eredményeit szemlélteti, amikor az elem meghibásodási valószínűsége: $p = 0,3$. Az elméleti értéket egy szaggatott vonal jelöli, a szimulációs értékeket folytonos görbe mutatja. Jól látható, ahogy az események száma nő, mindegyik szimuláció értéke – eltérő módon – de egyre inkább közelíti az elméleti értéket (lásd [3] irodalom). Végtelen számú eset során a két érték

egyenlő lenne.



4. ábra. Szimulációk eredménygrafikonjai
($p_i = 0,3$)

5. Összegzés

Jelen tanulmányunkban egy egyszerű példán keresztül bemutattuk a hibafa-elemzési eljárást, valamint azon keresztül a

Monte-Carlo-szimulációt. Ezen módszerek a mérnöki gyakorlatban kiemelt fontossággal bírnak, hiszen segítségükkel modellezhetők le a különböző rendszerek, gyártósorok, berendezések várható meghibásodása, élettartama, és így már azelőtt megtörténhet a beavatkozás, hogy a leállás bekövetkezne.

A cikkben felhasznált módszer egy adaptációja a [2] TDK dolgozatnak.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Farkas, L: *Kanonikus struktúrák megbízhatósági elemzése*, Tudományos Diákköri dolgozat, Budapest, 2015. (konzulens: Pokorádi László)
- [2] Farkas, L: *Kanonikus struktúrák megbízhatóságának Monte-Carlo-szimulációja*, Tudományos Diákköri dolgozat, 2015.
- [3] Farkas, L., Pokorádi, L: *A blokk-diagram és a hibafa-elemzés kapcsolata*, A XXI. Fialtal Műszaki Tudományos Ülésszak Előadásai, Kolozsvár, 2016., pp. 149-153.
- [4] Pokorádi, L: *Hibafa érzékenységelemzése*, A XX. Fialtal Műszaki Tudományos Ülésszak Előadásai, Kolozsvár, 2015., pp. 263-266.

Köszönetnyilvánítás

Tanulmányunk az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar Műszaki Biztonságtudományi Szakműhely – $\mu\beta\sigma$ – keretében készült el.



A DIGITÁLIS KATONA RENDSZER A KATASZTRÓFAVÉDELMI MŰVELETEKBEN

LAND WARRIOR SOLDIER SYSTEM FOR DISASTER RESPONSE AND RELIEF OPERATIONS

Farkas Tibor¹, Hronyecz Erika²

¹Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Híradó Tanszék, 1101. Budapest, Hungária krt. 9-11., Tel. +36-1/432-9000/29-289
farkas.tibor@uni-nke.hu

²Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Biztonságtudományi Doktori Iskola, 1081 Budapest, Népszínház utca 8; Tel. +36-1/666-5375, hronyecz.erika@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

The following paper would like to discuss the main elements of the disaster relief and recovery activities as well as the substantial communication requirements of command and control (C2) activities. The key element of the success activity is the possessing, analysis and evaluation of sufficient and valuable information of command and control, that specify the decision making process. We examine the usage of military Land Warrior Soldier System in disaster situation which could support the C2 and the decision making process. "This article was supported by the János Bolyai Research Scholarship of the Hungarian Academy of Sciences."

Keywords: *Land Warrior, disaster management, crisis situation, info communication*

Összefoglalás

Jelen közleményben a különböző katasztrófa helyzetek felszámolásának és a helyreállításnak alapvető elemeit, valamint a vezetés és irányítás alapvető információs igényeit mutatjuk be. A sikeres tevékenység egyik meghatározó eleme a vezetést támogató információk megszerzése, feldolgozása, elemzése és értékelése, amely meghatározza a döntéshozatali tevékenységet. Ennek fényében megvizsgálunk egy katonai rendszernek, a „digitális hálózati katona rendszernek” katasztrófavédelmi alkalmazhatóságát, amely a döntéshozatalban segítheti a vezetőt a rendszer nyújtotta információk megszerzésével és továbbításával. „Jelen közlemény a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült.”

Kulcsszavak: *digitális katona, katasztrófavédelem, válsághelyzet, infokommunikáció*

1. Bevezetés

Napjaink eseményei jól bizonyítják, hogy az elmúlt években (évtizedekben) kiemelkedő jelentőséggel bíró nemzetközi békét fenyegető válsághelyzetek mellett, egyre nagyobb hangsúlyt kell fektetni az egyéb, országon belüli válsághelyzetek ke-

zelésére, a különböző katasztrófa helyzetekre történő reagálásra. [1] A világ minden pontján így Magyarország területén bekövetkezett katasztrófa helyzetek és egyéb válsághelyzetek felszámolása jelentősen befolyásolja az országok anyagi javainak és lakosságának védelmét, valamint a helyreállítás feladatainak

végrehajtását. Ezek az események lehetnek ipari, természeti és egyéb jellegű katasztrófák/válsághelyzetek. Az Európai Uniót nagymértékben érintő úgynevezett „migránshelyzet” is hasonló nemzeti, többnemzeti feladat-végrehajtást követel meg az országok vezetőitől.

Mindezen tevékenységek sikeres végrehajtása érdekében hatékony vezetésre, irányításra van szükség, amely megfelelő mennyiségű, megbízható információk nélkül nem képes maradéktalanul ellátni a feladatát! [8]; [9] Ennek érdekében a vezetést (irányítást) végrehajtók részére megfelelő mennyiségű és minőségű információt kell biztosítani, amely feldolgozásának időbeni végrehajtása kulcsfontosságú.

2. A katasztrófavédelem felszámolásának alapjai

Magyarországon a legelső egységes törvényi szabályozást az 1999. évi LXXIV törvény (1999. évi LXXIV. törvény a katasztrófák elleni védekezés irányításáról, szervezetéről és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről) fogalmazta meg. Ennek felülvizsgálatára és pontosítására 2011-ben került sor, amelynek köszönhetően összhangba került Magyarország Alaptörvényével. A módosított törvény a „2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról” az alábbiak szerint határozza meg a felszámolásban résztvevők körét. „A védekezést és a következmények felszámolását az erre a célra létrehozott szervek és a különböző védekezési rendszerek működésekének összehangolásával, az állampolgárok, valamint a polgári védelmi szervezetek, a gazdálkodó szervezetek, a Magyar Honvédség, a rendvédelmi szervek, a Nemzeti Adó- és Vámhivatal, az állami meteorológiai szolgálat, az állami mentőszolgálat, a vízügyi igazgatási szervek, az egészségügyi államigazgatási szerv, az önkéntesen részt vevő civil szerve-

zetek és az erre a célra létrehozott köztestületek, továbbá nem természeti katasztrófa esetén annak okozója és elidézője, az állami szervek és az önkormányzatok (a továbbiakban együtt: katasztrófavédelemben részt vevők) bevonásával, illetve közreműködésével kell biztosítani.” [4; 1§ (1)] Jelen törvényen kívül még több határozat, rendelkezés és egyéb dokumentum pontosítja a feladatokat, a résztvevőket, a tevékenység irányítását és egyéb meghatározó tényezőket.

A katasztrófa elleni védekezésnek három alapvető területét, három időszakát különböztethetjük meg. Az első a *megelőzés időszaka*, amely mint prevenció jelenik meg a tevékenység rendszerében. Célja, a katasztrófa megakadályozása, valamint a védekezés feltételeinek megteremtése. A második terület az *elhárítás*, amely a reagálás, a beavatkozás és a védekezés időszakait foglalja magába, amely mint művelti tevékenységek összessége jelenik meg. Ennek célja, hogy időben észleljük, illetve reagáljunk a bekövetkezett katasztrófa eseményekre. A harmadik részterület a *helyreállítás időszaka*, amely az „eredeti helyzet”, a katasztrófaesemény bekövetkezése előtti állapot visszaállítását szorgalmazza. [5]

Ezen területeket megvizsgálva láthatjuk, hogy a művelti vezetés és irányítás elsősorban a második két időszakban értelmezhető. Az elhárítás és a helyreállítás időszakában a vezetési és irányítási tevékenység meghatározó döntéseket foganatosít, amelyet információk támogatással kell kiegészíteni. Az alapvető információk igény minden esetben a feladat jellegétől, a tevékenység rendszerétől és a cél elérése érdekében a feladatokra bevont szervezetek összetételétől függ. [6]; [7]

2.1. A katasztrófavédelmi tevékenységek infokommunikációs rendszere

A vezetés infokommunikációs támogatása komplex infokommunikációs rendszert

követel meg, amely széleskörű szolgáltatással biztosítja az információk időbeni és megbízható továbbítását valamint annak feldolgozását. Az első szint az *irányítási alrendszer*, amely a magasabb irányítói tevékenység információs igényeit szolgálja ki, biztosítva a tájékoztatási és jelentési folyamatokat. A második a *vezetési alrendszer*, amely a művelési területen feladatot végrehajtó különböző szervezetek kiszolgálását biztosítja. Ennek részterülete lehet a sajtó valamint a lakosság tájékoztatásának feltételeit biztosító alrendszer is, amelyet fizikailag elkülönítetten kell megszervezni. A harmadik alrendszer az információ megszerzésére, valamint továbbítására irányul. A különböző szenzoroktól, érzékelőktől érkező adatokat biztosítja a vezetés és irányítás számára, mint az *információ megszerzését biztosító alrendszer*. Az adatok különböző forrásokból származhatnak (légi felvételek, UAV képek, kameraképek, ...), amelyek a döntés meghozatalának jelentős elemét képezhetik. [8]; [9]

Ennek az alrendszernek lehet egyik eleme az úgynevezett digitális katona rendszer, amely valós idejű képet nyújt a művelési vezetés részére.

3. A digitális katona rendszer

A digitális katona rendszer (Land Warrior Soldier System) az Amerikai Egyesült Államok hadseregében került kialakítása a '90-es évek elején, amely célja korszerű technikai eszközökkel felszerelt, magas technikai támogatással rendelkező katonák beintegrálása a vezetés és irányítási rendszerbe. Az eredeti elgondolás szerint a dandár és alacsonyabb szintű alegységek alkalmazása esetén fontos elvárás volt, hogy a digitális katona rendelkezzen magas fokú túlélőképességgel, C2 rendszer kompatibilitással valamint harctéri mobilitással. A 2000-es évek közepén a fejlesztés elérte a csúcspontját, amikor széleskörű doktrinális, kiképzési, szervezési és egyéb eljárásokat

maga mögött tudva bevetették 2007 és 2008 között az Iraki Szabadság Műveletben. Ezt követően a hálózat nyújtotta képesség elvének megfelelően került a digitális katona rendszer továbbfejlesztésre, amelynek számos egyéb kiegészítése, fejlesztési iránya alakult ki, mint a „net warrior: hálózatos katona”; a „future combat system: jövő harcászati rendszere”; és egyéb rendszerek. A NATO és számos állam kifejlesztette a saját, hasonló elven működő rendszerét, mint például a francia „Féline”, vagy a brit „FIST” rendszerek. Mindezek a hálózatba integrált, magas szintű védelmi és támadó képességekkel rendelkező katona elvét valószínűsítik meg, amely nagymértékben elősegíti az információ-megosztás képességét, ezáltal a vezető döntéshozatalát. A rendszer az alábbi főbb alrendszereket foglalja magába: kommunikáció; teherhordó felszerelés; hallásvédő; éjjellátó készülék; ABV védelem; fegyverrendszer; repeszvédelem; speciális ruházat; vezetés-irányítás információs rendszere; navigációs és szenzorrendszer. [10]

A digitális katona rendszer meglátásunk szerint jól felhasználható egy esetleges katasztrófa helyzet felszámolásának tevékenysége során is. A kárfelszámolás és helyreállítás vezetője valós időben megkaphatja a rendszer által biztosított információkat a vezetési ponton, ezáltal támogatva a döntéshozatali tevékenységét.

Egy bekövetkezett földrengést követő elhárítás időszakában a kutatást, mentést végrehajtó személyek ilyen rendszerrel történő felszerelése biztosíthat olyan képességeket, amelyek a túlélők felkutatását, a vezetés azonnali tájékoztatását elősegíti. A ruházaton elhelyezett szenzorok, valamint a kamerakép valós idejű adatokat nyújtanak a vezetés részére, amely adott esetben részletesebb és használhatóbb, mint egy UAV-ről érkező információ.

A rendszer ennek megfelelően jól alkalmazható árvízi védekezés esetén is, ahol egy katona közeli képet tud biztosítani egy

vízügyi szakembernek a gát egy nehezen hozzáférhető pontjáról, de megfelelő egyéb kiegészítőkkel (pl. infrakamera) egy határvédelmi feladat során is kiválóan alkalmazható.

További előnye a rendszernek, hogy az infokommunikációs hálózat kiterjeszhető a rendszerelemekkel, hiszen minden egyes „katona” mint egy csomópontként, átjátszó állomásként tud működni, amellyel a lefedettséget lehet nagymértékben növelni.

A felszerelés részeként rendelkezésre álló GPS segítségével folyamatosan nyomon követhető a felszámolást végzők helyzete, ezáltal pontos koordináták alapján egyéb utasításokat lehet meghatározni.

Az így beérkező adatok felhasználásával az azonnal reagáló képesség megvalósul, válaszreakciókkal lehet a tevékenység sikerét biztosítani, valamint egyéb kialakuló katasztrófák megelőzhetőek. Minden esetben a kritikus információk igények meghatározása a legfontosabb, amely szavatolja a feladat-végrehajtás sikerét.

3. Következtetések

Jelen közleményben bemutattuk a katasztrófa felszámolási tevékenység területét, valamint a feladatok végrehajtását támogató információs rendszer legfontosabb elemeit, amely a vezetők információs igényeinek figyelembevételével meglátásunk szerint jól kiegészíthető a digitális katona rendszerrel. A rendszer által nyújtott információk megfelelő támogatást nyújtanak a katasztrófák és egyéb válsághelyzetek felszámolása során.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Fregan B.: *Un établissement européen au service de la défense*, In: Fregan Beatrix: Success and Challenges in Foreign Language Teaching; NKE, 2014. pp. 83-87.
- [2] Rajnai Z.-Fregan B.: *Un portrait militaire au reflet de l'insurrection hongroise*, *Orients* 2013: (10) pp. 93-96. (2013), Paris
- [3] Rajnai Z.: *A tábori alaphírhálózat vizsgálata*, *Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények* 2000: (1) pp. 48-57. (2000), Budapest
- [4] 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról
- [5] Bonnyai T.; Rácz R.: *Az új katasztrófavédelmi szabályozás; Jegyzet és jogszabálygyűjtemény*. OKF, Budapest, 2012.
- [6] Farkas T., Hronyecz E.: *Basic information needs in disaster situations (capabilities and requirements)*; In: Bitay Enikő (szerk.): *Műszaki Tudományos Közlemények: A XXI. F fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka előadásai*. 452 p.; Kolozsvár, EME, 2016. pp. 153-156.
- [7] Rajnai Z.-Sándor M.: *Út a digitális kommunikációs rendszer felé (II.)*, *Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények*, 1. évf.: (2. szám) pp. 217-229. (1997), Budapest
- [8] A. Toth: *Network centric communication systems to support signal military decision making process*; In: Proceedings of the international conference NTSP 2014, Liptovsky Mikulas 2014. pp. 112-115.
- [9] Farkas T.: *Tasks of the Hungarian Defence Forces in Disaster and Crisis Situation; Communication and information services and capabilities*; In: Proceedings of the international conference NTSP 2016, Liptovsky Mikulas, 2016. pp. 143-146.
- [9] Tóth A.: *A valódi „captain america”, avagy a sebezhetetlen katona*; *Hadmémők* X.évf. 4. szám, 2015. pp.177-184.

KÖNYÖKSAJTOLT RÉZ PRÓBATESTEK DSC VIZSGÁLATA

DSC ANALYSIS OF ECAP PROCESSED COPPER SAMPLES

Fejes Gergő Richárd¹, Gonda Viktor²

Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag- és Gyártástudományi Intézet, H-1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca 8.

¹*fejesgergorichard@gmail.com*

²*gonda.viktor@bgk.uni-obuda.hu*

Abstract

Severe plastic deformation (SPD) is now a well-established methodology for the processing of bulk ultrafine grained materials. Among various methods, equal channel angular pressing (ECAP) is the most popular way of creating ultrafine grained materials. The stored energy after ECAP in these substances highly influences the microstructural processes: recovery, recrystallisation, and the thermal stability of the processed materials. We analyzed the recrystallisation kinetics of ECAP processed copper samples using differential scanning calorimetry (DSC).

Keywords: ECAP, DSC, copper, recrystallisation, stored energy

Összefoglalás

Az intenzív képlékeny alakító eljárásokkal ultrafinom szemcséjű tömbi anyagokat állíthatunk elő. Számos technológia közül a könyöksajtolás az egyik legnépszerűbb módja ezen anyagok létrehozásának. Az ily módon alakított anyagokban tárolt energia nagyban befolyásolja a mikroszerkezetben végbemenő átalakulási folyamatokat: a megújulást, az újrakristályosodást és a felhasznált anyag termikus stabilitását. Könyöksajtolt réz próbatestek újrakristályosodási folyamatának kinetikáját elemeztük differenciális pászttázó kaloriméter segítségével.

Kulcsszavak: könyöksajtolás, DSC, réz, újrakristályosodás, tárolt energia

1. Bevezetés

A könyöksajtolás olyan intenzív képlékeny alakító eljárás, amellyel szemcsefinomodás érhető el hidegalakítás során, segítségével ultrafinom szemcséjű tömbi anyagokat állíthatunk elő. A könyöksajtolás során végbemenő nagymértékű képlékeny alakváltozás következtében szövetszerkezeti változások mennek végbe. A szemcsék alakban torzulnak és bennük a diszlokációsűrűség megnő. Miután a diszlokációk feltorlódnak, szemcsefinomodás megy végbe és nagyszögű szem-

csehatárok is létrejönnek. A diszlokációk megnövelik a fémbe található krisztallitok szabad entalpiáját, tehát az alakítással bevitt energia egy része tárolódik az anyagban és újrakristályosodás során felszabadul, hajtóerejévé válik az újrakristályosodási folyamatnak [1]. A tárolt energia nagyban befolyásolja a mikroszerkezetben végbemenő összes átalakulási folyamatot, valamint meghatározza a felhasznált anyag termikus stabilitását. Esetünkben elektrolit rézből készült próbatesteket szobahőmérsékleten könyöksajtolásnak vetettünk alá, majd az

alakított darabok termikus viselkedését vizsgáltuk DSC méréssel.

Elemzésünk során az újrakristályosodási folyamat kinetikáját vizsgáltuk. A DSC méréssel meghatározható exotermikus csúcs, amely az újrakristályosodás során felszabaduló tárolt energiával hozható kapcsolatba, pontosan meghatározható és az átalakulás hője mérhető.

2. Kísérletek

2.1. Könyöksajtolás (ECAP)

A könyöksajtoláshoz a kereskedelmi forgalomban kapható tisztaságú elektrolit rezet használtunk fel. A húzott rúd állapotú anyagból 10 mm átmérőjű, 60 mm hosszú próbatesteket fogácsoltunk ki, amiket lágyítottunk 450°C-on 1 órán át.

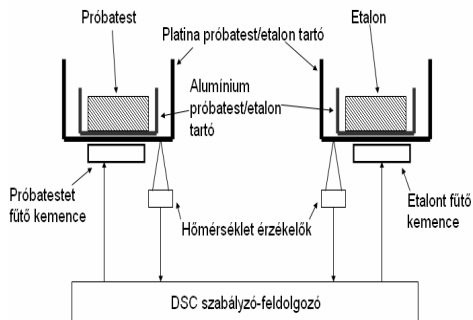
Az átsajtolást szobahőmérsékleten végeztük el, 8 mm/perc előtolási sebesség mellett egy 110°-os csatornászögű szerzőmban. A darabokon egyszeri átsajtolást végeztünk. A sajtoláshoz szükséges erő maximuma 30 kN körül alakult.

A súrlódás csökkentésére Molykote nevű -30°C–1100°C hőmérséklet-tartományban alkalmazható kenőpasztát használtunk.

2.2. DSC mérés

A DSC méréshez igazodó próbatestek kimunkálására volt szükségünk, ugyanis jól megalapozott az az állítás, hogy a könyöksajtolt anyagokban heterogén feszültségeloszlás alakul ki a csatorna falával való érintkezés közben fellépő súrlódás ingadozásának következtében [2]. Éppen ezért, csak a darabok középső részei kerülnek elemzésre. Így Ø5,9x2,5 mm méretű korong alakú próbatestek készültek az alakítást követő vizsgálathoz (ezen kívül, a mérőeszköz kemencéjének tartója is határt szab a próbatestek méretének). Ezeket a darabokat finomra csiszoltuk, így minimalizáltuk azon felületi deformációkat, amelyeket az esztergálás okozhatott a próbatestekben, majd denaturált szesszel tisztítottuk.

Az alakított minták újrakristályosodását DSC-mérések alkalmazásával tanulmányozhatjuk. A vizsgálat során az újrakristályosodási folyamat alatt hőként felszabaduló tárolt energia meghatározható. Ezen kísérlettel akár egyetlen minta segítségével követhető a teljes fémteni folyamat. Az általunk használt DSC készülék egy Perkin-Elmer DSC-8000 típusú teljesítmény kompenzációs készülék, melynek felépítése az 1. ábrán látható [3].



1. ábra. Teljesítmény kompenzációs DSC készülék elvi felépítése [3]

A mérési elv lényege, hogy a tartókba helyezett etalont és a próbatestet pontos szabályzás mellett hevítjük oly módon, hogy azok hőmérséklete közel azonos legyen és az idő függvényében lineárisan változzon. Az etalon anyagát úgy kell megválasztani, hogy az termikusan semleges tulajdonságú legyen, ne menjen benne végbe allotróp átalakulás, újrakristályosodás, vagy bármilyen folyamat, amely a hőkapacitást változtatná.

A próbatestet és az etalont is pontosan akkora teljesítménnyel fűtjük, hogy azok hőmérséklete lehetőleg lineárisan változzon. Ha a próbatestben valamilyen hőelnyeléssel vagy hőtermeléssel járó folyamat játszódik le, akkor a fűtéshez szükséges teljesítmény változik. A mérési eredményünk a próbatest és az etalon fűtéséhez szükséges teljesítménykülönbség lesz.

A kísérleteket a könyöksajtolt próbatetekben végeztük el 5, 10, 20 és 50 °C/perc hevítési sebesség mellett. Minden vizsgálathoz két külön könyöksajtolt próbatestből vettük ki a mintákat. A mintákat a nagyobb hevítési sebességeknél 400 °C-ig hevítettük fel, kisebb sebességnél már csak 350 °C-ig végeztünk mérést. A készülék által rögzített adatsor kinetikai elemzését Excel és Origin programok segítségével végeztük el.

Mivel a berendezés által felvett adatsor abszolút értékeket ábrázol, minden értéket fajlagosítottunk a próbatetek tömegének 1 grammjára, majd a fajlagos hőáram-idő diagram alapvonalaként minden adatsorra egy-egy harmadfokú polinomot illesztettünk és ezek különbségét képeztük. Így a görbék alatti terület kiszámításával meghatározható a képlékeny alakítás után megmaradó (és az újrakristályosodás során felszabaduló) tárolt energia, valamint kinyerhető az exotermikus csúcsok helye is (3. ábra).

Az eredményeket az 1. táblázatban foglaltuk össze, összevetve a DSC berendezéshez tartozó Perkin Elmer – Pyris-szoftver által adott eredményekkel. A szoftver által végzett elemzésre a 4. ábrán láthatunk egy példát. A szoftver a teljes hőáramot ábrázolja, a fajlagos értékhez ezt el kell osztani a próbatest tömegével. Megfigyelhetjük, hogy a szoftver által illesztett alapvonal egyszerű lineáris illesztés, tehát az általunk alkalmazott polinom feltehetően pontosabb eredményeket tesz elérhetővé, ez lehet az oka a két módszerrel meghatározott tárolt energia eltérésinek. Az ábrán szaggatott vonallal láthatjuk még az átalakult hányadot a hőmérséklet függvényében, amely segítségül szolgál a kinetika vizsgálatában.

2.3. Aktivációs energia meghatározás

A csúcshőmérséklet hevítési sebességtől való függését kihasználva meghatározható

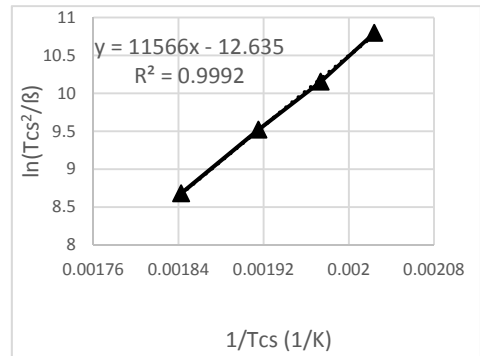
az újrakristályosodás mérhető aktiválási energiája a Kissinger-elmélet alapján:

$$\ln\left(\frac{T_{cs}^2}{\beta}\right) = \frac{E_a}{R} * \frac{1}{T_{cs}} + C \quad (1)$$

ahol

- T_{cs} – csúcshőmérséklet (K)
- β – hevítési sebesség (K min⁻¹)
- E_a – aktiválási energia (J mol⁻¹)
- R – egyetemes gázállandó (J mol⁻¹ K)
- C – konstans

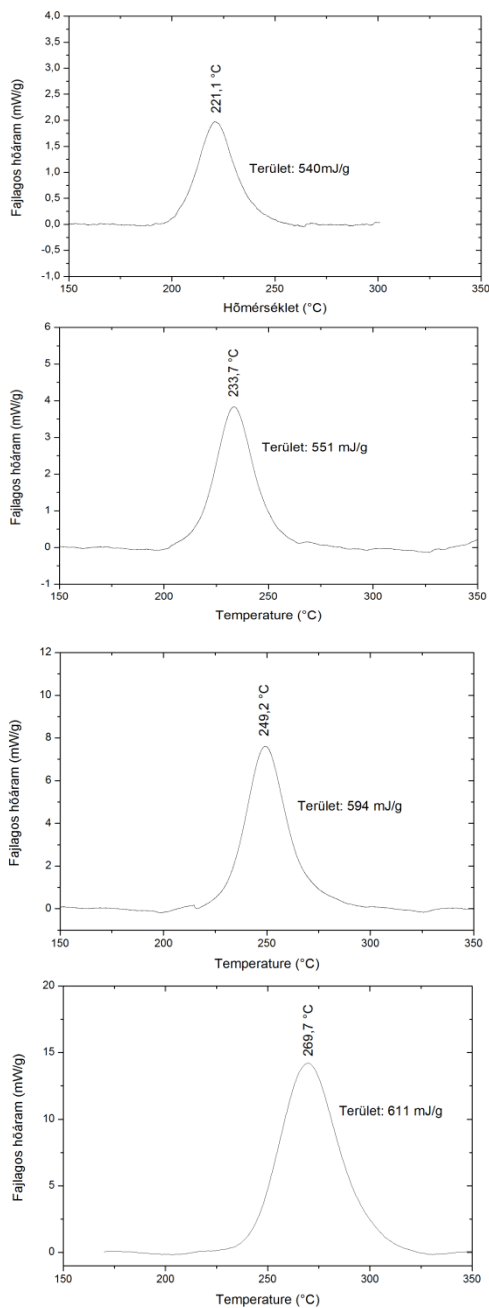
Az egyenlet alapján felvehető egy transzformált koordináta-rendszer (2. ábra), amelynek pontjaira illesztett egyenes iránytangenséből kiszámolhatjuk a vizsgált folyamat aktiválási energiáját.



2. ábra. A Kissinger-egyenlet alapján transzformált koordináta-rendszerbe felvitt értékek

3. Következtetések

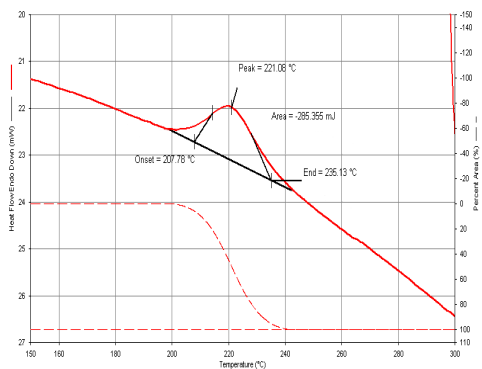
A mérések során megfigyelhető, hogy az újrakristályosodási folyamat, magasabb hevítési sebesség mellett, magasabb hőmérsékletre tevődik. Ez azzal magyarázható, hogy a nagyobb sebességű hevítés hatására egy adott dT hőmérsékleten kevesebb időt tölt az anyag, így az inkubációs idő rövidül, azonban a minta magasabb hőmérsékletet ér el ezalatt.



3. ábra. Exoterm effektus görbéje 5, 10, 20 és 50 °C/perc hevítési sebességnél (felülről lefelé)

1. táblázat. DSC mérési eredmények összefoglaló táblázata

Hevítési sebesség (β)	Saját számolt értékek		Pyris software értékei		Aktivációs energia
	Peak (°C)	Tárolt energia (J g ⁻¹)	Peak (°C)	Tárolt energia (J g ⁻¹)	
5	221,11	0,540	221,08	0,482	96,157
10	233,72	0,551	233,72	0,646	
20	249,18	0,594	249,18	0,571	
50	269,74	0,611	269,71	0,607	



4. ábra. Pyris szoftver által végzett elemzés és az átalakulási hányad a hőmérséklet függvényében.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Árki, P., Pázmán, J., Verő, B.: *Kohászat: Könyvsajtolt rézminták újrakristályosítása*. Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, Budapest, 2014, 11-14.
- [2] A. Sarkar, S. Suwas, D. Goran, J.-J. Fundenberger, L.S. Toth, T. Grosdidier: *Equal channel angular pressing processing routes and associated structure modification: a differential scanning calorimetry and X-ray line profile analysis*, Powder Diffraction, Vol. 27/03, 2012, pp 194-199.
- [3] Mucsi, A.: *DSC mérési eredmények feldolgozása*. In: XVI. Fiatal műszakiak tudományos ülésszaka, EME, Kolozsvár, 2011, 209-210.

REAKTÍV PLAZMAPORLASZTÁSI FOLYAMAT FELÜGYELETI ÉS ADATGYŰJTŐ RENDSZERÉNEK KIALAKÍTÁSA

DEVELOPMENT OF A MONITORING AND DATA ACQUISITION SYSTEM FOR THE REACTIVE PLASMA SPUTTERING PROCESS

Fekete Albert-Zsombor^{1,2}

¹S.C. Tetronic S.R.L., 547530, Románia, Marosszentgyörgy, Wesselényi Erzsébet ut-
ca 6 szám; Tel. +40-766-649950, zsombor.fekete@tetronic.ro

²Sapientia – Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Marosvásárhelyi Kar, 540485,
Románia, Marosvásárhely, Segesvári út 1C; Tel. +40-766-649950;

Abstract

One of the key tasks in the automation of the reactive magnetron plasma sputtering process is the data management and the development of a monitoring system. The study presents in detail the implementation of a particular multi-level monitoring system, the classification method of the various measurements, the selection of different backup frequencies, the integration of cloud type data servers with redundant backup and optimized usage, as well as the different methods used to access the system remotely with specific user rights and restrictions.

Keywords: monitoring system, network, data management, cloud, remote access

Összefoglalás

A reaktív magnetronos plazmaporlasztási folyamat automatizálásának egyik meghatározó feladata az adatmenedzsment és a felügyeleti rendszer kidolgozása. A tanulmány részletesen kitér a sajátos, többszintű felügyeleti rendszer megvalósítására, a különböző mérési eredmények osztályozásának módjára, a különböző mentési frekvenciák megválasztására, felhő típusú adatszerverek redundáns adatmentésének integrálására és optimalizált felhasználására, valamint adott felhasználói jogok és korlátozások mellett a rendszerek távolról történő hozzáféréseire alkalmazott módszerekre.

Kulcsszavak: felügyeleti rendszer, hálózat, adatmenedzsment, felhő, távoli hozzáférés

1. Bevezető

A különféle ipari és laboratóriumi feltételek mellett lezajló folyamatok megismételhetőségének egyik alapköve-telménye a paraméterek megfelelő szabályozása mellett a mérési adatok és rendszerállapotok mentése. Ezen tárolt adatok utólagos kiértékelése, feldolgozása nagymértékben hozzájárul

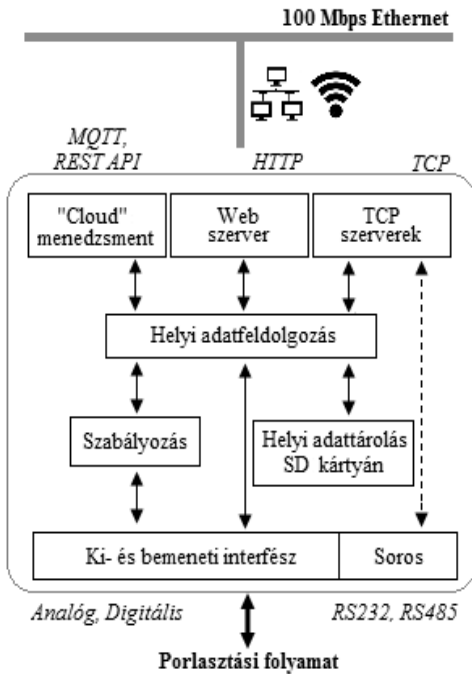
a tanulmányozott folyamat során észlelt jelenségek feltérképezéséhez, valamint a megjelenő hibák kiküszöböléséhez.

Jelen tanulmány célja a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem Marosvásárhelyi Karán működő Vékony-réteg Fizika Kutatólaboratórium reaktív magnetronos plazmaporlasztási berendezése számára kialakított felügyeleti rendszer bemutatása.

A kitűzött cél tehát egy adatcsere céljából kialakított egységesített kommunikációs kapcsolat biztosítása a használt, Ethernet alapú hálózatra csatlakoztatott valamennyi eltérő architektúrájú mérő és szabályozó berendezés között.

2. Kísérleti berendezés

A porlasztó berendezés felépítésében szereplő mérő és beavatkozó rendszerek egy, az iparban is megjelenő háromszintes (felhasználói, irányítási és folyamatközeli) hierarchikus rendszerbe szerveződnek [2].



1. ábra. A porlasztási folyamat beágyazott irányítási rendszerének egyszerűsített tömbrajza

Az irányítási rétegben többnyire saját fejlesztésű osztott beágyazott rendszerek és meglévő berendezések számára készített hálózati interfészek szerepelnek. Bár elektronikai és számítástechnikai szempontból jelentősen eltérő architektúrával rendelkeznek, a két típusú eszköz a hálózati szolgál-

tatások (Web szerver, TCP szerver(-ek) és kliens(-ek), adatszerverrel való kapcsolat-tartás) és működés (helyi adatfeldolgozás és tárolás, szabályozás) szempontjából megegyezik (1. ábra).

Kevésbé számításgépes feladatok implementálására többnyire ESP8266-os vezeték nélküli (WiFi) hálózati kapcsolatra alkalmas modul segítségével fejlesztett beágyazott rendszereket alkalmazunk. Ilyen például a különböző aszinkron soros (RS232, RS485) és TCP üzenátjárók (pl. Pfeiffer Vacuum TPG261-PKR251 típusú nyomásmérő, optikai spektrum-analizátor, a mintatartó hőmérsékletmérője, a polarizációs feszültségmérő), valamint az állapotfigyelők (pl. hűtési feltételek megléte hozamkapcsolók és hőmérsékletérzékelők révén).

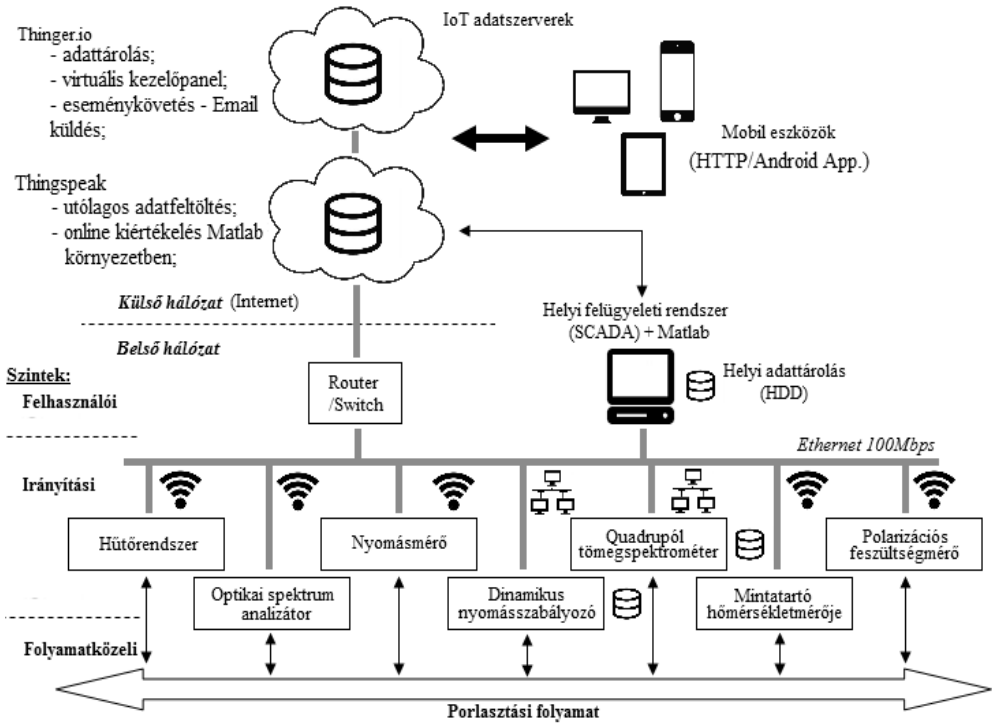
Ezzel szemben a szabályozási feladatok elvégzésére (pl. dinamikus nyomásszabályozó [2], a használt reaktív gázok parciális nyomásainak mérésére, valamint a gázelegy összetételének meghatározására használt quadropól típusú tömegspektrométer vezérlése [1]) egy PIC32MX795F512L és dsPIC33FJ128MC706 mikrovezérlőkre alapozott, vezetékes hálózati kapcsolatra alkalmas osztott beágyazott rendszert fejlesztettünk [1].

3. Adatmenedzsmnt

Az adatmenedzsmnt tulajdonképpen két részre bontható: adatfeldolgozás és adatmentés. A gyors és lassú szabályozási hurkok révén, az adatfeldolgozás úgy az irányítási (beágyazott rendszerek), mint a felhasználói szinten (felügyeleti rendszer) jelen van.

Az adatmentés szerves része a porlasztási folyamat automatizálásának, és ahogyan a 2. ábrán is megfigyelhetjük, három szinten valósul meg:

- „Felhő” típusú adatszerverek szintjén;
- a felhasználói szinten (helyi tárolás);
- az irányítási szinten (helyi tárolás).



2. ábra. Adatmenedzsmet megvalósítása a reaktív plazmaporlasztási folyamat többszintes automatizált rendszere esetében.

Fentről lefele haladva nő a mentési frekvencia, azonban csökken az adatmennyiség és a rendelkezésre álló tárhely, valamint a tárolt adatok távolról történő elérésének lehetősége. Az utóbbi csak a külső adatszerverek révén valósul meg.

A mentési frekvenciát mindig az adott szinten rendelkezésünkre álló tárhely mérete és a hozzáférési-idő határozza meg. Ennek eredményeképpen a beágyazott rendszerek szintjén rendszerint nagy felbontású, 50ms-os mentési periódusú lokális adatmentés történik SD memória-kártyára.

3.1. Helyi felügyeleti rendszer

A helyi felügyeleti rendszer egy grafikus kezelőfelülettel rendelkező, CVI Labwindows környezetben fejlesztett alkalmazás, amely teljes körű hozzáférést

biztosít a rendszerhez. Ezen szolgáltatás kizárólag a belső hálózaton keresztül érhető el az előre meghatározott portok és a kommunikációs protokoll [2] ismeretében. A felügyeleti rendszer alapfunkciói közé sorolhatjuk továbbá az adatfeldolgozást, adatmegjelenítést, valamint a háttértárolóra történő adatmentést. A rögzített 250ms-os mentési periódussal tárolt rendszerparaméterek kiegészülnek egy kétbites adatmezővel, amely az adott érték állapotát jelzi (0 – érvényes adat, 1 – megszakadt hálózati kapcsolat, 2 – hibás érzékelő). Ezen eljárás segít a mentett adatok helyességének ellenőrzésében.

3.2. „Felhő” típusú adatszerverek

Mivel a felhasználói szinten lévő számítógépes felügyeleti rendszer az előkészületi

fázisban (pl. vákuum feltételek biztosítása, mintatartó felfűtése) nem üzemel, ezért szükségessé vált egy magasabb szinten történő adatarchiválás megvalósítása. Napjainkban már számos lehetőség áll a rendelkezésünkre a távoli hozzáférés és adatmentés biztosítására a Tárgyak Internetének (*Internet of Things - IoT*) köszönhetően [3,4].

Redundancia végett, két különálló adatszervert vettük igénybe: Thinger.io [3] és Thingspeak [4]. Az első IoT szerver legfontosabb szolgáltatásai:

- adott eseményre (hibaállapot kialakulása vagy napi kimutatás) történő változtatható tartalmú Email küldése;

- tárolt adatok kívánt időintervallum szerint történő lekérdezése/letöltése;

- adatmentés és megjelenítés testreszabható virtuális kezelőpanel kialakításának lehetőségével (böngésző és dedikált applikáció révén is elérhető).

A második adatszerver lehetőséget nyújt a tárolt adatok Matlab környezetben történő online kiértékelésére és feldolgozására [4].

4. Mérési eredmények

Az **1. táblázat** három beágyazott eszköz különböző szintekre vonatkozó adatmentési beállításait tartalmazza.

1. táblázat. Különböző szintekre vonatkozó adatmentési beállítások

Eszköz	Adattípus	Helyi adattárolás (adatmennyiség/mentési periódus)		IoT adatszerverek (adatmennyiség/mentési periódus)	
		Eszköz	Felügyeleti rendszer	Thinger	Thingspeak
Dinamikus nyomás-szabályozó	Paraméterek	8B/100ms	30B/250ms	5B/1perc	5B/20s
Tömegspektrométer	Parciális nyomások	-	160B/250ms	-	-
	Gázösszetétel	-	4kB/pásztázás	-	-
	Paraméterek	10B/50ms	10B/250ms	5B/2perc	10B/20s
Nyomásmérő	Nyomás	-	5B/250ms	2B/1perc	2B/20s

5. Következtetések

Az elért eredmények alapján elmondható, hogy a bemutatott rendszer hozzájárul a porlasztási folyamat megismételhetőségének biztosításához és az alkalmazott redundanciák révén csökkenti az adatvesztés esélyét. Ugyanakkor megfelelő hozzáférési jogok mellett az automata berendezés működése a világ bármely pontjáról felülvizsgálható.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti Kelemen András, Bíró Domokos, Jakab-Farkas László és Szöllősi István urakat a bemutatott felügyeleti, mérő

és irányítási rendszer elkészítése során nyújtott nélkülözhetetlen segítségükért.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Fekete, A.Zs., Jakab-Farkas, L.: *Development of an embedded system for accessing mass spectrometry measurements through ethernet network*, Proceedings of the XXIth International Scientific Conference of Young Engineers, Cluj-Napoca, Romania, 17-18 March 2016, pp. 161-164.
- [2] Fekete, A.Zs.: *Automation of the reactive magnetron sputtering process*. Proceedings of the XVIIth International Scientific Conference of Technical Sciences, Cluj-Napoca, Romania, November 2016.
- [3] <https://thinger.io/> (2017).
- [4] <https://thingspeak.com/> (2017).

NAGYECSEDI ARTÉZI VIZEK HELYSZÍNI VÍZANALITIKAI VIZSGÁLATA

ANALYTICAL EXAMINATIONS OF WATER SAMPLES FROM ARTESIAN WELLS AT NAGYECSED

Fórián Sándor¹, Szalai László², Bodnár Ildikó³

¹Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék, 4024, Magyarország, Debrecen, Ótmető utca 2- 4 sz; Telefon / Fax: +36-52-415-155/77830, levelezési cím: forian@eng.unideb.hu

²Diehl Aircabin Hungary Kft. 4300, Magyarország, Nyírbátor, Ipari Park utca 9 szalailacsi1993@gmail.com

³Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék, 4024, Magyarország, Debrecen, Ótmető utca 2- 4 sz; Telefon / Fax: +36-52-415-155/77825, levelezési cím: bodnari@eng.unideb.hu

Abstract

Water from an artesian well or spring is usually cold and free of organic contaminants, making it desirable for drinking. We examined the quality of the artesian wells in the city of Nagyecsed. Our aim was to examine the water samples in situ and to determine the status of the artesian water based on the measured data. We examined 9 artesian wells. At the sampling points the following parameters were determined by the MultiLine P4 portable equipment: pH, oxidation reduction potential, electrical conductivity, salinity, dissolved oxygen concentration, dissolved oxygen saturation. The in situ measurements provide a rapid and reliable method. We determined relevant water flow of wells. Our measurements in the spring, summer and autumn was repeated, the results were evaluated. As a result, it can be said that the wells are suitable based on the measured on situ parameters for human consumption.

Keywords: artesian wells, Nagyecsed, MultiLine P4 portable equipment, the relevant water flow, in situ measurement.

Összefoglalás

Az artézi kutak vize általában szennyeződésmentes, és kiválóan alkalmas fogyasztásra. Nagyecsed városának kútjai által biztosított artézi vizek minőségét vizsgáltuk. Célunk az volt, hogy helyszíni mérésekkel megállapítsuk a feltörő víz kémiai minőségét és fogyaszthatóságát. Kilenc kutat vizsgáltunk a településen. A MultiLine P4 terepi mérőbőrönd segítségével meghatároztuk a vizek pH értékeit, fajlagos elektromos vezetőképességeit, ill. sótartalmát, valamint az oxigén háztartási viszonyait (oldott oxigén mennyisége és százalékaránya) Ezek a helyszíni mérések gyors és megbízható képet nyújtanak a vizsgált vizek kémiai állapotáról. Ezen kívül egyszerű méréssel a kutak vízhozamát is meghatároztuk. A méréseket tavasszal, nyáron és ősszel is megismételtük, ezek eredményeit értékeltük.

Kulcsszavak: artézi kút, Nagyecsed, MultiLine P4 terepi mérőbőrönd, vízhozam, helyszíni mérés.

1. Bevezetés

A rétegvíz egyik jellegzetes típusa az artézi víz. Üledékes medencék rétegzett porózus vízadó képződményeiben két vízzáró réteg között hidrodinamikus nyomás alatt lévő vízféleség [1]. Megcsapolásakor (kút, akna, földalatti létesítmény) a réteg fedővonalával magasabbra, a medence morfológiájától függő mértékig felemelkedik [2]. Munkánk során Nagyecsed város artézi kútjainak vizeit vizsgáltuk.

1.1. A vizsgált terület bemutatása

Nagyecsed Magyarországon az Észak-alföldi régióban, Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében, a Délkelet-Nyírségben elhelyezkedő város a Kraszna folyó partján, mely a Mátészalkai járáshoz tartozik. Területe 4385 ha (hektár), népessége 6524 fő [3]. A település területén számos artézi kút található, melyek vizét a lakosság előszeretettel fogyasztja. A helyi önkormányzat sok kutat turisztikai látványossággént kezel, ezeket felújította, és rendszeresen karbantartja. Egy-egy régi, a környékre jellemző hagyományt viselnek az egyes kutak a nevükben (pl.: *Lovas kút Betyárok kútja* vagy *Villanytelepi kút*).

2. Anyag és módszer

A helyszíni vízkémiai méréseket három különböző évszakban végeztük, 2016. március 10-én, június 16-án, és szeptember 14-én. A mérőműszert a mérések elkezdése előtt kalibráltuk, ezt követően a kutak vizéből merítős módszerrel mintát vettünk, amin elvégeztük a megfelelő paraméterek mérését. Ezek a következők voltak:

- pH [-];
- hőmérséklet [°C];
- fajl. elektr. vezetőképesség [$\mu\text{S}/\text{cm}$];
- sótartalom [g/l];
- oldott oxigén tartalom [mg/l; %];
- vízhozam [m^3/h].

A készülék olyan paraméterek mérésére nyújt lehetőséget, melyek egy mintavétele követően folyamatosan változnának. Továbbá egy helyszínen kapott kiugró érték alapot adhat egy átfogó laborvizsgálatra, vagy az esetlegesen bekövetkezett szennyezés elhárítására, kármentesítésére. A készülék két fő részegységből áll: a mérőműszer mely a jelfeldolgozást végzi, és a mértértékeket megjeleníti és tárolja. Illetve az opcionálisan csatlakoztatható mérőfejek (vezetőképesség- mérő cella, pH kombinált elektróda, oldott oxigénérzékelő). A mintavételekről terepi jegyzőkönyvet készítettünk, ami segítségünkre volt a későbbi értékeléseknél. A jegyzőkönyvben rögzítettük a helyszíni adatokat, az aktuális meteorológiai adatokat, valamint köbözásszel megmértük a kutak vízhozamát is.

3. Eredmények és azok értékelése

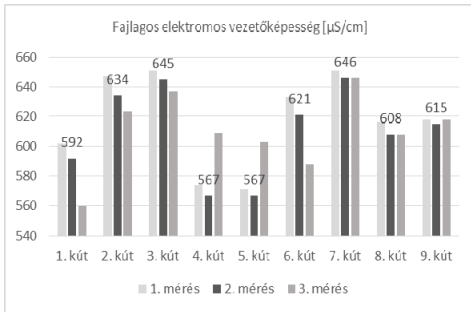
A helyszínen mért adatokat kiértékelünk és szemléltetésképpen a fontosabbakat külön diagramon ábrázoltuk. Tekintettel arra, hogy a lakosság és az idelátogató turisták ivóvízként fogyasztják ezen artézi kutak vizeit, a vizsgálataink eredményeit az érvényben lévő, és ivóvízre vonatkozó rendelkezésekkel, törvényekkel meghatározott határértékekkel vetettük össze.

3.1. A pH mérése, eredményei

A vizek minősítésénél fontos paraméter a pH, amely mérése kombinált üvegelektrod segítségével potencimetriás módszerrel történt. Ez egybeépítve tartalmazza a mérő és a referencia elektródot is. A jogszabályban foglaltak szerint a pH értéke a 6,5 és 9,5 közötti tartományba kell, hogy essen ivóvizek esetén. A mért értékeink alapján elmondhatjuk, hogy egyetlen esetben sem volt határérték túllépés. A pH értékek 7,04 és 7,70 tartományban mozognak, így a rendeletben erre a paraméterre meghatározott előírásoknak az összes vizsgált kút vize megfelel.

3.2. A fajlagos elektromos vezetőképesség és értékelése

A fajlagos elektromos vezetőképesség az oldat fajlagos ellenállásának reciprok értéke, mely két, egyenként 1cm² felületű, egymástól 1 cm távolságra lévő elektróda közötti oldatban mérünk. Egysége az 1 cm-re vonatkoztatott mikrosiemens (μS/cm). A fajlagos elektromos vezetőképességet több tényező is befolyásolja, függ az oldat hőmérsékletétől, az oldatban lévő anionok és kationok fajtájától és mennyiségétől, valamint a disszociáció fokától [4]. A tiszta víz vezetőképessége igen kicsi, hiszen benne az oxónium- és hidroxid-ionok koncentrációja is kicsi.



1. ábra. A mért fajlagos elektromos vezetőképesség értékek diagramja

Az ivóvíz paramétereinek határértékeit a 201/2001 (X.25.) Korm. rendelet határozza meg [5]. A fajlagos elektromos vezetőképesség értékénél a jogszabály szerint a maximálisan elfogadható érték: 2500 μS/cm 20 °C-on (Jogszabály 1. melléklete). Az 1. ábrán jól látható, hogy minden vizsgálati értékünk a vonatkozó határérték alatt helyezkedik el (506 - 651 μS/cm), így ez a paraméter is megfelel a vele szemben támasztott előírásoknak.

3.3. Sótartalom vizsgálata

A rétegvizek rendkívül változó sótartalommal bírnak. Ez annak a következménye, hogy a vizet tároló közettömbök milyen geológiai tulajdonságokkal bírnak. Ennek

értéke Magyarországon 10-20000 mg/l között van.

A sótartalom terepen mért értéke kiegészítő paraméterként jelenik meg. Egy viszonyítási alapként szolgál a későbbiekben az ionkromatográfias iontartalom meghatározásához (IC). Felvilágosítást nyújt arról, hogy a vizsgált mintákban hozzávetőlegesen milyen mértékben találhatóak meg a különféle sóformák. A mérőműszerünk g/l egységben méri a sótartalmat, így csak tájékoztató jelleggel bírnak az információk. Mint az táblázatban jól látható (1. táblázat) több esetben méréshatár alatt volt a ténylegesen mérhető sótartalom. Ezeket az értékeket a táblázatban * jellel jelöltük

1. táblázat. A kutak vizében mért sótartalom g/l

Kút száma	Mért átlagos sótartalom
1-es kút	0 g/l *
2-es kút	0,7 g/l
3-as kút	0,1 g/l
4-es kút	0 g/l *
5-ös kút	0 g/l *
6-os kút	0,03 g/l
7-es kút	0,1 g/l
8-as kút	0 g/l *
9-es kút	0 g/l *

A táblázatban feltüntetett mért értékek alapján elhatároztuk, hogy a későbbiekben ionkromatográfias mérésekkel kívánjuk meghatározni a só képzésre hajlamos ionok (Na⁺, Ca²⁺, K⁺, Mg²⁺, ill Cl⁻, SO₄²⁻ stb.) mennyiségét.

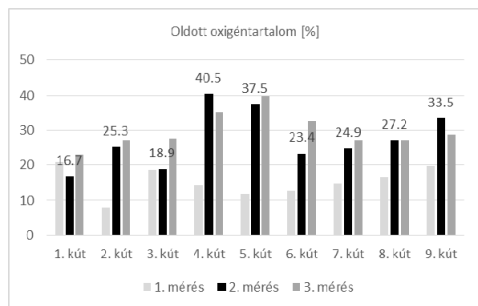
3.4. Az oxigéntartalom mérése

A víz egyik fontos tényezője, a vízben lévő oldott állapotú oxigén, és annak mennyisége.

A mért eredményeinket megadhatjuk koncentrációban (mg/l), vagy százalékos telítettség értékben (%). A gyakorlatban minden folyadék tartalmaz valamennyi oldott oxigént. Minden folyadék annyi oxi-

gént vesz fel, ameddig a folyadékban lévő oxigén parciális nyomása egyensúlyba kerül a vele érintkező levegő, illetve gázfázissal. A tényleges oxigén-koncentrációt számos tényező határozza meg, pl. a hőmérséklet, a légnyomás, a mikrobiológiai lebontási folyamatok oxigén- felhasználás, illetve az algák oxigéntermelése stb.

Problémát jelenthet, hogy a vízminta oldott oxigén koncentrációja szállítás közben változhat, így természetes vizek esetén, a mérést a mintavétel helyszínén célszerű elvégezni. A víz aktuális oldott oxigéntartalma, a víz minőségét akkor jellemzi a legjobban, ha nem a koncentrációját, hanem telítettségi százalékban kifejezett mennyiségét adjuk meg. Az oxigéntartalom ilyen módon megadott értéke a víz biokémiai állapotát jellemzi, teljes (100 %) telítettséghez képest. Az eltérés megmutatja, hogy a vízben vannak-e jelen oxigént fogyasztó, vagy termelő szervezetek [6]. Az oldott oxigén tartalomra vonatkozó mért eredményeinket a **2. ábrán** mutatjuk be.



2. ábra. Az oldott oxigéntartalom %-os telítettség értékeinek diagramja

Az oxigén háztartás mérése során az egyes mérési eredmények közötti eltérés csekély volt, kiugró értékkel nem találkozunk. Minden esetben 5 mg/l érték alatt mértünk.

Az egyes kutak vizének a különböző évszakokban való mérése során különösebb változás nem volt érzékelhető. Az általunk mért eredmények a 10/2010. (VIII.18.) VM

rendelet szerinti határértéknek megfeleltek. Oxigéntartalmat jelentősen csökkentő antropogén hatást nem tapasztaltunk.

3.4. A kutak vízhozamának meghatározása

A településen található kutak vízhozamát köbözéssel (térfogatmérés elvén alapuló közvetlen vízhozam-mérés) határoztuk meg. Az ismert térfogatú edény (20 literes vödör) megteléséhez szükséges időből, a térfogat ismeretében számoltuk a vízhozamokat. Az egyes kutak vízhozama 0,38 – 1,85 m³/h között volt, a vizsgálati időszaktól függetlenül.

4. Következtetések

Nagyecsedben az artézi kutak vize jó minőségű az általunk mért kémiai komponensek tekintetében, nem lépik túl a honi határértékeket. Eddigi eredményeink igazolták azt, hogy a kutak vize alkalmas ivóvízfogyasztásra. További célunk ionkromatográfias vizsgálatok elvégzése különféle ionok meghatározásához.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Beczner, J. Környezet- és természetvédelmi lexikon (Encyclopaedia of environmental and natural protection) Vol. I-II. Acta Alimentaria, 31(2), 2002, 205-206.
- [2] Juhász, J. Hidrogeológia, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2002, 1176.
- [3] Szállási, Á., Gazda, I., & Bodorné Sipos, Á. II. Rákóczi Ferenc és Ecsed. Magyar Tudománytörténeti Intézet-Nagyecsed Város Önkormányzata, 2008, 169.
- [4] Szücs, P., Sallai, F., Zákányi, B., & Madarász, T. Vízkészletvédelem, A vízminőség - védelem aktuális kérdései. Bíbor Kiadó, 2009, 1-418.
- [5] 201/2001. (X. 25.) Korm. rendelet. az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről, Budapest, 2001.
- [6] Dr. Percsich K. Bevezetés az vízanalitikába (SZIE MKK Központi Laboratórium, Gödöllő, 2005. 163.

A MAGYAR FELSOÓKTATÁS FINANSZÍROZÁSÁNAK EGYES KÉRDÉSEI

THE HUNGARIAN HIGHER EDUCATION FUNDING FOR SOME ISSUES

Fregan Beatrix¹, Sótonyiné Zsigmond Ágnes², Szabó Terézia³

¹Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Cím: 1101 Budapest, Hungária krt. 9-11.,
levelezési cím, fregan.beatrix@uni-nke.hu

²Óbudai Egyetem, Bányai Kar, levelezési cím, sotonyi.agnes@bgk.uni-obuda.hu

³Óbudai Egyetem, Bányai Kar, levelezési cím, szabo.terezia@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

Over the past 25 years, Hungary has transformed higher education, the academic studies has broadened access, amended several times, re-regulated the Higher Education Act, and previously excluded groups in the years after the change of regime taken the desired degree, realized the freedom of education, developed the Hungarian system of institutions of higher education and training structure. Unified view of the unity of teaching and research, demand began to improve the quality of higher education. The authors of the publication were undertaken to the literature - a summary of key findings based on the strategy in higher education.

Keywords: higher education, education finance, quality of higher education

Összefoglalás

Az elmúlt 25 év alatt Magyarország átalakította felsőoktatását, az egyetemi tanulmányokhoz a hozzáférést kiszélesítette, újra szabályozta a felsőoktatási törvényt, átalakította a szakokat, és a korábban kizárt csoportok a rendszerváltozást követő években megszerezhették a kívánt diplomát, megvalósult a tanítási szabadság, kialakult az egységes magyar felsőoktatás intézményrendszere és képzési szerkezete. Egységes képet ad az oktatás és kutatás egysége, megindult a felsőoktatás minőségi fejlesztésének igénye. A publikációban a szerzők arra vállalkoznak, hogy a szakirodalom – elsődlegesen a Fokozatváltás a felsőoktatásban - alapján összefoglalják a stratégia legfontosabb megállapításait.

Kulcsszavak: felsőoktatás, finanszírozás, oktatás minőség.

1. Bevezetés

Az elmúlt negyed évszázad után, 2014-re a magyar felsőoktatás Magyarországon az egyik legsikeresebb, legversenyképesebb ágazattá vált, és minden lehetőség adott lett arra, hogy átalakuljon az oktatás rendszere, a reformok után fokozatváltás történjen a képzésekben. [1].

2. Melyek lettek az új követelmények?

- a hazai felsőoktatásnak meg kell közelítenie a nemzetközi képzési színteret, fel kell vennie a megkívánt tempót;
- az értékmegeőrzés és értékteremtés követelményeinek teljesülése;
- az erőforrások hatékony felhasználása

– egyre magasabb minőséget nyújtó képzési rendszer kialakítása

A felsőoktatás átalakítása mellett a finanszírozás problémakörét és át kell tekinteni. Olyan időszakban vagyunk, amikor a szükséges pénzügyi feltételek változatlan állami szerepvállalás mellett, külső többlettörzsek bevonására ma nagyobb a szükség, mint korábban, mert stratégiai cél, hogy a felsőoktatás elartsa magát az állami pénzügyi források kiegészítésével. Távolati célként társadalmi elvárás is egyben, hogy 2030-ra egy biztos alapokon nyugvó, nem pusztán állami forrásokból finanszírozott felsőoktatás működjön, és az új rendszer a minőségi oktatásnak és versenyképes képzésnek köszönhetően képes lesz külső források bevonásával is finanszírozni tevékenységét.

A külső források megszerzésében támogató erőként jelentkezhet a globalizáció, a gyors technológiai fejlődés, és bár a demográfiai folyamatok csökkenő bekerülő hallgatói létszámot feltételeznek, a változó társadalmi igények továbbra is nagy kihívás elé állítják a felsőoktatást. Az oktatási rendszernek igazodnia kell a gazdasági és munkaerőpiaci igényekhez, a társadalmi elvárásokhoz éppúgy, mint a kutatás-fejlesztési és innovációs folyamatokhoz.

2.1. Milyen programokkal lehet változtatni a rossz tendencián?

– Egyes vélemények szerint a lehető leghamarabb be kell vezetni az emelt szintű érettségi követelményét a bekerüléshez legalább egy, alapozást segítő természettudományi tantárgyból;

– Folyamatosan előkerül szakmai berkekben, hogy a természettudományi szakokon a felvételi ponthatár-minimumot meg kell emelni, ezzel csökkentve a lemorzsolódott, sikertelenül teljesítő és az állami rendszer finanszírozását élvező, de diploma nélkül „eltartott” hallgatói létszámot;

– A középiskolai ismeretszintet folyamatosan emelni szükséges, a természettudományi tárgyak vonatkozásában, növelni kellene a természettudományos tantárgyak (matematika, fizika, kémia) óraszámát, illetve a specializálódó, a természettudományi továbbtanulásra felkészítő tagozatok számát;

– Ugyanakkor emelni szükséges a természettudományos tanárképzés színvonalát, ami megalapozhatja a jövő nemzedék középiskolai tudásszintjének emelkedését is;

3. A felsőoktatás finanszírozásának egyes alapelvei

A Kormány által elvárás a felsőoktatási intézmények finanszírozási feladataik keretében az alaptevékenységeik, oktatási és kutatási tevékenységeik során egyre nagyobb mértékben támaszkodjanak saját bevételeikre, külső, piaci forrásokra.

Ennek elméleti jelentősége lehet, hogy a külső bevételi források beintegrálásával csökkenhet függőségük a mindenkori költségvetési források kiszámíthatatlanságától. A költségvetési gazdálkodás jelenlegi, szigorú szabályozási környezetében megjelenő anomáliák, problémák (vagyongazdálkodás, eszközbeszerzések korlátozásai, a saját bevételek felhasználására vonatkozó kötöttségek stb.) jelentős mértékben akadályozzák, ellenérdekelte teszik az intézményeket a hatékony gazdálkodás elérésében, a fejlesztésekben.

Az **önköltségkimutatás**, vagyis az új, **feladatalapú költségvetés tervezési** és gazdálkodási rendszer bevezetése elvileg átlátható alapokra helyezi az intézményektől „megrendelt” közfeladatok ellátásának valós költségeit, elválaszthatóvá teszi azokat az üzleti, vállalkozási típusú tevékenységektől. Bár elvi síkon, objektíven kimutatható az egyes szakok önköltsége, de ez több egyetem vonatkozásában és összehasonlításában nehezen értelmezhető. Közgazdasági szempontokból természetesen a bevételek,

kiadások és a hallgatói létszám alapján viszonylag könnyen kiszámolható a szakok önköltsége, de ez mégsem ilyen egyszerű. Az azonos szakokon képzést folytató egyetemek a legtöbb esetben nincsenek azonos „kiindulási” szinten. 2010 óta a megszűnt szakképzési hozzájárulások hiánya és a közép-magyarországi régió pályázati forrásokból való kiesése az elmúlt években nem segítette a mérnökképzés fejlesztését. A technikai eszközök elavultsága, azok energiafálgó jellege az önköltséget jelentősen emelik, rontja a versenyszellemet, hogy a régió egyes szempontok miatt hátrányból indul. Amennyiben az önköltségszámítás objektív alapokon nyugszik, úgy az állami megrendelésben hátrányból indulhat egy-egy budapesti, vagy pest megyei egyetem.

Ráadásul a szigorú közgazdasági szemlélettől elszakadva, az egyetemek maguk határozzák meg az önköltségszámítás bevételi és kiadási költségeit, így nagy valószínűséggel az összehasonlítás objektíven nem végezhető el.

A műszaki képzést folytató egyetemek, karok közül az Óbudai Egyetem az oktatás minőségi színvonalának emelését a gyakorlatorientáltságban látja megtestesíteni. Stratégiájában, intézményfejlesztési céljai között első helyen szerepelteti a lehetőség kiaknázását, az ipar beépülését a képzésekbe és az innováció területén egyaránt. [2]

De hol és hogyan fog ez megjelenni a finanszírozásban? Javítja, vagy csökkenti az önköltségszámítást és ezzel az összehasonlítás esélyeit ez a minőségjavítási törekvés?

A választ csupán gazdasági szempontból, közgazdasági szemlélettel nem lehet megadni. Ehhez meg kell vizsgálni, hogy milyen körülmények befolyásolják a gyakorlatorientáltságot. Az Óbudai Egyetem a 2017 szeptemberében induló képzéseiben bevezeti a projekt alapú oktatást, amelynek egyik színtere a projektmunka tantárgy bevezetése. A tantárgy keretében a hallgatók részére kötelező a képzési ciklusban legalább egy alkalommal ezt a tárgyat felvenni

és eredményesen teljesíteni.[3] Az elvárás a képzést szervező egységektől az, hogy az alapozó ismeretek megszerzését követően, a szakmai képzési blokkban legalább egy féléven keresztül tartó tantárgyat szervezzenek. A tantárgy keretében 4-6 hallgatóval számolva tervezzék a projekteket.[5] Az önköltségszámítás tehát egy olyan újabb kiadási faktort kap, ami esetlegesen más felsőoktatási intézményben nem található, így a versenyben hátrány származhat. Előnye lehet viszont, hogy a hallgatók gyakorlatias képzése újabb szinttel gyarapodik.

A közeljövőben ezekre a kérdésekre és még sok további kérdésre kell választ keresni.[6] Az önköltségszámítás vonatkozásában a projektfeladatok milyen arányban növelik a költségeket, ez hogyan fogja befolyásolni a szakok összehasonlítását más egyetemekkel, nagy valószínűséggel csak a jövő elemzése adhatnak választ.

Azonban biztosan állítható, hogy a hallgatói felkészítés új módszerei, a gyakorlati tudás szintjének emelése csupán közgazdasági szempontokból nem értékelhető, mert a tudásszint növekedés, a mielőbbi beintegrálás a cégek életébe, mint frissen végzett mérnök, nem pénzügyi kategória.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] *Fokozatváltás a felsőoktatásban. A teljesítményelvű felsőoktatás fejlesztésének irányvonalai.*
www.kormany.hu/download/d/90/30000/felsoktatasi%20konceptio.pdf (2017.02.21.)
- [2] *Az Óbudai Egyetem Intézményfejlesztési terve* (Szenátusi határozattal elfogadva: 2015. október)
- [3] *A magyarországi felsőoktatás finanszírozásának jogi háttere. Szempontok az ágazati mutatószámrendszer kialakításához.*
www.felvi.hu/pub_bin/dload/AVIR/felsookt_finanszirozas_jogi_hatter.pdf (2017.02.21.)
- [4] Rajnai Z: *A tábori alaphálózat vizsgálata*, Nemzetvédelmi egyetemi közlemények (ISSN: 1417-7323) 2000: (1) pp. 48-57. (2000)
- [5] www.parlament.hu/documents/...42.../06bb7668-7571-4c9a-a139-086e91a0ca38

- [6] Vargha Márton Gábor: *A felsőoktatási intézmények finanszírozása: trendek és statisztikák elemzése az OECD országokban valamint a Japánban és Magyarországon működő rendszer vizsgálata.* BGF Budapest, 2009. elib.kkf.hu/edip/D_14681.pdf (2017.02.21)

PROTOTÍPUS ELEKTROMOS TANULMÁNYAUTÓ FEJLESZTÉSE A SHELL ECO-MARATHON® VERSENYRE

PROTOTYPE BATTERY ELECTRIC CAR DEVELOPMENT FOR SHELL ECO-MARATHON® COMPETITION

Gábora András¹, Szíki Gusztáv Áron², Szántó Attila³, Varga Tamás Antal⁴, Magyarai Attila⁵, Balázs Dávid⁶

¹Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca, 2-4; Telefon: +36-52-415-155/77776, andrasgabora@eng.unideb.hu

²Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Műszaki Alaptárgyi Tanszék, 4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca, 2-4, szikig@eng.unideb.hu

³Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca, 2-4, szanto930922@freemail.hu

⁴Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca, 2-4, varga.tamas@eng.unideb.hu

⁵Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca, 2-4, magyari8@citromail.hu

⁶Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Villamosmérnöki és Mechatronikai Tanszék, 4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca, 2-4, bal.david.94@gmail.com

Abstract

Shell Eco-marathon is a unique competition that challenges students around the world to design and build the most energy-efficient car. With three annual events in Asia, America and Europe, student teams take to the track to see who goes further with the least amount of fuel. This unique competition brings together around 200 teams and 3,000 students from across Europe to battle for ultra energy efficiency on the road. In 2016, Shell Eco-marathon Europe took place in London, UK at the Queen Elizabeth Olympic Park from June 30 to July 3rd. This paper summarizes a few of the technical expectations of the competition and also the achieved results.

Keywords: *electric vehicle, energy-efficient, Shell Eco-marathon*

Összefoglalás

A Shell Eco-marathon egy egyedi verseny, amely kihívás a diákoknak világszerte, hogy megtervezzenek és megépítsenek egy minél energiahatékonyabb autót. Három eseményt rendeznek évente: egyet Ázsiában, egyet Amerikában és egyet Európában, amelyeken hallgatói csapatok versenypályán mértenek meg. Cél minél messzebb eljutni minél kevesebb üzemanyaggal. Az európai versenyen kb. 200 csapat és 3000 hallgató vesz részt, hogy megküzdjön az energiahatékonyágért. 2016-ban a fenti versenyt Londonban az Erzsébet Királynő Olimpiai Parkban zajlott június 30 és július 3 között. A cikk összefoglalja a verseny fontosabb műszaki követelményeit és az elért eredményeket.

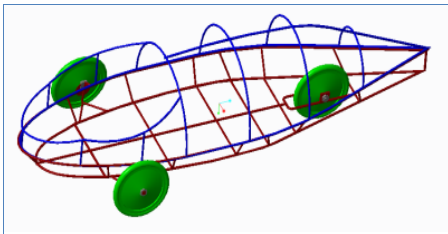
Kulcsszavak: *elektromos jármű, energia-hatékony, Shell Eco-marathon*

1. Bevezetés

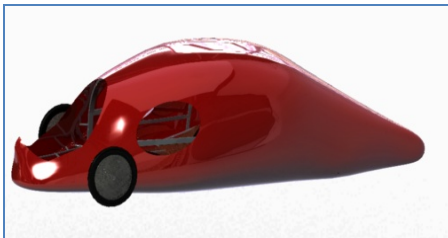
Egyetemünk 2008 óta vesz részt különböző hazai és nemzetközi alternatív meghajtású járművek számára rendezett diákversenyeken. Ilyenek például a Pneumobil és Elektromobil verseny, Széchenyi Futam, AltRace, MVM Energia futam. Az elmúlt évek során nagyon sok jármű épült [1]. Legutóbbi kihívásunk a 2016-os a Shell Eco-marathon volt. Ezen a versenyen a cél, adott pályán, adott ideig, egy adott minimális átlagsebességgel vagy a fölött haladva, minél kevesebb energia fogyasztása.

2. Tervezés

A verseny szabályzatában pontosan meghatározták a jármű műszaki és biztonsági követelményeit. Csapatunk a prototípus kategóriában, elektromos meghajtású járművel indult. Terveinket Creo tervezőrendszerben végeztük. Ezt azért választottuk, mert itt több program van egy alkalmazásban sűrítve és egyszerű a kezelőfelülete. A Creo képes 3D-s modellt alkotni, végelem számításokat végezni, NC kódot generálni, stb. [2].



1. ábra. Vázterv



2. ábra. Burkolatterv

A jármű meghajtásához alkalmazott villanymotort a Maxon Motor nevű gyártótól rendeltük meg. A konkrét típus kiválasztásánál az alábbi két szempontot vettünk figyelembe, illeszkedve a Shell Eco Marathon verseny elvárásaihoz:

- a motor alkalmazásával a jármű végsebességének meg kell haladnia a versenyen elvárt minimum 25 km/h átlagsebességet;
- a kiválasztott motor teljesítménye, az előző feltételt teljesítő motorok közül, a lehető legkisebb legyen.

A gyártó katalógusában minden egyes motor esetében rendelkezésre állt a névleges feszültség, áramerősség, nyomaték és fordulatszám értéke, azonban jelleggörbe (nyomaték-fordulatszám karakterisztika) csak néhány motor esetében volt elérhető. Ebből adódóan számításaink során a névleges értékekből indultunk ki. Versenystratégiánk megválasztásánál alapvetően két lehetőség közül választhatunk:

- rögzítünk egy állandó sebességet, amely némileg meghaladja az elvárt 25 km/h átlagsebességet, és ezzel haladunk végig a versenypályán
- felgyorsulni jóval az elvárt átlagsebesség fölé, majd leállítani a hajtást és tovább gurulni szabadon, majd ismét felgyorsulni.

A számítások során az első stratégiában gondolkodtunk és arra a kérdésre kerestük a választ, hogy milyen áttételt kell alkalmaznunk a motor és a kerekek között ahhoz, hogy a jármű a végsebességét a motor névleges fordulatszáma és nyomatéka mellett érje el, továbbá, hogy mekkora lesz a fenti végsebesség értéke. Mivel rendelkezésünkre állt egy 1:4,3 áttételű bolygómu, így a kérdés végül a láncáttétel értéke volt. A járműre ható erők közül a kerekek kerületén fellépő vonóerőt, továbbá a gördülési és légellenállási erőt vettük figyelembe a számításnál [3]. A jármű akkor éri el maximális sebességét, amikor a rá ható menetirányú

erők összege zérussá válik, azaz amikor teljesül az alábbi egyenlőség:

$$F_{\text{vonó}} - F_{\text{görd}} - F_{\text{lég}} = 0 \quad (1)$$

A fenti erőket és a sebességet az alábbi összefüggésekkel számoltuk:

$$F_{\text{vonó}} = \frac{M_{\text{nom}} \cdot \eta_l \cdot \eta_b \cdot i_l \cdot i_b}{R} \quad (2)$$

$$F_{\text{görd}} = \mu_g \cdot m \cdot g \quad (3)$$

$$F_{\text{lég}} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot A \cdot \rho \cdot v^2 \quad (4)$$

$$v = \frac{n_{\text{nom}} \cdot 2 \cdot \pi}{60 \cdot i_l \cdot i_b} \cdot R \quad (5)$$

Az előbbi összefüggésekben M_{nom} és n_{nom} a motor névleges nyomatéka és fordulatszám, η_l , η_b , i_l , és i_b , a lánchajtás és a bolygómű hatásfoka és áttétele, m és R a jármű tömege és meghajtott kerekének sugara, μ_g a gördülési ellenállási tényező, A és C a jármű homlokl felülete és alak tényezője, ρ a levegő sűrűsége. A bemenő paraméterek, valamint a számított mennyiségek értékeit, az **1. táblázat** foglalja össze. A táblázatban a különböző típusú motorokat teljesítményük szerint növekvő sorrendben tüntettük fel.

1. táblázat. Műszaki paraméterek és számított dinamikai jellemzők értékei

Típus	$U_{\text{mot}}(\text{V})$	$I_{\text{nom}}(\text{A})$	$M_{\text{nom}}(\text{Nm})$	$n_{\text{nom}}(\text{1/min})$	η_b	η_l	i_l	i_b	$R(\text{m})$	μ_g
RE 40/218014	48	0,6	0,19	781	0,91	0,9	1,54	4,3	0,205	0,00438
RE 40/218009	48	2,23	0,18	4930	0,91	0,9	3,36	4,3	0,205	0,00438
RE 40/148877	48	3,17	0,187	7000	0,91	0,9	4,01	4,3	0,205	0,00438
RE 50/370356	48	4,85	0,42	4620	0,91	0,9	2,25	4,3	0,205	0,00438
RE 50/370355	36	7,07	0,418	5420	0,91	0,9	2,48	4,3	0,205	0,00438
RE 65/353295	24	10	0,501	3810	0,91	0,9	1,87	4,3	0,205	0,00438
RE 65/353297	48	6,8	0,8	3420	0,91	0,9	1,45	4,3	0,205	0,00438
$m(\text{kg})$	$g(\text{m/s}^2)$	c	$A(\text{m}^2)$	$\rho(\text{kg/m}^3)$	$F_{\text{vonó}}$	$F_{\text{görd}}$	$F_{\text{lég}}$	$F_{\text{vonó}} - F_{\text{görd}} - F_{\text{lég}}$	$v_{\text{max}}(\text{m/s})$	$v_{\text{max}}(\text{km/h})$
100	9,81	0,27	0,7	1,2	5,026583	4,29678	0,726949	0,002853846	2,531893	9,11481488
100	9,81	0,27	0,7	1,2	10,38987	4,29678	6,08497	0,008124302	7,3252539	26,370914
100	9,81	0,27	0,7	1,2	12,88204	4,29678	8,612921	-0,027666052	8,7150264	31,374095
100	9,81	0,27	0,7	1,2	16,23418	4,29678	11,91687	0,02053228	10,251195	36,9043021
100	9,81	0,27	0,7	1,2	17,80846	4,29678	13,50014	0,011541613	10,910952	39,2794272
100	9,81	0,27	0,7	1,2	16,09451	4,29678	11,73302	0,064710962	10,171814	36,6185302
100	9,81	0,27	0,7	1,2	19,92767	4,29678	15,72387	-0,09297793	11,775332	42,3911935

Látható, hogy az RE40/148877 típusú motorhoz tartozó végsebesség már „megnyugtatóan” nagyobb, mint az elvárt átlagsebesség, így számunkra ez a megfelelő választás. Az is látható a táblázatban, hogy ahhoz, hogy a névleges értékek mellett érjük el a végsebességet 1:4 lánccátételt kell alkalmaznunk.

3. Építés, kivitelezés

A jármű megépítésénél figyelembe kellett venni az előírt műszaki és biztonsági követelményeket. A járműnek egy darab akkumulátor egysége lehet. Csak Lítium alapú akkumulátor használható BMS (Battery Management System) védelmi és

felügyeleti rendszerrel. A meghajtáshoz egy vagy két darab motor használható, de csak saját építésű vezérlővel. A jármű 3 vagy 4 kerekű lehet, csak első kereken történő kormányzással, két körös fékrendszerrel, külön az első és hátsó kerékre. A járműnek 8 m-es köríven belül kell kanyarodnia. A vázszerkezetében a vezető feje fölött bukócsőnek kell lenni, amelynek minden irányból 700N nagyságú terhelést kell elbírnia. A vezető fülkét a motortól tüzszálló fallal kell elválasztani. A járművet alulról, oldalról, felülről zárt burkolat kell hogy határolja, előre és oldalkilátással. A vezetőt legalább 5 pontos biztonsági övvel kell rögzíteni a vázhoz, amely még borulás esetén is biztonságos. A járműnek jobb és baloldali

tükrökkel, illetve egy legalább 85 dB hangerejű dudával kell rendelkeznie. Az is előírás, hogy a vezetőnek 10s időn belül el kell tudni hagynia a járművet.

4. Eredmények

A jármű elkészítésében több mint húszan vettek részt, köztük hallgatók és oktatók különböző szakokról és tanszékekről [4]. Megterveztük, megépítettük a járművet és részt vettünk a versenyen. Sikerült egy 12 fős csapatnak kiutazni Londonba. A verseny első három napján nagyon szigorú műszaki ellenőrzésen kell megfelelni. A következő három nap alatt négy lehetőség van pályán is bizonyítani. Miután a jármű megfelelt az ellenőrzéseken, sikeres mért kört is futott a pályán 101.8 km/kWh energiafogyasztással.



3. ábra. A londoni csapat



4. ábra. Verseny közben

5. Összegzés

Cikkünk bemutatta a Debreceni Egyetem Műszaki Karán nemrég kifejlesztett alternatív hajtású járművet, továbbá első részvételünket és eredményeinket az egyedülálló Shell Eco-marathon Europe versenyen. A cél minél messzebb eljutni minél kevesebb üzemanyaggal. Ezen a versenyen kb. 200 csapat 3000 hallgatója vesz részt, hogy megküzdjön az energiahatékonyságért. Az elektromos hajtású prototípus kategóriában induló kb. 60 csapatból az előkelő 30. helyen végeztünk.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Gábora, A.; Magyarai, A.; Zilahi, K. L.; Lovadi, Gy. D.; Varga, T. E.; Sipos, K. B.: *Elektromos járművek tervezése és építése. Múlt és jövő*, A XXI. Fialat Műszakiak Tudományos Ülészak Előadásai, EME kiadó, Március 17, Kolozsvár, 2016.
- [2] Magyarai, A.: *Versenyautók tervezése és modellezése*. Tudományos Diákköri Konferencia., December 3, Debrecen, 2015.
- [3] Sziki, G. Á.; Juhász, Gy.; Kondor, N. R.; Juhász, B.: *Computer Program for the Calculation of the Performance of Pneumobiles*. Proceedings of the 2nd International Scientific Conference on Advances in Mechanical Engineering Proceedings (ISCAME 2014), Október 9-10, Debrecen, 2014.
- [4] Gábora, A.; Magyarai, A.; Varga, T. E.; Balázs, D.; Lemperger, L.; Igaz, T.; Diósi, I.; Veszelszki, K. J.; Simon, A.; Jakabóczy, G.; Németh, A. B.; Kovács, V. I.; Lovadi, Gy. D.; Zilahi, K. L.; Sipos, K. B.: *Prototype battery electric car development for Shell Eco-marathon competition*. Proceedings of the 4th International Scientific Conference on Advances in Mechanical Engineering Proceedings (ISCAME 2016), Október 13-14, Debrecen, 2016.

EDVI ILLÉS ALADÁR, A MAGYAR IPARFEJLESZTÉS KIEMELKEDŐ SZEMÉLYISÉGE

ILLÉS ALADÁR EDVI, PERSONALITY OF THE HUNGARIAN INDUSTRY INNOVATION

Gáti József¹, Talpas János²

¹Óbudai Egyetem, 1034, Budapest, Bécsi út 96/b; Telefon: 666-5604 Fax: 666-5621, gati@uni-obuda.hu

²Babeş–Bolyai Tudományegyetem, Földrajz Kar, 400006 Kolozsvár/Cluj-Napoca, Str. Clinicilor Nr.5–7., talpasjanos@gmail.com

Abstract

The 19th century gave to Hungarian Economy a large number of prominent professionals. An outstanding talent of them was Illés Aladár Edvi, a mechanical engineer. Teacher of the Hungarian Royal Public Higher Industrial School (predecessor of the Óbuda University), open-minded and famous for his excellent theoretical skills, he wrote his name into the history books not only as a teacher but as industry developer and innovator too, between the years 1882 – 1920.

Keywords: Hungarian Royal Public Higher Industrial School, industry politic, teacher, publicist

Összefoglalás

A XIX. század számos kiváló képességű szakembert adott a magyar gazdaságnak, de ezek közül is kimagaslott Edvi Illés Aladár, a kivételes tehetségű és intelligenciájú gépészmérnök. Az Óbudai Egyetem jogelődje, a Magyar Királyi Állami Felső Ipariskola tanára kiváló elméleti képességekkel és széles látókörrel rendelkezett. 1882-től 1920-ig felső ipariskolai tanári működése mellett, mint iparfejlesztő is beírta nevét a történelembe.

Kulcsszavak: Magyar Királyi Állami Felső Ipariskola, iparpolitikus, tanár, publicista

1. Egy tevékeny pálya kezdete

Edvi Illés Aladár 1858. január 6-án Kapuváron született, régi nemesi család sarjaként. Apja soproni ügyvéd, majd vármegyei ügyész volt. Középszkolai tanulmányait a soproni evangélikus gimnáziumban kezdte, majd – az 1873-as bécsi világiállítás megtekintése után érdeklődése a gépészet felé irányulva – a soproni reáliskolában folytatta és fejezte be 1874-ben. Egyetemi tanulmányait a budapesti kir. József Műegyetemen

kezdte, és az 1874/75. és az 1875/76. tanévet az egyetemes szakosztály hallgatójaként végezte el.

A második év befejezését követően a soproni 76. gyalogezrednél töltötte önkéntes katonai szolgálatát. Egyetemi tanulmányait az 1877/78. tanévben a müncheni műegyetem gépészmérnöki szakosztályának első évfolyamán kezdte újra. 1878 augusztusában behívót kapott, 1879. február végéig szolgált. Tanulmányait végül az aacheni műegyetemen folytatta az 1879/80. és az

1880/1881. tanévben és gépészmérnöki oklevelét 1881. július 30-án vette át.

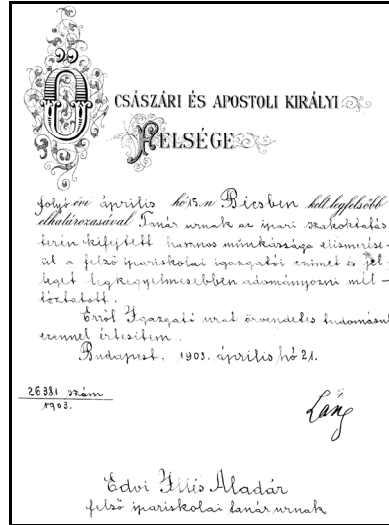
Hazatérve a Mechwart András vezette Ganz & Társa budapesti gyárában kezdte meg mérnöki tevékenységét.[1]. 1882-ben a vallás- és közoktatásügyi miniszter a Budapesti Állami Ipartanodába „igazgató segédnek”, 1884-ben rendkívüli, majd 1885-ben pedig rendes tanárrá nevezte ki a fém-vasipari szaktárgyak oktatására.

Az 1896. évi ezredéves kiállításon a bányászati és kohászati, és a fém-vasipari csoportok bizottságának előadója volt, tapasztalatairól „Az 1896. évi ezredéves kiállítás eredményei” című könyv VII. kötetében a számolt be [2]. Tevékenyen részt vett az 1900. évi párizsi világkiállítás fém-vasipari csoportjának rendezésében, munkásságát a nemzetközi zsűri a kiállítás nagy aranyérmével tüntette ki [3].

A Budapesti Magyar Királyi Állami Felső Ipariskolában 1902-ig rendes tanárként oktatott, ekkor a kereskedelemügyi minisztériumba rendelték be központi szolgálattételre. A Felső Ipariskolától nem vált meg, 1920-ig, mint óraadó tanár tanított tovább. 1903. április 21-én felső ipariskolai igazgatói címet kapott. 1913-ban meghívták a Magyar Királyi József Műegyetem előadójának. Kezdetben „A Magyar-birodalom ipara” címmel tartott órákat, 1915-től a bányászati és iparpolitikai előadások megtartására kérték fel. A szakoktatás és az ipar terén kifejtett érdemei elismerésül Őfelsége 1896-ban a koronás arany érdemkereszttel, 1901-ben a Ferenc József Rend lovagkeresztjével tüntette ki, 1916-ban pedig magyar királyi udvari tanácsossá nevezte ki.

1886-ban a Magyar Mérnök- és Építész Egylet (MMÉE) tagja lett, 33 éves korában az Egylet Közlönyének szerkesztőjévé választották [4]. Célja a Közlöny szerkesztésével az, hogy a folyóiratot oly magas fokra emelje, ahol a külföldi legjelesebb folyóiratok állnak. Ezzel a hazai kultúrának, a magyar és iparügynek, de különösen az Egyletnek kívánt hasznos szolgálatot, be-

csületet és tiszteletet szerezni...” [5]. MMÉE Közlönyében rendszeresen jelentette meg szakmai ismeretterjesztő írásait. 1889 és 1924 között korának jelentős műszaki alkotásairól, a tudomány állásáról írt 36 összeállításra jelent meg, és 4 esetben közölték a közgyűlésén mondott hozzászólását.

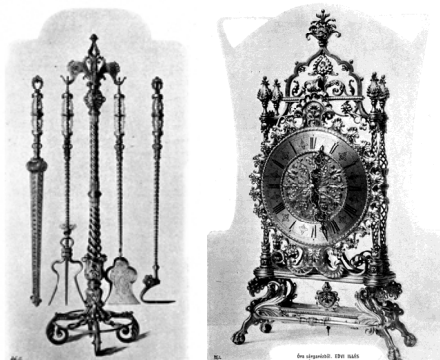


1. ábra. Felső ipariskolai igazgatói cím adományozása (Láng Lajos Kereskedelmi m. kir. Miniszter)

A „Kromvas és a krómacél” című tanulmányát a Mérnök Egylet 1891-ben Hollán-pályadíjjal jutalmazta.

A Közlönyben megjelent írásai közül is kiemelkednek a vas történetével, feldolgozásával, a vasgyártás helyzetével és statisztikai elemzésével foglalkozó cikkei. Így például „A vas története Közép- és Észak-Európában a népvándorlásig I-II-III. rész”, „A folyasztott vas használata a kazángyártásban külföldön”, „Az elektrolízis munkája I-II-III rész”, „A vasöntés gyermekévei I-II rész”, „Délmagyarország első vasgyárai I-II-III rész”, „A világ vasipara 1898-ban és Magyarország vasfogyasztása”, valamint a „Csonka-Magyarország vasgyártása és szükséglete I-II rész”. Széleskörű szakmai közéleti tevékenységet fejtett ki. Az Ország-

gos Gőzkazánvizsgáló Egyesület miniszteri biztosa volt. Tagja volt a MMÉE könyvkiadó bizottságának, az Országos Iparegyesületnek, a Természettudományi Társulatnak, az Országos Magyar Gazdasági Egyesületnek, az Országos Ipari és Kereskedelmi Oktatási Tanácsnak, a Statisztikai Hivatal Értékmegállapító Bizottságának, valamint a Magyar Szakírók Országos Egyesületének.



2. ábra. Edvi Illés Aladár alkotásai az 1900-as párizsi világiállításon

Tiszteletbeli tagja volt az Országos Gépészegetárságyesületnek. Ellátta a „Vasárnap Munkásképző Országos Bizottság” alelnöki feladatait is.

Edvi Illés Aladár 1898-tól számos tanulmányt készített a Magyar Királyi Kereskedelmiügyi Minisztérium megbízásából. Egyik első jelentése a Székelyföld vasiparáról készült, mely elemzés is hozzájárult ahhoz, hogy a Kereskedelemügyi Minisztérium IX. szakosztályán a gyári és kisipari ügyek intézése, új iparágak megindítása és a meglevők fejlesztése lett fő feladata [5].

2. Az iparpolitikus

Az Iparegyesület 1867. szeptember 15-re összehívott közgyűlése által létrehozott bizottság a „magyar ipar újjáteremtésének munkálatát kezdeményezni” hivatott. A legfontosabbnak tartották „...a legifjabb iparnemzedék szellemi kiművelésére és szakmabeli kiképzésére...” létrehozni az

iparegyeleti iskolákat, az ipariskolai tankönyvek színvonalának emelését és az ipari szakirodalom terjesztését. Az egyesület kezdeményezésére az 1872-ben beterjesztett ipartörvény vitája során mindinkább „égető napirenddé” vált az Ipartanoda és az úgynevezett Technológiai Iparmúzeum létrehozási igénye. Hasonló jellegű intézményeket a fejlett ipari államok már a XIX. század elején alapítottak. A hazai Iparmúzeum létesítésének gondolatát Dr. Trefort Ágoston gróf Zichy Jenőhöz írt, a Pesti Naplóban közzétett levele mutatta be: „...Ez okból indulva, tervet készítettem, hogy az iparmúzeum s a rajztanárképezde oly iskolával hozassék kapcsolatba, hogy abban a nemesebb, vagyis a művészetekkel határos iparágak korszerű gyakorlatához szükséges elméleti ismeretek taníttassanak, s a gyűjtemények tárgyainak használata mellett az iparosok gyakorlatilag oktassanak...” [6].

A Beleznay kerti épületben 1883. június 24-én 10 órakor az Iparmúzeumot Trefort Ágoston miniszter ünnepélyesen megnyitotta. Az alapszabály szerint: „a hazai kézművesipart, elsősorban pedig a fa- és fémipart közhasznú szakismereteknek, lehetőleg szemléleti úton való terjesztésével támogatni, s a jelenkori igényekhez képest fejlődését hathatóan előmozdítani” volt az Iparmúzeum hivatása.

Trefort a múzeumot és az ipartanodát szerves kapcsolatba hozta. A Közép Ipartanoda igazgatóját, Hegedűs Károlyt bízta meg a múzeum vezetésével és főfelügyeletével főigazgatói minőségben. 1883-ban a miniszter Edvi Illés Aladárt kérte fel a múzeumban a vas- és fémipari előadások tartására, melyet 17 éven át, 1900-ig folytatott. 1890-ben a Technológiai Iparmúzeumban szervezett kísérleti állomás fémipari műszaki szakértőjének nevezték ki.

Az 1890-es évek közepén a székely kivándorlás ellensúlyozására a magyar nagyvállalatoknál tanuló székely tanoncok gyámfelügyeletével bízták meg. Munkássága elismeréseként 1897-ben az ipari mun-

kások részére szervezett országos bizottság alelnökévé választották. E bizottság keretében tevékenykedett a „Vasárnapi munkásképző bizottság”, amely szaktanfolyamokkal, ismeretterjesztő előadásokkal és múzeumlátogatásokkal biztosította a gyáripari munkások továbbképzését. Egy évvel később a kereskedelemügyi miniszter az Országos Ipartörténeti Tanács tagjává nevezte ki.

1905-ben a m. kir. Kereskedelemügyi Minisztériumban megalakították az ipari műszaki osztályt, ennek vezetésével Edvi Illés Aladárt bízták meg. Új feladatai közé tartozott az ipartörvény felülvizsgálatával foglalkozó bizottság tagjaként az előterjesztések összeállítása, valamint az Ausztriával kötendő gazdasági kiegyezés tárgyalásainak előkészítése.

Tagja volt a Magyar Királyi Közlekedési Múzeum Felügyelőbizottságának. 1914 elején a minisztérium megbízta a magyar műszaki múzeum létrehozásának előkészítésével. 1918-ban miniszteri megbízottként részt vett a vas- és vasötvezetek, illetve ócskavas bizottságok munkájában.

Edvi Illés Aladár széles látóköre kialakulásában meghatározó szerepe volt a – számos értékes külföldi szakkönyvet is felsorakoztató – mintegy 30.000 kötetes könyvtárának – Első jelentősebb munkáját 1884-ben „Felsőmagyarország kisvasipara” címmel az Építési Ipar című lapban publikálta. 1889-ben, a Természettudományi Közlönyben jelent meg tanulmánya „Az alumínium jelene és jövője” címen, két évvel később már könyvet ír erről az új fémről [6]. 1891-ben jelent meg „A vas technológiája” című tankönyve. Ekkor kezdte szerkeszteni a MMÉE Közlönyét, melyben 1893-ban jelent meg „Délmagyarország első vasgyárai” című ipartörténeti jelentőségű tanulmánya [7]. Szakírói munkásságával jelentősen hozzájárult a magyar műszaki nyelv kialakításához, a fogalomrendszer kialakításához.

A kereskedelemügyi miniszter megbízásából 1901-ben jelent meg „A magyar ko-

rona országainak gyáripara az 1898. évben” című tanulmánya, 1906-ban a fa- és gépiparral is kibővített monográfiát készített. Mindkét munkája az Ausztriával folytatandó gazdasági kiegyezés előkészítéséhez készült. Edvi Illés Aladár 2010-ben a Pallas Nagy Lexikonának vas- és fémipari részének átdolgozását is elvállalta a Révai Testvérek Irodalmi Intézet Rt. megbízásából.

Edvi Illés Aladárt 1908-ban miniszteri osztálytanácsossá nevezték ki. 1919-től a Kereskedelemügyi Minisztérium gazdasági szakosztályának vezetője volt, 1922-ben, 64 éves korában helyettes államtitkárként ment nyugállományba. Munkássága elismeréseként a MMÉE 1924-ben tiszteletbeli tagjává választotta, majd az Egyetel közgazdasági osztályának megalakulásától elnöki tisztét is betöltötte.

1927 januárjában súlyos betegség döntötte ágyának, de akaraterije és a gondos ápolás talpra állította. A betegség azonban újra támadta szervezetét, amit már nem volt képes leküzdeni: 1927. április 24-én hunyt el a széles látókörrrel, kiváló szervezőképességgel és tudással rendelkező mérnök, felső ipariskolai tanár, iparpolitikus, szakíró.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Bencze G.: *Váci út, a magyar gyáripar főutcája*. Budapest: Országos Pedagógiai Könyvtár és Múzeum, 2006.
- [2] Edvi I. A.: *Az 1896. évi ezredéves kiállítás eredményei*, VII. kötet. Vas- és fémipar, Budapest, 1898, 241–326. oldal
- [3] Jesch L.: *A Budapesti Magyar Királyi Állami Felső Ipariskola emlékkönyve*, Budapest, 1939.
- [4] *Magyar Mérnök- és Építészegylet Közlönye*, 1917. (LI. kötet), 112–114. oldal
- [5] Terplán Z., Németh G.: *A Magyar Mérnök- és Építész-egylet Közlönyének adatai 1867-1944 között*, Miskolci Egyetem, 1998
- [6] Gáti J.: *Ipartanodától egyetemig*, Óbudai Egyetem Kiadó, Budapest, 2010. 110. o.
- [7] *Magyar Mérnök- és Építész Egylet Közlönye*, 19–20. szám, 1927. május 22. 105.o.

TERMOPLASZTIKUS ELASZTOMEREK TÉRHÁLÓSÍTÁSA

CROSSLINKING OF THERMOPLASTIC ELASTOMERS

Gergely Attila Levente

Sapientia EMTE, Marosvásárhelyi Kar, Gépészmérnöki Tanszék, Cím: 540485, Románia, Marosvásárhely/Koronka, 1C.; 540485 Tîrgu Mureş, O.p. 9, C.p. 4, Telefon: +40 265 206 210, agergely@ms.sapientia.ro

Abstract

A novel thermoplastic elastomer has been reported in the literature recently, containing polyalloocimene as hard, or glassy, blocks and polyisobutylene as soft blocks. These novel materials show promising potentials both in rubber- and biomedical applications. One of the critical characteristics that has been investigated and presented here is the cross-link ability of these materials. The present work proves that the new thermoplastic elastomers can be crosslinked using either sulfur or peroxide based curing systems.

Keywords: thermoplastic elastomers, butyl rubber, cross-linking, curing, peroxy.

Összefoglalás

Egy új termoplasztikus elasztomer előállításáról számoltak be a szakirodalomban a közelmúltban, mely polialloocimin üveges blokkokat és poliizobutilén elasztikus blokkokat tartalmaz. Ezek az új anyagok nagy potenciállal rendelkeznek a gumi és az orvostechikai eszközgyártás terén. Az egyik feltétele ezen anyagok használatának a fent említett iparágakban a vulkanizálhatóságuk. A jelen dolgozatban bemutatott eredmények alapján az új termoplasztikus elasztomerek vulkanizálása lehetséges úgy kén alapú, mint peroxid alapú vulkanizációs rendszerekkel.

Kulcsszavak: termoplasztikus elasztomer, butil gumi, térhálósítás, vulkanizáció, peroxid.

1. Bevezetés

A termoplasztikus elasztomerek (TPE) a polimerek egy különleges csoportja, mely rendelkezik elasztikus és plasztikus tulajdonságokkal, így a mechanikai tulajdonságai befolyásolhatók az anyag összetételével.[1,2] A szakirodalomban a közelmúltban jelentették egy új izobutilén alapú, alloocimén üveges blokkokat tartalmazó, termoplasztikus elasztomer előállítását izobutilén és alloocimin élő kopolimerizációjával. [3-5] Az új termoplasztikus elasztomereket kitűnő mechanikai tulajdonságaik [4,5] és biokompatibilitásuk [6-8] miatt a gumi

iparban, valamint az orvostudományban bioanyagként lehetne felhasználni.

A jelen dolgozat ezen új anyagok vulkanizációját, vizsgálja kén és peroxid rendszerekkel.

2. Használt anyagok és metódusok

2.1. Anyagok

A használt poliizobutilén (PIB) alapú TPE-ek a szakirodalomban jelentett eljárással készültek.[3-5] Az **1. táblázat** bemutatja a vizsgált TPE-eket. Rövidített elnevezésük a polimer szerkezetét, molekulatömegét és az alloocimén súlyszázalékát tükrözi, M_n a polimerek molekulatömege, az alloocimén

tömegszázalék a molekulatömeg eloszlást adja meg. Kontroll anyagként az Exxon Mobil által forgalmazott BrButyl2222 és ClButyl1066 volt használatos.

1. táblázat. *A használt termoplasztikus elasztomerek jellemző paraméterei.*

Minta	M_n (g/mol)	Allo tömeg %	Polimer struktúra
T(195)25	195000	25	Triblokk
Te(347)24	347000	24	Tetrablokk

2.2. Keverés

A használt anyagokat 60 phr (parts per hundred rubber, gumiiiparban használatos mértékegység) korommal (Cabot, Black Pearl, BET $\sim 110 \text{ m}^2/\text{g}$), egy 80 cm^3 Brabender belsőkeverőgéppel kevertük (Brabender, Intelli-Torque Plasti-Corder, USA), 125°C hőmérsékleten, 60 rot/min fordulatszám, 0,7 kitöltési faktor használatával. A keverési idő 3 x 5 perc volt. A vulkanizáláshoz szükséges adalékanyagok hozzáadása ún. mikro-keverési technikával történt. Ez a keverési technika magába foglalja az adalékanyagok hozzáadását egy polimer filmhez, majd a polimer film összehajtogatását és magas nyomás segítségével 100°C -on újra polimer filmmé való alakítását. A megfelelő homogenitás elérése érdekében az összehajtogatást és filmmé alakítást 15-17 alkalommal kellett megismételni.

2.3. Vulkanizációs folyamat vizsgálata

A kevert minták vulkanizálási tulajdonságainak vizsgálatára egy Alpha Technologies Rheometer MDR 2000 berendezést használtunk. A mérésekhez megközelítőleg 5 g minta volt szükséges 160°C fokon 7% megnyúlási érték mellett. Egy vizsgálat időtartama 30 perc volt.

3. Eredmények

3.1. Térhálósítás kénnel

A **2. táblázat** tartalmazza a vulkanizációs recepteket. A TPE mintákban a térhálósítás az allil-helyzetű hidrogén atom által jön létre, a butil elasztomereknél a klór és a bróm atomokon keresztül.

2. táblázat. *Kén alapú vulkanizációs recept.*

	T(195)25/ Cl-butyl/ Br-butyl* [phr]	Te(347)24 [phr]
Polimer	100	100
Korom	60	60
Kén	1.5	2.4
ZnO	5	8
Sztearinsav	1	1.6
MBT	0.5	0.816
TMTD	1	1.76

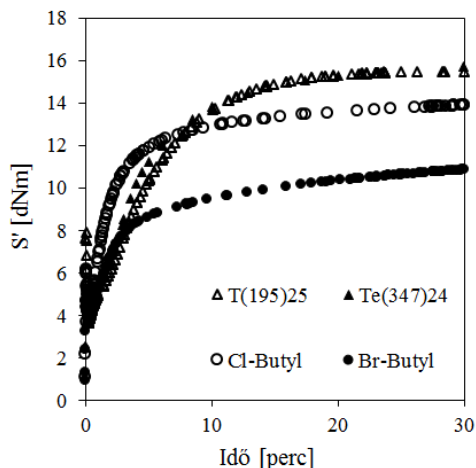
MBT - 2-merkaptobenzotiazol

TMTD - tetrametil tiurám diszulfid

*Mindhárom anyag azonos kompozíciójú.

A vulkanizáltsági görbék, **1. ábra**, hasonlóak mindkét TPE esetén. Látható, hogy a vulkanizálási sebesség a 2 és 8 perc közti szakasz iránytényezője, és a maximális elért nyomaték, $\sim 15 \text{ dNm}$, azonos annak ellenére, hogy a Te(347)24 mintánál több kén volt használva. Ez a jelenség a mindkét anyagban jelenlevő megközelítőleg azonos mennyiségű kettőskötésnek tudható be. Mindkét kontroll anyag gyorsabb vulkanizációs sebességet mutat a vizsgált TPE-hez képest, viszont a maximálisan elért nyomatékok alacsonyabbak, jelezve, a vulkanizációs szint ezekben az anyagokban alacsonyabb.

A T(195)25 minta szakítószilárdsága térhálósítás előtt $\sim 12 \text{ MPa}$ volt $\sim 450\%$ megnyúlás mellett, míg a T(347)24 mintáé $\sim 18 \text{ MPa}$, $\sim 500\%$ szakadási nyúlás mellett.



1. ábra. A TPE és a kontroll anyagok vulkanizáltsági görbéi.

A különbség a két minta molekula- tömegének különységéből adódik, illetve az ebből adódó gyengébb polimer-töltőanyag kölcsönhatásnak, mely alacsonyabb szintű megerősítést jelent. Vulkanizáció után a vizsgált TPE-k szinte megegyező szakítószilárdsági görbét produkáltak: ~ 5 MPa modulusz, ~10 MPa szakítószilárdság ~200% megnyúlás mellett.

Ezzel szemben a kontroll anyagok közül a Cl-butil ~1 MPa moduluszt és 12 MPa szakítószilárdságot mutat ~300 % megnyúlás mellett, míg a Br-butil ~1 MPa moduluszt, ~22 MPa szakítószilárdságot ~400 % megnyúlás mellett. A kontroll anyagok szakítószilárdságának különbsége annak tudható be, hogy a Br-butil ~1% brómot tartalmaz, míg a Cl-butil 1,26% klórt. Ennek tulajdonítható a gyorsabb vulkanizálás is a Cl-butil esetén (annak ellenére, hogy a bróm reaktívabb), illetve a magasabb vulkanizációs szint, vagyis egy sűrűbb térhálós szerkezet kialakulása. A sűrű térhálós szerkezet alacsonyabb szakítószilárdságot eredményez, mivel ebben az esetben a láncok mobilitása jelentősen lecsökken.

A vizsgált termoplasztikus elasztomerek magas modulusza, relatíve alacsony szakítószilárdsága és magas nyomatéka a

vulkanizáltsági görbén egy nagyon sűrű térhálós szerkezetet feltételez. Ezt alátámasztja a nagy mennyiségű, ~24 % (~24 mol%), kettőskötés jelenléte, amelyek nagyrésze koncentrálna van a fáziszeváráció miatt. Ezeket figyelembe véve levonhatjuk a következtetést, hogy a TPE minták nagy sűrűségű, de heterogén térhálós szerkezettel rendelkeznek, ezzel szemben a kontroll minták térhálós szerkezete kisebb sűrűségű és homogén.

3.2. Térhálósítás peroxiddal

Bizonyos alkalmazásoknál a kén használata nem lehetséges a térhálósítási folyamat megvalósításához, ezért gyakran peroxidot használnak. Csak peroxid használata a butilgumi térhálósításához nem alkalmas, mivel degradáció lép fel. [9] Viszont a dikumil-peroxid (DKP) és bisz-maleimid (BMI) kombinációja használható a halogén-butil térhálósítására. [10] A T(347)23,7 Megvizsgáltuk a 60 phr korommal megerősített TPE minta térhálósítási lehetőségét

3. táblázat. Peroxid alapú térhálósítási recept.

Minta*	DKP [phr]	BMI [phr]
P6.7	6.7	--
BMI3.2	--	3.2
BMI6.4	--	6.4
P6.7 BMI3.7	6.7	3.7
P1.6 BMI3.4	1.6	3.4
P1.6 BMI6.4	1.6	6.4

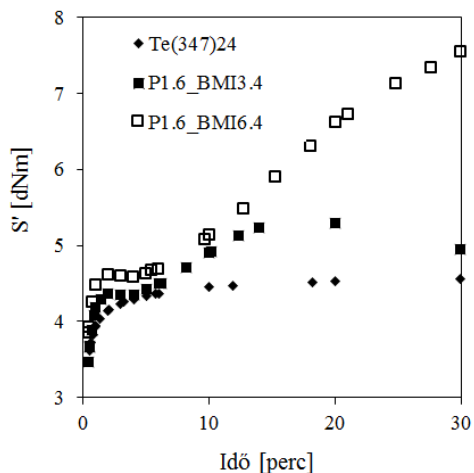
DKP – Dikumil-peroxid

BMI – Bisz-maleimid

*Mintanév magyarázat: P jelzi a DKP használatát.

A térhálósítási receptek a 3. táblázatban találhatóak. A vulkanizálási recept fejlesztésekor szisztematikusan tanulmányoztuk a recept egyes elemeinek hatását a vulkanizálási folyamatra. Viszonyítási alapként az adalékanyagot nem tartalmazó korommal megerősített minta vulkanizációs görbéjét vettük. Kizárólag DKP, 6,7 phr, használatkor degradáció lépett fel. Kizárólag a BMI

hatását tanulmányozva két esetet vizsgáltunk, 3,2 vagy 6,4 phr BMI hozzáadásával. Mindkét esetben a maximálisan elért nyomaték reál komponense (S') 5,5 dNm volt. Vagyis a használt BMI mennyiség nincs hatással a térhálósítási folyamatra. A referencia anyag maximális S' 4,5 dNm. Összehasonlítva a mért eredményeket a referencia anyagával látható, hogy nem történt számottevő vulkanizáció.



2. ábra. Vulkanizáltsági görbék peroxid vulkanizációs rendszer használata esetén.

6,7 phr DKP és 3,7 phr BMI használatakor szintén degradáció lépett, habár a BMI jelenléte késleltette a degradációt. A 2. ábrán látható, hogy abban az esetben, mikor 1,6 phr. DKP-t használtunk 3,4 phr BMI jelenlétében degradáció jelentkezett, de csak 20 perc után. A BMI mennyiség növelése 6,4 phr-re viszont megakadályozta a degradációt és beindította a vulkanizációs folyamatot. A maximális S' , ~8 dNm, közel fele a kénnel végzett vulkanizációnak.

4. Következtetések

A jelen dolgozatban bemutatott eredmények igazolják, hogy az új TPE-k tri- és tetrablokk struktúrával térhálósíthatók kén és peroxid alapú vulkanizációs rendszerekkel.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] XML on-line corrected version <http://goldbook.iupac.org> (2006-) created by M. Nic, J. Jirat, B. Kosata, updates compiled by A. Jenkins.
- [2] Orilall, M.C.; Wiesner, U. *Chem. Soc. Rev.* 2011, 40, 520-535.
- [3] Puskas, J.E.; Gergely, A.L.; Kaszas, G.: Controlled/Living Carbocationic Copolymerization of Isobutylene with Alloocimene, *J. Polym. Sci. Part A: Polym. Chem.*, 2013, 51, 29-33.
- [4] Gergely, A.L.; Puskas, J.E.: Synthesis and Characterization of Thermoplastic Elastomers with Polyisobutylene and Polyalloocimene Blocks *J. Polym. Sci. Part A: Polym. Chem.*, 2015, 53, 1567-1574.
- [5] Gergely, A.L.: Doktori Disszertáció, The University of Akron, Akron, OH, USA, 2014.
- [6] US FDA, 2004. TAXUS™ Express²™ paclitaxel—eluting coronary stent system. PO30025.
- [7] Ranade, S.V.; Miller, K.M.; Richard, R.E.; Chan, A.K.; Allen, M.J.; Helmus, M.N. *J. Biomed. Mater. Res. Part A* 2004, 71(4), 625.
- [8] Puskas, J.E.; Chen, Y.; Dahman, Y.; Padavan, D. J.: *Polym. Sci. Part A: Polym. Chem.* 2004, 42, 3091-3109.
- [9] Thomas, D.K. *Trans. Faraday Soc.* 1961, 57, 511-517.
- [10] Fusco, J.V.: General Purpose Elastomers – Isobutylene-based Elastomers In *Basic Elastomer Technology*, Rubber Division, ACS: Akron, 2001, pp. 312-346.

VILLAMOS KÖTÉSEK VIZSGÁLATA HŐKAMERÁVAL

INVESTIGATION OF ELECTRIC CONNECTIONS USING THERMAL IMAGER

Haraszti Ferenc

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Gépészeti és Biztonságtudományi Intézet, Cím: 1081, Magyarország, Budapest Népszínház utca 8; Telefon: +36-1-666-5434; haraszti.ferenc@bkg.uni-obuda.hu

Abstract

A part of the electric connections has a corrosion aptitude. It can find a galvanic corrosion process danger in case of the contact between different electron potential metals. This process impairs the connection resistance and mechanical properties. The conduction parameters decrease in some under power parts because the heat increasing. This heat effect can be unperceived. By the way of thermal imager tests this irregularity can be discovered on time. In this work I want to present this investigation and the emerging problems.

Keywords: *Galvanic corrosion, resistance, thermal imager*

Összefoglalás

A villamos kötések egy része korróziós elváltozásra hajlamos. Különböző potenciálú fémek érintkezésekor galváncorróziós folyamatok indulhatnak be. Ez károsan befolyásolja a kötés átmeneti ellenállását, mechanikai tulajdonságait. Az áramjárta részekben hő termelődik, rontva a villamos vezetés paramétereit. E hőhatások sokáig észrevehetetlenek. Hőkamera alkalmazásával a kötés rendellenességei időben detektálhatók. Cikkemben a mérés menetét, nehézségeit mutatom be.

Kulcsszavak: *galváncorrózió, ellenállás, hőkamera*

1. Bevezetés

A villamos- és energiaipar nélkülözhetetlen elemei, alkatrészei a villamos kötések. Ezek általában két –vagy több- elemből álló kapcsolatok, melyek feladata az áramvezetés és a mechanikai szilárdság biztosítása. Ezen kötések anyagukat tekintve többfélék lehetnek. Legtöbbször rezes, acélt, alumíniumot, ezüstöt és ezeknek a különböző ötvözeit használják fel. Gazdasági megfontolásokból adódóan többnyire két különböző fém kerül szoros kapcsolatba egymással. Ezek a környezet és az áramerősség ha-

tására, de főként a fémek elektródpotenciáljának különbözősége miatt kontakt (galván) korróziós hatásnak vannak kitéve. A kialakuló korróziós reakciótermékek rontják az érintkezési mechanikát, így a megnövekedett átmeneti ellenállás hatására a kötések elkezdnek felmelegedni. Ezek vizsgálhatósága az elmúlt évekig körülményes és nehézkes volt. A hőmérséklet mérése üzem közben életveszélyes, a leállás pedig gazdasági károkat okoz. A közelmúltban a hőkamera ára jelentősen csökkent, így adva lehetőséget biztonságosabb mérésekhez, hiszen érintés nélkül is meghatározható a hőmér-

séklet. E módszer azonban kellő rutint és hozzáértést igényel a valós eredmények megszerzéséhez.

1.1. A termográfia alapjai

Az infrasugárzáson alapuló hőmérsékletmérés, illetve a hőkamerás mérési módszer a testek hősugárzó képességétől függ. A hőmérsékleti sugárzás az a folyamat, amely az anyag hőmozgása miatt elektromágneses hullámokat bocsát ki magából. Ennek az energiának a nagy része másik testre átvetülve emittálódhat vagy reflektálódhat, továbbá transzmittálódhat is. Ha a vizsgált darabra érkező sugárzást az maradék nélkül elnyeli, akkor abszolút fekete testről beszélhetünk. Amennyiben teljes mértékben visszaverődik, akkor abszolút tükröződő testről, és ha a testen teljes mértékben áthalad, akkor átlátszó anyagról beszélhetünk. A hősugárzásnak, mint elektromágneses hullám terjedésnek közvetítőközegre nincs szüksége. A hősugárzás alap törvénye a Stefan-Boltzmann törvény:

$$E_{(f)}(T) = \sigma \times T^4, \quad (1)$$

ahol:

$E_{(f)}$ – fekete test emissziós képessége;

σ - Stefan-Boltzmann féle állandó

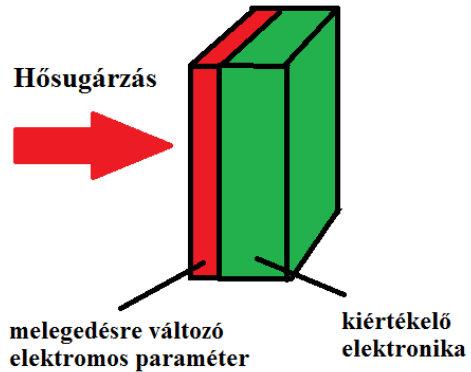
$5,67 \cdot 10^{-8} \text{ [J/m}^2 \text{ K}^4\text{]}$;

T - hőmérséklet [K].

A törvény szerint a T hőmérsékletű fekete test egységnyi felülete által egységnyi idő alatt kisugárzott teljes energia arányos a test hőmérsékletének negyedik hatványával. Látható tehát, hogy idealizált esetben csak a fekete test képes az összes hőenergiát elnyelni és azt kisugározni. Ilyen a valóságban azonban nincs. A különböző anyagok más és más mértékben képesek az energiát emittálni. Minél inkább hasonlítanak az ideális fekete test tulajdonságaihoz annál pontosabb mérést tesznek lehetővé. Ellenkező esetben korrigálnunk kell a mérési eredményünket.

1.2. Az infrasugárzás mérési elve és lehetőségei

Mint az eddigiekből láthattuk, a bennünket körülvevő tárgyak láthatatlan elektromágneses sugarakat is bocsátanak ki magukból. Ahhoz, hogy ezeket érzékelni tudjunk, megfelelő berendezésre van szükségünk, amely érzékelők segítségével villamos jelekké alakítja át ezeket a sugarakat. A jeleket egy speciális elektronika digitalizálja. A digitalizált eredményt a szemünk által érzékelhető színekké transzformálja. Ez a berendezés a hőkamera vagy az infravörös hőmérő. Működési elve az **1. ábrán** látható.



1. ábra. Termikus detektorok működése [5]

Ahhoz, hogy a valóságnak megfelelő hőmérsékleti értéket kapjunk, figyelembe kell vennünk az ideális fekete testtől való eltérést. Leegyszerűsítve elmondható, hogy a valós hőmérsékleti intenzitást a következő paraméterek befolyásolják:

$$\varepsilon + \rho + \tau = 1, \quad (2)$$

ahol:

ε - emissziós tényező;

ρ - reflexiós tényező;

τ - transzmissziós tényező

A gyakorlatban az emissziós tényező mindig kisebb, mint 1. A transzmissziós tényezőt a legtöbb anyagnál elhanyagolhatjuk, ebből következően csak az első két fizikai változóval kell számolnunk. Annál pontosabb a mérés minél jobban megközelítjük a test valódi hőszugárzás-kibocsátási képességét (ϵ). Ezt a korrekciót a modern kamerák specifikációi teszik lehetővé. Legkisebb változtatást a sötét érdes anyagoknál, legnagyobb eltérést pedig a világos, fényes felületeken kell deklarálnunk. Az érintés nélküli hőmérsékletmérés kivitelezhetetlen polírozott, tükörszerű, fénytaniilag átlátszó felületeknél. Az 1. táblázat a villamos iparban használt néhány szerelési anyag sugárzás kibocsátó képességét mutatja.

1. táblázat. Sugárzás kibocsátó képesség

Fém	Felület	ϵ
vas	oxidált	0,45-0,85
alumínium	oxidált	0,18-0,45
sárgaréz	oxidált	0,45-0,5

2. Termokamera használata a gyakorlatban

Az eddigiekből kiderült, hogy a pontos felületi hőmérséklet értékét nagyban befolyásolja a mérendő tárgy emissziós tényezője és annak a helyes korrekciója. Nagyságrendi hibát vétünk ennek a rossz megítélésével (100-150%). Eddigi tapasztalataim szerint más paramétereket is figyelembe kell venni. Mindig eltérést mutat a közvetlen érintéssel és a kamerás (infrahőmérős) méréssel meghatározott eredmény. A pontatlanság következhet az infrasugár valamilyen közegeen való áthaladásából vagy a helytelenül megválasztott mérési hullámhossz (rövid vagy hosszú) alkalmazásából. A villamos kötések üzem közbeni legmagasabb hőmérséklete tapasztalataim szerint a 300°C. A legpontosabb mérési eredményt hosszú hullámú elven működő hőkamerával kaptam. Gondot okoz a mérendő felületen található nagyszámú anyagminőség előfor-

dulása, a nem megfelelő felbontású termokamera (pixelenkénti állítható lehetőséggel) hibás eredményeket detektál. Problémát okozott kültéri méréseknél a napszak helyes megválasztása is, mert ügyelni kell a napsugárzás okozta interferenciák elkerülésére. Mérőszekrényben, üzem alatt lévő kapcsolótáblákon érdemes több helyről és legalább ötször elvégezni az ellenőrző méréseket. Kritikus, nagy pontosságot igénylő, biztonságot befolyásoló méréseknél érdemes hibaszámítást végezni a megfelelő hibahatár megállapításához. Gyakorlati tapasztalat, hogy a mérendő tárgy színe a mérési eredményre csak nagyon kis mértékben gyakorol hatást (0,1-0,3%).

3. Összefoglalás

Cikkemben kísérletet tettem egy, az iparban új hőmérséklet mérési módszer bemutatására a teljesség igénye nélkül. Az érintés nélküli termokamerás vizsgálat lehetővé teszi a hibásan, nem rendeltetésszerűen működő villamos kötések, más elektromos és mechanikus berendezések vizsgálatát. A módszer előnye a gyorsasága, balesetveszély-mentes használata és a működés közbeni analízis lehetősége. Ez utóbbi gazdasági megtakarításokat is eredményez. A hőkamerák nagy tömegben történő gyártása lehetővé teszi a könnyebb elérhetőségüket. Az elektronika mai fejlettségi szintje egyre kisebb és könnyebb berendezések gyártását eredményezi, megkönnyítve az alkalmazhatóságukat és a mobilizálhatóságukat. Cikkemben igyekeztem bemutatni a termokamerás mérés legfontosabb fizikai hátterét, s mint gyakorlati felhasználó, összefoglaltam a azokat az empirikus összefüggéseket melyekkel minél precízebben elvégezhető a mérés, a megvalósítás szempontjából.

Köszönetnyilvánítás

A kísérletekben való közreműködésért szeretnék köszönetet mondani Dr. Kovács

Tünde egyetemi docensnek és Pásztor László okleveles villamosmérnöknek (Robert Bosch Kft.).

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Kocsisová E.; Dománková M.: *Másodlagos fázisok kiválásának vizsgálata AISI 316 auszteniés korrózióálló acélban*. EME kiadó, Kolozsvár, 2013, 189-192.
- [2] Kovács-Coskun T.; Völgyi B.; Sikari-Nágl I.: *Kontaktkorróziós jelenség tanulmányozása acél alumínium párosításánál*. EME kiadó, Kolozsvár, 2013, 201-204.
- [3] Réti T, Kovács T: *A Phenomenological Method for the Prediction of Damage Accumulation Processes under Varying External Conditions*. Materials Science Forum, Vol. 414-415, 2003, 317-322.
- [4] Dr. Kovács Klára: *Korróziós alapfogalmak*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1965.
- [5] <http://www.pim-kft.hu> (2017.02.15.)
- [6] www.villanylap.hu (2017.02.22.)

ELŐKEVERÉSES ÉGŐ SZÉN-MONOXID KIBOCSÁTÁSÁNAK CSÖKKENTÉSE DIFFÚZOROS ÉGŐSZÁJ KIALAKÍTÁSSAL

CARBON MONOXIDE REDUCTION OF A LEAN PREMIXED PREVAPORISED BURNER USING DIFFUSERS

Hidegh Gyöngyvér

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki kar, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, Magyarország 1111 Budapest Műegyetem rakpart 3.; +36305052111, Magyarország 1144 Budapest Csertő park 2. 6/61., gyongyver.hidegh@gmail.com

Abstract

Nowadays pollutant emissions are getting more and more attention, therefore laws, regulations and standards restrict the maximum concentration of the pollutants in the flue gas. Broadening the range of the flame stability is highly important, since lower pollutant emissions can be reached in this way. A feasible solution for this is applying a diffuser on the burner lip. Measurements were carried out using the construction mentioned above, and the current paper examines the effect of the diffusers on the changes of the carbon monoxide emission.

Keywords: gas turbine, premixed prevaporized burner, diffuser, CO emission

Összefoglalás

Napjainkban a károsanyag kibocsátás egyre nagyobb figyelmet kap, így törvények, rendeletek és szabványok korlátozzák a károsanyagok maximális koncentrációját a füstgázban. A stabil égési tartomány szélesítése kiemelt jelentőségű, mivel ezzel még alacsonyabb kibocsátási értékek érhetők el. Erre egy lehetséges megoldás az égőszáj megtoldása diffúzoros kialakítású elemmel. Kutatásom során labormérések segítségével ilyen konstrukciók hatását vizsgálom a szén-monoxid kibocsátás változására.

Kulcsszavak: gázturbina, előkeveréses égő, diffúzor, CO kibocsátás

1. Bevezetés

A tüzelési folyamatokból eredő szén-monoxid kibocsátás az utóbbi évtizedekben nagy figyelemre tett szert az egészségre és a környezetre gyakorolt káros hatásának köszönhetően [1]. A szén-monoxid belélegezve csökkenti a vér oxigénfelvevő képességét, és magas koncentráció esetén akár halált okozhat [2].

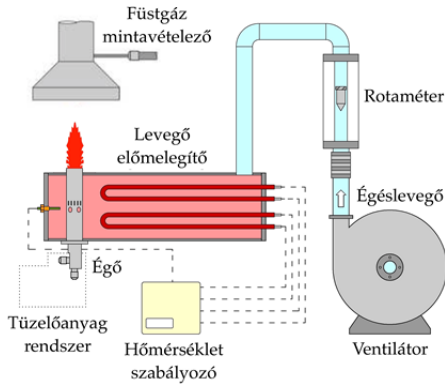
Megfelelő égőkialakítással széles üzemi tartományon működtethető berendezés hozható létre. Korábbi megfigyelések alapján

[3][4][5] erre egy jó módszer lehet a diffúzoros égőszáj kialakítás alkalmazása. A gyakorlati megvalósíthatósághoz viszont elengedhetetlen a konstrukció vizsgálata többek között a szén-monoxid kibocsátás szempontjából.

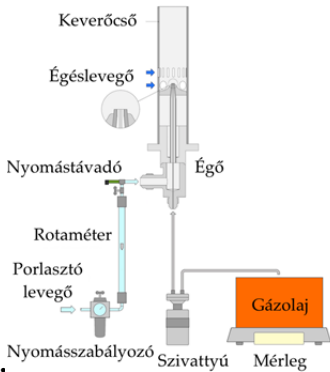
2. Mérőrendszer bemutatása

A 2.1. ábrán látható tesztpadon az égés-levető térfogatáramok beállítását egy frekvenciaváltó tette lehetővé.

A 2.2. ábrán látható a mérőberendezés tüzelőanyag rendszer része



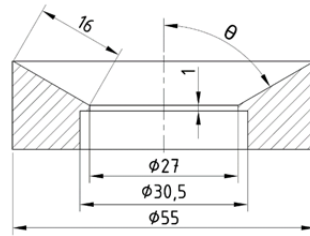
2.1. ábra. Égéslevegő rendszer [6]



2.2. ábra. Tüzelőanyag rendszer [6]

A különböző félkúpszögű diffúzoros toldatok azonos méretű hengerekből lettek kimunkálva, így a többlet anyag lehűtheti a lángot. Részben emiatt terjedt ki a mérés a 0° -os félkúpszögű elemre is, ami gyakorlatilag a keverőcső megtoldását jelentette mintegy 21%-kal. A vizsgált konfigurációk metszetét a 2.3. ábra szemlélteti. Az alkotó minden esetben 16 mm volt. Az elemeket a 30 mm külső átmérőjű égő szájára illesztettük a megvezetés segítségével. Nyílásszög tekintetében a 0° – 60° -ig terjedő sorozatot hasonlítottam össze az eredeti konfiguráció tulajdonságaival, 15° -os lépésközzel. A méréseket a következőképpen végeztük: adott tüzelőanyag tömegáram és fűvóka konstrukció mellett állandó porlasztó-

nyomáson, egyenlő lépésköznként fokozatosan növeltük az égéslevegő mennyiségét 12 kg/h-tól a láng lefűvásáig.

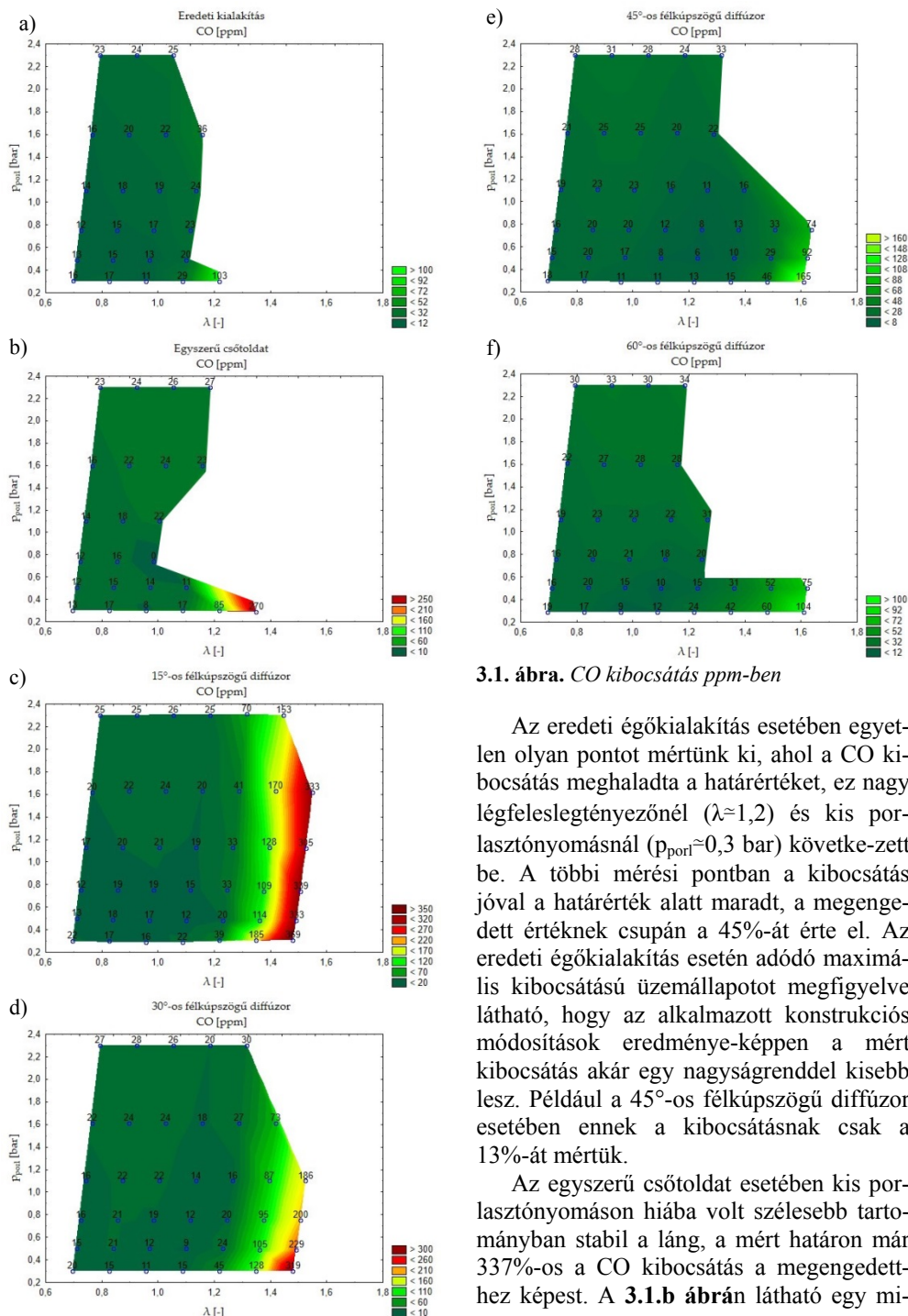


2.3. ábra. A diffúzorok metszete

3. Eredmények, következtetések

A kibocsátási értékek érdemleges összehasonlíthatósága kedvéért a jelenleg Magyarországon érvényben lévő, KöM 7/1999 VII. 21-es rendelet szerint végeztem a kiértékelés. A 140 kW-nál nagyobb tüzelési teljesítményű gázturbinákra 15%-os oxigénszint mellett a megengedett maximális kibocsátás 100 mg/m^3 (80 ppm) CO. A különböző konstrukciók esetében a korrigált kibocsátási értékek rendre a 3.1. ábrán láthatók, melyeken a feltüntetett értékek mellett azok színezése is jellegre jól mutatja a kibocsátás változását. Megállapítható, hogy a sötétebb zöld tartományokban a CO kibocsátás a határérték alatt marad.

Az egyes ábrákon látható károsanyag kibocsátási térképek alakja jól mutatja a különböző konstrukciós megoldások segítségével létrejövő lángstabilitási tartomány változását. Megfigyelhető, hogy a 3.1.c és a 3.1.d ábrákon a mérhető tartomány jóval nagyobb területet fedne le a légfeleslegtényező-porlasztónyomás síkon, mint a többi esetben. Korábbi tapasztalatok alapján [3], [4], [5] ezen konstrukciók esetében a láng nagyobb légfeleslegtényező értékekig ($\lambda \approx 2,2$) is képes stabil maradni, viszont jelen esetben miután a mért CO mennyisége meglehetősen átlépte a megengedett határértéket, már nem folytattuk tovább a méréseket.



3.1. ábra. CO kibocsátás ppm-ben

Az eredeti égőkialakítás esetében egyetlen olyan pontot mértünk ki, ahol a CO kibocsátás meghaladta a határértéket, ez nagy légefeleslegtényezőnél ($\lambda \approx 1,2$) és kis porlasztónomásnál ($p_{porl} \approx 0,3$ bar) következett be. A többi mérési pontban a kibocsátás jóval a határérték alatt maradt, a megengedett értéknek csupán a 45%-át érte el. Az eredeti égőkialakítás esetén adódó maximális kibocsátású üzemállapotot megfigyelve látható, hogy az alkalmazott konstrukciós módosítások eredményeképpen a mért kibocsátás akár egy nagyságrenddel kisebb lesz. Például a 45°-os félkúpszerű diffúzor esetében ennek a kibocsátásnak csak a 13%-át mértük.

Az egyszerű csőtoldal esetében kis porlasztónomás hiába volt szélesebb tartományban stabil a láng, a mért határon már 337%-os a CO kibocsátás a megengedettekhez képest. A 3.1.b ábrán látható egy mi-

nimum hely, ahol nem mértünk CO kibocsátást: a $\lambda \approx 1$ és a $p_{\text{pori}} \approx 0,7$ bar pontban. Ehhez hasonlóan a **3.1.c, d, e** és **f ábrák**on is megfigyelhető egy minimum érték a kibocsátási térképeken, a $\lambda \approx 1$ és $p_{\text{pori}} \approx 0,5$ bar pont körül.

A 15°-os és a 30°-os félkúpszögű diffúzor esetében a térképek színezettsége alapján hasonlóan változik a paraméterek függvényében a CO kibocsátás. Bizonyos légfeleslegtényező értékig ($\lambda \approx 1,3$) nem látható mérvado változás a kibocsátásban, míg $\lambda \approx 1,3$ fölött nagymértékű növekedés tapasztalható. Kiváltképp a **3.1.c ábra** esetében figyelhető meg, hogy a nagyobb légfeleslegtényező értékeknél a kibocsátási térképen a szintvonalak a függőlegeshez közelítenek. Következtes képpen ebben a tartományban a CO kibocsátás jóformán csak a légfeleslegtényezőtől függ, a porlasztónyomástól független. Mivel ebben a tartományban a kibocsátás messze meghaladja az előírt maximumot, egy adott működtetni kívánt berendezésben ezen kedvező tulajdonságot nem lehet kihasználni, hiszen ebben a tartományban a konstrukció nem alkalmazható.

A 45°-os és a 60°-os félkúpszögű diffúzor esetében csak igen magas légfeleslegtényező értéknél megy a CO kibocsátás a megengedett fölé. Elsősorban a 45°-os félkúpszögű megoldás lehet a legkedvezőbb, hiszen itt szélesebb tartomány mértünk alacsony CO kibocsátást.

A határérték alatti tartományokban minden konstrukció esetében megállapítható, hogy adott légfeleslegtényező mellett a porlasztónyomás növelésével nő a CO kibocsátás (eltekintve a korábban bemutatott minimum helyektől). A határérték felett a kibocsátás fordított karakterisztikát mutat, azaz adott légfeleslegtényező mellett a porlasztónyomás növelésével csökken a CO kibocsátás.

4. Összefoglalás, további tervek

A CO kibocsátásról általánosságban megállapítható, hogy a légfelesleg növelésével egyre nagyobb mértékű, és a porlasztónyomástól csak kis mértékben függ. A lángstabilitás szempontjából igen kedvező tulajdonságokat mutató 15°-os és 30°-os félkúpszögű diffúzor esetében magas légfelesleg esetén, tehát az üzemi tartomány szélén már messze nem megengedhető a CO kibocsátás, így ebben a tartományban ez a két konstrukció a gyakorlatban nem alkalmazható. A 45°-os és 60°-os félkúpszögű kialakítások az eredeti konstrukcióhoz képest szélesebb üzemi tartománnyal rendelkeztek, és a mért CO kibocsátás csak néhány pontban, magas légfeleslegtényező értékeknél haladta meg a megengedhetőt, egyébként széles tartományban messze az alatt maradt.

A későbbiekben hasznos lenne a további károsanyag összetevők változását is mérni.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] A. H. Lefebvre, D. R. Ballal: *Gas Turbine Combustion Alternative Fuels and Emissions*, 3. CRC Press Taylor & Francis Group, 2010.
- [2] E. Seaton, A., MacNee, W., Donaldson, K., Godden: *Particulate Air Pollution and Acute Health Effects*, Lancet, vol. 345, pp. 176–8, 1995.
- [3] Gy. Hidegh: *Előkeveréses égő stabilitási és spektrometriai vizsgálata*, in Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Tudományos Diákköri Konferencia, Energetika 1 szekció, 2015.
- [4] Gy. Hidegh, V. Józsa: *Diffúzor alkalmazása perdületes égő lánglefűvási stabilitásának növelésére*, Energiagazdálkodás, vol. 3–4, pp. 17–20, 2016.
- [5] A. Kun-Balog, V. Józsa: *Spectroscopic analysis of crude rapeseed oil flame*, Fuel Process. Technol., vol. 139, pp. 61–66, 2015.
- [6] A. Kun-Balog, V. Józsa, K. Sztankó: *Pollutant emission analysis of aqueous bioethanol combustion*, Proc. 11th Conf. Sustain. Dev. Energy, Water Environ. Syst., no. SDEWES2016.0369, p. 8, 2016.

MIKROALGA SZUSZPENZIÓK MINT NÖVÉNYI TÁPSZEREK

MICROALGAE SUSPENSIONS AS PLANT NUTRIENTS

Hodai Zoltán¹, Rippelné Pethő Dóra², Horváth Géza³, Hanák László⁴, Bocsi Róbert⁵

Pannon Egyetem: Mérnöki Kar, Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék, H-8200, Magyarország, Veszprém, Egyetem utca 10. Telefon: +36(88)624-132, Fax: +36(88)642-446, H-8201 Veszprém, Pf. 158.

¹ hodai@almos.uni-pannon.hu

² pethod@almos.uni-pannon.hu

³ horvathg@almos.uni-pannon.hu

⁴ hanakl@almos.uni-pannon.hu

⁵ bocsirobert@almos.uni-pannon.hu

Abstract

Plant nutrients are essential to growth plants in the appropriate way. Traditional fertilizers can rebound significant yield growth in short term, but it can not use for long term because of the adverse effects on soil fertility. Eco-friendly formulas can be produced by using microalgae suspensions which can help the nutrient intake and accelerate even the yield formation and maturation. The microalgae based foliar fertilizers are suitable efficient herbal nutrients because of their micro and macro elements; but they are good plant and soil preparation, too. They contain the nutrients in the best form of usable and accessible compounds. But the industrially grown algae suspensions mean challenge for the producers on the section of energy and storability. Industrial demands arise by setting of the producing operations which can give facilities for economical storing without degradation. Task is to research and set the preservation and storing of microalgae suspensions for industrial algae growing systems. The produced, amplified cultures should be storable in the most economical ways by preserving the value of the product. Based on our experiments can be increased the duration of storage can be increased eight fold.

Keywords: *microalgae, foliar fertilizer, plant nutrient, storage, pectin*

Összefoglalás

A növények növekedéséhez, egészséges fejlődéséhez nélkülözhetetlenek a növényi tápszerek. A hagyományos műtrágyák használatával rövidtávon jelentős hozamnövekedés érhető el, de ez hosszú távon nem tartható fenn talaj termékenységre gyakorolt kedvezőtlen hatása miatt. Környezetkímélő növényi tápok állíthatóak elő mikroalga szuszpenziók felhasználásával, melyek a növények számára elősegítik a tápanyagfelvételt, továbbá a termésképződés és a termésérés is hamarabb zajlik le. A mikroalga-bázisú lombtrágyák nem csupán a beltartalmi, kísérő makro- és mikro-elemeknek (NKP, nyomelemek...) köszönhetően alkalmas és rendkívül hatásos növényi tápanyagok, hanem növényvédő szer és talajjavító készítmények is egyben. A növények számára szükséges tápkomponenseket jobban hasznosítható és hozzáférhetőbb vegyületek formájában tartalmazzák. Az iparilag termesztett alga szuszpenziók azonban kihívások elé állítják a termék előállításait egyrészt energetikai, másrészt a termék tárolhatósági területein. Ipari igények merültek fel a termesztéshez szükséges művelet illesztése terén, ami lehetőséget nyújt a termék gazdaságos és minőségromlás nélküli tárolására. Feladat a mikroalga szuszpenzió tartósításának, tárolhatóságának kutatása és illesztése ipari algatermesztő rend-

szerkezetekhez. A megtermelt, felszaporított tenyészetek minél gazdaságosabban raktározhatóak legyenek, a termék értékének megőrzésével. Eddigi kísérletek alapján nyolcszorosára növelhető a tárolás időtartama.

Kulcsszavak: mikroalga, lombtrágya, növényi táp, tárolás, pektin

1. Bevezetés

A műtrágyák nagy mennyiségű használata a kezdeti kedvező hatások mellett világszerte komoly ökológiai degradációt okoznak, amely az óceánok pusztulásához, talaj meddőségéhez és a biodiverzitás csökkenéséhez vezet. Szembe kell néznünk nem csak olyan kihívásokkal, mint a mezőgazdasági termelés növelése, hanem a globális éghajlatváltozással is. Ez utóbbi azzal is fenyeget, hogy bizonyos területeken a termelékenység jelentősen csökkenhet, szélsőséges esetben 0-ra redukálódhat. Már a jelenben indokolt innovatív technológiák kutatása, azok fejlesztése, hogy növelni lehessen a mezőgazdasági hozamokat mellett, hogy a ráfordítások minimalizálódjanak és a környezet terhelése is mérséklődjön. A mikroalgák biotrágyaként való alkalmazása egy lehetséges, megfelelő megoldás lehet a fent említett problémákra [1].

Tekintettel arra, hogy a mikroalga szuszpenziók nagy mennyiségben tartalmaznak mikro-, illetve makroelemeket, azok növények számára jól hasznosítható formában szintén kívánatosá teszik biotrágyaként való használatra. Továbbá növényekhez hasonló hormonokat termelnek, ami növeli a növényzetnek nem csupán bimassza-, termék hozamát, hanem ellenállóbbá is teszi őket. Számos tanulmány született a mikroalgák biotrágyakénti való használatára, a tápanyagfelvétel és a termés hozam növekedése kapcsán [2-7].

2. Tartósítási, tárolási lehetőségek

Mikroalga szuszpenzió minőségromlás nélküli eltárolhatósága kb. 1 hét, amit a gyakorlati hasznosíthatósághoz növelni szükséges. Tárolására a teljesség igénye

nélkül az alábbi lehetőségek állnak rendelkezésre: kioprezerváció, szárítás, védőgáz tartósítás, alginát gyöngyben [8] való megkötés. Kutatásaink során ez utóbbi technológia tűnik jelenleg energetikailag elfogadhatónak, a sejtek jelentős minőségromlásának elkerülése mellett. A mikroalgákat tartalmazó gél gyöngyök előállításához az algináthoz hasonló tulajdonságokkal rendelkező, bizonyos szempontok szerint kedvezőbb pektint vizsgáltuk, mint alkalmazható gélesítő anyag. A pektin hidrokolloid és a vízmegkötő képessége miatt alkalmazzák sűrítő és gélesítő anyagként. Az iparban gyümölcslevek gyártása során visszamaradt alma törkölyből és citrusok héjából nyerik. A nátrium-algináthoz hasonlóan, képes kölcsönhatásba lépni a Ca^{2+} -al komplex képződése közben, térbeli átrendeződést indukálva. A nátrium-alginátal megegyező tulajdonsága és jó hozzáférhetősége (élelmiszeripari melléktermék) miatt vizsgáljuk, mint gélesítő anyagot.

3. Kísérleti rész

3.1. Gélben történő megkötés

Kereskedelmi forgalomban kapható „Nature Cookta” 100% citruspektint használtunk. Előkísérleteknél a különböző minőségű mikroalga szuszpenziót sűrítés nélkül alkalmaztuk. Az oldat, amelyből a gyöngyöket készítettük 350 cm³ mikroalga szuszpenzió (~2 g/dm³), 150 cm³ desztillált víz, amihez 3 V/V% pektint adagoltunk. Ez 15 g pektin por tartalmat jelent. A 150 cm³ desztillált vizet és a 15 g pektin port össze-mértük, homogenizáltuk, majd hőközléssel (60 °C) és folyamatos keverés mellett homogén pektinoldatot készítettünk (30 min). Miután szobahőmérsékletre hűlt, hozzáad-

tuk a tárolandó szuszpenzióhoz. Szabályozott csepegtetéssel (250 cm^3) $3,3 \text{ g/dm}^3$ CaCl_2 oldatba juttatva kialakítottuk a gömb geometriát. Leszűrtük a gyöngyöket és desztillált vízzel átmostuk. 1 dm^3 -es tároló palackokba töltve a megtisztított gyöngyöket kezdődött a tárolási kísérlet.

3.2. Tárolás

A palackokat két különböző hőmérsékleten tároltuk. $4 \text{ }^\circ\text{C}$ -on termosztált tároló szekrényben és tároló raktárban ($\sim 16 \text{ }^\circ\text{C}$). Visszaoldást megelőzően a minták tárolási ideje $4 \text{ }^\circ\text{C}$ -on 5 hét volt, a raktárban pedig 4 hét. Ez alatt heti rendszerességgel vizsgáltuk a gyöngyök fizikai jellemzőit (fotometria, átlagos gyöngy átmérő, elfolyósodás valamint érzékszervi vizsgálatok /szín, szag/). A visszaoldási kísérleteknek az időpontjában (a $4 \text{ }^\circ\text{C}$ -os minták esetén a tárolás 35. napján, a raktárban tárolt minták esetén a tárolás 28. napján) a gyöngyök állapotában releváns változást nem tapasztaltunk.

3.3. A gyöngyök fizikai tulajdonságainak mérése

A gyöngyök méretét Mitutoyo Absolute AOS Digimatic digitális tolómérővel végeztük. A gyöngyök spontán elfolyósodásának mértékét tömegméréssel határoztuk meg. A tárolás során elfolyósodott és épen maradt gyöngyök tömegét mértük, majd desztillált vizes mosással eltávolítottuk a gyöngyök felületéről a már elfolyósodott részt. Ezután az épen maradt gyöngyöket lecsepegtetést követően mértük vissza a tömegüket. A két mérés különbsége adta az elfolyósodás mértékét.

3.4. A gyöngyök visszaoldása

100 db gyöngyöt 6 cm^3 $5 \text{ m/m}\%$ -os nátrium-hexametafoszfát desztillált vizes oldatával 24 cm^3 módosított BG-11 típusú tápoldatban oldottuk 12 h alatt.

4. Kísérlet eredményei

4.1. Elfolyósodás vizsgálata

Eltárolás pillanatában a gyöngyök szilárdak és rugalmasak voltak. A $4 \text{ }^\circ\text{C}$ -on tárolt gyöngyöknél a 4. hétig nem észleltünk változást. Az 5. héten a gyöngyök felületének puhulását tapasztaltuk, de folyós állagú rész még nem volt a gyöngyök térszében. A 6. héten jelentős elfolyósodás volt megfigyelhető. Ekkor tömegméréssel számosítva az elfolyósodott tömeg a kiindulási tömeg 52%-a volt. A 7. hétre a gyöngyök egésze híg, folyós gélle degradálódott.

A raktárban ($16 \text{ }^\circ\text{C}$) tárolt mintán az 5. hétig nem észleltünk jelentős minőségi változást. A 6. héten a gyöngyök felületének puhulását figyeltük meg, de folyós állagú közeg még nem volt tapasztalható a gyöngyök térszében. A 7. héten jelentős elfolyósodást tapasztaltunk. Ekkor az elfolyósodott tömeg a kiindulási tömeg 21%-a volt. A 8. hétre a gyöngyök egésze degradálódott.

(A vizsgált 8 hét alatt a minták minősége, illata és színe nem változott, a teljes degradációt követő időszakban sem.)

4.2. Sejtek életképességének meghatározása

A gyöngyök visszaoldásával kapott szuszpenziókat természetű foto-bioreaktorokba oltottuk és szaporodási görbéjükből, életciklusukról, a sejtek életképességéről kaptunk értékes információkat. A reaktorokból mintát véve mértük azok spektrumát, amelyből számítható az optikai denzitás értéke. A $681,5 \text{ nm}$ -hez tartozó ABS értékeket, valamint ezek változását a kiindulási értékek %-ban határoztuk meg.

5. Következtetések

A kísérleteink során a $4 \text{ }^\circ\text{C}$ -on tárolt minták esetében a gyöngyök tömege 5 hét elteltével jelentősen csökkent, tömegének 52%-a elfolyósodott, a 6. héten a gyöngyök egésze degradálódott.

A 16 °C-on tárolt mintáknál a gyöngyök tömegének 21 %-a folyósodott el a 7. hétre és a teljes fizikai degradációt a 8. héten következett be.

Mindkét raktározási mód után történő rekultivációs kísérlet sikeres volt, így megállapítható, hogy a tárolás időszakában releváns minőségváltozás nem következett be a sejtek életképességében. Így az eddigi 1 hetes tárolhatóságot átlagosan 8-szorosára tudtuk növelni.

A kísérletek jelenleg is folynak, ami a gél fázisban zajló sejt dinamikájának, illetve a gél fizikai paraméter változásainak vizsgálatával magyarázza a kísérleti eredményeket, anomáliákat. Ezzel párhuzamosan a degradációs folyamatok további kiselletetésének lehetőségei és a gélben megköthető sejt koncentrációs értékek lehetőségeinek, korlátainak meghatározása is megtörténik.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Szakirodalmi hivatkozások

[1] Abdel-Raouf, N.; Al-Homaidan, A.A.; Ibraheem, I.B.M. (2012) *Agricultural importance of algae*, Afr J Biotechnol, 2012, 11,11648–11658.

[2] Faheed, F.A.; Abd-El Fattah, Z.: *Effect of Chlorella vulgaris as biofertilizer on growth parameters and metabolic aspects of lettuce plant*, J Agric Social Sci 2008, 4, 165–169.

[3] Shaaban, M.M.: *Nutritional status and growth of maize plants as affected by green microalgae as soil additives*, OnLine J Biol Sci. 2001, 6, 475–479.

[4] Garcia-Gonzalez, J.; Sommerfeld, M.: *Biofertilizer and biostimulant properties of the microalga Acutodesmus dimorphus*, J Appl Phycol 2005, 28, 1051–1061.

[5] Abd El-Motty, E. Z.; Shahin, M. F. M.; El-Shiekh, M. H.; Mahmoud, M. M.: *Effect of algae extract and yeast application on growth, nutritional status, yield and fruit quality of Keitte mango trees*, Agric. Biol. J. N. Am. 2010, 1(3), 421-429.

[6] Abd El Moniem, E. A.; Abd-Allah, A.S.E.: *Effect of Green Alga Cells Extract as Foliar Spray on Vegetative Growth, Yield and Berries Quality of Superior Grapevines*, American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 2008, 4 (4), 427-433.

[7] Shaaban, M.S.; El-Saady, A. M.; El-Sayed, A. E. B.: *Green Microalgae Water Extract and Micronutrients Foliar Application as Promoters to Nutrient Balance and Growth of Wheat Plants*, Journal of American Science 2010, 6(9), 631-636.

[8] Yean-Chang C.: *Immobilized microalga Scenedesmus quadricauda (Chlorophyta, Chlorococcales) for long-term storage and for application for water quality control in fish culture*, Aquaculture, 2000, 195. 71–80.

ÁTLAGOS FELÜLETI ÉRDESSÉG VIZSGÁLATA VÍZVÁGÁS TECHNOLÓGIÁJÁNÁL

EXAMINATION OF AVERAGE SURFACE ROUGHNESS (R_a) IN WATER JET CUTTING TECHNOLOGY

Horváth Richárd¹, Drégelyi-Kiss Ágota²

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag-tudományi és Gyártástechnológiai Intézet Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca, 8.; Telefon: +36-1-666-5326,

¹horvath.richard@bgtk.uni-obuda.hu

²dregelyi.agota@bgtk.uni-obuda.hu

Abstract

One of the non-conventional cutting technologies is the WaterJet cutting. There are two important criteria of the cut surface: the geometric accuracy and the surface roughness. The aim of this paper is to provide predictive models to estimate average surface roughness (R_a), taking into account significant effects. It was used a full factorial design of experiments in the waterjet cutting tests. The three input parameters were plate thickness (mm), grain mass (g/min), and feed rate (mm/min). The thickness of the cut plate has a great influence in the quality of the waterjet cut surface (due to the bending of the waterjet or the pressure decrease, etc.), therefore surface roughness was measured in three places along the thickness of the plate and so three predictive models were constructed.

Keywords: *waterjet, average surface roughness (R_a), phenomenological model, design of experiment*

Összefoglalás

A vízvágás, a nem hagyományos elven alapuló technológiák közé tartozik. A vágott felület fontos kritériumai közé sorolható a felület geometriai pontossága, valamint a vízvágás által kialakított felületi érdesség. A tanulmány célja, hogy a szignifikáns hatásokat figyelembe véve prediktív modelleket alkossunk az átlagos érdességi (R_a) értékek becslésére. A vízvágási tesztekhez 3^3 -os teljes faktoros kísérlettervet alkalmaztunk, melyben bemenő paraméterekként a lemezvastagság, mm, a szemcsemennyiség, g/min illetve az előtoló sebesség, mm/min voltak. A forgácsolt felület minősége nagyban változik a vágott lemez vastagságával (pl.: a vízszög elhajlás és nyomáscsökkenés miatt), ezért a felületi érdességet három helyen mértük a vágott lemezek vastagságán, és három prediktív modellt állítottunk fel.

Kulcsszavak: *vízvágás, átlagos felületi érdesség (R_a), fenomenológiai modell, teljes faktoriális kísérlettervezés*

1. Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben a nem hagyományos elvek szerint működő forgácsoló

eljárások rohamos mértékben terjednek. A vízszögárral való vágás olyan hideg vágási eljárás ahol a víz és általában az ehhez kevert abrazív adalékanyag kapcsolata olyan

sokélú forgácsolószerszám alapját képezi, ami optimális felhasználás mellett alkalmas lehet lemezszerű alkatrészek kuntúrájának kivágására.

A vízsugárral való megmunkáláshoz nagy anyagleválasztási sebesség kell, melynek energiáját a kis átmérőjű fűvókanyíláson átáramló nagy nyomású víz teszi lehetővé. A vízvágás további nagy előnye, hogy nem használ fel, illetve megmunkálás közben nem keletkeznek a környezetre káros anyagok. Pozitív tulajdonságai közül fontos még kiemelni, hogy a vágás következtében (főként fémek esetében) nem változik meg a vágott felület tulajdonsága, hiszen megmunkáláskor azt nem éri hőhatás.

Jegaraj és Babu [1] abrazív szemcsékkel történő vízvágás technológiáját vizsgálták. Kutatásukban elemezték a fókuszávolság és a fűvókanyílás nagyságának hatását a vízvágás technológiára 6063-T6 alumínium ötvözet esetében. Munkájukban Taguchi módszert alkalmaztak, valamint empirikus modellt építettek. Eredményeikből azt a következtetést vonták le, hogy a vízvágott felületi érdességre nagy hatása van a vízsugár átmérőjének (fűvókanyílás), az vízsugár előtolási sebességének, valamint a vízsugár nyomásának.

Valíček és társai [2] a vízvágással készített felület topográfiáját vizsgálták és optimalizálták a beállítható paraméterek függvényében vízvágás technológiájánál.

Srinivasu és Babu [3] prediktív modellt alkottak neurális háló (ANN) módszerével, melyben bemenő paraméterként felhasználták a szabályozható paramétereket úgymint: a fűvóka átmérője, a víz nyomása, valamint az előtolási sebesség.

Alumínium ötvözetek vízsugaras vágásának tapasztalatait összegezte Maros [4] [5].

Ebben a cikkben vízvágott felületek érdességével foglalkozunk acél munkadarab esetében. A vízvágási tesztekhez teljes faktoriális kísérlettervet használtunk, ahol három szabályozható paramétert három szín-

ten változtattunk (lemezvastagság, előtolási sebesség, vízsugárhoz adagolt szemcsemennyiség). Célunk olyan prediktív modell létrehozása, mellyel könnyen becsülhető a vízvágott felületek átlagos felületi érdessége (R_a) a vágási mélység teljes hosszában.

2. Anyagok és módszerek

2.1. Felhasznált eszközök

A kísérletre használt gép, egy Byjet 4022 típusú vízvágógép, melynek munkaterülete 4020 x 2010 mm, a szivattyú által előállított nyomás 4000 bar.

A kísérleteknél használt abrazív szemcse úgynevezett Supreme Garnet, indiai gránáthomok. Szemcsemérete: 0,125 – 0,40 mm, keménysége: 7,0–7,5 Mohs.

A vízvágási kísérlethez felhasznált munkadarabok anyaga S355-ös acél.

Az átlagos felületi érdesség (R_a) méréséhez SurfTest SJ301 (Mitutoyo) típusú mérőgépet használtunk.

2.2. Alkalmazott kísérletterv

A tesztekhez 3^3 -os teljes faktoros kísérlettervet használtunk, ahol a három bemenő független változó a lemezvastagság (mm) a szemcsemennyiség (g/min) illetve az előtoló sebesség (mm/min) voltak.

Célunk, hogy a kísérletterv mérési pontjaiból az alábbi alakban jól használható prediktív modellt építsünk a gyártott felületi érdesség átlagos értékeinek becslésére:

$$Y = e^{c_0 + c_1 \cdot X_1 + c_2 \cdot X_2 + c_3 \cdot X_3} \quad (1)$$

ahol, Y – a válaszfüggvény;
 X_1, X_2, X_3 – a bemenő paraméterek;
 c_0, c_1, c_2, c_3 – empirikus konstansok.

2.3. Kísérleti pontok meghatározása

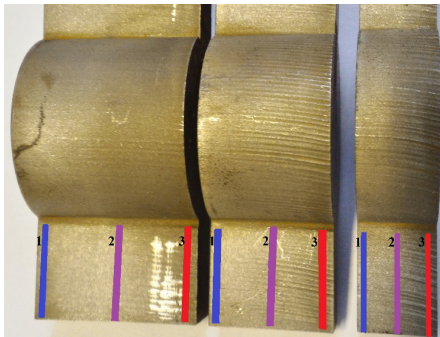
A 3^3 -os teljes faktoros kísérlettervből adódik a 27 mérési pont. A három független bemenő változó és ezek beállító értékeik a következők:

- Lemezvastagság (t): 15–25–35 mm;
- Szemcsemennyiség (g): 300–350–400 g/min,

– Előtoló sebesség (v_f): minimális érték középérték, maximális érték, mm/min (Az előtoló sebesség értékei függenek a lemezvastagságtól. $L=15$ mm vastagságú anyag esetében: 50-75-100 mm/min; $L=25$ mm vastagságú anyag esetén: 22-33-44 mm/min, valamint $L=35$ mm vastagságú anyag esetén: 13-19-25 mm/min.)

3. Eredmények

Mivel a felületi érdesség nagyban változik a vágási mélység függvényében, ezért az átlagos felületi érdességet (Ra) három helyen mértük (a vízszög belépési helyén, középen és a vízszög kilépési helyén). A munkadarabon a felületi érdesség mérési helyeit és a mérés elrendezését mutatja az **1. ábra**. Minden érdességi mérést kétszer ismételtünk meg.



1. ábra. Felületi érdesség mérésének helyei és a mérés elrendezése

3.1 Empirikus model az átlagos felületi érdesség (Ra) becslésére

Az átlagos felületi érdesség becslésére az (1) egyenlet szerint a prediktív modellel a következő:

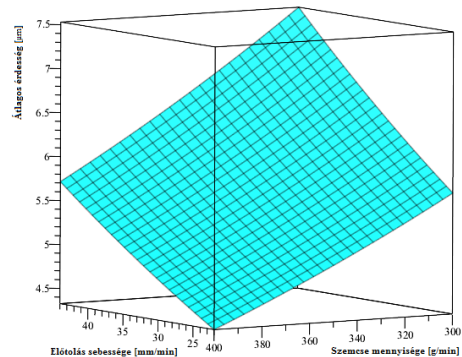
$$Ra = e^{c_0 + 0,019 \cdot t - 0,0028 \cdot g + 0,012 \cdot v_f} \quad (2)$$

ahol, t – lemez vastagság, mm;
 g – szemcse mennyiség, g/min;
 v_f – előtoló sebesség, mm/min;
 c_0 – mérési helytől függő konstans.

A c_0 értékei a következők (1. ábra alapján):

1. mérési helyen: 1,491;
2. mérési helyen: 1,813;
3. mérési helyen: 2,421.

Az előtolás és a szemcsemennyiség hatását a vízvágott felületi érdességre jól mutatja a (2) egyenlet grafikus ábrázolása (**2. ábra**).

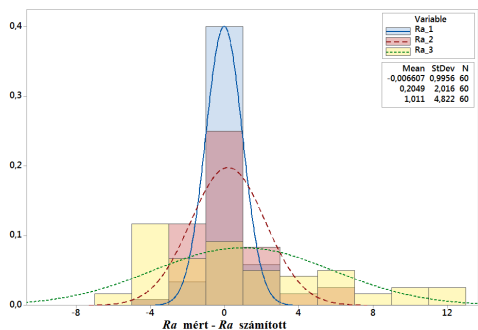


2. ábra. Átlagos érdesség értékei az előtolás sebessége és a szemcse mennyiség függvényében (középső – 2– mérési hely; $t=25$ mm)

3.2 Reziduumok vizsgálata

A **3. ábra** az átlagos érdességi paraméter (Ra) mért és számolt értékeinek különbségét mutatja hisztogrammon. Az ábrából jól látható, hogy a modell pontossága romlik (a mért és becslült értékek közötti különbség – hiba – szórása növekszik) a vágási mélység függvényében. De mindhárom mérési

helyen viszonylag kis szórással és a technológiai tervezésben megfelelő pontossággal használható az épített (2) empirikus modell.



3. ábra. A (2) egyenlet hibái histogrammon ábrázolva (mindhárom mérési helynél)

4. Következtetések

Ebben a cikkben vízvágás technológiájával elérhető felületi érdességet vizsgáltuk. A kísérletekhez teljes faktoriális kísérlettervet alkalmaztunk, majd empirikus modellt építettünk az átlagos felületi érdesség becslésére a bemenő paraméterek (lemezvastagság, szemcsemennyiség, előtoló sebesség) függvényében. A vizsgálatainkból a következők vonhatóak le:

- Az általunk épített egyenlet megfelelő pontossággal becsli az átlagos felületi érdesség várható értékét.
- A modell pontossága kissé romlik a vágott felület mélyégének függvényében.
- A modell hibái normál eloszlást követnek.

Köszönetnyilvánítás



AZ EMBERI ERŐFORRÁSOK
MINISZTERIUMA ÚNKP-16-4/I. KÓDSZÁMÚ ÚJ
NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK
TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] J. Jegaraj, J. R., Babu, N. R.: *A soft computing approach for controlling the quality of cut with abrasive waterjet cutting system experiencing orifice and focusing tube wear*. Journal of Materials Processing Technology 185, 2007, 217–227.
- [2] Valiček, J., Harničárová, M., Kušnerová, M., Grznárik, R., Zavadil, J.: *Proposition of a Solution for the Setting of the Abrasive Waterjet Cutting Technology*. Measurement science review, Volume 13, No. 5, 2013, 279–285.
- [3] Srinivasu, D.S., Babu N. R.: *A neuro-genetic approach for selection of process parameters in abrasive waterjet cutting considering variation in diameter of focusing nozzle*. Applied Soft Computing 8, 2008, 809–819.
- [4] Maros, Zs.: *Taper of cut at abrasive waterjet cutting of an aluminium alloy*. Journal of Production Processes and Systems, vol. 6. No. 1., 2012, 55-60.
- [5] Maros, Zs.: *Energy approach of the taper at abrasive waterjet cutting*. Production Processes and Systems, vol. 6. No. 1., 2013, 89-96.

ERŐTANI VIZSGÁLATOK POLIÉTER-ÉTER-ÉTER-KETON (PEEK) ESZTERGÁLÁSA ESETÉN

THE INVESTIGATION OF CUTTING FORCES IN TURNING TECHNOLOGY OF PEEK (POLY ETHER ETHER KETONE)

Horváth Richárd¹, Nagy János Zsolt², Hervay Péter³

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca, 8.; Telefon: +36-1-666-5326,

¹horvath.richard@bgk.uni-obuda.hu

²nagy.janos@bgk.uni-obuda.hu

³hervay.peter@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

There are more and more engineering plastics in the modern industry, and the area of their application is getting wider. The finish machining of these materials can be done by cutting. There are two important data, which we can use to describe the cutting process of an engineering plastic: forces during cutting and surface roughness. The aim of this paper is to show an experiment, in which we examined the force components during the cutting of a widely used engineering plastic that has favourable properties. We used a full factorial design of experiments, with the aim of predicting cutting force depending on cutting parameters with a predictive model.

Keywords: *engineering plastic, poly ether ether ketone, PEEK, cutting force, phenomenological model*

Összefoglalás

A műszaki műanyagok folyamatos fejlődése és ipari előretörése ma már megállíthatatlannak tűnik, melyeket egyre szélesebb körben alkalmaznak az iparban. Ezeknek az anyagoknak a befejező megmunkálása történhet forgácsolással. A forgácsolási folyamatot leíró két fontos jellemző a forgácsolás-közben fellépő erőhatások, valamint a forgácsolással készített felületi érdesség értéke. Ennek a dolgozatnak a célja egy korszerű, rendkívül kedvező tulajdonságú, széles körben alkalmazható modern műanyag forgácsolása közben fellépő erőkomponensek vizsgálata. A forgácsolási kísérleteknél full faktoriális kísérlettervet alkalmaztunk, melynek célja a forgácsolási paraméterektől függő forgácsolási erő előre történő becslése, prediktív modell felállítása által.

Kulcsszavak: *műszaki műanyag, Poli(éter-éter-keton), PEEK, forgácsoló erő, fenomenológiai modell*

1. Bevezetés

A műszaki műanyagok befejező megmunkálása történhet forgácsolással. A mű-

szaki műanyagok forgácsolhatósága teljesen eltér a szakirodalomban ismertetett széleskörben felhasznált fémekétől (pl. acélok, alumínium ötvözetek stb.).

Petropoulos és társai [1] erősítetlen, karbon- és üveg-szállal 30%-ban erősített kompozitok forgácsolhatóságának vizsgálatát végezte PCD (polikristályos gyémánt) és K15-ös keményfém szerszámmal. A mérés során a forgácsoló sebesség és az előtolás változtatásának a felületi minőségre való hatását vizsgálták és állítottak fel predektív modellt a forgácsolási paraméterek függvényében.

Hanafi és társai [2] tanulmányuk során 30% karbon-szállal erősített poliéter-éter-éter-ketont (PEEK) forgácsoltak titán-nitrid bevonatos szerszámmal. A mérések során a forgácsoló sebesség, az előtolás és a fogásmélység változásának hatását figyelték meg a forgácsoló erőre.

Mata és társai [3] kísérleteiket erősítetlen, valamint karbon-szállal és üveg-szállal 30%-ban erősített PEEK forgácsolásával kapcsolatban végezték. Munkájukban empirikus modellt állítottak fel a forgácsoló sebesség és az előtolás hatását figyelembe véve a forgácsoló erőre és a fajlagos forgácsoló erőre.

Hanafi és társai [4] egy másik kutatásukban 30%-ban karbon-szállal erősített PEEK-el kapcsolatban végeztek forgácsolási kísérleteket. Vizsgálataik során Taguchi optimalizálási módszert alkalmaztak, s keresték a minimálisan alkalmazható forgácsoló erőhöz és a legjobb felületi minőséghez tartozó forgácsolási paramétereket.

Ebben a cikkben a szerzők erősítetlen poliéter-éter-éter-keton (PEEK) forgácsolhatóságának vizsgálatával foglalkoznak. Empirikus modellt állítanak fel a fellépő eredő forgácsolási erőre, mellyel a vizsgált paraméter tartományon belül technológiai előtervezésnek megfelelő pontossággal becsülhetőek az eredő forgácsolási erő értékek.

2. Anyagok és módszerek

2.1. Felhasznált eszközök

Az esztergálási kísérletekhez egy erősítetlen Ø60 mm poliéter-éter-éter-keton (PEEK) rudat használtunk fel.

A forgácsoló kísérletekhez egy egyedileg átalakított és fejlesztett [5] kis erők mérésére alkalmas (0...100 N) SDJCR 2525M-11 kódú szerszámszárt használtunk.

A forgácsoló lapka DCGW 11T304 FN (PCD) volt.

A forgácsolási kísérleteket Dougard Eagle BNC-1800-as eszterga gépen végeztük ($P_{max}=11$ kW, fordulatszám tartománya $n=100...4500$ 1/min.), míg az erőmérések kiértékeléséhez a DynoWare programot használtuk.

2.2. Alkalmazott kísérletterv

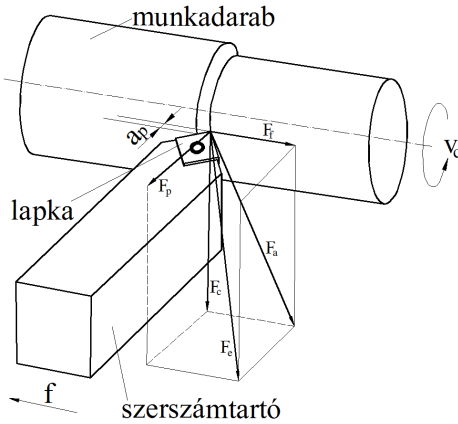
A kísérlettervezés (design of experiment, DOE) során két forgácsolási paramétert (v_c - forgácsolási sebesség, m/min; f - előtolás, mm) ekvidisztáns (azonos távolságú) módon változtattuk 6 szinten. A fogásvételt (a , mm) konstans értéken tartottuk ($a = 0,5$ mm), melyet az indokolt, hogy a PEEK fogácsolása során legtöbbször simító megmunkálást szoktak alkalmazni. A hat forgácsoló sebesség és a hat előtolás értékből 36 mészéri pont adódott. A forgácsolási paraméterek szintjeit az **1. táblázat** tartalmazza.

1. táblázat. Forgácsolási paraméterek szintjei

Szintek	Forgácsolási paraméterek		
	forgácsolási sebesség, v_c , m/min	előtolás, f , mm	fogásmélység, a , mm
1	50	0,05	0,5
2	120	0,12	
3	190	0,19	
4	260	0,26	
5	330	0,33	
6	400	0,4	

2.3. Mért erőkomponensek

Az 1. ábra mutatja az esztergálás közben fellépő térbeli erőrendszert, valamint az esztergálás mozgásviszonyait. A méréseink során mértük mindhárom erőkomponenst, úgymint: F_c – főforgácsoló erő, N; F_f – előtolás irányú erő, N; F_p – radiális irányú erő (ún. passzív erő), N).



1. ábra. Esztergálás térbeli erőrendszere és mozgásviszonyai

A mért értékekből az eredő forgácsoló erőt határoztuk meg az alábbi képlet alapján:

$$F_e = \sqrt{F_c^2 + F_f^2 + F_p^2} \quad (1)$$

ahol,

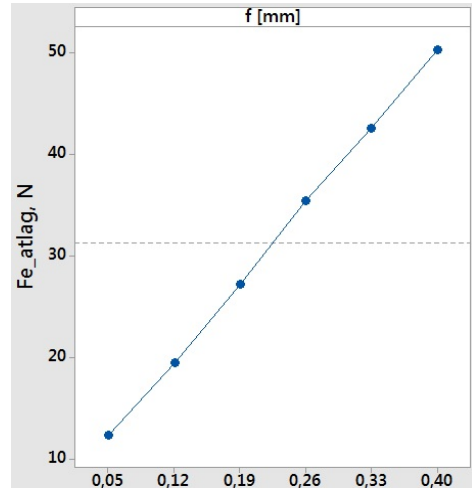
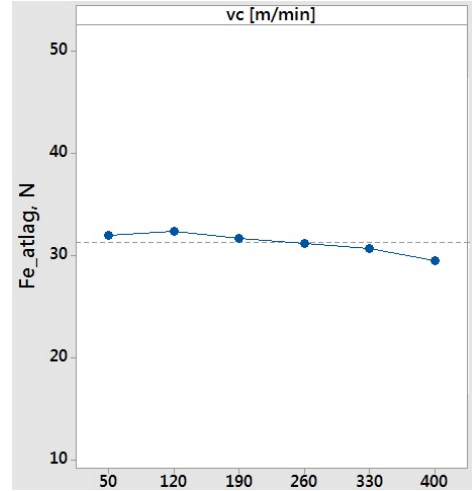
F_c – főforgácsoló erő, N;

F_f – előtolás irányú erő, N;

F_p – radiális irányú erő (ún. passzív erő), N.

3. Eredmények

Az F_e (eredő) erők meghatározása után elvégeztük a bemeő paraméterekre a szignifikancia vizsgálatokat, és azt találtuk, hogy az F_e eredő erő paraméterre csak az előtolásnak van lineáris hatása, míg a forgácsoló sebesség hatása elhanyagolható. Ezt jól mutatják a főhatás ábrák is (2. ábra.)



2. ábra. A forgácsolósebesség és az előtolás főhatás ábrái az eredő forgácsoló erőre

A szignifikancia vizsgálatok utána az alábbi egyenletet építettük az F_e eredő erő meghatározására:

$$F_e = 6,76 + 108,94 \cdot f \quad (2)$$

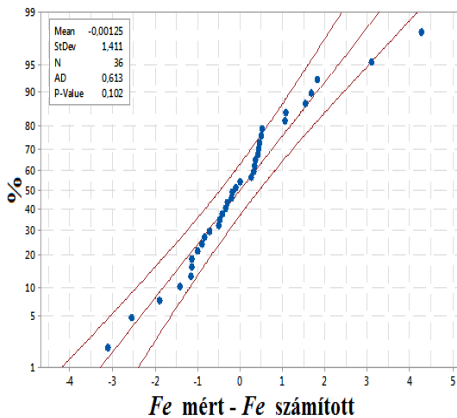
$(R^2 = 0,9887)$

ahol

F_e – eredő forgácsoló erő, N;

f – előtolás, mm.

A 3. ábra a reziduumvizsgálat eredményeit mutatja. Az ábrán a mért és a becült értékek különbségét ábrázoltuk normalitás hálón. A 3. ábrából látszik, hogy az általunk épített egyenlet (2) hibái normális eloszlást mutatnak az átlaguk nulla körüli érték, míg a szórás 1,4 N.



3. ábra. A model hibáinak ábrázolása normalitás hálón

4. Következtetések

Ebben a cikkben a szerzők erősítetlen PEEK műszaki műanyag forgácsolhatóságának vizsgálatát végezték el esztergálás körülményei között mesterséges gyémánt szerszámmal. A forgácsolás erőigénye és annak becslése volt az elsődleges szempont. Kutatásunkat kísérletterv segítségével végeztük el 6 forgácsoló sebesség és 6 előtolás kombináció adta a mérési pontokat. Vizsgálatainkból az alábbi következtetéseket lehet levonni:

- az erősítetlen PEEK forgácsolása közben az eredő csak az előtolástól függ, a forgácsoló sebességnek nincs hatása a fellépő eredő erőre;

- empirikus modellt alkotunk mellyel megfelelő pontossággal becsülhető a forgácsolási erő eredő értéke simító esztergálás technológiájánál a vizsgált paramétertartományban;

- a reziduum vizsgálat bebizonyította, hogy a modelltől számított és mért értékek közötti eltérés (a modell hibája), normális eloszlást mutat. Várható értéke nulla körüli, míg a szórása igen kicsinek (1,4 N) mondható.

Köszönetnyilvánítás



AZ EMBERI ERŐFORRÁSOK
MINISZTERIUMA ÚNKP-16-4/I. KÓDSZÁMÚ ÚJ
NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK
TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Petropoulos, G., F. Mata, and J. Paulo Davim: *Statistical study of surface roughness in turning of peek composites*. Materials & Design 29.1, 2008, 218–223.
- [2] Hanafi, I., Khamlichi, A., Cabrera, F. M., López, P. J. N., Jabbouri, A.: *Fuzzy rule based predictive model for cutting force in turning of reinforced PEEK composite*. Measurement, 45(6), 2012, 1424-1435.
- [3] Mata, F., Gaitonde, V. N., Karnik, S. R., Davim, J. P.: *Influence of cutting conditions on machinability aspects of PEEK, PEEK CF 30 and PEEK GF 30 composites using PCD tools*. Journal of materials processing technology, 209(4), 2009, 1980-1987.
- [4] Hanafi, I., Khamlichi, A., Cabrera, F. M., Almansa, E., Jabbouri, A.: *Optimization of cutting conditions for sustainable machining of PEEK-CF30 using TiN tools*. Journal of Cleaner Production, 33, 2012, 1-9.
- [5] Horvath, R., Palinkas, T., Matyasi, Gy., Dregelyi-Kiss, Á. *The design, calibration and adaptation of a dynamometer for fine turning*. International Journal of Machining and Machinability of Materials, 19:(1), 2017, 1-16.

FÉM GÖMBHÉJ ERŐSÍTÉSŰ ALUMÍNÍUM MÁTRIXÚ KOMPOZITOK GYÁRTÁSA, TULAJDONSÁGAI, FORGÁCSOLHATÓSÁGI PROBLÉMÁI

MANUFACTURING, PROPERTIES AND CUTTING PROBLEMS OF METAL HOLLOW SPHERE REINFORCED ALUMINUM COMPOSITE

Horváth Richárd¹, Oláh Ferenc²

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag-tudományi és Gyártástechnológiai Intézet Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca, 8.; Telefon: +36-1-666-5326

¹horvath.richard@bgk.uni-obuda.hu

²illogicalferi@gmail.com

Abstract

It is long been known that composite materials are made from two or more constituent materials. Thereby, we can create material structures with much better mechanical properties as the constituents have. This paper shows the creating process and research results of an aluminium composite reinforced with metal hollow spheres. It also includes an analysis about the problems of cutting this kind of materials.

Keywords: *composite, metal hollow sphere, material properties, cutting ability, cutting problems*

Összefoglalás

Régóta ismert, hogy a kompozit anyagok, két vagy több alkotóelemből állnak össze, ez által olyan anyag szerkezetek is létrehozhatóak, melyek mechanikai tulajdonságai lényegesen jobbak, mint az alkotórészek tulajdonságai. A dolgozatban bemutatásra kerül egy eutektikus alumínium ötvözet mátrixba ágyazott vas gömbhéjából álló társított anyag elkészítése, kutatási eredményeinek bemutatása, valamint az ilyenféle anyagok forgácsolhatósági problémáinak elemzése.

Kulcsszavak: *kompozit, fém gömb héj, anyag tulajdonság, forgácsolhatóság, forgácsolási probléma*

1. Bevezetés

A kompozitokat régóta használják már a különböző műszaki területeken. Az eltérő tulajdonságú fémek használata, mint kopozit anyagok fontos kutatási terület napjainkban. Ebben a munkában a szintaktikus fémhabok kutatási eredményeit (egy kiválasztott) szintaktikus fémhab gyártását és forgácsolhatósági problémáit mutatjuk be.

A szintaktikus fémhabok vizsgálata és kutatása az elmúlt 5-10 évben fokozatosan növekszik. Az alábbiakban röviden ismertetjük az alumínium-vasgömbhéj illetve az alumínium-kerámiagömbhéj eddigi kutatási eredményeit.

A 80% GM (globomet- vasgömbhéj) és 20% GC (globocer- kerámiagömbhéj) erősítésű, valamint GC és SLG (kisebb kerámiagömbhéj) erősítésű eutektikus alu-

mínium ötvözet vizsgálata során mérték ezen kompozit mechanikai és tribológiai tulajdonságait [1] [2]. Arra az eredményre jutottak, hogy a GM-GC erősítésű összetett anyag esetén a cellák sűrűsége korrelált a keménységhez, szakítószilárdsághoz, és egyéb vizsgált mechanikai tulajdonságokhoz is. Nagyobb tömörségű anyag esetén tehát jobb tulajdonságok is kaphatóak. A nyomószilárdság, folyáshatár és szerkezeti merevség növelhető, míg a törési alakváltozás csökkenthető a megfelelő mennyiségű és minőségű gömbhéj alkalmazásával.

Természetesen az ilyen kompozitok kopási tulajdonságai is fontosak ezért ebben a témakörben is számos kutatás történt.

A kopási vizsgálatokat is végeztek korábban ezeken az anyagokon ún. „pin-on-disc” teszt segítségével, mely során alacsony karbon tartalmú lemezt, 0,2 m/sec-os sebességet és 0,64 MPa nyomást alkalmaztak. A surlódási tényező (COF- coefficient of friction) a vizsgálatok során 0,45 és 0,59 között változott, de a mátrixanyag önmagában is 0,41-es értékkel rendelkezett. A legnagyobb surlódási tényező értéket az SLG és GC erősítésű kompozit mutatta, mely során az SLG arányának növelésével egyre rosszabb értékeket kaptak. A vizsgálatokat száraz és nedves koptatás mellett is elvégezték, mindkét esetben a mátrixanyag önálló használata mutatta a legacsonyabb értéket, viszont ha figyelembe vesszük, hogy a kompozitok kopó felületének csak kb. 65-68 %-a a tömbi mátrixanyag, kijelenthetjük, hogy arányaiban jobb eredményt mutat az összetett anyag. [1] [3] [4] [5].

Másik fontos kutatási területe az előbb bemutatott kompozit anyagoknak a mikroszerkezeti vizsgálataik. Ezekben a kutatásokban a kompozitok harmadik fontos összetevőjét vizsgálták, mely az átmeneti anyag (réteg) a bázis és az erősítő között. Az átmeneti anyag hatása minden kompozitnál jelentős. A Globomet héjak jelentős oldódást mutattak a mátrixanyagban, több

gömb is kiszakadt, de ezeknek egy része az infiltrációs eljárás során is sérülhetett. Ezeket a károsodott sejteket a mátrixanyag kitöltötte. A Globocer héjak esetén sokkal kisebb volt ez a jelenség, de ott is tetten érhető volt. [6]

A különböző alumíniumötvözetek alkalmazása során azt is tapasztalták, hogy az átmeneti rétegekből Si vált ki, mely a mátrixanyagban oldódott, valamint a gömbhéjakon Al_2O_3 tűk keletkeztek. $AlCu_5$ mátrix esetén rézkiválást találtak a héjak falán. EDS mérésekkel jó minőségű elemeloszlás térképet is készítettek. Azt is bizonyították, hogy az infiltrációs idő nincs hatással az anyag mechanikai tulajdonságaira. [7] [8] [9] [10] [11].

Vizsgálták az infiltrációs eljárást is, melyben arra jutottak, hogy kis nyomású argon is elégséges a megfelelő átjárás eléréséhez, ráadásul ebben az esetben kevesebb erősítő anyag héj szakad át. További teszteket is készítettek, melyben a nyomással szembeni ellenállóságát vizsgálták ezen speciális kompozitoknak. Tapasztalatok szerint a mátrixanyag hőkezelése nagymértékben befolyásolta a kompozit mechanikai tulajdonságait. A folyáshatár és az energiaelnyelés is növelhető 30%-al a megfelelő hőkezelés hatására. [12] [13] [14].

2. Fémgömbhéj erősítésű alumínium mátrixú kompozit gyártása

Az általunk létrehozott kompozitnál $AlSi12$ eutektikus alumínium ötvözetre esett a választásunk, mint mátrix anyag és vas gömbhéjra, mint erősítő anyagra. Ennek magyarázata, hogy az eutektikus öntészeti alumínium megfelelően önthető.

A fémkompozit gyártásához infiltrációs eljárást választottunk. A gömbhéjakat egy zártszelvényből létrehozott öntőformába helyeztük, melynek a tetejét egy ráccsal lefedtük, a vasgömbhéj erősítő anyagok felúszásának elkerülése érdekében.

Az $AlSi12$ mátrix anyagot olvadáspont fölé melegítettük, majd ezt követően öntöt-

tük rá a gömbhélyakra az előmelegített öntő formában. Argon gázzal túlnyomást okozva a berendezés alján található kivezető nyílás (melyben alumíniumoxid párna található) segítségével láthatóvá vált, ha az ömledék teljesen áthatolt az erősítőszemcsék között (1. ábra).



1. ábra. Infiltráló berendezés

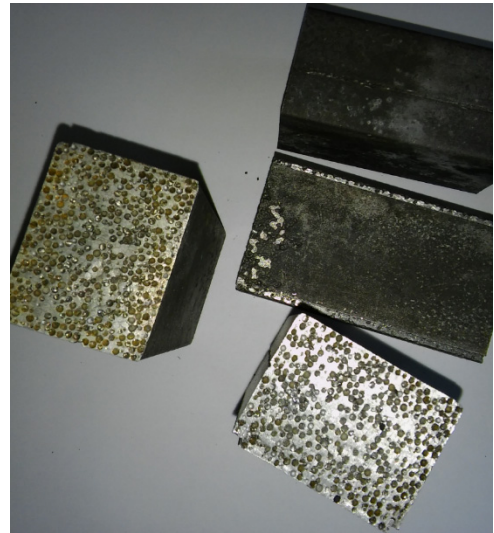
Az általunk öntött kompozitról marással eltávolítottuk az acél öntőformát. Az elkészült fémgömbhéj erősítésű alumínium mátrixú kompozitok képét mutatja a 2. ábra.

3. További célok

Az általunk készített fémgömbhéj erősítésű alumínium mátrixú kompozit forgácsolhatósági vizsgálatait végezzük el a jövőben.

Az ilyen anyagok forgácsolása igen nagy követelmények elé állítja a forgácsoló szerszámokat, hiszen a lágy alumínium mátrix anyag egyértelműen PCD

(polikristályos gyémánt) szerszámot igényelne, míg az erősítő anyag pl.: keményfém szerszám anyagot.



2. ábra. Elkészült fémgömbhéj erősítésű alumínium mátrixú kompozit

4. Konklúzió

Ebben a cikkben bemutattuk egy fémgömbhéj erősítésű alumínium mátrixú kompozit gyártását. Valamint az ilyen és efféle anyagok anyagvizsgálati kutatási eredményeit ismertettük. Az ilyen féle anyagok forgácsolással végzett esetlegesbefejező megmunkálásának kérdései még nem megoldottak. További célunk az ilyen anyagok forgácsolhatósági vizsgálatainak széleskörű elvégzése.

Köszönetnyilvánítás



AZ EMBERI ERŐFORRÁSOK
MINISZTERIUMA ÚNKP-16-4/I. KÓDSZÁMÚ ÚJ
NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK
TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT

Külön köszönetünket szeretnénk kifejezni Dr. Májlinger Kornélnak a Budapesti

Műszaki és Gazdaság Tudományi Egyetem, Anyagtudomány és Technológia Tanszék munkatársának a számunkra nyújtott segítségéért.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Májlinger, K., Kalácska, G., Orbulov, I. N., Zsidai, L., Bozóki, B., Keresztes, R.: *Global Approach of Tribomechanical Development of Hybrid Aluminium Matrix Syntactic Foam*. 2017.
- [2] Májlinger, K., Orbulov, I. N.: *Hibrid szintaktikus fémhabok szilárdsági jellemzői* Bányászati és kohászati lapok 2014/1.
- [3] Májlinger, K., Kalácska, G., Zsidai, L., Bozóki, B., Keresztes, R.: *Tribological properties of hybrid aluminum matrix syntactic foams*, Tribology International 99, 2016, 211-223.
- [4] Bozóki, B., Májlinger, K.: *Alumínium mátrixú hibrid kompozitok kopási tulajdonságainak vizsgálata*. XXII Nemzetközi Gépészeti Találkozó, 62-65.
- [5] Májlinger, K.: *Hibrid szintaktikus fémhabok kopási tulajdonságai*. Bányászati és kohászati lapok 2015/1
- [6] Májlinger, K., Orbulov, I. N.: *Fémgömbhéj erősítésű fémhabok mikroszerkezeti tulajdonságai*. XXI. Nemzetközi Gépészeti Találkozó 253-256.
- [7] Májlinger, K., Orbulov, I. N.: *Elemeloszlás és orientációs vizsgálat szintaktikus fémhabokon*. XIX. Nemzetközi Gépészeti Találkozó, 244-247.
- [8] Májlinger, K., Orbulov, I. N.: *Microstructural aspects of ceramic hollow microspheres reinforced metal matrix composites*. International Journal of Materials Research 104.9, 2013, 903-911.
- [9] Májlinger, K., Orbulov, I. N.: *Microstructure of metal-matrix composites reinforced by ceramic microballoons*. Materials and technology 46 (2012) 4, 375–382.o.
- [10] Májlinger, K., Orbulov, I. N.: *Fém mátrixú kerámia kompozitok mikroszerkezeti tulajdonságai*. Bányászati és kohászati lapok 145. évfolyam, 2012/5 53.
- [11] Májlinger, K., Orbulov, I. N.: *Elemental distribution and orientation analysis on metal matrix syntactic foams*. 8th International Conference on Mechanical Engineering, 2012, 301-308.
- [12] Szlancsik, A., Katona, B., Bobor, K., Májlinger, K., Orbulov, I.N.: *Compressive behaviour of aluminium matrix syntactic foams reinforced by iron hollow spheres*. Materials & Design 83, 2015, 230–237.
- [13] Szlancsik, A., Katona, B., Májlinger, K., Orbulov, I.N.: *Compressive Behavior and Microstructural Characteristics of Iron Hollow Sphere Filled Aluminum Matrix Syntactic Foams*, Materials 2015, 8, 7926–7937; doi:10.3390/ma8115432
- [14] Májlinger, K., Orbulov, I. N.: *Characteristic compressive properties of hybrid metal matrix syntactic foams*. Materials Science & Engineering A 606, 2014, 248–256.

SZÍNES ÉS HAGYOMÁNYOS (KORRÓZIÓS) MARATÁS ÖSSZEHASONLÍTÁSA AZ ÖNTÖTTVASAKNÁL

COMPARISON OF THE COLOUR METALLOGRAPHY AND THE ETCHING BY CAST IRON

Huszák Csenge¹, Nagyné Halász Erzsébet²

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag-és Gyártástudományi Intézet, Anyagtechnológiai Intézeti Tanszék, Cím: 1081 Magyarországi Budapest, Népszínház utca 8; Telefon / Fax: +36-1-666-5352

¹huszak.csenge@bgk.uni-obuda.hu

²nagyne.halasz@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

The etching is the final preparation step in metallography, in order to reveal the microstructure, grain boundaries and phases. Two etching processes are described in this article: the conventional etching and the colour metallography. While the former is applied more often, due to the simplicity of the process, the latter provides more detailed image of the microstructure of the analysed metals and alloys. For this reason, colour metallography is becoming more popular. For both etching techniques, chemical composition of the etched material has to be considered for the identification of the microstructure, a special etchant mix is needed for particular alloys.

Keywords: metallography, etching, microscope

Összefoglalás

A maratást a metallográfia befejező műveleteként alkalmazzák, hogy a szövetszerkezeten kívül a fázisok is láthatóvá váljanak. Két típusára fogunk most kitérni: a hagyományos, azaz a korróziós és a színes maratásra. Míg az előbbit elterjedtebben alkalmazzák, hiszen az alkalmazása is egyszerűbb, viszont az utóbbi segítségével részletesebb képet kapunk a vizsgált fémek és ötvözetek mikroszerkezetéről. Éppen emiatt kezd egyre nagyobb körben elterjedté válni a színes maratás. Mindkét maratási típusnál figyelembe kell venni a maratandó anyag összetételét, mert egyes ötvözeteknél speciális maratószer kikeverésével lehet csak a szövetszerkezetet jól felismerhetővé tenni.

Kulcsszavak: metallográfia, maratás, mikroszkóp

1. Bevezetés

A csiszolatok elkészítése sok tudományágban elterjedt, hiszen ez által lehet megállapítani a vizsgált anyag szerkezetét. A biológiában – elsősorban az orvostudományban –, a kőzettanban és a fémtani vizsgálatok során alkalmazzák. A fémek és fémötvözetek ilyen jellegű vizsgálatát me-

tallográfiának nevezik, ami a fémek síkcsiszolatainak készítésével és elemzésével foglalkozik. A főbb lépései a következők:

- mintavétel (vizsgált anyag egészére jellemző, fontos a hűtés)
- mintabefogás és beágyazás (amennyiben a próbatest apró vagy kedvezőtlen alakú);
- csiszolás (több lépésben, egyre finomabb szemcséjű csiszolópapírokon);

- polírozás (polírozó szerrel nedvesített polírozó korongon, 2-3 lépésben);
- maratás (az ötvözettől függő maratószerrel);
- mikroszkópos vizsgálat.

(Mintadarabtól és a vizsgálat céljától függően a mintabefogás és a beágyazás, illetve a maratás akár el is hagyható.)

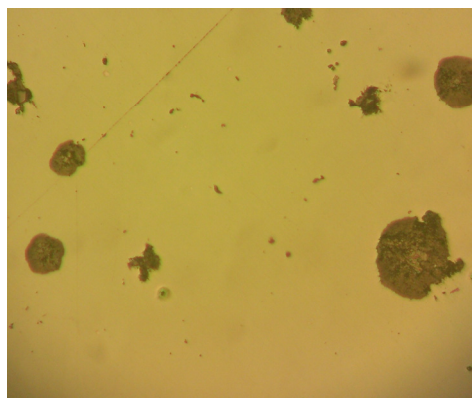
A mai metallográfiának és a mikroszkópos vizsgálatoknak az alapjait Henry Clifton Sorby munkásságának köszönhetjük. Ő alapította meg a fémmikroszkópiát, azaz a metallográfiát, ami manapság elengedhetetlen része a kohászatnak, így a mindennapjainkhoz is elengedhetetlen lett, természetesen csak közvetetten.

2. A maratás

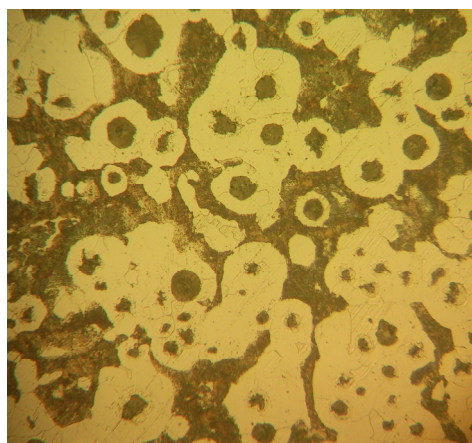
A fémtanban elengedhetetlen manapság a metallográfia használata, így ezt is továbbfejlesztették. A helyszíni metallográfiánál a replika technika segítségével képesek megállapítani a szövetszerkezeti állapotot. Így roncsolásmentesen tudják megvizsgálni a nem mozdítható berendezéseket. Különböző szoftvereket fejlesztettek ki a szövetszerkezetek felismerésére, illetve az összetétel meghatározására.

Az elmúlt évszázadban egyre több maratószerrel kísérleteztek ki, ezeknek a célja a szövetszerkezet láthatósága, könnyebb elkülöníthetősége volt. Hiszen a maratás a szövetszerkezetnek a részleteit teszi láthatóvá: a szemcsehatárokat és az egyes fázisokat. Heterogén szövetszerkezet esetén az elektropozitívabb fázis kristallitjai maródnak erősebben, miközben a másik fázis egyáltalán nem vagy kevésbé maródik. Homogén szövetszerkezetenél a kristallitok oldási potenciálja azonos, viszont a kristallitok határai gyorsabban oldódnak, emiatt válnak láthatóvá a szemcsehatárok.

A következő két ábrán egy maratlan, illetve egy maratás utáni képet láthatunk gömbgrafitos öntöttvasokról. (1. és 2. ábra)



1. ábra. Maratlan öntöttvas



2. ábra. Maratott öntöttvas

A vasötvözetek körében leggyakrabban használt maratószer a Nital (salétromsavnak a 2-10%-os alkoholos oldata), de speciális recepteket is fejlesztettek ki.

Többféle maratási módszer létezik, ezek közül most a hagyományosra, azaz a korróziósra, illetve a színes maratásra fogunk kitérni.

2.1. A hagyományos (korróziós) és a színes maratás összehasonlítása

A hagyományosnak nevezhető maratás után is kapunk információt a szemcsehatárokról, illetve a fázisokról, viszont ezeket sok esetben csak nehezebben

lehet megkülönböztetni, mivel legtöbbször egy korlátozott színskálán mozognak. Ennek a problémának a kiküszöbölésére használják a színes maratást. A színes maratásnál a minta felületén 0,04-0,5 μm vastagságú filmréteget hoznak létre, így tudják a megfelelő elszíneződést elérni. Ezek a vékony filmrétegek oxid, szulfid, komplex molibdát, szelén vagy kromát típusú filmek lehetnek. Ezek az interferencia hatás miatt különbözőképpen színeződnek el, ezáltal a fázisok is színben eltérőek lesznek, így megkönnyítve az azonosításukat.

2. 2. Öntöttvasak maratása

Az MSZ EN ISO 945:2000-es szabvány hat alapvető grafittípust határoz meg (3. ábra):

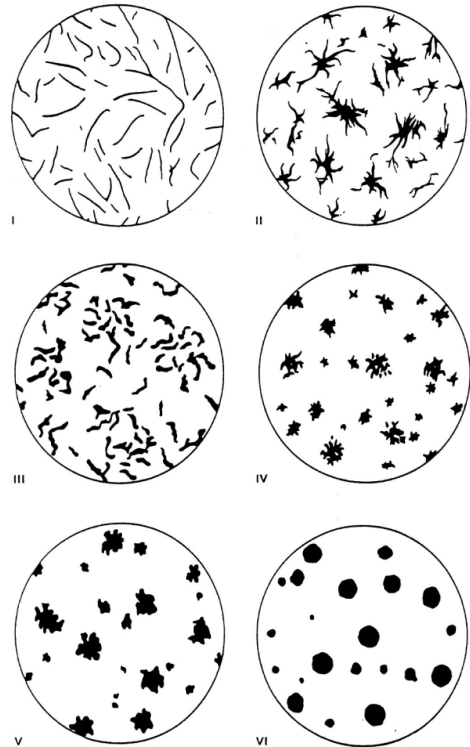
- I: lemezes eutektikus grafit
- II: csillag vagy pókszerű képződménnyé összeállt grafit
- III: vastos, tompa végű átmeneti grafit
- IV: apró, szabálytalan, a temper öntvényekben található tempergrafit
- V: nem tökéletesen szabályos gömbgrafit
- VI: tökéletesen gömb alakú grafit

Ezeknek az alakját már polírozás után is könnyen beazonosíthatjuk.

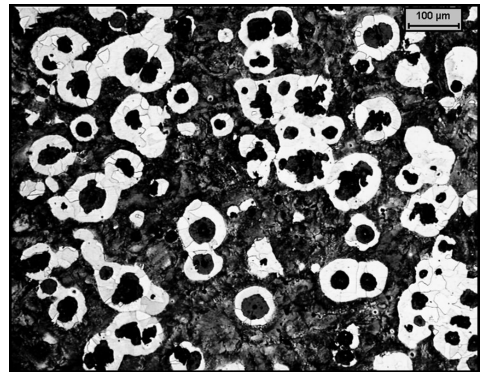
A maratás után természetesen már nem csak az öntöttvas alaktípusát állapíthatjuk meg, hanem a szemcsehatárokat és a fázisokat is. Speciális maratószerkeket kísérleteztek ki az öntöttvasak különböző típusaira is, bár a bevettnek mondható Nital is alkalmas az öntöttvasak maratására, de ezzel csak a hagyományos maratás vitelezhető ki. Ezen kívül a Pikrált és a Klemm és a Beraha reagenseket ajánlják és az utóbbiakat alkalmazzák a színes maratási eljárásoknál.

A 4. és 5. ábrán láthatjuk a különbséget a hagyományos és a színes maratás között. Mindkét képen jól kivehető az öntöttvas alaktípusa, viszont a további fázisokat csak

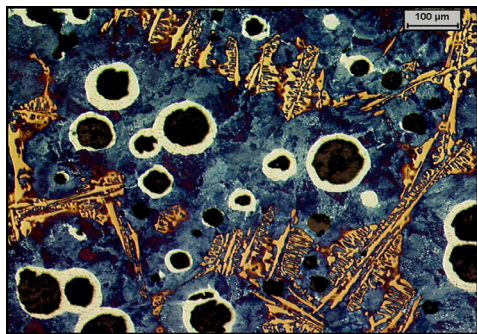
a színesen marattott mintánál tudjuk megkülönböztetni.



3. ábra. Grafit alaktípusok I – VI



4. ábra. Gömbgrafitos öntöttvas szövetképe hagyományos maratás esetén



5. ábra. Gömbgrafitos öntöttvas szövete képe színes maratás esetén

Következtetések

Az általunk bemutatott metallográfiai eljárások mind a kutatás, mind az ipar számára elengedhetetlen vizsgálati módszerek. A színes maratás lehetőséget nyújt, hogy a szövetszerkezet vizsgálata még teljesebbé váljon.

A marószerkek folyamatosan fejlődnek, hiszen a kohászat és az acélgyártás is egyre újabb mikroszerkezetet mutató anyagokat gyárt az ipar kihívásainak megfelelően. A

metallográfiai vizsgálatok emellett eszközei lehetnek a káresemények okainak felderítésében és a gyártástechnológia fejlesztésében.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] ASM Handbook Volume 9: *Metallography and Microstructures*. ASM International, 2004, 493-512; 565-587.
- [2] George F. Vander Voort: *Color Metallography*. Microscopy Today, 2005 november, 22-27.
- [3] Tóth László, Dávid Eszter, Erdei Timotei István: *A metallográfia története*, Henry Clifton Sorby. *Anyagvizsgálók lapja*, 2013 /1-2, 52-55.
- [4] Magyar Szabvány Testület, MSZ EN ISO 945:2000 *Öntöttvas*
- [5] Kardos Ibolya: *Digitális képfeldolgozás és színes metallográfia alkalmazása gömbgrafitos öntöttvasak szövetszerkezetének jellemzésére*. Kerpely Antal Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskola, Miskolc, 2009.
- [6] <http://www.grimas.hu/metallografia/labortec hnika-es-maratas/maratoszerkek-es-laboreszkozok/maratoszerkek/> (2017.01.18.)

KOSZORÚÉRSZTENTEK OLDALÁGELÉRÉSI LEHETŐSÉGÉNEK ELŐREJELZÉSE

PREDICTION OF SIDE BRANCH ACCESS POSSIBILITY OF CORONARY ARTERY STENTS

Károly Dóra¹, Károly Péter Balázs²

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar,
Anyagtudomány és Technológia Tanszék, Cím: 1111 Magyarország, Budapest,
Bertalan Lajos u. 7. Telefon: +061-463-1114*

¹kdora@eik.bme.hu, ²peti.karoly@gmail.com

Abstract

In the case of bifurcation lesions stent implantation is required in the main and side branch vessel. The physicians use different techniques, but all based on the dilation of one central cell of the stent. This work deals with the investigation and prediction of side branch access property among the functional properties of coronary stents. With the results, one can specify whether a stent is suitable for bifurcation stenting and if so, what is the maximum reachable diameter of the cell.

Keywords: coronary artery stent, functional property, side branch access

Összefoglalás

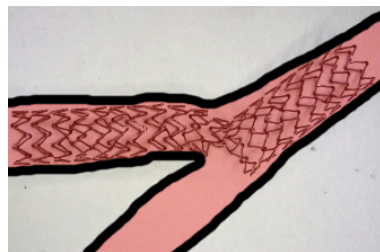
Bifurkációs léziók esetén szükség lehet a fő és mellék érágba is sztentet implantálni. Ezt az orvosok különböző technikákkal teszik meg, viszont mindegyik a sztent egyik középső cellájának tágításán alapul. Jelen munka a sztentek funkcionális tulajdonságai közül az oldalágelérés vizsgálatával és előrejelzésének lehetőségeivel foglalkozik. Az eredmények birtokában megadható, hogy egy adott sztent alkalmas-e oldalági tágításra és amennyiben igen, mekkora az elérhető maximális cellaátmérő.

Kulcsszavak: koszorúérsztent, funkcionális tulajdonság, oldalágelérés.

1. Bevezetés

A koszorúérbetegség egyik legelterjedtebb kezelési módszere a sztentbeültetés. A sztent egy kisméretű általában biokompatibilis anyagú csőből kivágott hálós szerkezet, amelyet ballonkatéterre szerelve az ér szűkült területére juttatnak. A sztentelés egy speciális, de mégis gyakran alkalmazott módszere a bifurkációs sztentelés (**1. ábra**). Az elfogadott definíció szerint a bifurkációs lézió olyan koszorúér szűkület, amely a fő érágba és/vagy a mellék érágba is kiterjed. Egyes források

szerint ezek az elváltozások az összes sztentelés közel 15-20%-át adják, így az elágazó ereknél alkalmazott sztentelések vizsgálata kiemelkedően fontos [1].



1. ábra. Oldalágelérés (sztent-ballon technika)

A koszorúér bifurkációkat a fő érág és a mellék érág közti szög és a plakk helyzete alapján osztályozzák. A főág és oldalág helyzeténél kiemelt szerepet kap a 70°-os szög, a plakk helyzete alapján pedig hat fő csoportosítási rendszert különböztetünk meg. A mellék érág nyílásához közeli plakk több komplikációt jelent és nagyobb valószínűséggel lépnek fel problémák a sztentelés után is [2,3].

A kezelési módokat hat csoportra oszthatjuk [1]. Az oldalágelérés előrejelzése szempontjából nem számít, hogy milyen sorrendben lettek bevezetve a sztentek, vagy feltágítva a ballonok, amelyet az orvosok külön technikának minősítenek. Számunkra a feltágított cella helyzete érdekes (tehát, hogy a sztent közepén vagy szélén található-e a cella), így nem foglalkozunk az egyes módszerek külön bemutatásával.

A piacon már megjelentek az úgynevezett dedikált bifurkációs sztentek, melyeket kifejezetten az elágazó erek sztentelésére gyártanak. A különböző gyártók által készített sztentek teljesen eltérőek, amiatt tulajdonságaik szinte összehasonlíthatatlanok. Engedélyezetésüknél problémát okoz, hogy újra végig kell csinálni a klinikai teszteket minden egyes új geometria esetén, mivel nagy eltérések vannak a különböző kialakítások alkalmazása során. Emiatt és a technológia kifejlesztési költségei miatt az eszközök igen drágák. A bifurkációs elváltozások anatómiája minden egyes betegnél nagyon eltérő, így ezek a dedikált sztentek nem alkalmazhatóak minden páciensnél [4]. Mindezek miatt az orvosok nagy számban „sima” egyenes érágba tervezett és gyártott sztenteket használnak a bifurkációs léziók kezelésére.

A szakirodalomban csak kevés oldalágelérésre vonatkozó műszaki vizsgálat található. A legtöbb cikk orvosi szempontból írja le magát a sztentelési technikát, vagy a sztentelés utáni komplikációkat. Az oldalági tágítást

műszaki szempontból vizsgáló cikkek számítógépes szimulációval modellezik a problémát, de előrejelzést és valós vizsgálatokat nem végeznek. Az MSZ EN ISO 25539-2 jelű sztentekre vonatkozó szabványban sem szerepel az oldalágelérés tulajdonság leírása [5].

Oldalági tágítás előtt a sztentmintázat leképezése után a cellaméretetek segítségével előrejelzést adhatunk arról, hogy az adott sztent egyáltalán alkalmas-e az oldalágelérésre.

2. Eszközök és módszerek

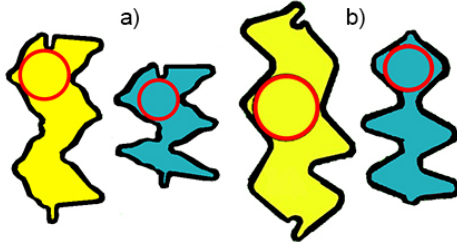
A kutatás során felhasznált sztentek névleges adatai az **1. táblázat**ban láthatók.

1. táblázat. Felhasznált sztentek adatai

Sztent típusa	Névl. átmérő (mm)	Névl. hossz (mm)	Alapanyag	Névl. Nyomás (bar)
<i>Boston, Promus</i>	3,00	12	CoCr	8
<i>Medtronic, Integrity</i>	3,00	12	CoCr	11
<i>Boston, Promus element</i>	2,25	16	PtCr	12
<i>Meril, Nexgen</i>	3,00	24	CoCr	9
<i>Eurocor, Genius Magic</i>	4,00	13	CoCr	6

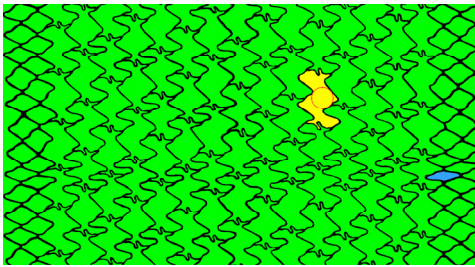
A sztentekről a névleges nyomásra való tágítás után sztentmintázat leképezésére alkalmas berendezéssel elkészítettük a palástterítékeket [6]. A vizsgált sztentek mintázata három csoportra osztható. Homogén mintázatúnak nevezhetőek azok, amelyeknél a sztent teljes felülete közel azonos mintaelemekből áll, ilyen az Integrity sztent. Ismétlődő gyűrűs mintázatúnak nevezhetőek azok a kialakítások, ahol a bordákból álló gyűrűket a sztent hosszirányában hidak kötik össze, ilyenek a Promus és Promus element sztentek. Illetve kevert mintázatúak, amikor a sztent szélein levő cellák eltérőek a sztent

belső részén található celláktól, mind méretben, mind kialakításban, ilyenek a Nexgen és Genius Magic sztentek.



2. ábra. a) Promus és b) Genius Magic sztent legnagyobb és legkisebb cellája

A sztentmintázat alapján a következő adatokat számítottuk ki, illetve mértünk le a JMicroVision program segítségével: cellaterületek, cellakerületek, beírható legnagyobb körök átmérője és területe, tágítható legnagyobb körök átmérője és területe (2. ábra). A tágítható legnagyobb körök átmérőjét a cellakerület alapján határoztuk meg, a cellakerületet vettük a kör kerületének. A Nexgen sztent esetén a külső cellák mérete jóval kisebb volt, mint a belső celláké (3. ábra), ahol a tényleges oldalági tágítást végzik az orvosok, így a Nexgen korrigált értékek a külső cellákat nem veszik figyelembe.

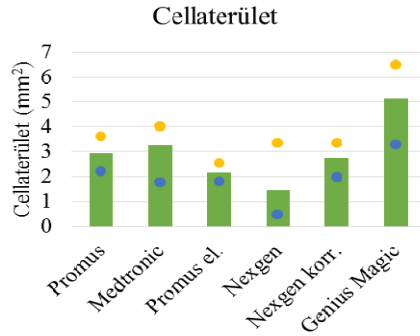


3. ábra. Nexgen sztent palástterítéke

3. Eredmények

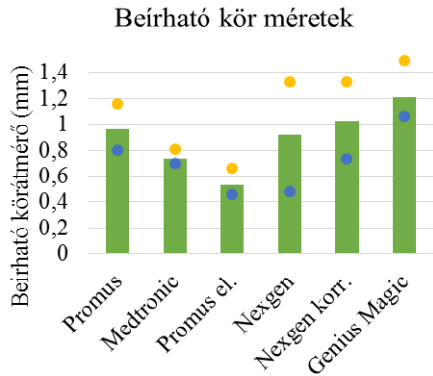
Az ábrákon zölddel vannak jelölve az átlagos értékek, sárgával a legnagyobb, késsel pedig a legkisebb méretek. A 4. ábrán látszik, hogy a különböző

sztentmintázatok mennyire eltérő cellaterületeket eredményeznek.



4. ábra. Cellaterületek

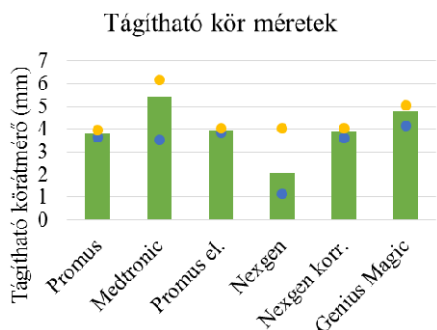
A sztentek tágítás előtti profilátmérője általában 1 mm. A cellákba beírható körök modellezik a ballonkatétert vagy sztentet, amellyel oldalági tágításkor átjutnak az adott cellán. Az 5. ábrán látható, hogy csupán egy sztent esetén nagyobb a legkisebb beírható körátmérő, mint 1 mm, így mondhatjuk, hogy a sztent deformációja még az oldalági tágítás előtt, a katéter átjuttatásakor megtörténik.



5. ábra. Beírható körátmérő értékek

A tágítható kör méretei az oldalági tágítás során elérhető legnagyobb cellaátmérőt modellezik. Ha valóban ekkorára tágítanánk a cellát, akkor a körülötte levő bordák valószínűleg eltörtének, így ez csak elméleti határ. A

6. ábrán láthatjuk, hogy a legkisebb tágítható körátmérő minden sztentnél közel azonos (3,5-4mm). Itt jól kiemelkedik, miért van szükség a Nexgen sztent esetén korrigált értékeket használni.



6. ábra. Tágítható körátmérő értékek

A cellaméretek alapján meghatározhatjuk azt a maximális sztent- (vagy ballon) átmérőt, amelyet még alkalmazhatnak az orvosok a sztent nagyfokú deformációja és a bordák törése nélkül oldalági tágításra az általunk vizsgált sztentek esetén. A 2. táblázatban láthatók azok a maximális átmérők, amelyek a Magyarországon forgalomban levő sztent és ballon-méretekkel egyeztetve lettek megadva.

2. táblázat. Tágítható körátmérő és alkalmazható maximális átmérő értékek

Sztent típusa	Átl. tágítható körátmérő (mm)	Max. sztent-átmérő (mm)
Promus	3,79	3,50
Medtronic	5,42	5,00
Promus el.	3,96	3,50
Nexgen	2,09	1,50
Nexgen korr.	3,89	3,50
Genius Magic	4,78	4,50

4. Következtetések

A bifurkációs léziók kihívást jelentenek a sztentelés során, mégis kevés kutatás foglalkozik az oldalági tágított sztentek in vitro vizsgálatával. Van endovaszkuláris eszközökre vonatkozó szabvány, de abban nem szerepel az oldalágelérés, mint sztenttulajdonság. Léteznek dedikált bifurkációs sztentek, de emellett az orvosok különböző módszerekkel „sima” koszorúér-sztenteket is használnak az elágazások kezelésére. Az oldalági tágítás során a hagyományos sztentek nagy alakváltozáson esnek át, amely nem megfelelő méretű oldalágba felvezetett sztent vagy ballon esetén akkora lehet, hogy a sztent oldalági tágítás után nem képes betölteni a neki szánt funkciót. A cikkben bemutatott egyszerű módszer segítségével meghatározható, hogy az adott sztent cellái mekkora ármérőre tágíthatók károsodás nélkül.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] V. H. Chen, S. K. Sharma: *Science Innovation Synergy: SIS Yearbook 2006*, Ch 3 Bifurcation Stenting. SIS 2006 Conference.
- [2] R. Waksman, J. A. Ormiston. *Essentials of bifurcation stenting*. Ch 1 Classification of Coronary Artery Bifurcation Lesions. Wiley & Blackwell, 2012.
- [3] M. R. Mohaved, et al: *Coronary artery bifurcation lesions: a review and update on classification and interventional techniques*. Cardiovascular Revascularization Medicine 2008;9:263-268.
- [4] A. A. Pillai, B Jayaraman: *Dedicated bifurcation stents*. Indian Heart Journal 2012;6402:187-195.
- [5] MSZ EN ISO 25539-2:2012 *Szív- és érrendszeri implantátumok. Endovaszkuláris eszközök 2. rész: Vaszkuláris sztentek*.
- [6] M. Kovács, D. Károly, L. Dévényi: *Comparing two examination methods for measuring metal to artery ratio of coronary stents*. Materials Science Forum 2015;812:113-118.

KERÁMIA GÖMBHÉJJAL TÖLTÖTT SZINTAKTIKUS FÉM HABOK TÖRÉSMECHANIKAI VIZSGÁLATA

FRACTURE MECHANICS TESTING OF CERAMICS HOLLOW SPHERES FILLED SYNTACTIC FOAMS

Katona Bálint¹, Szlancsik Attila¹, Orbulov Imre Norbert¹

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Anyagtudomány és Technológia Tanszék, 1111, Magyarország, Budapest, Bertalan Lajos utca 7. MT. épület, Telefon+36-1-463-1114

¹katona@eik.bme.hu, ²szlancsik@eik.bme.hu, ³orbulov@eik.bme.hu

Abstract

Metal matrix syntactic foams are applicable on many fields: crash zone parts and protecting shells for aerial vehicles or automotive, vibration damper. Recent work deals with the fracture mechanic testing of ceramic hollow spheres filled Al99.5 or AlSi12 matrix syntactic foams. In our study 3-point bending test was used on notched specimens while the notch opening and the bending force were monitored and registered. By the evaluation of the results K_Q (under certain conditions K_{IC}) can be calculated for the investigated materials.

Keywords: metal matrix composites, material testing, syntactic foam, fracture mechanics

Összefoglalás

A fémmátrixú szintaktikus fémhabok számos területen alkalmazhatóak: légi járművek vagy autóiipari ütköző zónák energiaelnyelő elemeiként, védőburkolatokként. Jelen kutatómunka kerámia gömbhéjjal töltött Al99,5 és AlSi12 mátrixú szintaktikus fémhabok törésmechanikai mérés technikájával foglalkozik. Munkánk során bemetszett próbatesteket vetettünk alá 3-pontos hajlító vizsgálatnak, amelyből repedéskinyílás-nyomóerő görbéket kaptunk. Az eredményeket kiértékelve K_Q (bizonyos feltételekkel K_{IC}) meghatározható az adott anyagokra.

Kulcsszavak: fémmátrixú kompozit, anyagvizsgálat, szintaktikus fémhab, törésmechanika

1. Bevezetés

Hazai és nemzetközi viszonylatban is egyre nagyobb az érdeklődés a különböző fémmátrixú kompozitok, fémhabok, így a kerámia gömbhéjjal töltött alumínium mátrixú szintaktikus fémhabok iránt is. Az ilyen anyagokból készülő alkatrészek gyártásához és használatához fontos ismerni az alapanyag minden olyan tulajdonságát (fáradás, repedésterjedés), ami befolyásolhatja az adott szerkezet üzem közbeni és hosszú

távú megbízható működését. Számos szakcikk foglalkozik a szintaktikus fémhabok mechanikai vizsgálatával [1], nyomóvizsgálatával [2,3], struktúrájának leképezésével [4]. Ezzel szemben az anyag törésmechanikai és fáradási tulajdonságairól csak kevés szakirodalom lelhető fel [5-7].

Az előbbieket szem előtt tartva a kutatás fő célkitűzései technikai tisztaságú alumínium, illetve AlSi12 alumínium ötvözet mátrixú vegyesoxid kerámia gömbhéjjal töltött szintaktikus fémhabok törésmecha-

nikai jellemezőinek mérése és az eredmények alapján a tervezéshez is fontos határgörbék, mennyiségek meghatározása.

2. Felhasznált anyagok és mérési módszerek

A kutatómunka során vizsgált szintaktikus fémhab anyagot a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Karán, az Anyagtudomány és Technológia Tanszék Kompozit laborjában állítottuk elő inert gáz (Ar) nyomással segített, folyadék fázisú infiltrálással. Vizsgálatainkhoz két különböző típusú alumínium mátrixot alkalmaztunk: technikai tisztaságú Al99,5-t és ötvözött AlSi12-t. A befoglaló anyagok mért kémiai összetételét az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat. A vizsgálatokhoz használt mátrix anyagok kémiai összetétele.

Mátrix	Összetétel (t%)				
	Al	Si	Fe	Mg	egyéb
Al99,5	99,5	0,1	0,1	-	0,3
AlSi12	86	12,8	0,1	0,1	1,0

A vizsgált szintaktikus fémhabokban töltőanyagként a Hollomet GmbH Globocer típusú vegyesoxid kerámia gömbhéjait használtuk. Az alkalmazott töltőanyag kémiai összetétele a 2. táblázatban, főbb geometriai méretei pedig a 3. táblázatban találhatóak.

A törésmechanikai mérést, vagyis az anyag repedésterjedési érzékenységét bemetszett próbatesten 3-pontos hajlító vizsgálattal hajtottuk végre. A mérés közben regisztráltuk a terhelő hajlítóerőt a repedés-kinyílás függvényében.

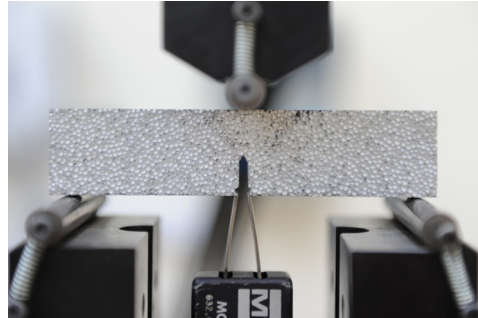
2. táblázat. Az alkalmazott töltőanyag kémiai összetétele.

Típus	Összetétel (t%)		
	Al ₂ O ₃	amorf SiO ₂	mullite (Al ₂ O ₃ :SiO ₂)
Globocer	33	48	19

3. táblázat. Az alkalmazott töltőanyag geometriai méretei.

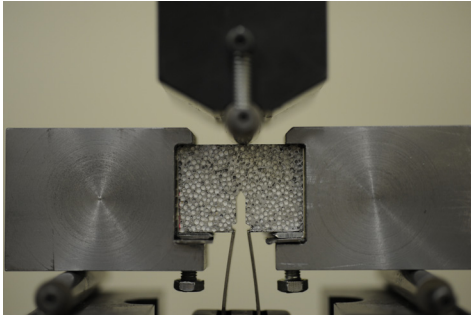
Típus	Átmérő (μm)	Falvastagság (μm)
Globocer	1450±83	58±5

Előzetes méréseinkhez egy $W=25$ mm magasságú $B=W/2$ szélességű és $S=4W$ alátámasztású bemetszett próbatestet alkalmaztunk, a bemetszés sugara 0,25 mm volt. (1. ábra). A minta nem volt előfárasztva.

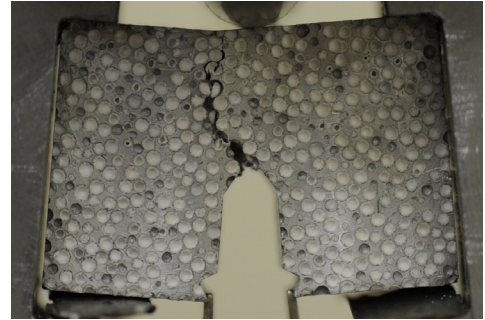


1. ábra. A vizsgált anyag 3-pontos hajlító vizsgálata bemetszett próbatesten, mérési elrendezés.

Megfigyeltük, hogy a próbatest csak a bemetszett régió közvetlen közelében szenved alakváltozást, illetve károsodást. Ezt szem előtt tartva létrehoztunk egy készüléket, amely segítségével elegendő egy jóval kisebb fémhab anyagrészt vizsgálni (2. ábra). Ez gazdaságosabbá teszi a mérést, mivel egységnyi anyagmennyiségből jóval több próbatest hozható létre, így nagyobb mintaszám érhető el. A kisebb méretű próbatest szintén $W=25$ mm magassággal $B=W/2$ szélességgel és $S=4W$ alátámasztással rendelkezett. Az a repedéshossz minden minta esetében 12 mm volt. A kutatómunka során mindkét mátrixanyagú mintából 4-4 próbatestet vizsgáltunk.



2. ábra. A készülékbe helyezett bemetszett fémhab darab a 3-pontos hajlító vizsgálathoz, mérési elrendezés.



3. ábra. Mérés közbeni felvétel az AlSi12-2 jelű mintáról.

A hajlító vizsgálatok közben a próbatestekről nagyfelbontású képeket készítettünk diszkrét időközönként. Ezen felül a töretfelületet optikai sztereo mikroszkóp segítségével vizsgáltuk meg a mérések követően.

3. Eredmények

A nagyfelbontású képeket elemezve világosan megfigyelhető, hogy a repedés terjedés irányát az anyagban lévő gömbhéjak drasztikusan befolyásolják. A repedés jellemzően a gömbhéjak mellett, a mátrix anyagban terjed, azonban bizonyos esetben a gömbhéjakon keresztül megy. A különböző mátrixanyagú mintákban a repedés irányában megfigyelhető gömbhéj állapotokat a 4. táblázat mutatja. A repedés síkja esetenként jelentősen kilépett a bemetszés síkjából (3. ábra).

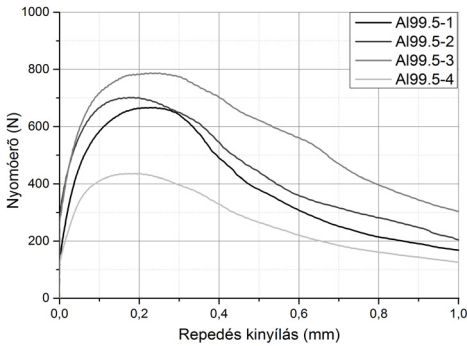
4. táblázat. A vizsgált töretfelületeken található különböző állapotú gömbhéjak mennyisége a különböző mátrixanyagú minták esetében.

Mátrix	Gömbhéj (%)		
	Ép	Törött	Kiesett
Al99,5	63	16	21
AlSi12	27	70	3

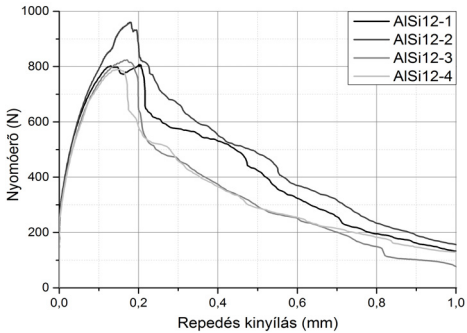
Látható, hogy az ipari tisztaságú alumínium mátrix esetében a gömbhéjak túlnyomó része ép maradt és közel ötöde kiesett. Ezzel szemben a szilíciummal ötvözött mátrixú mintáknál a kiesett gömbhéjak aránya minimális, viszont a töretfelületen vizsgált gömbhéjak túlnyomórésze eltört. Ezek a különbségek a kerámia gömbhéjak mátrix anyaghoz való eltérő kapcsolódása miatt lehetséges.

A hajlító vizsgálatok eredményeként megkaptuk a repedéskinyílás függvényében a nyomóerőt, a különböző mátrixanyagú szintaktikus fémhab próbatestek esetében (4. és 5. ábra). Megfigyelhető, hogy mind az Al99,5 és mind az AlSi12 mátrixanyagú minták esetében vannak kiugró értékek, amely jelenség a vizsgált minták struktúrájára vezethető vissza.

A görbék alapján meghatározhatóak a próbatestekre jellemző K_Q feszültségintenzitási tényezők értékei. Ennek első lépése, hogy a görbék kezdeti szakaszára illesztett egyenes meredekségét 5%-al csökkentjük. Ennek az egyenesnek az eredeti görbével vett metszéspontja mutatja meg az ún. F_Q erő értékét. Ennek, valamint a próbatest geometriai méreteinek ismeretében az (1) összefüggés alapján meghatározhatóak a K_Q értékek (5. táblázat).



4. ábra. A 3-pontos hajlító vizsgálatokból kapott nyomóerő-repedéskinyílás görbék az Al99,5 mátrixanyagú minták esetében



5. ábra. A 3-pontos hajlító vizsgálatokból kapott nyomóerő-repedéskinyílás görbék az AlSi12 mátrixanyagú minták esetében


$$K_Q = \frac{F_Q S}{BW^{\frac{3}{2}}} \cdot g\left(\frac{a}{W}\right) \quad (1)$$

Ahol $g(a/W)$ csak a geometriától függő alaktényező. Megfigyelhető, hogy különböző mátrixanyagú minták esetében (átlagosan) nagy eltérés van a K_Q értékek között, amely az eltérő alapanyag miatt jelentkezik. Fontos megemlíteni, hogy ezek az értékek még nem anyagjellemzők, azok meghatározásához további mérések szükségesek.

5. táblázat. A mérések alapján meghatározható F_Q értékek átlaga, valamint az ezekből számítható K_Q értékek átlaga.

Mátrix	F_Q (N)	K_Q (N/mm ^{3/2})
Al99,5	483±128	115±30
AlSi12	711±126	165±31

Köszönetnyilvánítás

 AZ EMBERI ERŐFORRÁSOK MINISZTERIUMA
 ÚNKP-16-3-I. KÓDSZÁMÚ ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG
 PROGRAMJÁNAK TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT”

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Taherishargh M, Belova IV et al.: *On the mechanical properties of heat-treated expanded perlite-aluminium syntactic foam*. Mater Des. 2014;63:375–83.
- [2] Fiedler T, Taherishargh M, et al.: *Dynamic compressive loading of expanded perlite/aluminum syntactic foam*. Mater Sci Eng A 2015;626:296–304.
- [3] Orbulov I.N., Ginzler J.: *Compressive characteristics of metal matrix syntactic foams*. Composites Part A, 2012;43(4):553–61.
- [4] Varga T.A., Mankovits T.: *Fémhabstruktúrák elemzése és geometriai modellezése*. Műszaki és Menedzsment Tudományi Közlemények 1 2016;2:145-152.
- [5] E. Combaz, A. Mortensen: *Fracture toughness of Al replicated foam*. Acta Materialia, 2010;58:4590–4603.
- [6] Katona B., Szebényi G. et al.: *Fatigue properties of ceramic hollow sphere filled aluminium matrix syntactic foams*. Materials Science and Engineering A-Structural Materials Properties Microstructure and Processing, 2017, 679C:350-357.
- [7] M. Taherishargh, B. Katona et al.: *Fatigue properties of expanded perlite/aluminum syntactic foams*. Journal of Composite Materials, 2016:1-9.

ÚJ TÍPUSÚ GERINCIMPLANTÁTUM VIZSGÁLATA

EXAMINATION OF NOVEL SPINE IMPLANT

Kemény Alexandra¹, Károly Dóra², Pammer Dávid³

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Anyagtudomány és Technológia Tanszék, Cím: 1111, Magyarország, Budapest, Bertalan Lajos utca, 7. Telefon: +36 1 463 1114

¹alexandra.kemeny@edu.bme.hu; ²kdora@eik.bme.hu; ³dav.pammer@gmail.com

Abstract

Nowadays, it is very common to have a spinal disease. Among teenagers, scoliosis is highly widespread and is not only serious because of the bad posture and waist pain, but it can also mutate internal organs, which can cause chronic consequences throughout the patient's life. When it comes to spine correction, it means that a part or the whole spine will be fixed. The implanted screws are locked with the rods in their heads. This titanium structure can stay in the patient for even 80 years after the surgery. It is important to develop new spine implants, with shorter regeneration and healing period after the surgery, and have high quality osseointegration. In this study, we examined the primary stability of the own designed pedicle screw with sand blasted and lathe-turned surface by torque and pull-out tests. D4 density standard polyurethane bone block was used to mimic the real bone properties.

Keywords: spine screw, primary stability, surface modification, sand blasting

Összefoglalás

Napjainkban nagyon gyakoriak a gerinccel kapcsolatos megbetegedések. A fiatalok körében legfőképpen a gerincferdülés okoz problémát, amelyre nemcsak a rossz testtartás, és legtöbbször deréktáji fájdalom a jellemző, hanem bizonyos esetekben belsőszervi elváltozást is okozhat, amelynek krónikus következményei lehetnek a beteg élete során. A beavatkozás során a gerinc egy szakaszát, vagy akár az egészét lemerevítik. A behelyezett csavarokat a csavarfejbe illeszkedő rudakkal kapcsolják és rögzítik össze, amelyek ezután a betegben maradnak élete végéig. Fontosnak tartjuk a műtétekhez használatos implantátumok fejlesztését, amelyek nagyban elősegíthetik a gyorsabb felépülést, illetve a jobb implantátum-csont kapcsolat kialakulását. Kutatásunk során egy saját tervezésű gerincimplantátum primer stabilitását vizsgáltuk esztergált és homokszórt felületek esetén. A csavaró és kitépő vizsgálatokat D4 sűrűségű szabványos műcsontban végeztük.

Kulcsszavak: gerinccsavar, primer stabilitás, felületkezelés, homokszórás

1. Bevezetés

Gerincbetegséggel minden ember találkozhat élete során. A gerincferdülés (*scoliosis*) során kialakuló deformitás a tér mindhárom irányába megindul, ezáltal a gerinc veszít rugalmasságából és teherbíró képességéből

[1]. Célunk egy nagy stabilitással bíró implantátum megtervezése volt, és ennek homokszórással való felületkezelése. Mivel a gerincimplantátumok esetén a mai napig nincs egységesen elfogadott álláspont, sem a geometriában, sem a felületkezelésben, ezért folyamatosak a kutatások.

1.1. Műtéti technika

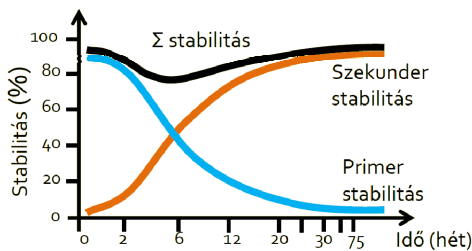
Az implantátumok behelyezése minden esetben hátsó feltárásból történik, azaz a háton szükség szerint akár 20–30 cm-es hosszanti vágást ejtenek. Az izmok eltávolítása után a gerincsigolyákba fúrják be a csavarokat, amely nagy szakértelemet igényel a gerinccel és idegek közelsége miatt. A behelyezett csavarokat pedig a csavarfejbe illeszkedő rudakkal rögzítik össze [2].

1.2. Csontkapcsolat

Csontkapcsolatnak nevezzük azt az implantátum–csont felületkapcsolatot, amikor az implantátum minél nagyobb felületen érintkezik a csonttal. A csontkapcsolat létrejövését, illetve annak mértékét és minőségét számos tényező befolyásolja [3].

Az implantátum primer (másnéven mechanikai) stabilitása függ: a műtéti technikától, az egyén csontsűrűségétől, az egyén csontstruktúrájától, az implantátum kialakításától, illetve az implantátum felületétől. Az implantátum szekunder (másnéven biológiai) stabilitása pedig függ: az implantátum alapanyagától, az implantátum terhelhetőségétől, az egyén egészségi állapotától, és az egyén csontregenerációs képességétől [3]. Ezek időbeli függését mutatja a szematikus

1. ábra.



1. ábra. Az implantátum primer, szekunder, illetve össz-stabilitásának időbeli függvényei

1.3. Implantátumok alapanyagai

Biokompatibilitás alapján bioinert anyagokat használ fel az ipar implantátumok gyártásához. Ezek a fémek nagy szilárdságúak és korrózióállóak a felületi oxidrétegüknek köszönhetően [4].

Az általunk választott anyag, az orvosi gyakorlatban is gyakran alkalmazott Ti-6Al-4V ELI ötvözet. Ez egy α - β stabil ötvözet, amelyben az említett fázisok megtalálhatók. 882,3°C-ig a titán hexagonális rácsszerkezetű (α -titán), e fölött pedig térben középpontosan köbös kristályszerkezetű (β -titán). Az ötvözés során a nagy szilárdságú α -fázist az alumínium, a β -fázist pedig a vanádium stabilizálja [5].

1.4. Implantátumok felületkezelése

Implantátumokat rendkívül sokféle módon lehet felületkezeltetni.

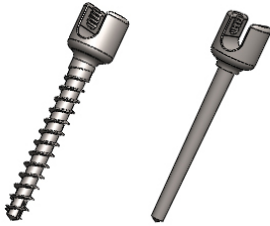
A gerinccsavarok felületének nagy hatása van a csontintegrációra. A két legfontosabb tulajdonsága a felületnek a tisztasága és a morfológiája [6].

A mechanikai szubtraktív felületkezelő eljárások közül a homokszórást választottuk, amely során a kis méretű szemcsék nagy sebességgel csapódnak az implantátum felületére, így egy jellegzetes felületi textúrát alakítanak ki, amely elősegítheti a csontképző sejtek megtapadását és szaporodását [7].

2. Vizsgálatok leírása, célja

A tervezett implantátum fontos tulajdonságai a nagy menetemelkedés, széles menetprofil, a kúpos mag és az implantátum végén szimmetrikusan elhelyezkedő három vágóél. A vizsgálatokhoz szükséges volt menetek nélkül is elkészíteni a csavarokat (2. ábra). A minták egy részét homokszórással felületkezeltük 44-74 μm szemcseméretű Al_2O_3 szóróanyaggal, 4 bar nyomáson, hozzávetőlegesen 30 mm távolságból. A

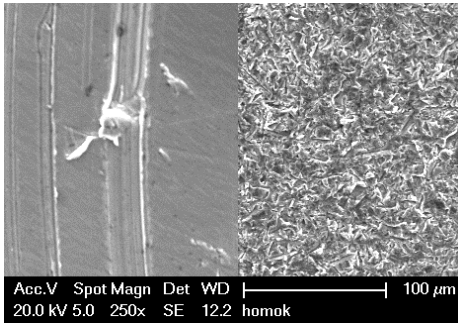
felületi textúra vizsgálatához Philips XL30 pásztázó elektronmikroszkópot alkalmaztunk, a felületi érdesség méréshez Mahr Federal Pocket Surf IV hordozható mérőberendezést, a becsavaró és kitépő vizsgálatokhoz pedig INSTRON 5965 szakítógépet, amelynél egy egyedi berendezéssel tudunk nyomatékokat mérni.



2. ábra. Menetes implantátum (balra), és menet nélküli (jobbra)

2.1. Pásztázó elektronmikroszkópos felvételek

A pásztázó elektronmikroszkópos felvételeken jól megfigyelhető a homokszórással kialakított felület textúrája, amely egy homogén felületi morfológiát eredményez, szemben az esztergálás utáni felülettel. Ezt mutatják a 3. ábrán látható felvételek.

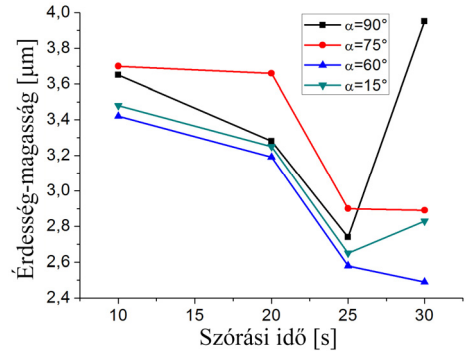


3. ábra. Esztergált felület (balra), és homokszórt felület (jobbra)

2.2. Felületi érdesség mérése

A felületek érdességének változását az R_z érdesség-magasság értékekkel mutattuk ki, amely az alkatrész felületén adott

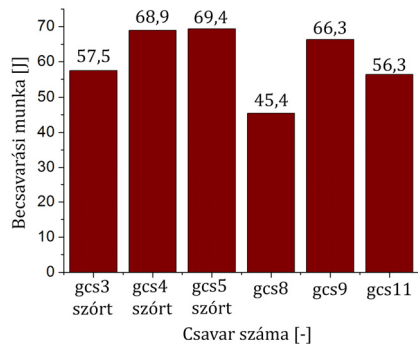
hosszon mért öt legmagasabb kiemelkedés összegének és öt legalacsonyabb bemélyedés összegének különbségének ötöd része mikrométerben megadva. Az esztergált felületeken $Rz \sim 1,1 \mu\text{m}$ -re adódott, míg a szórt felületeken felvett értékeket a 4. ábra mutatja.



4. ábra. Érdesség-magasság értékek a szórási idő és szög függvényében

2.3. Becsavaró vizsgálatok

A becsavarást D4-es csontminőségnek megfelelő műcsontba végeztük el $\omega=7,5$ fordulat/perc szögsebességgel. A műcsontot lépcsőzetesen fűrtük elő az implantátum kúpos magja miatt. A becsavarási nyomaték–szögelfordulás diagramon kapott görbék alatti területek adják meg a becsavaráshoz szükséges munkát az egyes csavarokra, amely értékeket az 5. ábra mutatja.

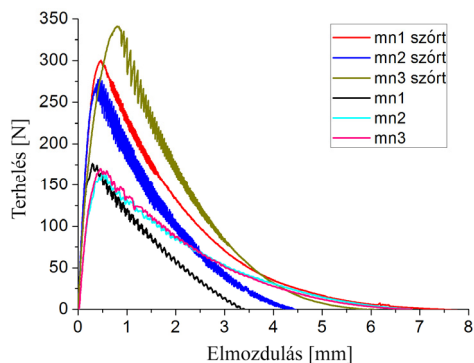


5. ábra. Az egyes csavarok becsavarási munkája

2.4. Kitépő vizsgálatok

A kitépő vizsgálatok során a menetes implantátumok esetén 1200 N és 1500 N közötti maximális erők léptek fel, és a kitépés a szórt felületű csavarok esetén jelentős hanghatással járt.

Érdekesebb eredményeket adott a menet nélküli csavarok kitépése, amelyeknél a szórt felületű implantátumok közel kétszer akkora erőhatást voltak képesek elviselni, mint az esztergált felületűek. A mérési eredményeket a **6. ábra** mutatja.



6. ábra. A menet nélküli csavarok kitépő vizsgálatának eredményei

A diagramon továbbá megfigyelhető egy jelentős ingadozás a maximális erő elérése után, kiváltképp a szórt implantátumok esetén. Ez azzal magyarázható, hogy az érdesített felület az elmozdulás során folyamatosan megakad, majd megindul egy adott erő-határértéknél a műcsontban. Ez a folyamat ciklikusan ismétlődik egészen addig, ameddig a felületeket összeszorító erő megszűnik.

3. Következtetések

A pásztázó elektronmikroszkópos felvételeken, és a kapott érdesség-magasság értékek alapján is megfelelően kimutatható az implantátum felületének megváltozása, érdesebbé válása.

A becsavaró vizsgálatok során kiderült, hogy felületkezelt és az esztergált implantá-

tumok csavaródiagramjain jelentős különbségek nem tapasztalhatóak, viszont meg kell említeni, hogy a kezelt felületű implantátum erőteljes hanghatások kíséretében hatolt a műcsontba. Jellemző értéknek a görbék alatti terület vehető, ez adta a becsavarási munkát.

A kitépő vizsgálatok során kiderült, hogy a menetes implantátumokat igen nagy, akár 1500 N nagyságú erőhatás kell érje a kiszakadáshoz. A menet nélküli csavarok kitépésekor számottevő különbségek jelentkeztek a maximális erő elérésében a két különböző felületű csavar között, így megállapítható, hogy az elvárásoknak megfelelően a homokszórt felületű implantátum primer stabilitása magasabb az esztergált felületűnél.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Kovács Gábor, Szász Dóra: *A gerinc és betegségei* (2012) TÁMOP-6.1.2-11/1-2012-1441
- [2] Országos Gerincgyógyászati Központ: *Műteti Tájékoztató – Gerincferdülés*, Budapest (2013)
- [3] Pammer D, Bognár E: *Insertion Torque Function Analysis of Novel Dental Implant Geometry*, IFMBE PROCEEDINGS 50: pp. 83-86. (2015)
- [4] Joób – Fancsaly Árpád: *Fogorvostudományi kutatások*, PhD értekezés, Semmelweis Egyetem (2003)
- [5] Dobránszky János: *Titán: a fém, amelyet a repülés tett naggyá*, Fémkohászat, 137. évf. 1.szám, pp. 29–36 (2004)
- [6] D.M. Brunette et al.: *Titanium in Medicine: Material Science, Surface Science, Engineering, Biological Responses and Medical Applications*, Springer Science & Business Media, ISBN 978-3-642-56486-4 (2001)
- [7] Xuanyong Liu et al.: *Surface modification of titanium, titanium alloys, and related materials for biomedical applications*, Materials Science and Engineering R 47 pp. 49–121 (2004)

HEGESZTÉSI PARAMÉTEREK HATÁSA KORRÓZIÓVAL VALÓ SZEMBENI ELLENÁLLÁSRA AUSZTENITES ROZSDAMENTES ACÉLOKNÁL

THE EFFECT OF WELDING PARAMETERS BY CORROSION RESISTANCE AUSTENITIC STAINLESS STEEL

Kemény Dávid Miklós¹, Fábíán Enikő Réka²

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar,
Anyagtudomány és Technológia Tanszék, Cím: 1111, Magyarország, Budapest,
Bertalan Lajos utca, 7. Telefon / Fax: +36 1 463 2836,*

¹kemenydauid@gmail.com; ²fabianr@eik.bme.hu

Abstract

The corrosion resistance of stainless steels depends on a protective, passive film being formed at the steel surface on exposure to the service environment. The use of fusion welding for fabrication leads to local compositional variations within the material, which may significantly alter the stability of the passive layer and hence the corrosion behaviour. In this work were examined the effect of welding parameters (shielding gas, amperage) on corrosion resistance of X6CrNiTi18-10 austenitic stainless steel tubes. The corrosion test was performed according to ASTM G48 standard.

Keywords: welding, corrosion, ASTM G48, shielding gas, amperage

Összefoglalás

A korrózióálló acéloknál a korrózióállóságot az acél felületén keletkező króm-oxid réteg biztosítja. Hegesztéskor az acél homogenitása változik, ami a korrózióállóságot befolyásolja. Kísérleteinknél az X6CrNiTi18-10 típusú korrózióálló ausztenites acélesöveknél vizsgáltuk a korrózióra való hajlamot különböző hegesztési paraméterek mellett (védőgáz, áramerősség). Eredményeink azt mutatják, hogy a korrózióra való hajlam a nagyobb védőgáz és a kisebb áramerősség esetén kisebb mértékű. A korróziós tesztet ASTM G48 szabvány szerint végeztük.

Kulcsszavak: hegesztés, korrózió, ASTM G48, védőgáz, áramerősség

1. Bevezetés

A villamosenergia nélkülözhetetlen a mindennapokban, amelynek előállítása erőművekben történik. Általánosan elmondható, hogy egy energiahordozó hasznosítását követően a kazánokon, gőzfejlesztőkön keresztül történik a hőhordozó közeg energiaátadása melyet

gőzképződés kísér és a turbinákat meghajtva a generátoron keresztül villamos áram keletkezik. Az energiaátadást korrózióálló hőátadó csöveken valósítják meg. Ezeknél a termékeknél fontos az alapanyag jó korrózióállósága. Mint ismeretes a korrózióállóság feltétele, hogy az acél felületén alakuljon ki egy stabil, egybefüggő, passzív réteg, aminek feltétele, hogy a $Cr \geq 12\%$ és $C \leq 1,2\%$.

A passzivitást az acél felületén keletkező króm-oxid réteg biztosítja, amelyben az alapanyaghoz képest feldúsul a króm. A rozsdamentesség feltétele, hogy az ötvözet szerkezete homogén legyen, sehol ne alakuljon ki krómban szegényebb rész.

A hőátadó csövek a nagy nyomás és a hőmérséklet hatására tönkremehetnek, javításuk hőerőműveknél lehetséges hegesztéssel. A javítási költségek sokkal kisebbek, mint teljes hőcserélő cseréje. Mivel hegesztéskor a passzív réteg sérülhet, a hegesztéskor a varrat egyes részeinek korróziós ellenállása megváltozik az alapanyagéhoz képest [1], fontos ismernünk, hogy milyen paraméterekkel lehet a hegesztést úgy elvégezni, hogy annak környezete a lehető legjobb korrózióállóságot mutasson.

2. Vizsgálati anyagok, eljárások

Kutatásaink során X6CrNiTi18-10 típusú (1.4541 számjelű) ausztenites korrózióálló csövek korrózióra való hajlamát vizsgáltuk különböző paraméterekkel végzett volfrámelektrodás védőgázos ívhegesztés (TIG) után. Az X6CrNiTi18-10 típusú acél jellemző összetétele tömegszázalékban: C ≤0,08%; Cr=17-19%; Si≤ 1%; Mn≤ 2%; Ni= 9-12%; P≤0,045%; S≤ 0,015%; Ti ≤ 0,7%. A vizsgálatainkhoz 40 mm átmérőjű és 2 mm falvastagságú korrózióálló acélcövet használtunk. A varratkialakításhoz 316 típusú hozaganyagot alkalmaztunk.

A hegesztési folyamat során az ív a volfrámelektroda és a hegesztendő anyag között alakul ki, melynek során az ív és az ömledék védelmét az argon védőgáz biztosította. A hegesztés során váltakozó áramú kapcsolást alkalmazunk. E kapcsolás esetén a tisztító és felhevítő periódus egymást követi, ezáltal megfelelően mély és közepesen széles ömledék keletkezik, amely során a volfrám terhelhetősége sokkal kisebb mértékű. [2]

Kísérleteinkhez a varratok létrehozásához az áramerősséget változtattuk. Kíváncsiak voltunk, hogy a védőgáz mennyisége a korróziós hajlamot hogyan befolyásolja. A mintavételezés paramétereinek összegzését az **1. táblázat** foglalja magába a minták betűjelekkel való jelölésével.

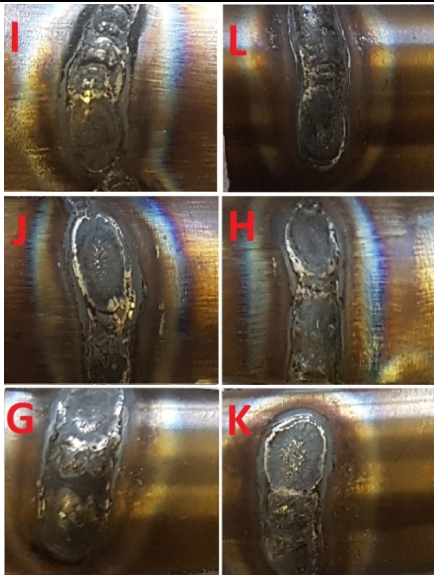
1. táblázat. *A minták hegesztési paramétereinek összefoglalása*

Minta	Védőgáz	Áramerősség
I	6 l/min	50 A
J	6 l/min	55 A
G	6 l/min	60 A
L	10 l/min	50 A
H	10 l/min	55 A
K	10 l/min	60 A

A hegesztést követően a varratok és azok környezetének ferrittartalmát Fischer FMP30 típusú ferritszkóppal határoztuk meg. Ahogy azt a **2. táblázat**ban láthatjuk 10 liter/perc védőgáz alkalmazásával a varrat ferrit tartalma kevesebb, mint a kevesebb gázzal való gyökvédelemkor, de melegrepedés így sem keletkezett a varratfémekben (**1. ábra**).

2. táblázat. *A minták varratainak és környezetüknek ferrit tartalma százalékban*

Minta	Ferrit tartalom (%)				
	Alapa.	Hőhat. öv	Varrat	Hőhat. öv	Alapa.
I	0,77	3,1	3,2	1,6	0,47
J	0,46	1,3	3,6	2,8	0,42
G	0,26	2,6	3	2,7	0,37
L	0,3	1,9	2,3	2,8	0,34
H	0,29	2,1	3,1	2,7	0,27
K	0,43	1,4	2,2	1,6	0,34



1. ábra. Sztereomikroszkópos felvételek a minták felületéről hegesztés után

A különböző paraméterekkel hegesztett mintákat korróziós tesztnek vetettük alá az ASTM G48 szabvány szerint. Korróziós közegként vas(III)-klorid 6% oldatot használtunk. A minták tömegvesztését 24 óra elteltével vizsgáltuk. A mérésekhez APX – 200 típusú, 0,1 mg mérési pontosságú, precíziós mérleget használtunk. A vizsgált minták tömegmérési adatait a 3. táblázatban láthatjuk.

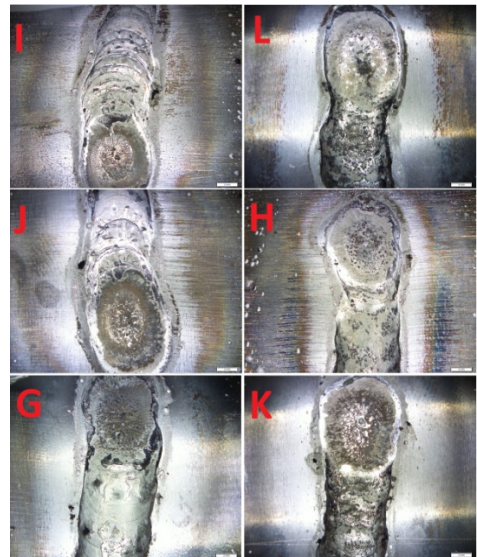
3. táblázat. A minták kezdeti és 24 óra elteltével mért tömegei, illetve a tömegvesztés évre vonatkoztatva

Minta	Tömeg (gramm)		Tömegvesztés [g/év/cm ³]
	0. óra	24. óra	24. óra
I	18,8983	18,5292	5,73
J	16,6738	16,3142	5,94
G	14,9801	14,6136	7,35
L	22,5622	22,1625	5,11
H	16,0077	15,6329	6,47
K	17,6556	17,2563	6,51

3. Eredmények értékelése

Majdnem minden esetben megállapítható volt, hogy a nagyobb mennyiségű védőgáz, kisebb tömegvesztéssel járt. Bár a szabvány a lyukkorrózió jelenségét tömegvesztés szerint értékeli, a korróziós lyukak habitusából adódóan nem tökéletes ez az értékelés. Figyelembe kell venni hol jelennek meg a lyukak, milyen mennyiségben fordulnak elő.

Megfigyeltük, hogy a lyukkorrózió megjelenése (2. ábra) főleg a hőhatás övezetben játszódott le, ahogy azt a sztereomikroszkópos felvételek mutatják.

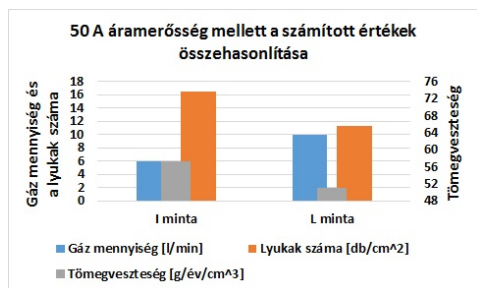


2. ábra. A minták felülete a korróziós tesztet követően

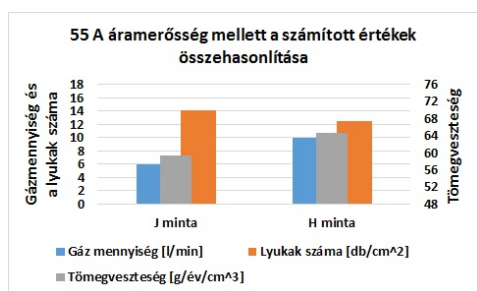
A korróziós károsodások elemzése érdekében a varratok felületén lévő lyukak számát is figyelembe véve először az áramerősségek szerint ábrázoltuk a kapott értékeket, majd a védőgáz mennyisége alapján (3.-7. ábra).

Ahogy azt a 3.-5. ábrákon bemutatott oszlopdiagramok alapján is megállapítható a tömegvesztés az áramerősség növelé-

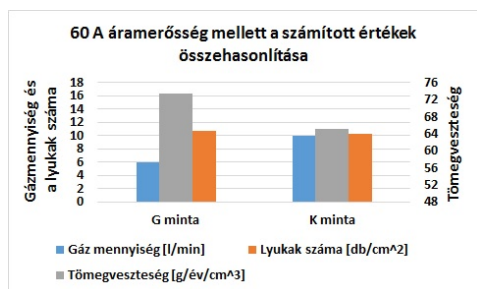
sével nő, míg az egységnyi felületre eső lyukak száma csökken.



3. ábra. A 6 és 10 liter/perc védőgáz mennyiség esetén tömegvesztés és a lyukak száma 50 amper áramerősség esetén



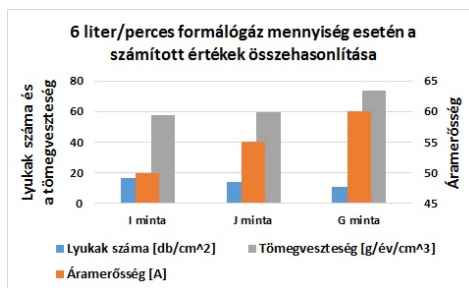
4. ábra. A 6 és 10 liter/perc védőgáz mennyiség esetén tömegvesztés és a lyukak száma 55 amper áramerősség esetén



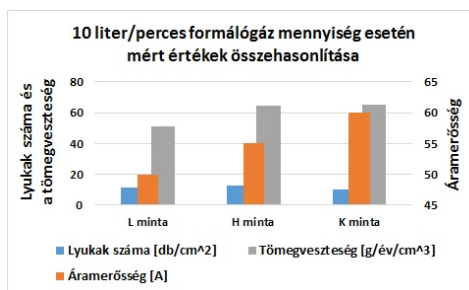
5. ábra. A 6 és 10 liter/perc védőgáz mennyiség esetén tömegvesztés és a lyukak száma 6 amper áramerősség esetén

A 6.-7. ábra alapján megállapítottuk, hogy 6 liter/perc védőgáz esetén az áramerősség növekedésével a tömegvesztés csökkent, és a 10 liter/perc védőgáz

mennyiség esetében az 50 amper áramerősség mellett volt a legkisebb a tömegvesztés, lyukak számában nincs jelentős eltérés.



6. ábra. Az 50, 55 és 60 amper áramerősség esetén a tömegvesztés és a lyukak száma 6 liter/perc védőgáz esetén



7. ábra. Az 50, 55 és 60 amper áramerősség esetén a tömegvesztés és a lyukak száma 10 liter/perc védőgáz esetén

4. Következtetések

A vizsgálatok azt mutatták, hogy a legkisebb tömegvesztés és kis lyukszám is társul 10 liter/perc védőgáz mennyiség és 50 amper áramerősség mellett alakult ki.

Szakirodalmi hivatkozások

[1] M Dadfar, M.H. Fathi, F. Karimzadeh, M.R. Dadfar, A. Saatchi: *Effect of TIG welding on corrosion behavior of 316L stainless steel*, Materials Letters 61 (2007) 2343–2346.
 [2] Baránszky-Jób Imre: *Hegesztési kézikönyv*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985, 364-366.

KÖZÚTI ZAJ VÁLTOZÁSÁNAK ÉRTÉKELÉSE VÁROSI KÖRNYEZETBEN

EVALUATION OF ROAD TRAFFIC NOISE CHANGES IN URBAN ENVIRONMENT

Kocsis Dénes

Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék, Cím: 4028 Magyarország, Debrecen, Óttemető utca 2-4; Telefon: +3652/415155-77827; kocsis.denes@eng.unideb.hu

Abstract

This work introduces possibilities for the evaluation of road traffic noise changes in urban environment. The investigation was carried out based on the current Hungarian legislation and CNOSSOS-EU methods, which was introduced to standardize the approach for environmental noise problems within the European Union. The calculations were executed for road sections with heavy traffic in the city of Debrecen. The traffic data derived from the database of the Hungarian Road Administration. The investigated period was from 1995 to 2015. In the case of the examined period the involved road segments' road traffic noise emission was changed significantly. There were intervals with considerable increases and decreases, and significant differences were found between the road segments.

Keywords: noise pollution, road traffic, CNOSSOS-EU

Összefoglalás

Jelen munka a közúti zaj városi környezetben történő változásának követésére és értékelésére irányuló lehetőségeket ismerteti. Az értékelés a jelenleg hatályos magyar jogszabályi háttér, illetve a közelmúlt európai uniós egységesítési törekvései eredményeképpen megszülető CNOSSOS-EU metodikák segítségével történt. A számítások Debrecen város belterületén elhelyezkedő, forgalmas közúti szelvények esetében kerültek elvégzésre. A felhasznált forgalmi alapadatok a Magyar Közút Nonprofit Zrt. adatbázisából származnak. A vizsgálat 1995-2015 közötti időszakra vonatkozik. A munka eredményeképpen megállapítható, hogy a vizsgált időszakban az értékelésbe bevont szakaszok esetében jelentős változás következett be közúti zajkibocsátás szempontjából. Az évek során jelentős zajterhelés növekedést, illetve csökkenést tartalmazó intervallumok jelentkeztek, és az elemzett szakaszok között is lényeges eltérések adódtak.

Kulcsszavak: zajszennyezés, közúti forgalom, CNOSSOS-EU

1. Bevezetés

Napjainkra a környezeti zajterhelés világszerte az egyik legjelentősebb környezetvédelmi problémává vált. A 2014. évben elkészült Noise in Europe [1] jelentés szerint Európában évente 10 000 esetben

eredményez korai elhalálozást. Ezen felül jóval nagyobb számban is előfordulhatnak hosszútávon akár súlyos egészségkárosító következményekkel járó esetek. A jelentés éves szinten 900 000-re teszi a környezeti zaj okozta magas vérnyomás kialakulását, és 8 millióra azon felnőttek számát, akik a

zajterhelés következtében alvászavartól szenvednek. A környezeti zaj növekvő jelentősége mellett figyelembe kell venni, hogy az újabb kutatások szerint egyre több egészségkárosító hatással hozható összefüggésbe [2].

A környezeti zaj forrásai közül ki kell emelni a közúti közlekedést, ugyanis ez bizonyul napjaink legdominánsabb forrásának [1]. A közúti zaj esetében is általánosan növekvő terhelést határoztak meg korábbi vizsgálatok [3]. Ez a növekvő terhelés azzal is együtt jár, hogy az éjszakai csendes időszakok hossza csökken [4]. Mindezek eredményeképpen az Egészségügyi Világszervezet (WHO) megállapítása szerint globálisan már 1 millió egészséges életév elvesztéséért felelős minden évben a közlekedési zaj, és hatását tekintve a második legjelentősebb környezeti szennyezésként határozták meg, közvetlenül a levegőszennyezés után [2].

Az Európai Unión belül a zaj okozta problémák átfogó, közös rendszerben történő kezelése a 2002/49/EC Environmental Noise Directive (END) [5] óta napirenden lévő kérdés. Ez az irányelv az unió tagországait adatszolgáltatásra kötelezi, de az utóbbi évek tapasztalatai alapján ezek felhasználása számos nehézségbe ütközött. Az Európai Unió látva azt, hogy a tagországi által biztosított zajadatok nem minden esetben vehetőek össze - tekintettel a tagországok sajátos nemzeti szabályozására - 2012-re közös megközelítési módszert dolgozott ki, amely CNOSSOS-EU (Common Noise Assessment Methods in Europe) néven ismert [6]. Ez elsősorban az európai zajtérképezési folyamatok és eredmények egységesítését célozta meg [7]. Ezen metodika segítségével végzett számítások esetén továbbra is kulcsfontosságú kérdés a megfelelő forgalmi adatok rendelkezésre állásának biztosítása [8], amelyek felhasználásával további paraméterek

meghatározása mellett a közúti zajemisszió megbecsülhető.

Jelen munka célja a városi közúti zaj változásának értékelése Debrecen város néhány nagy forgalmú, belterületi útszakaszának vizsgálatával. Az elemzéshez a jelenleg aktuális magyar szabályozás, és a közeljövőben a magyarországi rendszerbe is adaptálendő CNOSSOS-EU metodikák kerültek alkalmazásra. Célként került meghatározásra az 1995-2015 közötti intervallum teljes áttekintése a kiválasztott útszakaszokon.

2. Alkalmazott módszerek

A vizsgálatokhoz a Debrecen városán is áthaladó 4-es számú elsőrendű főút belvároshoz legközelebbi, állandó forgalomszámlálási mérőhellyel rendelkező szakasza (szelvény kód: 1039), valamint a 4-es főútból az említett szakaszt követően letérő és onnan induló 471-es másodrendű főút első részlete (kód: 3100) került kiválasztásra. Az útszakaszok általános adatai az 1. táblázatban láthatóak.

1. táblázat. *A vizsgált útszakaszok általános adatai a Magyar Közút Nonprofit Zrt. adatbázisa alapján [9]*

Szelvény kódja	1039	3100
Közút száma	4	471
Útkategória (főút)	I. rendű	II. rendű
Számlálóállomás helyzete [km+m]	225+883	1+489
Szakasz kezdőpont [km+m]	225+524	0+000
Szakasz végpont [km+m]	227+109	1+570
Forgalmi sávok száma	4	2

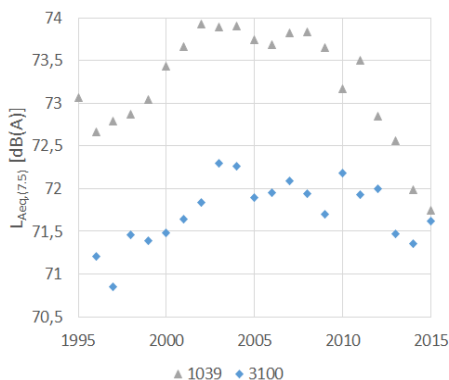
A forgalmi adatok az útkezelő 1995-től 2015-ig megjelent éves keresztmetszeti forgalomszámlálási eredményein alapulnak [9]. Az 1039-es kódú szelvény esetében a vizsgált időszakban minden évben mérés történt a forgalomnagyság meghatározása

(évenkénti átlagos számolt napok: 109,00 nap; szórása: 28,91 nap; minimuma: 33 nap; maximuma: 159 nap). Az 1996-tól ilyen néven szereplő 3100-as szelvény esetében 1996-tól kezdődően három nem számolt év volt (2006; 2008; 2009). A mért napok átlagos száma ez esetben alacsonyabb (évenkénti átlagos számolt napok: 19,25 nap; szórása: 17,71 nap; minimuma: 0 nap; maximuma: 81 nap), mint a 4-es főúthoz tartozó szelvény esetében.

A vizsgált szakaszokra $L_{Aeq(7,5)}$ paraméterértékek kiszámítása történt a jelenleg hatályos magyar jogszabály szerint (25/2004. (XII. 20.) KvVM rendelet a stratégiai zajtérképek, valamint az intézkedési tervek készítésének részletes szabályairól). A megengedett sebesség 50 km/h, a kopórétég akusztikai érdességi kategóriája minden esetben B (lásd a rendeletet) volt. A CNOSSOS-EU metodikája szerint $L_{w',eq,line}$ paraméter is kiszámításra került, a megadott referenciaértékek alkalmazása mellett [6].

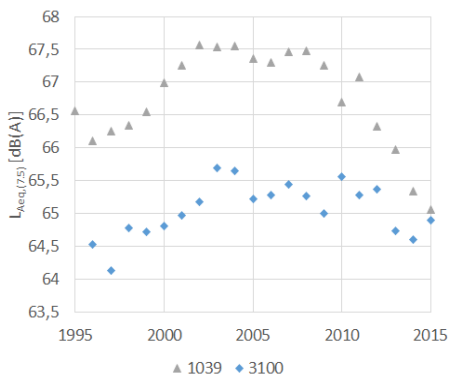
3. Eredmények

A közúti zaj számított értékeinek évenkénti változásáért a vizsgálat során minden esetben a forgalom mennyiségének és jellegének (az egyes akusztikai járműkategóriákhoz tartozó elhaladó járművek aránya) változása volt a felelős, tekintettel arra, hogy az összes többi paraméter a számításoknál állandó értéken szerepelt. Az **1. ábrán** látható az $L_{Aeq(7,5)}$ értékek évenkénti változása az értékelésbe bevont szelvények esetében. Általánosságban elmondható, hogy a kezdeti 2000-es évek elejéig tartó növekedést egy közel stagnáló, majd egy jelentősebb csökkenést hozó szakasz váltotta fel. Ennek okainak feltárása (pl. új utak átadása, forgalomszabályozás, üzemanyag árak, stb.) túlmutat jelen munka terjedelmén.



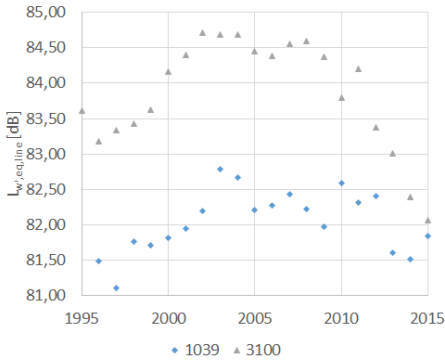
1. ábra. A nappali időszakra (06-22 óra) vonatkozó $L_{Aeq(7,5)}$ paraméterértékének változása 1995-2015 között a vizsgált két útszakasz esetében

Az éjszakai értékekre meghatározott alacsonyabb $L_{Aeq(7,5)}$ eredmények ugyanolyan irányú változást mutatnak be a számítási módszerből adódóan. Ezek évenkénti alakulása látható a **2. ábrán**.



2. ábra. Az éjszakai időszakra (22-06 óra) vonatkozó $L_{Aeq(7,5)}$ paraméterértékének változása 1995-2015 között a vizsgált két útszakasz esetében

A CNOSSOS-EU metodikája szerint számított $L_{w',eq,line}$ paraméterek kerültek ábrázolásra a **3. ábrán**.



3. ábra. A CNOSSOS-EU metodikája alapján számított $L_{w,eq,line}$ paraméterek változása 1995-2015 között a vizsgált útszakaszok esetében

A CNOSSOS-EU számításához kapcsolódóan meg kell jegyezni, hogy a módszer által használt negyedik akusztikai járműkategórián (motorkerékpárok) belül megkülönböztet két alcsoportot motortérfogat szerint [6]. A két alcsoporthoz tartozó eloszlásokról a magyar adatbázisok nem tartalmaznak információt, jelen számításban 50-50%-os aránnyal kerültek értékelésre. Mindenesre felhívja a figyelmet arra, hogy a magyarországi gyakorlat esetén forgalomszámlálási módosításokra lesz szükség az EU egységes megközelítésének adaptációjához.

4. Következtetések

Összességében elmondható, hogy a vizsgált szakaszok esetében jelentős változások történtek a közúti zaj tekintetében. Az értékelés mind a jelenleg hatályos magyar és az EU által fejlesztett metodika szerint megvalósult. Az eddigi kutatások rávilágítottak arra, hogy a közeljövő egyik fontos megoldandó feladata a két metodika összehangolása.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] European Environment Agency, *Noise in Europe* 2014. Publications Office of the European Union, Luxembourg, Tech. Rep. 10/2014, 2014.
- [2] Fritschi, L., Brown, L., Kim, R., Schwela, D., Kephelopoulous, S., *Burden of Disease from Environmental Noise: Quantification of Healthy Years Life Lost in Europe*. World Health Organisation, 2011.
- [3] Morley, D. W., Gulliver, J., *Methods to improve traffic flow and noise exposure estimation on minor roads*. vol. 216, 2016. pp. 746-754.
- [4] Hammer, M. S., Swinburn, T. K., Neitzel, R. L., *Environmental noise pollution in the United States: developing an effective public health response*. vol. 122, 2014. pp. 115.
- [5] Directive 2002/49/EC of the European parliament and the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise. vol. 189, 2002.
- [6] Kephelopoulos, S., Paviotti, M., Ledee, F. A., *Common noise assessment methods in Europe (CNOSSOS-EU)*. 2012. pp. 180.
- [7] Kephelopoulos, S., Paviotti, M., Anfossó-Lédée, F., Van Maercke, D., Shilton, S., Jones, N., *Advances in the development of common noise assessment methods in Europe: The CNOSSOS-EU framework for strategic environmental noise mapping*. vol. 482, 2014. pp. 400-410.
- [8] Morley, D., de Hoogh, K., Fecht, D., Fabbri, F., Bell, M., Goodman, P., Elliott, P., Hodgson, S., Hansell, A., Gulliver, J., *International scale implementation of the CNOSSOS-EU road traffic noise prediction model for epidemiological studies*. vol. 206, 2015. pp. 332-341.
- [9] Magyar Közút Nonprofit Zrt, *Az országos közutak 1995-2015. évre vonatkozó keresztmetszeti forgalma (évenkénti kiadás)*. 2015.

TARTÓSZERKEZETEK TERVEZÉSÉNEK MAI IRÁNYZATAI

TODAY'S TRENDS OF STRUCTURAL DESIGN

Kopenetz Lajos György¹, Gobesz Ferdinánd-Zsongor²

Kolozsvári Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Kar, Tartószerkezetmechanikai Tanszék,
Románia, 400020 Kolozsvár, C. Daicoviciu u. 15, 3. em., 305.

¹ Telefon +40-264-401318, ludovic.kopenetz@mecon.utcluj.ro

² Telefon: +40-264-401351, go@mecon.utcluj.ro

Abstract

Nowadays, more and more modern methods can be used in the design of bearing structures. Beside economic and safety issues, the designer can not ignore the correlations between built-in materials and target reaching technologies, also the implications of possible design modifications.

Keywords: *structure, design, trend*

Összefoglalás

A tartószerkezetek tervezése során manapság egyre korszerűbb eljárások alkalmazhatók. A gazdasági és biztonsági szempontok mellett a tervező nem hagyhatja figyelmen kívül a beépített anyagok és a célelérési technológiák összefüggéseit, de az esetleges tervváltoztatások hatásait sem a szerkezetre.

Kulcsszavak: *irányzat, tervezés, tartószerkezet*

1. Általános tervezési szempontok

A mai szerkezeti tervezés a mérnöki alapismeretek mellett megköveteli a 3D –s tervezési technológiák és a BIM (*Building Information Modelling*) rendszer biztos használatát. A BIM információs modellezési eljárás egy komplex folyamat, ami magában foglalja az egész építészeti, szerkezeti, kivitelezési, épületgépészeti, beruházói és épületfenntartási folyamatot.

Mivel a szerkezeti tervezés egy szoros kapcsolatot feltételez a műépítész és a beruházóval, nagy mértékben szükség van a kommunikációs kérdések alapos ismerete mellett a nehéz kérdések egyszerű magyarázatára. A tartószerkezet tervezése, mint iteratív folyamat, nagymértékben a tervezési paramétereken alapul. Ezeket a paraméte-

reket sokszor építés közben és a használat idején is változtatni kell, s ezt a tervező köteles figyelemmel kísérni. A nagyon nagy épületek esetében, ha a kiviteli idő rendkívül szoros, a tartószerkezetet tervező érdemes, hogy az anyagjellemző paramétereket az alapértékük alatt vegye számításba, mert a kivitelezés közben általában nem változtathat a terven [1].

Sajnos, világhírű szakemberek véleménye szerint éppen ez a szemlélet hiányos, nagyon sok építész- és építőmérnök újat akar alkotni minden áron. Nervi P. Luigi világhírű mérnök szavait idézve: „*a statikai megoldások bősége nem szabad természetellenes statikai modellekhez vezessen, vagyis olyan szerkezetekhez, amelyek a statika személytelen törvényeiből erednek és amelyek erővel exhibicionista akrobatikát*

végeznek. Ez jelenti pillanatnyilag véleményem szerint a szerkezetépítés legnagyobb veszélyét” [2].

A legmagasabb rendű mérnöki tevékenység a rendeltetészerűen és esztétikailag legértékesebb változat kiválasztását jelenti a sok közül. Ez az alkotó munka adja a szerkezettervezés szépségét, mert automatikusan még nem lehet kiválasztani a legjobb megoldást épp úgy, ahogy a számítógépek megoldják az egyenleteket, de a programozást szakemberek végzik.

Nyilván, az egyetemi oktatásban az építőmérnöki karokon rendet kell rakni a gigantikus információ-halmazban a tervezési technológiák és térinformatikai rendszerek, meg az alap tantárgyakkal való egyenlő óraszám beiktatásával, valamint szervezett oktatásával. Itt meg kell említeni, hogy a jövőendő építőmérnökök elegendő információt kellene kapjanak a tervezési irányokról, úgy a hazai, mint a külföldi projekt rendszerekről, mert ma már egyre több országban ugyanazokat a tervezési szoftvereket használják.

2. A tartószerkezetek kiválasztása

A mai tartószerkezeteknek az alábbi igényei vannak:

- gyors kivitelezés, lehetőleg kevés beépített szerkezeti anyaggal;
- technológiai kötöttségeket nem okozó szerkezet, illetve támasz kiosztás;
- megfelelő világítás, műszaki vezetékek és szerelvények megfelelő elhelyezése;
- bővíthetőség;
- alacsony karbantartási költségek.

Szerkezeti szempontból látszólag a statikai határozatlanság előnyös, mivel a többletkötések csökkentik a szükséges keresztmetszeteket és így gazdaságosabb eredményt kapunk. Nyilvánvaló, hogy egy többtámaszú tartó alkalmazása előnyösebb mintha kéttámaszú tartók sorozatával próbálnánk ugyanazt a távolságot, ugyanakkora terheléssel kiváltani, de az előregyártás

a példa rá, hogy ez nem általános érvényű megállapítás, hiszen sok esetben a kéttámaszúként gyártott és beszerelt tartók bizonyulhatnak gazdaságosabbnak.

A kötélszerkezetek szintén előnyösek lehetnek, hiszen kisebb anyagmennyiséget foglalnak magukba és kivitelezésük elég gyors (kedvező szerkezeti megoldás az, amikor egyszeri statikai határozatlansággal rendelkeznek, mivel ilyen esetekben jól kivitelezhetők és gazdaságosak). Vékony héjú (pl. ponyva) szerkezetekkel kombinálva jól alkalmazhatók nagy fesztávú könnyűtetők kialakításához.

Az építési idő lerövidítése lett az építőipari beruházások leghangsúlyozottabb tényezője. Ennek a tényezőnek a gazdasági hatását és a megfelelő számítási, szabási módját ma már általánosabban ismerik és alkalmazzák mint régen. A jelenleg alkalmazható technológiák rendkívül gyors ütemben fejlődnek, így az épületszerkezeteknek (és a tervező, illetve kivitelező szakembereknek is) tudniuk kell alkalmazkodni ehhez a változashoz a piacképesség érdekében. Több esetben is elképzelhető, hogy a technológia változásával az épületet is ki szeretné cserélni a befektető, bár erre a gyakorlatba még nem alakult ki általános érvényű gazdaságos műszaki megoldás. Tény viszont, hogy az aránylag könnyen átalakítható, változatosabb alkalmazhatóságú tartószerkezetek sok esetben előnyt jelenthetnek.

A rugalmas építési mód elsősorban a nagyméretű fesztávokkal próbál megoldást kínálni erre a problémára, mivel, ha megfelelő szerkesztési elv kerül alkalmazásra, akkor a költségek nem fogják lényegesen meghaladni a kisebb méretekre szabott változatok összesített árát, a bontási munkálatok költségétől pedig el is lehet tekinteni. Az alkalmazott fesztávok leginkább 18 és 30 m közöttiek (a legkisebbek 12–15 m értékűek, míg a legnagyobbak elérhetik a 60–100 m-t is). Számszerint, az építkezések túlnyomó többségét e téren a csarnok szer-

kezetek alkotják, ezek közül is a földszintes típusokból építik a legtöbb darabot, és ez világszerte növekvő tendenciát mutat (főleg az olcsó és gyors szerelhetőség miatt, ami bizonyos rugalmasságot is biztosíthat a műszaki és a gazdasági igények függvényében). A tartószerkezet bővítésének egyik nagy problémája az, hogy mennyire állnak rendelkezésre, illetve mennyire hozzáférhetőek az eredeti szerkezeti elemek. Ebből a szempontból a legproblematicusabbak talán a vasbeton tartószerkezetek, mivel a sarokmerevséget biztosító részeket már az eredeti szerkezetenél előrelátóan ki kellene képezni és az alapozás kialakításánál is megfelelően előretekintően kéne eljárni. Az ipari létesítmények esetében a bővítések és átalakítások a technológiai vezetékben, szerelvényekben és a szerkezethez kötődő belső szállításhoz szükséges berendezésekben nagyon lényeges változásokat okozhatnak.

A lassú hatások nagy mértékben megváltoztathatják a tervezésnél használt alapadatok nagyságrendjét, ha a felújítás alatt a szerkezet meglévő egyensúlyán a funkcióváltozás ilyen irányba hat. Mivel az állandó jellegű természetes terhelés egyenletesen megoszló (önsúly, szél, hó, víznyomás stb.), akkor maximális a tartószerkezet határfoka, amikor alakja olyan tiszta forma felé törekszik, amelyik összhangban van a statikával és a mozgási ellenállások törvényeivel. A lényeg tehát, az alapvető strukturális elképzelés, míg a statikai modell és a méretezési eljárás csupán eszköz.

3. A szerkezeti tervezés és a szerkezeti anyagok

A tartószerkezet megválasztásánál a funkció és a forma mellett figyelembe kell venni a gazdaságosságot, a költségek méretét. Mérnöki szempontból a gazdaságosságra való törekvés alatt az alkalmazott anyagok mennyiségi csökkentését értjük

elsősorban. Közismert tény, hogy a magassági rekordot hajkurászó rendkívüli építményeknél már nem alkalmazható tiszta acélszerkezet, hiszen sem elegendő nyersanyag, sem megfelelő termelési kapacitás nem áll rendelkezésre a beruházás futami ideje alatt.

Az új szerkezetekhez használt építőanyagok jól meghatározott anyagi jellemzőivel szemben a régi (történelmi) épületeknél kevés anyagminta alapján becsült tervezési paramétereket veszünk alapul. Ilyen esetekben nem alkalmazhatók egyértelműen az érvényes szabványok, és tervezési módszereket sem lehet feltétel nélkül megbízhatónak tekinteni.

Az építmények anyagának a kiválasztása nagyrészt a karbantartási költségek függvénye. Jelenleg leginkább az acél és a vasbeton, kevésbé a fa jön számításba. A fa ára egyre nő, rendkívül érzékeny a légköri hatásokra, a tűzállósága is korlátozott, de mivel sok helyen hagyományosan hozzáférhető, megújuló nyersanyag, könnyen megmunkálható és sajátos esztétikával bír, ezért nem lehet kirekeszteni még az ipari épületszerkezetek alkotóelemeinek az anyagai közül sem. Az utóbbi időben a műszaki fejlődés olyan eredményeket hozott (pl. műanyagokkal ragasztott szekrényes rács-tartók, laminált gerendák és ívtartók, új impregnálási és felületkezelési módszerek a biológiai kártevők és a tűz elleni hatások védekezéséhez), amelyek a faszervezetek felhasználási területén új adottságokat teremtettek. A legelterjedtebb alapanyagok mégis az acél és a vasbeton maradtak.

Az ipari módszereknek az építőipari elterjedésével párhuzamosan növekedett az acélszerkezetek alkalmazása, több okból kifolyólag is. Az acélszerkezet súlya lényegesen kisebb a vasbeton szerkezetenél (kisebb építőgépek alkalmazhatók, gyors és könnyű a szerelés, könnyebb alapozás szükséges, egyszerűbb a szállítás), a gyártás kizárólag ipari jellegű, bontás esetén a szerkezet anyaga visszanyerhető nyersanyagként (vasbeton esetében ez sokkal

körülményesebb), a feszítávok kialakítását könnyebben és változatosabban lehet megoldani. Ezzel szemben, a vasbeton szerkezetek olcsóbbak, nincsen akkora korróziós problémájuk és a tűzzel szemben is ellenállóbbak. E három, hagyományosnak számító anyag mellett jelentkeznek az alumínium és a műanyagok. Az alumínium alapanyagú szerkezetek korrózióállósága (ami az acélszerkezetek leglényegesebb gyöngéje) és csekély súlya nagy előnyt jelentenek szerkezeti szempontból, de anyagi szempontból ma még túl sokba kerülnek. Egyik lehetséges felhasználási módjuk az összetett, szendvics vagy kompozit panelek alkalmazásában rejlik, ahol a vékony héjborításban lemezvastagságként elég egy 0,4–1,5 mm-es alumínium réteg. A műanyagok ma még csak másodrendű szerkezetként szerepelnek, főleg épületgépészeti elemekként és nyílászárók meg homlokzatok burkoló- vagy védőrétegeként kerülnek alkalmazásra, de a jövőben tartószerkezetként is valószínűleg nagyon el fognak terjedni, elsősorban a héjszerkezeteknél.

Szintén az újabb építési módszerek közé tartoznak a függesztett tetők alkalmazásai, mivel anyagtakarékosak, kicsi a súlyuk, könnyen szállíthatóak és szerelhetőek. A héjszerkezetek és a függőtetők méretezése aránylag bonyolult, így a jelenlegi viszonyok között csak kb. 18–24 m feszítávolság felett képesek felvenni a versenyt gazdaságosabb tervezési-építési költségek szempontjából a feszített vasbetonszerkezetekkel.

4. A tartószerkezetek biztonsága

A tartószerkezeti tervezés biztosítási költségeinek a hazai megjelenése, valamint ezeknek az összegeknek a váratlan nagysága egy újabb kérdés amit a közeljövőben meg kell oldani. A tervezés során így már a start helyzetben jelentkeznek különböző vészhelyzetek, nem csak a kivitelezés meg a többi szakág bekapcsolódása folyamán. E

szempontok egy új tervezési paradigmában jelentkeznek, amit kockázatanalízisnek nevezünk. A kockázatanalízis eredménye egy olyan technikai megoldás előírása, ami a balesetek elkerülésének a legmegfelelőbb útját jelenti. Sajnos sok tervező ezt nem tartja fontosnak és így ez a vizsgálat nincs is rögzítve a szerződésekben. Ez sok esetben óriási veszélyt jelent, mert a szerkezetre ható erők építés közben sok bizonytalanságot rejtnek.

5. Következtetések

A teherhordó szerkezetek közül azok a legelőnyösebbek, amelyek a természetes erőjátéknak a legjobban megfelelnek, (a teher a legközvetlenebbül vagy a legrövidebb úton kerül a talajra).

A kiviteli tervekkel kapcsolatban manapság a tervező gyakran bekapcsolódik a kivitelezési tevékenységekbe, tervezői művezetőként (ez a nagyon bonyolult tervek esetében szinte nélkülözhetetlen). Így gyorsan megoldódhatnak a szerkezeti anyag és a célélérési technológiák összefüggései, valamint a tervváltoztatások hatásai a szerkezetre, illetve a hatályos előírások alól való felmentés a biztonság javára. A tervezők a könnyű kivitelezhetőséget eddig kevésbé tartották szem előtt, leginkább csak az anyagmutatók alapján döntöttek egy-egy szerkezet megfelelőségét és alkalmazhatóságát illetően. A nagy munkaigény nagyon hátrányos egy szerkezetre, tehát minden tartószerkezet megítélésében fontos szerepet kéne játszson. A befektetők szempontjából elvileg a rövid építési idő a legfontosabb, hiszen minél hamarabb használható az építmény, annál hamarabb fog hasznot hajtani.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Kopenetz L. G.: *Gondolatok statikusoknak*, Kriterion Könyviadó, Kolozsvár, 2006.
- [2] Nervi P. L.: *Aesthetics and Technology in Building*, Harvard University Press, Cambridge, 1965.

INTELLIGENS IMPRESSZIÓK TERE

THE SPACE OF INTELLIGENT IMPRESSIONS

Kósa Balázs¹, Sódar Norbert², Kovács Péter³¹Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar Vizuális Ismeretek Tanszék
H-7624 Pécs Boszorkány u. 2. "B" Épület 341-es iroda; Telefon / Fax: +36-30-
5399616 kosa.balazs@mik.pte.hu²PTE-MIK, H-6724 Szeged, Fűrés u. 7, norbert.sodar.nsarchitect@gmail.com³PTE-MIK, kope.hun@gmail.com**Abstract**

In the scope of this article is the presentation of the idea of Intelligent TALENT SPACE meaning the basis of architectural planning bearing an innovative technical attitude that suits to serve the future generations. „The intelligent house of the future” presented in this article is a good example for the innovative solutions of CogInfoCom^[1]. In the talent space planned by us, youngsters belonging to the CE generation^[2] might as well meet the most modern and forward-looking Science architectural notions and solutions as early as from the kindergarten years entering a Smart Home (Smart Home of Tomorrow) which we can start to handle as a big-size smart phone. By applying the Smart applications, the system reacts to the user of the flat, it is suitable for carrying out continuous psychological check-ups. In the sample home to be created for the Talent Space, the appearance of disruptive technologies in the higher education in engineering^[3] provides opportunities for realizing the most diverse ideas, whether it be predicting the dwellers’ medical problems (e.g.: heart attack, epileptic seizure, ... etc.), observing incidental, unexpected accidents with the help of a central camera and sensors measuring the body temperature is feasible. According to our view, this intelligent space – due to its operational opportunities - completely suits to the CE generation’s digital life and inspires the invention and realization of creative architectural solutions.

Keywords: *architecture, technology, smart home, disruptive, talent space,***Összefoglalás**

A cikk középpontjában a jövő generációinak kiszolgálásához illeszkedő újszerű mérnöki szemlélettel bíró építészeti tervezés megalapozását jelentő Intelligens TEHETSÉGTÉR gondolatának bemutatása áll. A cikkben bemutatásra kerülő „The intelligent house of the future” egy jó példa CogInfoCom^[1] újszerű megoldásaira. Az általunk tervezett tehetségtérben a CE generációhoz^[2] tartozó fiatalok, akár az óvodás kortól találkozhatnak a legmodernebb és a jövőbe mutató Science építészeti elképzelésekkel, megoldásokkal egy olyan Smart Home-ba (Smart Home of tomorrow) lépve, amit egy nagyra nőtt okostelefonként kezdhünk el kezelni. A Smart megoldások alkalmazásával a rendszer reagál a lakás használatára, folyamatos pszichológiai vizsgálatok elvégzésére alkalmas. A Tehetségter számára kialakítandó minta otthonban disruptive technológiák műszaki felsőoktatásban való megjelenése^[3] a legkülönbözőbb ötletek megvalósítására nyílik lehetőség, akár a lakók orvosi problémáinak előre jelzésére is (pl.: szívinfarktus, epilepsziás roham... stb.), esetleges váratlan balesetek megfigyelése, központi kamera és testhőmérsékletet mérő szenzorok segítségével megvalósítható. Meglátásunk szerint ez az intelligens tér kezelési lehetőségeinél fogva teljes mértékben illeszkedik a CE generáció digitális életéhez, így inspirálja a kreatív építészeti megoldások kitalálását, megvalósítását.

Kulcsszavak: *építészet, technológia, intelligens otthon, disruptive, tehetségter*

1. Preambulum

Dolgozatunk alulról építkezve elemzi a közösségeket és azok igényeit.

Célunk egy olyan intelligens TEHETSÉGTÉR létrehozása, ahol értő figyelemmel és környezettel segítjük már az óvodától az individumokat, hogy valamilyeni nyitott gondolkodású megtalálja saját tehetségerét és kiemelkedő teljesítményeket hozzon létre.

1.1. A közösség és egyén viszonya

A közösség és az egyén fogalma szétválaszthatatlanok egymástól. 2011-ben alakult b2 hallgatói csoportosulás erőssége, hogy a mérnöki, közgazdasági, bölcsész és művészeti tudományok között álló szakemberek még komplexebb tudományterületekkel viszonyulnak a körülötte élőkhez. Szükségét érezzük tehát, hogy létrehozzunk egy olyan teret, ahol kreatív tudásukat hasznosítani tudják a benne tevékenykedők. Így fogalmazódott meg bennünk az, hogy megalkossuk a TEHETSÉGTÉR (Intelligens Impressziók Tere) fogalmát.

1.2. A TEHETSÉGTÉR fogalma, magyarázata

A tehetségtér egy olyan tér, ahol a tudomány a napi élet részévé válhat. A gyerekek, diákok, együtt gondolkozhatnak, vitázhatnak, pozitív kicsengésű szakmai és közösségi együttműködést kezdeményezhetnek. A disruptive technológiák integrálása a mérnöki képzésbe és annak előkészítését szolgáló Tehetségtér anyagába újszerű pedagógiai módszereket igényel.^{[1][2]} Az általunk kidolgozott módszerben a Bohm-féle dialógus alap gondolatait kívánjuk továbbfejleszteni.

1.3. A tér

Az építészet maga a téralkotás.

Az építészeti tér minőségi kialakításának érdekében meg kell értenünk a mai kor emberének (a potenciális megrendelőnek) gondolkodásmódját. Az építészek kör-

nyezetalakító tevékenységének egyik alapvetően elvárható követelménye a felelősségvállalás. Felelősségvállalás az épületekért, és az épületek társadalomra kivetülő pszichológiai és társadalmi következményeiért.

Ezen a gondolatmenetet alapul véve szeretnénk megalkotni egy olyan minőségi közösségi házat (teret), amely kiszolgálja a transzdiszciplinaritást, kiszolgálja a benne élőket és alkotókat, valamint megteremti a kényelmes és nyugodt munkakörnyezetet.

1.4. Bohm-féle dialógus és az MI (mini mesterséges intelligencia)

Bohm szerint a dialógus a társadalmi-kulturális változások alapvető eszköze, mindenfajta kreativitás forrása. Alkalmas arra, hogy leküzdje a „csoportos elbutulásból” (Janis, id. Griffin, 2002) eredő öncenzúrát és ennek destruktív következményeit.

A TEHETSÉGTÉR mind Magyarországon, mind külföldön egyedülálló kezdeményezés, a tudományterületek együttműködésében példamutató elképzelés lehet.

Célunk, hogy a résztvevők tervezett projektek mentén valamilyenien átélhessék a felfedezés örömét, amely ösztönzően hat a tehetségük további kibontakoztatásában. A projekt célközönsége merjen bátran, kreatívan asszociálni, egymástól ma még teljesen független területeket összekapcsolni, akár “FORDÍTVÁ LÁTNI”. Erre szolgálna az a központi számítógép, amely a világ minden területén kapcsolódási pontokat keres a hallgató témájához. Ezért létre szeretnénk hozni egy olyan teret, ahol minden a funkcionális és vizuális fejlődést segíti elő.

Mindez véleményünk szerint napjainkban nem valósítható meg a klasszikus mérnöki tudományok nélkül. Ezért kezdtük el vizsgálni gépészmérnök és villamosmérnök kollégákkal a SMART HOME-ok működésének elvét. Mit is jelent számunkra az intelligens otthon? Különböző felszereltséggel bír, különböző funkciók jelennek meg benne, azonban egy közös van bennük: a

felhasználók komfortérzetének kielégítése. Kijelenthető, hogy házainkat egy nagyra nőtt okostelefonként kezdtük el kezelni, amely folyamatosan bővülő repertoárral bír. Senki számára nem hat újként az, hogy a klimatizálást, árnyékolást, biztonságtechnológiát, világítástechnikát, multimédiás eszközeinket, vagy éppen a szellőztetést fizikai jelenlétünk nélkül is vezérelhetővé alakíthatjuk. Ezért szeretnénk mindezt egy kísérleti házban elérhetővé, fejleszhetővé tenni hallgatóink számára is.

2. Intelligens ház

2.1. A külső

Amellett, hogy a már ismert technikai vívmányokat – szűrkevíz hasznosítás, napkollektor, napelem, talajszonda, szél vizsgálat – felhasználja a ház, újdonságokkal is előáll, ami mellett, hogy esztétikus funkcionálisan is fontos tényezőket tartalmaz. Amennyiben önálló ház valósul meg, akkor célunk egy olyan homlokzatburkolati elem létrehozása, amely teljes egészében kommunikálja az arra járóknak is, hogy ez nem egy szokványos otthon, hanem egy intelligens objektum. A burkolat maga lenne az árnyékoló rendszer is, amely reagál a napszaknak, időjárásnak, éghajlatnak megfelelően a környezetére. Úgy működik majd, mint egy virág, amely nappal kinyílik, a fényt beengedi, estére azonban egy teljesen zárt, befelé kommunikáló és koncentráló világot hoz létre.

2.2. A belső

A bejárat leolvasó kártya és, vagy arcfelismerő rendszer segítségével nyílik, felismerve használóját- személyre szabott – és annak igényeit. Például azt a fényerősséget határozza meg, amit az illető előzetesen beállított...stb.

A kártya nemcsak a kulcs funkcióját tölti be, hanem a bankkártyáét és egyéb más fizető és adattároló eszközök szerepét. Mivel ujjlenyomattal működik, ezért biztonságos, nem ad lehetőséget visszaélésekre.

A belső térben az összes ajtó alatt elhelyezkedő küszöb állítható magasságú, csakúgy, mint a vizesblokkoknál lévő – bidé, wc, mosdókagyló – szaniterek.

Telefonos applikáció segítségével, akár előre be is állítható és személyre szabható az épület, még hazaérkezésünk előtt. Adott falak mozgatásával, nem elképzelhetetlen, hogy a ház belseje teljesen átalakul, amire a házigazda hazaér.

Terveink szerint létrehozunk olyan bútorokat, amelyek mérik a pulzust, előre jelzik esetleges egészségügyi problémák lehetőségét.

2.3. Mobilitás a belsőben

Terveink szerint megvalósítunk egy olyan mozgatható térmodulátort, amely belsejében egy központi számítógép kerül elhelyezésre, a ház egyfajta agyaként.

Hőkamerák és infrakamerák elhelyezésével kiszűri a baleseteket és az illető életfunkcióit vizsgálja. Különböző illatok, szagok és színek létrehozására is képes, szem előtt tartva az egyén igényeit. A falba épített monitor segítségével az idősök könnyedén használhatják azokat a programokat - hangvezérléssel -, amelyeket egy számítógép bonyolult kezelése miatt jelenleg nem feltétlenül használnak, pld. SKYPE, VIBER, FACEBOOK.

A fal, orvosi szempontból is fontos lehet, hiszen a nem kívánatos esetek időpontjában, automatikusan jelet ad le a legközelebbi kórház, rendőrség, tűzoltóság felé, jelezvén, valami olyan esemény zajlik éppen, ahol külső segítségre van szükség. Beépítésre kerülne egy gyógyszeradagoló is, amelyet ugyan egy nővér, vagy családtag adagol be, akár 3 hétre előre is, de fizikálisan nem kell jelen lenni a nap minden szakaszában, hogy figyelmeztetve legyen a beteg gyógyszerének bevitelére, hiszen a fal ekkor színt bocsájt ki, adott esetben hangot is és kinyílik az a fiók, amely tartalmazza a megfelelő gyógyszert. Jelzés kifelé csak abban az esetben megy, ha az illető nem vette be a tablettát.

3. Következtetések

Az orvosokból, pszichológusokból, pedagógusokból és mérnökökből álló transzdiszciplináris kutatás lényege, hogy a SMART HOME-ok adta lehetőségeket felhasználva olyan foglalkoztató teret hozunk létre, amely intelligenciája mentén a vizualitást, az automatizálást, valamint a komfortérzetet is pozitív irányba befolyásolja.

A szocializálódott ember vágya az, hogy különböző közösségekhez tartozzon, amelyek természetes vágyait képesek kielégíteni és ezeket a közösségeket, ha nem is mindig személyes, fizikális értelemben tesszük elérhetővé, de virtuálisan megoldást keressünk hozzá. Véleményünk szerint az intelligens terek nem pusztán automatizált tereket jelentenek, hanem jó tematikával ellátott válogatott impressziók sokasságát.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1]. P. Baranyi and A. Csapo: *Definition and Synergies of Cognitive Infocommunications*. Acta Polytechnica Hungarica, vol. 9, 67–83, 2012.
- [2]. P. Baranyi, A. Csapo, Gy.Sallai: *Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)*. Springer International Publishing Switzerland 2015.
- [3] I. Horvath, Z. Kvasznicza: *Innovative engineering training - Today's answer to the challenges of the future*, 2016 International Science Education Conference, Venice, Italy, 2016 IABC, 2016 IEC & 2016 ISEC Proceedings, 466-472.
- [4] I. Horvath, Z. Kvasznicza: *Educational methods assisting the improvement of the competitiveness of Software Engineering Education*, 9th European Conference on Software Architecture (ECSA 2015), Dubrovnik/Cavtat, Croatia, September 7-11 2015.

CSALÁDI HÁZ ALTERNATÍV ENERGIAELLÁTÁSA

ALTERNATIVE ENERGY USE OF A RESIDENTIAL HOUSE

Kovács Ágota

*Debreceni Egyetem Műszaki Kar Műszaki Menedzsment és Vállalkozási Tanszék,
Cím: 4028, Magyarország, Debrecen, Otmető utca 2-4., Tel.: +36 (52) 415-415,
kovacs.agota94@gmail.com*

Abstract

Nowadays, alternative energy use receives more and more attention. Price increase of fossil fuels and environmentally friendly lifestyle inspire owners of residential houses to invest in alternative systems. This study examines how cost-effective it is, - in case of a residential house,- to invest in solar systems, (without any grant subsidy).

Keywords: alternative energy, solar panel, cost-effectiveness

Összefoglalás

Az alternatív energiafelhasználás napjainkban egyre inkább előtérbe kerül. A fosszilis energiaforrások árának emelkedése, a környezettudatos életmód arra ösztönzik a családi házak tulajdonosait, hogy megújuló energiával működő rendszerekbe ruházzanak be. A tanulmányunkban azt vizsgáltuk, hogy egy családi ház esetében mennyire költséghatékony önerőből – pályázati támogatás nélkül - napenergia rendszerbe beruházni.

Kulcsszavak: alternatív energia, napelem, költséghatékonyság

1. Bevezetés

Rohamosan fejlődő világunkban egyre nagyobb figyelmet kap az alternatív energia használata. A XXI. században a fosszilis energiaforrások kimerülése, ezek emelkedő árai, valamint a használatukból adódó környezetszennyezés, egyre inkább arra ösztönzik a lakosságot, hogy környezettudatosan éljenek, valamint takarékoskodjanak az energiával.

Egyre több családi ház tulajdonosa gondolkodik el azon, milyen alternatív módon tudná csökkenteni az épület rezsiköltségeit, és hogyan növelhetné az energiahatékony-ságot. Ehhez próbálunk segítséget nyújtani gazdaságossági számítással, költségelem-zéssel.

2. Alternatív energiahasználat lehetőségei családi házaknál

Magyarországi családi házak esetében a következő alternatív energiák használata kerülhet szóba:

- napenergia (napelem, napkollektor)
- szélenergia (szélgenerátor)
- geotermikus energia (hőszivattyúk)
- biomassa (pellettkazán)

Magyarországon egyre több vállalkozó szellemű háztulajdonos telepít családi házában tetejére napkollektort vagy napele-met.

Magyarország adottságai a napenergia-hasznosítás szempontjából kedvezőek, az évi napsütéses órák száma: 1900-2200, a beeső napsugárzás éves összege átlagosan

1300 kWh/m² [1]. A MEKH adatai szerint, a háztartási méretű kiserőművek száma 2013 óta évről évre duplázódik. 2015 végén mintegy 15136 db háztartási méretű nap-erőmű csatlakozott a villamosenergia-hálózatra [2].

3. A vizsgált beruházás előzményei

3.1. A családi ház adatai

A Hajdúszoboszlón 1986-ban épült téglalapítmű családi ház hasznos alapterülete 143 m². A tulajdonos a homlokzatot 5 cm vastag expandált polisztirol táblákkal, a födémeket pedig 25 cm vastag üveggypattal szigetelte a 2000-es évek elején. Tapasztalata szerint az energiaköltségek (áram-, gázszámla) így 40%-kal csökkentek. 2009-ben a fa nyílászárókat, háromrétegű műanyag ablakokra cserélte ki. Ez mintegy 10-15%-os energiacsökkentéshez vezetett

A lakásban tartósan élők száma 2 fő, évente 1 hónapra 5 főre bővül.

3.2. Napeleemes beruházás indokai

A tulajdonos az alábbiak miatt kezdett a fotovillamos elemek beruházásába:

- az épületet így magasabb energiaosztályba lehet besorolni;
- környezettudatosság;
- a villamos energiafogyasztását részben/teljesen ki lehet váltani megújuló energiaforrások felhasználásával működő termelő berendezéssel, illetve az elszámolási időszakban keletkező többlettermelés értékesítése;
- véleménye szerint nem igényel karbantartást a napeleemes rendszer;
- öt éves megtérüléssel számolt;
- rendelkezett a beruházáshoz szükséges tőkével [3].

4. Költségek és számítások

A költségeket és a beruházás időbeni megtérülését vizsgáltuk

4.1. Energiaköltségek

A családi ház éves gázfogyasztása a be-
ruházás előtti időszakban:
 $2100 \text{ m}^3/\text{h} * 120 \text{ Ft}/\text{m}^3 = 252.000 \text{ Ft}/\text{év}$

Korábbi éves villamos áramfogyasztás:
 $2746,7 \text{ kW} * 50,97 \text{ Ft}/\text{kW} = 140.000 \text{ Ft}/\text{év}$.

Ekkor üzemelő készülékek:

- 1 db Ariston Clas Premium EVO 24FF gázkazán (24 kW, 2,8 m³/óra);
- általános háztartási elektromos berendezések, klíma még nem volt.

4.2. Beruházási költségek

A családi ház tulajdonosa 2015 elején 21 db napelem (5 kWp-os rendszer) megvásárlása mellett döntött. A fotovillamos rendszert a lakóház és a mellette lévő melléképület tetejére építtette ki.

Az **1. táblázat** mutatja, hogy a napeleemes rendszer megvásárlása és telepítése folyamán és azt követően milyen költségei merültek fel a tulajdonosnak.

1. táblázat. A beruházási költségek (Forrás: saját szerkesztés)

Megnevezés	Mennyiség (db)	Ár (Ft)
Napelem (Trina típusú polikristályos) teljesítménye 240 W	21	1.080.000
Inverter (FRONIUS IG TL 5 tip.) névleges teljesítménye 5040 W	1	232.500
Szerelési anyagok, biztonsági szerelvények		310.000
Szerelési költség		180.865
Villanybojler (Ariston Velis VLS 100 Erp)	1	61.999
Szerelési költség, anyagok		40.000
Klíma (LG E09EM Comfort inverteres split)	1	182.880
Klíma (Samsung AR09 HSFBSWK NZE Good2 inverteres split)	1	249.935
Szerelési költség, anyagok		120.000
Összesen + ÁFA		2.458.179

A napeleemes rendszer üzembe helyezése után:

A fotovillamos cellák által egy év alatt termelt energia: 4215 kWh/év. Ez jóval több, mint amennyire szüksége volt korábban a tulajdonosnak. A tulajdonos korábban azt tervezte, hogy a többletenergiját eladja az áramszolgáltatónak. Erre egyszer, az éves

leolvasás után kerül sor. Ehhez számlaképesnek kell lenni valamint adózni kell a bevétel után. A családi ház tulajdonosa, csak utólag, a napelemek megvásárlása után szembesült ezzel a ténnyel. Mivel nem volt számlaképes, ezért új, elektromos eszközöket vásárolt, hogy a megtermelt, többlet-energiát felhasználja. (Itt fontos megjegyezni, hogy ne legyen túlméretezett a napelemes rendszer.)

Újonnan használatba vett eszközök:

- 1 db 2,5 kW-os hűtő-fűtő klíma és 1 db 3 kW-os hűtő-fűtő klíma.
- 1 db villanybojler (a gázkazán vízmelegítésre nem használják)

A klímákat az első évben csak hűtésre használták. Az első év végén a villanyóra leolvasásakor 729,4 Kw/h (13.100 Ft) többlettermelése volt a tulajdonosnak. Ekkor döntött úgy, hogy a klímákkal fűteni is fog. A gázkazán így december 1 – február 15-ig van használatban, a gázfogyasztásuk jelenleg 850m³/év * 120Ft/m³ = 102.000 Ft/év

Az inverteres klímaberendezések fűtésre -15 °C-os külső hőmérsékletig működtethetőek biztonságosan. A két klímaberendezés nem tudja az épület alsó szintjét felmelegíteni, ezért kiegészítő fűtésre (gázfűtésre) sokszor szükség van.

4.3. Megtérülés számítás

Az éves energiamegtakarítás a következő módon adódik: Megtakarítás = gázfogyasztás különbözete + elektromos fogyasztás különbözete (+ az elektromos többlettermelés értékesítése). Számokkal:

Régi gázfogyasztás- új éves gázfogyasztás: 252.000 Ft – 102.000 Ft = 150.000 Ft/év.

Régi áramszámla: 140.000 Ft/év, jelenleg 0 Ft. Az éves megtakarítás 303.100 Ft.

A számításunkhoz Bánóczy és szerzőtársai által is alkalmazottak szerinti készítettük el [4] nettó jelenérték (NPV) számítás. Ezzel az eljárással a projekt hasznos élettartalma során történő pénzmozgások hasonlíthatók össze és ezek összegezhetőek

is. A nettó jelenérték egy adott kamatláb melletti diszkontált jövedelmet jelent. A számításnál figyelembe vettem, hogy a beruházás utáni minden 10. évben egy új inventert kell vásárolni, ugyanis az inverter élettartalma körülbelül ennyi időt tesz ki. Ezen felül a klímákat minden évben karbantartani, tisztítani kell, ami plusz kiadást jelent [5].

Egy beruházás nettó jelenértéke a megvalósítás T0 időpontjában egyenlő a beruházáshoz kapcsolódó nettó pénzáramok nettó jelenértékével:

$$NPV = -I_0 + \sum_{i=1}^n (R_i - D_i)(1 + t)^{-i} + V_n(1 + t)^{-n}$$

ahol:

- n = a projekt élettartam periódusainak (éveinek) száma
- I₀ = kezdő pénzáram T₀ időpontban (a beruházás megvalósítási költsége),
- R_i = az i. periódus működési bevétele (hozama),
- D_i = az i. periódus működési kiadásai,
- R_i - D_i = az i. periódus nettó cash flow-ja,
- t = diszkontráta,
- V_n = a beruházás maradványértéke T_n időpontban.

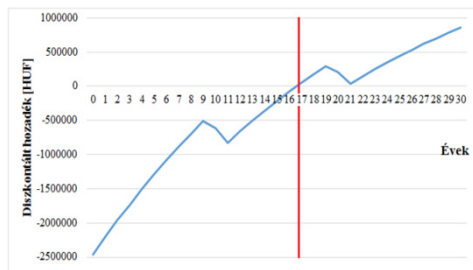
A beruházás megtérülő, ha az NPV > 0 [6].

5. Eredmények

A számítások eredményeit a 2. táblázat és az 1. ábra szemlélteti.

2. táblázat. Napenergia megtermelése (Forrás: saját szerkesztés)

Évek	Bevétel	Kiadás		Bevétel		cumdiszkhoz
		Kiadás	Kiadás	diszfakt	diszk hoz	
0	0	2458179	-2458179	1	-2458179	-2458179
1	290000	30000	260000	0,9709	252427,1845	-2205751,8155
10	264920	400000	-135080	0,7441	-100512,2060	-612976,6944
11	262271	552815	-290544	0,7224	-209895,1674	-822871,8618
16	249417	30000	219417	0,6232	136733,4203	-79595,9318
17	246923	30000	216923	0,6050	131241,9825	51646,0507



1. ábra. Napelemes rendszer megtérülésének ideje grafikonnal ábrázolva (Forrás: saját szerkesztés)

Az 1. ábra jól szemlélteti, hogy a megtérülés legjobb esetben 16,5 évnél lesz, ha nem számoljuk az inflációt és az áram átvételi díjak változását. Minden 11. évben törés látható, amelyek az inverter cseréje miatt keletkeznek. Ha a klímákat hűtésre és fűtésre is egyaránt használjuk, akkor az alkatrészek gyorsabban használódnak el, ezért a karbantartásra, tisztításra különösen oda kell figyelni (évi kb. 20.000 Ft). A fogyasztónak számolnia kell a napelemek esetleges meghibásodásával, ezek javítása olyan plusz költségként merül fel, amellyel nem lehet előre tervezni és számolni. A napelem rendszerek összeteljesítménye mindig a leggyengébben teljesítő napelemtől függ. Ezért is fontos, hogy ne érje a paneleket árnyék, ne legyen rajtuk szennyeződés. Folyamatos figyelmet, karbantartást igényelnek.

Mindezek mellett a napelemek évi 1 %-os degradációját is figyelembe kell venni (2. táblázat). Elemi károk (villámcsapás, jégeső) is érhetik a napelemes rendszert. Lehet rá biztosítást kötni, bár így a megtérülési idő növekedni fog.

6. Következtetések

A családi házak energiafogyasztása minden évben jelentős összegbe kerül. Cikkünkben megvizsgáltuk, hogy egy családi ház esetében hogyan tudnánk ezeket az összegeket alternatív energia (napenergia) segítségével csökkenteni. Meggyőződésünk

szerint számlaképesség hiányában különösen figyelni kell arra, hogy csak olyan napelemes rendszert építsünk ki, amely nincs túlméretezve. A beruházóknak a felmerülő többletköltségekkel (javítás, karbantartás, a rendszer degradációja) is számolni kell. A napelemes rendszerek telepítése előtt érdemes konzultálni szakemberrel, tisztában kell lenni a jogszabályi háttérrel (engedélyeztetés, elszámolás az áramszolgáltató felé, adózás).

Amennyiben nem rendelkezünk, megfelelő alaptőkével vagy tovább szeretnénk csökkenteni a beruházási költségeinket érdemes a kormány által meghirdetett pályázatokat igénybe venni, amelyek segítségével a megtérülési idő akár a felére is csökkenthető.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Farkas, I.: *A napenergia hasznosításának hazai lehetőségei*. In.: Magyar Tudomány. 2010. 8. sz. p. 937-946.
- [2] *Összefoglaló a nem engedélyköteles – ezen belül a háztartási méretű kiserőművek adatairól*. In.: http://enhat.mekh.hu/wp-content/uploads/2015/10/osszefoglalo_nem_engedelykoteles_kiseromuvek_adatairol.pdf (Letöltés ideje: 2017.02.11.)
- [3] Kovács, Á., Jenei T.: *Napenergia használata villamosáram termelésre egy családi házban vizsgálva* In: International Journal of Engineering and Management Sciences (IJEMS) Vol.1. (2016). No.1.
- [4] Bánóczy, E. [et al]: *Simulation of building renovation's returnenergy plus*, In: Environmental Engineering and Management Journal 13: (11) 2014. pp. 2743-2748.
- [5] *Napelem inverterek* In: <http://napeleminverter.hu/> (Letöltés ideje: 2017.02.05. 17:48)
- [6] Pucsek, J.: *Pénzügyi és számviteli kontrolling*, In: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/0007_e7_penzugyi_es_szamviteli_kontrolling_scorm/netto_jelenertek_npvt_sBT_MLDyvGqy1Dp5a.html (Letöltés ideje: 2017.02.07 16:53)

KÜLÖNLEGES LŐFEGYVERCSÖVEK KÁROSODÁSELEMZÉSE

FAILURE ANALYSIS OF HIGH PERFORMANCE GUN-BARRELS

Kovács Dorina¹, Dobránszky János²

¹BME Gépészmérnöki Kar, Anyagtudomány és Technológia Tanszék, Magyarország, 1111 Budapest, Műgyetem rakpart 3. tel: +36 1 463-1114, dorina@eik.bme.hu

²MTA–BME Kompozittechnológiai Kutatócsoport, Magyarország, 1111 Budapest, Műgyetem rakpart 3. tel: +36 1 463-1934, dobranszky.janos@eik.bme.hu

Abstract

The rifle has some main parts: the barrel, which controls the way of bullet; the cock primes the shot; the gunlock closes the backside of the barrel; the stock unites the parts of weapon and the sights used for aiming. The mostly damaged part is the barrel, especially inside, because the steel is corroded by the gases from the burning of powder. Besides the friction between the bullet and the wall, the high temperature and the atmospheric corrosion cause failures too. Scanning electron microscope and EDS analysis were used for the chemical composition analysis than LECO CS-400 Carbon Sulfur Analyzer for determining the carbon and sulphur content. Cross-sectional and longitudinal cut specimens were prepared for the analyses. Pollution and combustion products on the surface were analysed with SEM-EDS and X-ray diffractometry. During the metallographic investigation a characteristic crack network was revealed in case of samples coming from hybrid barrel at its firing chamber.

Keywords: failure analyses, barrel, corrosion

Összefoglalás

Azokat a távolra ható fegyvereket nevezik lőfegyvereknek, melyek csővéből a lövéskor keletkező gázok feszítőereje löki ki a fémből készült lövedéket. Egy kézi lőfegyver több fő részből épül fel: a puskacsó, amely vezeti a lövedéket; a kakas, mely a lőpor meggyújtási folyamatát indítja el; a zárvat, mely a cső hátulso részét zárja el; az ágy, ami egybefoglalja a különböző alkatrészeket; valamint az irányzókészülék, ami a célbavételt segíti. A károsodásnak leginkább kitett alkatrésznek mindenképpen a puskacsó – annak is a csőfurat felülete – bizonyul, hiszen a puskapor égéséből keletkező gázok maró hatással lehetnek a fémre. A lövedék súrlódása a cső falával, valamint a nagy hőmérsékleti és a légköri korrózió is problémákat okozhat. Három puskacsó anyagának azonosítását és károsodáselemzését végeztük el. Mivel a puskacsövet az elején és végén különböző mértékű hatások érik, ezért mindkét végből történő mintavételezés szükséges. A felületen lerakódott termékek azonosítására elektronmikroszkópot és röntgendiffraktómétert használtunk, továbbá metallográfiai vizsgálatot végeztünk.

Kulcsszavak: károsodásanalízis, puskacsó, korrózió

1. A lőfegyverek tönkremenetele

A puskacsó megfelelő ápolása megőrzi a fegyver hosszan tartó pontosságát. A cső gyors állapotromlását a csappantyú és a lőpor égéséből keletkező, igen agresszív maró anyagok okozzák; ezek belülről erősen kor-

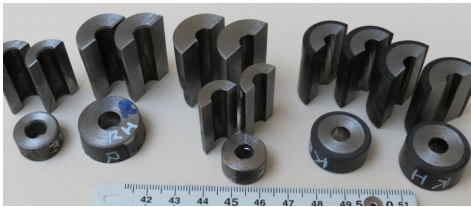
rodálják a cső falát. Ezenkívül a lövéskor keletkező égéstermékek és a lövedékből származó anyagok lerakódhatnak a huzagolási barázdákba, ezáltal eltömítve a lövedék útját. A lerakódott, kis olvadáspontú anyagok a puskacsó falával reakcióba léphetnek, ami korróziós repedéseket okozhat. A löve-

dék és a fal közötti súrlódás hatására kopás, valamint a gyors hőtágulási ciklusok következtében termikus fáradás is felléphet [1,2].

Kísérletek bizonyították, hogy a fegyverápolás jelentősen megnöveli a fegyver pontosságát. Akár 10 000 lövés után is tökéletesen működik, míg egy kezeletlen fegyver egy vadászszezon alatt tönkremegy.

2. Kísérletek

Három, különböző méretű és anyagú puskacsővel dolgoztunk. A mintavételezés során (1. ábra) hűtés nélküli forgácsolást alkalmaztunk, aminek az az értelme, hogy a puskacsővön lerakódott szennyeződések ne tűnjenek el a vízzel történő hűtés következtében, illetve további korrózió és egyéb szennyeződés ne keletkezzen az anyagon.



1. ábra A puskacsővekből esztergálással és fűrészeléssel kivágott vizsgálati minták

A mintákat a puskacsők torkolatától (a továbbiakban: eleje) és a töltényűr felőli végéből (a továbbiakban: hátulja) vettük, összehasonlítva az eltéréseket.

2.1. Mikroszkópi vizsgálat

A puskacsőanyagok kémiai összetételének spektrométeres elemzésével – az 1. és a 2. táblázat adataiból – megállapítottuk, hogy egy cső anyaga nemesíthető acél, ket-tő pedig martenzites korrózióálló acél, melyek egyikét kompozitköpeny erősít.

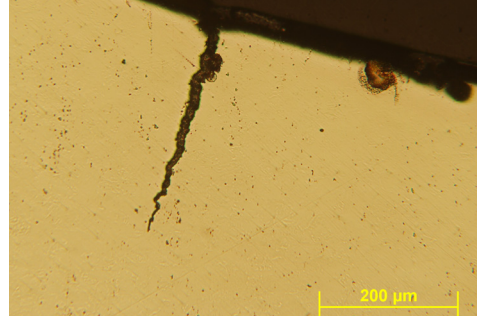
1. táblázat Nemesíthető acél anyagösszetétele

C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni
0,690	0,253	0,657	0,182	0,007	0,064

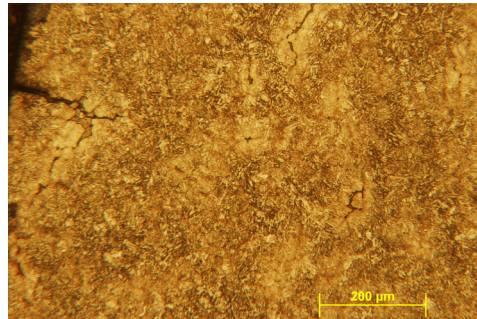
2. táblázat A rozsdamentes acél cső összetétele

C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni
0,240	0,54	0,83	11,97	0,102	0,094

A mikroszkópi vizsgálatok során a puskacső hátuljánál, azaz a töltényűr utáni részen repedéseket észleltünk (2–3. ábra).



2. ábra. Repedés a maratlan martenzites rozsdamentes acélon



3. ábra Repedések és kiválások hálózata, martenzitesre edződött részek

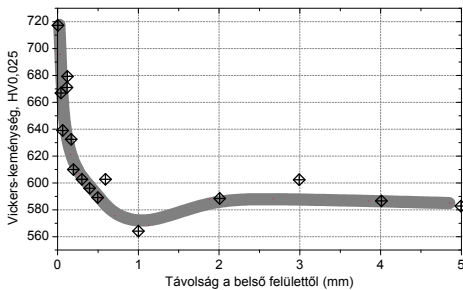
A hőfáradás olyan anyagkárosodás, melynek során a ciklikusan váltakozó hőterhelés (hő- és mechanikai terhelés) váltakozó képlékeny alakváltozást idéz elő az anyag felületközeleli rétegeiben, a külső és a belső anyagrészek eltérő és akadályozott hőtágulása következtében. A hőlökés hatására kialakuló hőfeszültség – különösen egyidejűleg ható mechanikai terheléssel – az anyag folyáshatárát elérő feszültséget, az akadályozott alakváltozás pedig repedést, sőt törést eredményezhet. Természetesen a

visszahülés folyamata levegőn lassabban következik be, mint az azonnal fellépő felmelegedés. Ez a jelenség csak a lőpor gyújtásának a helye körül okozott problémát, a puskacső elején repedések már nincsenek [2, 3, 4].

2.2. Metallográfiai vizsgálat

A keménységmérést a puskacső belső furata felőli oldalától kifelé végeztük. A repedésekből kiindulva feltételeztük, hogy a belső átmérő mentén keményebb lesz az anyag, így ennek csökkenése rövid távon bekövetkezik. Beigazolódott, hogy a cső keménysége a belső átmérő mentén valamivel nagyobb, mint a külsőjénél, tehát keményedés történt, aminek a hőmérsékletváltozás volt a kiváltó oka. Ez mindegyik mintára igaz, a károsodástól függetlenül.

A hibrid kompozit puskacső hátuljából kivett keresztcsiszolati minta keménységváltozási diagramja látható a **4. ábrán**.



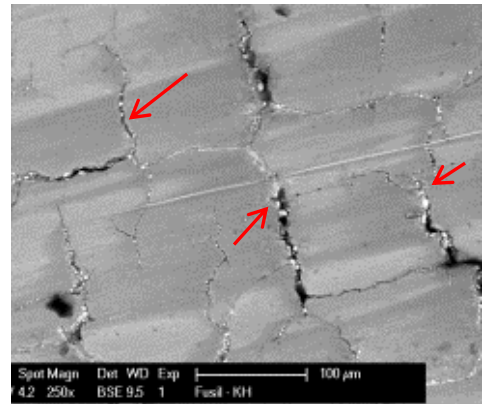
4. ábra Keménységváltozás a kompozitköpenyes hibrid puskacső acél anyagában

Az 590 HV_{0,025} alapkeménységhez képest a 700 HV_{0,025} fölé növekedő keménység oka valószínűleg nem más, mint az újraausztenítésedés utáni edződés. Ez pedig azt is jelenti, hogy a puskacső belső felületének hőmérséklete megközelítette az 1200°C-t, ugyanis a Fe-Cr-C pszeudobinér fázisdiagramok [5] szerint közel ekkora hőmérséklet kell az ausztenítésedés megindulásához.

2.3. A korróziótermék vizsgálata

A csőben talált korróziótermék lerakódás vizsgálatához a hosszmetzeti mintákat használtuk. Mindegyiken megfigyelhetők a huzagolás nyomai, illetve a cső elejétől és hátuljától függően a különböző mértékű lerakódások, illetve néhol a repedések is láthatók.

A puskacső különböző részei jól elkülöníthetők a felvételek alapján: az elején sokkal élesebb az oromzat és a barázda közötti határvonal, míg a hátuljánál az élek sokkal lekerekedettebbek. A repedésekben előszertettel tapadnak meg az égéskor és a lövedék felületéről felszabaduló anyagok (**5. ábra**), amelyek fokozhatják a repedés-terjedést. Lerakódások mindhárom puskacső belsejében egyaránt fellelhetők [6].

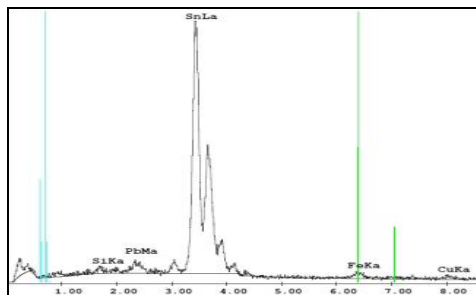


5. ábra A kompozitköpenyes puskacső repedései és a bennük megtapadt lerakódások

A repedésekben megtapadt anyagok összetevőit EDS-sel elemeztük (**6. ábra**). Az eredményekből kiderült, hogy a lerakódások nem a lőpor égéséből, hanem a lövedékből származó fémek, pl. ón és ólom kerültek oda, mégpedig olvadékok olvadékok állapotban.

A lövedék kismértékű képlékeny alakváltozást szenved, hiszen a szakirodalom [7] szerint az ónt a lövedékmag keményítésére használják, de a súrlódásnak és az ebből eredő felmelegedésnek és felületi meg-

olvadásnak köszönhetően apró szemcsék kiszakadnak belőle a lövés során.



6. ábra Az 5. ábrán látható fehér színű lerakódások EDS spektruma főleg Sn-t mutat

Az ón jó korrózióálló, nedves levegőn nem oxidálódik, ezenkívül ellenáll a szerves savaknak. A legtöbb lövedék magjának alapanyaga ón-ólom ötvözet, azonban megjelenik mellette réz is, ami szintén a lövedék anyagából származik, hiszen ezek mellett ónbronzzokat is alkalmaznak.

Az ólommal szemben több előnyös tulajdonsága miatt is alkalmazzák manapság az ónbronzzokat. Az ónalapú fehérfévek kopásállósága valamivel nagyobb az ólomalapútól. A súrlódási tényezőjük csökken a hőmérséklet növelésével, ha eközben az ötvözet túlságosan nem lágyul ki. A lágyulás a súrlódási tényező hirtelen növekedését okozza. Kedvezőtlen hőmérsékleti viszonyok között ($> 80^{\circ}\text{C}$) ónalapú fémeket célszerű használni.

3. Következtetések

A vizsgálatok során feltárt repedésekből, az edződés hatására kialakuló keménységváltozásokból egyértelműen megállapítható, hogy a lövedéksúrlódás kiváltotta hőmérséklet-változás nagy hatást gyakorol a puskacsövekre. A lövés pillanatában képződő hő nem lehet jelentősen befolyásolni. Ahhoz, hogy ezek a repedések ne jelenjenek meg, a hőterhelés és a hőfáradás hatását jól bíró anyag kiválasztása vagy a belső felület hőhatására történő érzékenységeinek csökkentése a lehetséges elvi megoldás.

A minták között alkalmazott rozsdamentes acél alapanyaga 12% krómot tartalmaz, erősen ötvözött acélnak minősül, keményebb és szilárdabb anyag a szénacélnál, mégis ez bizonyult a legsérülékenyebbnek. A felületközeli zóna keményedésének jelensége mindegyiknél fellépett.

Ebből adódik az a következtetés, hogy egy keményebb felületi réteg talán megakadályozható, vagy csökkenthető a repedésképződést.

Ehhez különböző felületkezelési eljárások alkalmazhatók, például a nitridálás. Ennek és más lehetséges felületkezeléseknek a működőképességét a jövőben célszerű kísérletileg is ellenőrizni.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Piroska Gy: *A belballisztika fő feladatának numerikus megoldásra alapuló modell megalkotása porózus lőporokra*. PhD-értekezés, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 2005.
- [2] Artinger I, Kator L, Romvári P: *Fémek technológiája*. Műszaki Könyvkiadó. Budapest. 1972.
- [3] Degerness MK: *Composite structural member*. US Patent 6889464 B2, 2005.
- [4] Olin Mathieson: *Composite firearm barrel comprising glass fibers*. US Patent US2847786, 1958.
- [5] Lima MSF, Espirito Santo AM: *Phase transformations in an AISI 410S stainless steel observed in directional and laser-induced cooling regimes*. Mat. Res. vol.15 no.1 São Carlos Jan./Feb. 2012 Epub Jan 31, 2012.
- [6] Carbon fibre gun barrel. US Patent, US4646615 1987.
- [7] Kovács Dénes: *Vadásztöltény- és lőtechnikai ismeret*. Natur Műhely Kiadó (Budapest), 2004
- [8] Szilágyiné Biró A, Nagy D, Kocsisné Baán M: *A gáz és plazma közegű karbonitridálás összehasonlítása a kialakult rétegmélység szempontjából*. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XVIII. Kolozsvár, 2013. pp.387–390.
- [9] Török T, Barta E: *Fémes és szervesetlen bevonattechnológiák*. Miskolci Egyetem, 2012/2013.

MUTÁLÓDÓ ÉPÍTETT ÖRÖKSÉGÜNK – MIGRÁCIÓ, MULTIKULTURALIZMUS, ÉPÍTÉSZEZET

OUR MUTATING BUILT HERITAGE – MIGRATION, MULTICULTURALISM, ARCHITECTURE

Kovács Péter¹, Kósa Balázs², Molnár Tamás³, Sódar Norbert⁴

Pécsi Tudományegyetem, Műszaki és Informatikai Kar, Vizuális Ismeretek Tanszék,
7624, Pécs, Boszorkány u. 2.

¹kope.hun@gmail.com

²kosa.balazs@mik.pte.hu

³tmolnar@mik.pte.hu

⁴norbert.sodar@gmail.com

Abstract

In Hungary's history, there has been a constant coexistence of different cultures. This has resulted in an architectural heritage of buildings constructed, adapted, and inhabited by different ethnic groups during their history. In what way can a structure built by invading forces become an integral part of a nation's cultural heritage?

Assessment of contemporary projects in multicultural settings: what challenges does architecture face in designing these projects, and by what means can it succeed? What conclusions can we gather from these assessments regarding the design of temporary or permanent buildings with social and humanitarian goals? Can contemporary architecture promote understanding among different cultures?

Keywords: *architecture, built heritage, multiculturalism,*

Összefoglalás

Magyarország történelme kezdetétől sok nép otthona. Ennek eredményeképpen épített örökségünket olyan épületek alkotják, melyeket fennállásuk során különböző népcsoportok építettek, használtak és alakítottak. Milyen módon válhat egy hódító hatalom emelte épület nemzeti és helyi identitásunk meghatározó elemévé?

A kortárs építészet elemzése multikulturális közegben: milyen kihívásokkal szembesül az építészet e helyzetben, és milyen eszközök vihetik sikerre? Milyen tanulságokat vonhatunk le szolidáris rendeltetésű épületek tervezésére vonatkozóan? Segítheti az építészet a kultúrák közti párbeszédet?

Kulcsszavak: *építészet, épített örökség, migráció, multikulturalizmus.*

1. Multikulturalizmus a magyar építészettörténetben

1.1. A multikulturális építészet aktualitása

A multikulturalizmus jelensége az elmúlt évek eseményei nyomán a laikus és építész szakmai sajtó figyelmének középpontjába került. A kibontakozó humanitárius katasztrófa arra sarkallja az építészársadalmat, hogy a krízishelyzetben újabb és újabb eszközöket fejlesszen az áldozatok lakhatásának biztosítására.

Jelen dolgozatban a multikulturalizmus és népvándorlás más építészeti vetületét vizsgáljuk: építészettörténeti forrásokban keressük a kultúrák közötti érintkezést építészettörténet lenyomatait, ezek tanulságait vonjuk le és alkalmazzuk gyakorlatban.

1.2. A multikulturalizmus megjelenése az építészetben

A multikulturalizmus szó jelentését vizsgálva arra a következtetésre juthatunk, hogy egy igen tágan definiálható jelenséggel állunk szemben. Magyarország történelme folyamán mindig is több népnek adott otthont – köszönhető ez az első és második demográfiai katasztrófa utáni betelepüléseknek, betelepítéseknek. Ezen időszakokban nem zajlódhatott le a honfoglalás utáni időkhöz hasonlóan a betelepült népek asszimilációja: nagy létszámban települtek le a magyar lakosságot nélkülöző, kipusztult területekre. Csak a XVIII. század végétől kezdődhetett újból e népcsoportok magyarosodása. E kisebbségek gazdag népi építészeti örökséget teremtettek hazánkban. [1]

Más természetű örökséget hagyott hátra a török hódoltság kora. Ugyan békés együttélésről semmiképpen nem beszélhetünk e hazánk számára tragikus esemény kapcsán, a hátrahagyott tárgyi

emlékek mellett mégis nagyban formálta ez időszak kultúránkat.

Napjainkban a migrációs krízis állítja kihívás elé az építészársadalmat: a humanitárius krízisek megoldása, a kultúrák közötti konfliktusok kezelése, a nemzeti identitás kérdése központi kérdéssé vált a szakmai sajtóban. Az egyre erősödő kiábrándultság a globalizált, multikulturális társadalomban kérdéseket vet fel a kultúrák együttélésének lehetőségéről, annak építészeti, urbanisztikai nehézségeiről. [2]

2. A Gázi Kászim pasa dzsámija építéstörténete.

2.1. A dzsámi építéstörténetének jelentősége elemzésünkben

Ha több kultúra hatását szeretnénk vizsgálni épített örökségünkre, nehéz feladat lenne olyan példát felhozni, mely szemléletesebben tárja elénk eme összefüggéseket, hiszen építésének minden stádiumában nyomon követhető a korszellem és a városba ágyazódott török épület viszonya. Elemzésünk során vizsgáljuk, milyen viszonyt fedezhetünk fel a törökkori épület és annak átépítései, bővítései között – milyen megítélés alá esett építészeti értéke, hogyan alkalmazkodott hozzá a keresztény egyházi építészet és az milyen módon hatott vissza rá. Milyen szerepet töltött be a város identitásában az épület, és hogyan vált napjainkra annak meghatározó elemévé?

2.2. A Szent Bertalan templom és a dzsámi

A mai épület helyén a XII. században épült Szent Bertalan templom egy eredetileg román, majd később gótikus stílusban újjáépült épület volt. A városszövetben betöltött központi szerepe, a város főterén való helyzete hasonló volt a maihoz – eltekintve hagyományos, keletelt tájolását. 1543-ban pusztult el, köveit a dzsámi építéséhez használták fel. [3]

A muszlim épület Mekka felé, délkeletre tájolt, centrális alaprajzú, északnyugati oldalán két előcsarnokkal, nyugati sarkánál minarettel. Gerő kifejtése szerint téves Gosztanyi azon feltételezése, miszerint a minaret különállt a fő tömegtől, továbbá háromkupolás előcsarnokot valószínűsít, más példákból kiindulva. [4]

2.3. Átépitések a XX. századig

A törökök kiűzése után a Jezsuita rend vette tulajdonba az épületet, a kezdeti kisebb javításokat követően 1766-ban fogtak hozzá az első jelentősebb átalakításhoz. A minaretet és az előcsarnokokat elbontották, a bejáratot áthelyezték a délkeleti oldalra. Északnyugatról szentélyt, majd később ennek két oldalán. kápolnát és sekrestyét toldottak az épülethez. – így a templom tájolása megfordult ugyan, de továbbra sem keletelt. A bővítéssel együtt a törökkori templom is barokk stílusjegyeket öltött. Az ezt követő időszakot a templom rendezetlen javításai, homlokzatának és térlefedéseinek idomtalan, provinciális átalakításai határozták meg. [5]

2.4. Modern átépítés és harangtorony

1937-ben pályázatot írtak ki az átalakításra. melynek kiírásban már megfogalmazott igény volt a török templom előtérbe helyezése, a hozzáépítések bontása és azok helyett egységes bővítés tervezése.

A terven szereplő két minaretet mintázó torony megépítésére az időközben előállt rendkívüli helyzet miatt nem került sor, és a háború után sem történt meg. Az azóta eltelt időben a tornyok nélkül vált az épület a modern építészet örök érvényű alkotásává, eredeti terv szerinti megvalósításuk pedig nem felelt volna meg a már finomabb eszközöket preferáló építészeti és műemlékvédelmi gyakorlatnak.

Az építészetileg lehetetlennek látszó feladat ellenére az egyház – némileg érthető módon - mégis igényt tartott rá, hogy

toronnyal egészüljön ki az épület. Dr. Bachman Zoltán 2004-ben megvalósult terve e kihívásokra szokatlan építészeti eszközökkel reagál: mind szerkezetében, mind az azt eltüntető liftmechanizmus tekintetében leválasztja a tornyot az épülettől és magától a fizikai világtól: nem épületként, inkább annak szimbólumaként jelenik meg, így kerüli el az összetűzést az újabb elemet nem tűrő együtessel.

2.5. Az építéstörténet tanulságai a multikulturális építészet vonatkozásában.

A templom építéstörténetén végigtekintve azonnal szembeötlő egy evolúciós folyamat a törökkori épület megítélése tekintetében. A kezdeti kényszerű alkalmazkodást, mely elkerülhetetlen volt a demográfiai katasztrófa után, olyan időszak követte, mely alatt az épület, a korabeli európai építészet köntösébe bújtatva ugyan, de évszázadokon át a helyi hitélet központjaként működött. Itt még nem beszélhetünk az iszlám építészet értékeinek tiszteletéről vagy befogadásáról, ám kétségtelen, hogy ez idő alatt a megszokás ereje, a tragikus múlt kellő távlatba kerülése előkészítette az ehhez vezető utat.

Mint az az 1937-es pályázat kiírásából is megtudtuk, már fel sem merült a barokk és későbbi bővítések megőrzése, a török épület értékei vették át a főszerepet. Röviddel az 1933-as athéni charta után járunk, mely a történeti értékek korszaktól független megóvását javasolja, mai gyakorlatunkkal pedig teljesen ellentétes ilyen horderejű változtatás – mégis nehéz ma másképp elképzelni Pécs főterét.

Kimondhatjuk tehát, hogy az épület sikeresen közvetítette a város lakói felé egy másik kultúra művészeti értékeit. Hogy csak egy művészeti alkotás befogadásáról beszélünk, vagy a két kultúra közeledéséhez is hozzájárult e folyamat, nehéz megállapítani. Ugyanakkor elképzelhető,

könnyebb elfogadnunk olyan kultúrát, melynek művészeti értékeivel nap mint nap szembesülünk, azonosulunk.

3. Multikulturális, ökumenikus szakrális terek tervezése

3.1. A tervezés célkitűzése

Multikulturalitás hallatán gyakran sok nemzet képviselői lakta világvárosok képe ötlik szemünk elé, pedig a kulturális sokszínűség más léptékben és részvevőkkel is megjelenhet. Orfű festői fekvésű üdülőfalujában osztozik a természeti és épített környezetben a sokadik generációs falubeli, a környező vagy távolabbi településekről érkező nyaralók, a zenei fesztivál sokszínű közönsége, és a Mecsek vidékéhez vonzó, egyre sokasodó holland letelepedők. Ezek a szereplők szintén eltérnek viselkedésükben, épített környezetükhöz fűződő viszonyukban.

3.2. A tervezési folyamat

Miután megfogalmaztuk a célt – olyan tér, mely helyet ad akár a magányos elmélyülésnek, akár egy házasság megkötésének, csendes őszi reggeleken vagy a zenei fesztivál forgatagában – workshopot szerveztünk a tervek megalkotására. Fontosnak éreztük a tervezési folyamatba minél több, eltérő háttérű résztvevőt bevonni, az egyéni tervezői elképzelések helyett közösségként alkotni. A tervezést asszociációs gyakorlattal kezdtük, ahol a szakrális és természeti terek kapcsolatából, a helyszínen tapasztalt benyomásokból kiindulva gondolati képeket, hívószavakat kerestünk, melyekben megtestesülnek a környezet és a megálmodott épület tulajdonságai.

A funkciót tekintve egyszerűsége adja univerzalitását: olyan befogadó épületet alkottunk, mely valóban szabadon felhasználható bárki által, aki a természetben rálel: nem sugall fix programot kialakítása, berendezése, a

befogadó maga alakítja a használat módját. Így a ceremoniális igényekhez alakítható, alkalmazkodó, de végletekig egyszerűsített teret kaptunk.

4. Következtetések

Mind a történeti áttekintésből mind tervezési feladatunkból levonhatók olyan következtetések, melyek általános érvényűek és a kortárs építészet hasznára válhatnak. Megállapíthatjuk, hogy korunkban nem létezik olyan tervezési feladat, ahol ne játszana szerepet a multikulturalitás valamely fokban. Tervezési folyamatunkban tekintettel kell lenni az épületet használók sokszínűségére. Tudatában kell lennünk az építészeti kulturális közvetítő szerepére. Különösen igaz ez a migrációs krízis, vagy akár a kisebbségeket célzó fejlesztések tekintetében. Az építészeti még a legnagyobb szükség esetében sem lehet pusztán a fizikai igények kielégítésének eszköze, mindig hordoz kulturális üzenetet. Végül megállapítottuk, a tervezés közösségi szintre emelése megfelelő koordináció mellett hatékony eszköze lehet az inkluzívabb épített környezet létrehozásának.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Tóth Pál Péter: *Bevándorlás Magyarországra* – Kisebbségkutatási könyvek. Lucidus Kiadó, Budapest, 2006, 49–118.
- [2] *Reporting from the Front* – 15. Mostra Mostra Internazionale d'Architettura. 2016
- [3] Gosztanyi Gyula: *Pécs Műemlékei: A városteplom építéstörténete*. Dunántúli Pécsi Egyetemi Könyvkiadó és Nyomda R.-T., Pécs, 1942, 18–35.
- [4] Gerő Győző: *Az oszmán-török építészeti Magyarország (dzsámik, türbék, fürdők)*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1980, 49–53.
- [5] Gosztanyi Gyula: *Pécs Műemlékei: A városteplom építéstörténete*. Dunántúli Pécsi Egyetemi Könyvkiadó és Nyomda R.-T., Pécs, 1942, 37–54.

ÉPÜLETVÉDELEM NAGY ENERGIA ELNYELŐ KÉPESSÉGŰ ANYAGOKKAL

HIGH-ENERGY ABSORBING MATERIALS FOR OBJECT PROTECTION

Kovács Tünde

*Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,
Gépészeti és Biztonságtudományi Intézet, Cím: 1081, Magyarország, Budapest
Népszínház utca 8; kovacs.tunde@bgtk.uni-obuda.hu*

Abstract

In the European Union nowadays many terror attacks happen. In the last century designed old, maybe world heritage or critical infrastructure buildings use sometimes for public service offices, was planned without the calculation of the special shock load. The protection of these buildings is impossible by new curtains construction without the townscape changing. The new high-energy absorbing materials can be useful to increase the defence capabilities of these buildings. The new composites and metals foams materials innovated by material science could be suitable.

Keywords: critical infrastructure, blast protection, metal foam, composites

Összefoglalás

Az utóbbi évtizedekben egyre több terrortámadással kellett szembenéznünk az Európai Unióban. Tervezés és méretezés során igénybevételeként a robbantások hatását nem vették figyelembe, nem beszélve arról, hogy számos jelenleg közfeladatot ellátó intézménynek helyt adó vagy kritikus infrastruktúra részét képező épület igen régi építésű, esetleg a világörökség részét képezi. Ezen épületek védelme a köré épített védőfalakkal nem biztosíthatók a városkép megváltoztatása nélkül. Az új nagy energia elnyelő képességű anyagok azonban segítséget nyújthatnak ezen objektumok utólagos védelmi képességének növelésében. Az anyagtudomány által fejlesztett új kompozit és fémhab anyagai erre igen alkalmasak.

Kulcsszavak: kritikus infrastruktúra, robbantással szembeni védelem, fémhab, kompozitok

Bevezetés

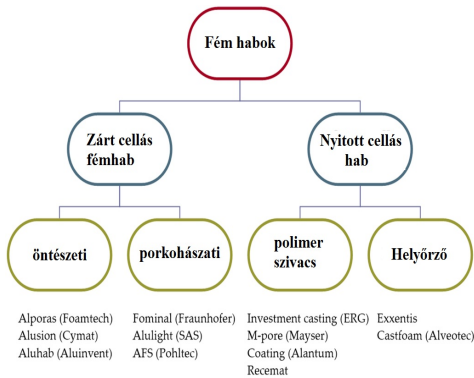
Európában, az utóbbi évtizedekben egyre több terrorcselekmény történt. Ezek a támadások különböző módokon valósultak meg, melyek elleni védelmet komplexen biztosítani igen összetett feladat. Ebben a dolgozatban csupán az objektumok robbantással szembeni biztonságának növelési módszereire igyekszem megoldási lehetőséget keresni. Európa nagyvárosai,

ahol leginkább számolni kell a merényletek lehetőségével, igen régen épültek. A városok jelentősebb közfeladatot ellátó intézményei általában a városok központjában találhatóak. Ezek az épületek nem keríthetők be, körjük védőfal nem építhető, mert hiszen az a városképet igencsak rontaná, illetve nem áll rendelkezésre olyan méretű hely, ami ezt lehetővé tenné. Tehát, oly módon szükséges az objektumok védelmét megoldani, hogy

az építmény falazatát erősítsük meg. Az objektumvédelem magába foglalja az épületek valamint ezek kiszolgáló egységeinek (pl. transzformátor ház, gázfogadó alépítmény) védelmét is. A robbantással szembeni ellenálló képesség olyan anyagok alkalmazásával valósítható meg, melyek fokozottan képesek az energia elnyelésre.

1. Nagy energia elnyelő képességű anyagok

Az anyagtudomány fejlődése során eljutottunk oda, hogy ma már lehetséges fémek anyagokból szilárd habot és fémkerámia kompozitokat előállítani. A fémhaboknak két típusát különböztetjük meg, a zárt és a nyitott cellás változatot. Gyártástechnológiájuk és jellemzőik szerinti felosztásukat az **1. ábra** mutatja.



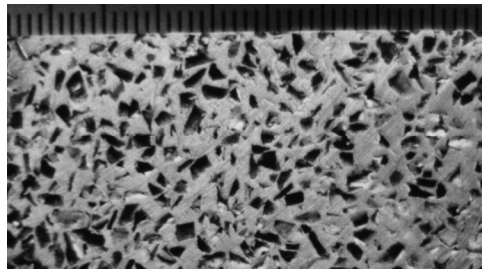
1. ábra. Hab anyagok típusai és néhány gyártó [1]

A nyitott cellás fémhabok üregei egybefüggőek, vázukat egymáshoz kapcsolódó cellaélek alkotják. Míg a zárt cellás fémhabokban az üregeket cellafalak különítik el [2].

A számos nagy energia elnyelő képességű anyag közül csak a jellemzően, már ipari mennyiségben is gyártható típusokat ismertetem.

1.1. Nyitott cellás fémhabok

A nyitott cellás fémhabokra jellemző, hogy igen nagy energia elnyelő képességgel rendelkeznek, tűzállóak, 100%-ban újrahasznosíthatóak, robbantással szemben is jó csillapító képességgel rendelkeznek. Ezen tulajdonságaik miatt az épületek robbantással szembeni biztonságának növelésére jól használhatóak. Nyitott cellás fémhab metszetét mutatja a **2. ábra**. Nyitott cellás fémhabok gyártására több technológiai módszer ismert (pl. kioldásos technológia, percíziós öntés, fémbevonatolós eljárás) [2].



2. ábra Nyitott cellás fémhab [2]

1.2. Zárt cellás fémhabok

Zárt cellás fémhabokat habosítással gyárthatjuk, keveréssel, buborékoltatással vagy porkohási eljárással gyárthatjuk.

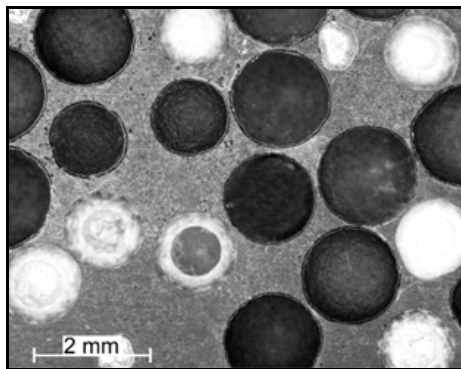


3. ábra. Zárt cellás alumínium hab [1]

A zárt cellás fémhabok mechanikai tulajdonságai közel azonosak a nyitott cellás fémhabokéval, így ezek alkalmazása is előnyös lehet épületvédelmi célokra.

1.3. Szintaktikus fémhabok

A szintaktikus fémhabok olyan fémátrixú kompozitok, melyekben erősítőként üreges gömbhéjakat alkalmaznak. Ezek a gömbhéjak lehetnek kereskedelmi forgalomban kapható kerámia vagy fém anyagúak és különböző méretűek. A kompozit mátrixanyag legtöbb esetben alumínium vagy egyéb könnyűfém ötvözet. Kis sűrűségük miatt könnyű szerkezetekhez, jó energia elnyelő képességük miatt védelmi célokra is alkalmasak.



4. ábra. Szintaktikus fémhab csiszolata [3]

3. Robbanás hatása a falazatra

3.1. Robbanóanyagok

A robbanóanyagok a következő módon csoportosíthatók:

- kis sebességű (gyújtó robbanószer) robbanóanyagok;
- nagysebességű robbanóanyagok.

Az első robbanóanyagok a kis sebességű robbanószerkezetek csoportjába sorolhatóak. A robbanás valójában az égésnek egy gyors formája, amikor a részek egymás után meggyulladnak, amíg a teljes anyag-mennyiség el nem ég.

Az ilyen robbanást gyújtó-robbanóanyagoknak hívják és a reakció sebessége kisebb, mint a hangsebesség. Ezek a robbanóanyagok pl. a lőpor, rakéta üzemanyag, stb. Nagy sebességű robbanószerkezetek nagy mennyiségű gázképződéssel, hőfejlődéssel és túlzottan nagy nyomással járnak. A robbanóanyagokat feloszthatjuk elsődleges és másodlagos robbanóanyagokra is. Az elsődleges robbanóanyagok, karakterisztikájuk szerint érzékenyebben reagálnak, ezek a detonátorok.

Ilyen pl: Mercury Fulminate, Lead Azide, Lead Styphane stb.

Másodlagos robbanóanyagok az elsődleges robbanóanyag által keltett lökéshullámok hatására robbannak fel.

Ezek lehetnek általában a katonai alkalmazású, vagy munkavégzésre szánt robbanóanyagok pl. TNT, RDX, PETN és mások [3].

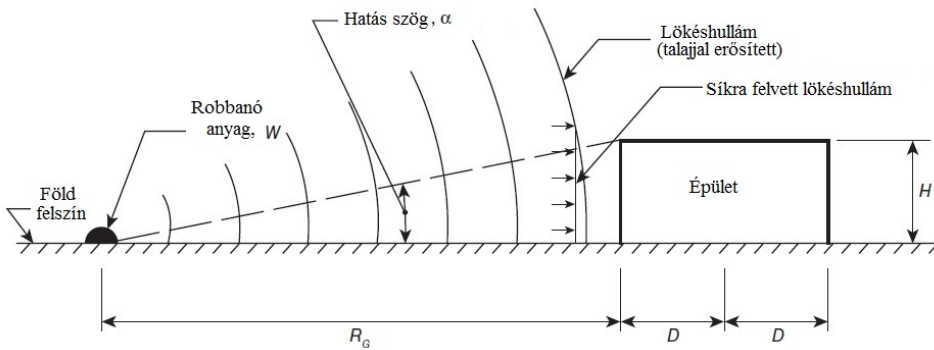
3.2. Robbanás okozta igénybevétel

A hagyományos méretezés során a szélterhelést, a hó terhelést, a földrengést, stb. és ezek együttes hatását, mint extrém terhelést figyelembe veszik a tervezők.

A robbanás által okozott terhelés:

- légnomás
- állandó nyomás
- talaj lökéshullám
- direkt lökéshullám
- repeszhatás
- gázgyulladás
- tűz okozta terhelés [5]

A jellemző robbanási terheléseket három csoportba osztják, levegőben történő robbanás, síkban történő robbanás és belső térben történő robbanás. Az 5. ábra a síkbeli robbanási modellt mutatja be.



5. ábra Síkbeli robbantás terhelése [5]

3. Következtetések

A robbanás által okozott igénybevétel jelentősen eltér a gyakorlatban méretezés alapjául szolgáló igénybevételektől. Azoknál az épületeknél melyek már régebben épültek és körük nem építhető védőfal, esetleg kerítés, a falazatra felvitt nagy energia elnyelő képességgel rendelkező anyagréteggel történő utólagos burkolás növelheti a robbantással szembeni ellenálló képességet. A középületek esetében számolni kell az esetleges, épületen belüli belső robbantással szembeni védelemmel is, például ügyféltérben végrehajtott robbanás esetlegesen ne okozzon az épületben szerkezeti kárt. Vagy egy csomagátvizsgáló helyiség esetében kialakítandó robbanással szembeni védelem célját is szolgálhatja az energia elnyelő anyag alkalmazása. A nagy energia elnyelő képességű anyagok száma és típusai igen szerteágazóak az anyagtudomány fejlődésének köszönhetően, viszont ipari méretekben történő gyártás még nem minden típusnál megoldott. A megfelelő

robbantással szembeni ellenálló képesség meghatározására még számos kísérlet és számítás szükséges, mely alapján az alkalmazandó anyagok kiválaszthatóak.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Francisco García-Moreno: *Commercial Applications of Metal Foams: Their Properties and Production Materials* 2016, 9(2), 85;
- [2] Kenesei P., Kádár Cs., Rajkovits Zs., Lendvai J.: *Fémhabok előállításának módszerei*, Anyagok Világa:II. évfolyam 2. szám 2001. április Volume 2 - N^o 2 - April 2001
- [3] Májlinger K., Orbulov I.N.: *Hibrid szintaktikus fémhabok szilárdsági jellemzői*. Bányászati és kohászati lapok, Kohászat, 147. évfolyam 2014/1. szám 29-34.
- [4] L. Figuli, Š. Jangl, D. Papán: *Modelling and Testing of Blast Effect On the Structures*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 44 (2016)
- [5] Nasim Uddin: *Blast protection of civil infrastructures and vehicles using composites*. Woodhead Publishing Limited, 2010

EXTRUDER CSIGA VIZSGÁLATA

INVESTIGATION OF AN EXTRUDER SCREW

Kozma Ferenc¹, Ráthy Istvánné², Varga Ferenc¹, Prokisch József³

¹Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, 4028 Debrecen, Ótemető u. 2-4. Tel: +36-52-415-155, fg.kozma@gmail.com

²Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 1081 Budapest, Népszínház u. 8. Tel. +36-1-666-5310, rathy.istvanne@bgk.uni-obuda.hu

³Debreceni Egyetem, Temészettudományi és technológiai Kar, 4031 Debrecen, Egyetem tér 1. prokisch@eng.unideb.hu

Abstract

The extruder screw and cylinder of a special plastic polyethylene film processing machine has been renovated by a company. The screw reconstruction process involved the proper surface material removal and preparation of the screw, then replenishment of special wear-resistant material of 1.5 mm thickness, and finally finish machining fitted to the cylinder bore. Cylinder renovation process: increasing the cylinder bore diameter, forming the cylindrical surface of the bore by superfinishing. After machining the surface of the bore forming a special long-lasting wear-resistant layer by plasma-nitriding. Quality reception place: the customer's premises, the machine was installed in operational state with a 72-hour trial run. During the trial run 16 m x 0.15 mm, 16 m x 0.17 mm and 12 m x 0.2 mm films were produced. After that errors were recorded. After further usage the screw stuck in the housing. Our aim was to determine the cause of errors, which were carried out by measurements and material tests.

Keywords: material investigation, extruder screw, wear-resistant layer

Összefoglalás

Polietilén fólia gyártását végző speciális műanyag feldolgozó gép extruder hengerét és csigáját újította fel egy cég. A csigafelújítás menete: a csigalevél palástfelület lemunkálása és megfelelő előkészítése után 1,5 mm rétegvastagságú speciális kopásálló anyaggal való feltöltés, majd a henger furatához illesztve készre munkálás. Hengerfelújítás menete: a henger furatát átmérő növeléssel, tükrös felületkiképzéssel hengeresre való megmunkálás. A megmunkálás után a furat felületén plazma-nitridálással speciális, hosszú élettartamú kopásálló réteg biztosítása.” Minőségi átvétel helye: a megrendelő telephelye, gépbe beszerelt, üzemszerű állapotban, 72 órás próbaüzemmel. A próbaüzem során 16 m x 0,15 mm-es, 16 m x 0,17 mm-es és 12 m x 0,2 mm-es fóliák kerültek legyártásra. Ezt követően hibákat rögzítettek. További használatot követően a csiga beszorult a csigaházba. Cél a hibák okának meghatározása volt, melyet, mérésekkel, anyagvizsgálatokkal valósítottunk meg.

Kulcsszavak: anyagvizsgálat, extruder csiga, kopásálló réteg

1. Bevezetés

Egy műanyag fólia gyártásával foglalkozó cég megbízott egy műanyag feldolgozógépeket felújító és karbantartó céget, hogy az egyik fóliagyártó berendezésüket, ennek keretén belül az extruder csigát és hengert újítsa fel. A munka megtörtént, azonban a próbaüzem során a fólia vastagsága nem volt egyenletes, és a szűrő tisztítása során túl sok volt a lekopott anyagszemcse. Rövid idejű használatot követően a csiga beszorult a csigaházba. Ezen hibák okának felderítése volt a cél.

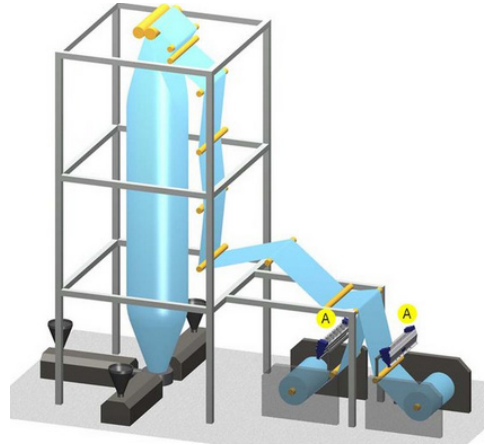
2. Vizsgálatok

2.1. A berendezés működésének leírása

Az *extrúzió* a polimer feldolgozás egyik leghatékonyabb, legjelentősebb technológiája, amelynek során a (tipikusan hőre lágyuló) polimert az extruder *képlékeny* állapotba hozza, majd a viszkózus ömledéket *homogenizálja*, s ha kell, gáztalanítja, ezután *nyomás* alá helyezi (komprimálja), egy adott, változatlan keresztmetszetű, nyitott *szerszámon keresztűlsajtolja*, a méretállandóságot biztosítva *lehűti*, s így állandó keresztmetszetű polimerterméket gyárt tetszőleges hosszúságban, *folytonos üzemben*. [1]

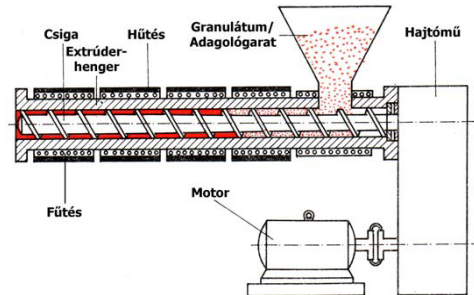
Az eljárás egyik lényeges tulajdonsága, hogy a termék 3 dimenziós kiterjedése az egyik dimenzióban végtelen, ami lehet cső, sík, profil, hasáb, fólia, stb. A feldolgozás utolsó fázisában mindig tekercselés vagy darabolás történik.

Az **1. ábrán** egy fólia fűvő berendezés elvi elrendezése látható. Az alapanyagot por vagy granulátum formájában lehet beadni, amelybe adalék anyagokat szoktak belekeverni.



1. ábra. Fólia fűvő berendezés elvi elrendezése

Ilyen adalékok lehetnek a hőstabilizátorok, amelyek csökkentik a degradációs hajlamot, UV stabilizátorok, amelyek a természetes fény elleni védelmet biztosítják, lágyítók, amelyek a feldolgozást segítik elő, lángállóságot biztosító adalékok, csúsztató szerek, amelyek a csigasúrlódást csökkentik, stb.



2. ábra. Az extruder felépítése

Az adalékokat (hideg, meleg) porkeverőkben adalékolják, a granulátumot pedig úgynevezett nagyteljesítményű granuláló-extruderben készítik. (Lásd **2. ábra**) [2]

2.2. A felújítás technológiájának vizsgálata

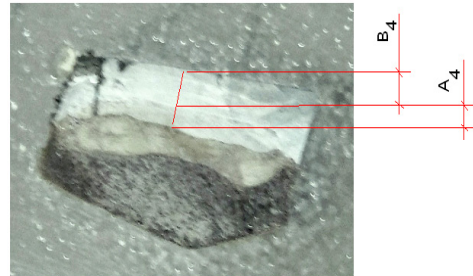
Az extruder használata során a csiga és a csigaház is megkopott. A kopás feltételezhetően a műanyaggal való súrlódás miatt következett be. (A frikciós hőképződés jelentős súrlódást igényel a műanyag és az azt szállító elemek fala között.)

A kopások következtében a csigaház belső hengeres felületének átmérője nőtt, a csigalevél külső hengeres felületének átmérője csökkent. Ezek a kopások nem egyenletesek, a felületek bizonyos részein nagyobbak, bizonyos részein kisebbek.

A fent leírt méretváltozások egy ideig nem voltak hatással a technológiai folyamatokra, de a csiga-csigaház résméretének növekedéséhez vezettek. Amikor ez már olyan mértékűvé fejlődött, hogy a gyártást zavarta, az elemeket fel kellett újítani. (pl. meghaladta a 0,005D értéket)

A felújítási technológiát úgy kellett megválasztani, hogy a csigaház belső hengeres felületét a lehető legkisebb méretnövekedéssel hengeresre alakítsák, ekkor azonban a rés megengedettől nagyobb mértékben megnőtt. Emiatt a csiga külső hengeres csavarfelületét fémpor felszórással feltöltötték. Ez a feltöltés nem adott megfelelő felületi érdességet, alakhúséget és méretpontosságot. Emiatt a csigalevél külső felületét meg kellett köszörülni. Mivel szokatlanul nagyméretű az extruder, a köszörülést egy egyetemes csúcsesztergán, szánkőszőrű készülékkel (szupporkőszőrű) végezték el. Az eszterga csúcstávolsága kisebb volt, mint a csiga hossza, emiatt két felfogásban, állóbabbal való megtámasztással köszörülték meg. A csigaház belső felületeinek nitridálását egy hőkezeléssel foglalkozó német cégnél végezték el. A csigaház furatának javítása honolással történt. A csigaház furatának szabályos hengeresre munkálása során

annak átmérője nagyobb lett. A résméret megfelelő mértékű beállítása szükségessé tette a csigalevél külső átmérőjének növelését. Ezt a kialakult technológia szerint hideg fémporszórással szokás biztosítani. (Hideg eljárásoknak nevezzük azokat az eljárásokat, amelyeknél az alkalmazott munkadarab hőmérséklete alacsonyabb, mint az adott anyagra jellemző újrakristályosodási hőmérséklet. Ez a csiga esetében 450-480 °C lehet.) A felszört réteg jobb tapadása, nagyobb szilárdsága miatt az acél felületre egy alapozó réteget szórtak fel, melynek vastagsága a **3. ábrán** A₄ illetve B₄ –vel van jelölve, az általunk mért értékei a **1. táblázatban** vannak megadva.



3. ábra. A felszört réteg vastagsága

1. táblázat. A mért felszört fémpor réteg vastagsága a csigalevélen

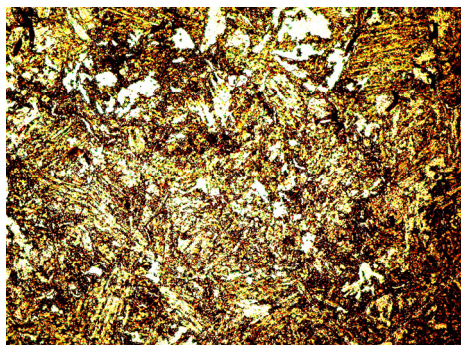
Réteg megnevezése	Mérések	Átlag
Alapozó réteg (A)	1,30;1,45;1,70	1,49
Fedő réteg (B)	2,50;2,40;2,70	2,54

A számtani átlag elfogadható rétegvastagságként, bár az alapozóréteg és a fedőréteg is vastagabb a szokásosan alkalmazott fémporréteg vastagságtól. Ezt a csigaház-csiga páros nagyobb mértékű kopása indokolta. Másképp nem lehetett volna biztosítani a megfelelő résméretet.

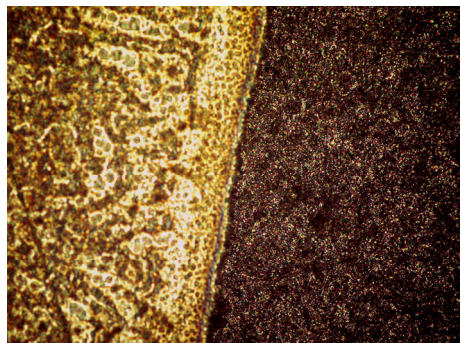
2.3. Szövet szerkezeti vizsgálatok

A csigaház felületéből, és a csigalevélből mintákat vettünk ki. Ezeket műgyantába beöntve síkba csiszoltuk, és a mikrociszolat készítésének szabályai szerint vizsgálati mintákat készítettünk.

A keménységmérést Mikro-Vickers módszerrel, a metallográfiai vizsgálatokat fémmikroszkóppal végeztük el. Egy-egy szövethépet a 4., és az 5. ábra mutat.



4. ábra. Csigalevél alapszövet (500x)



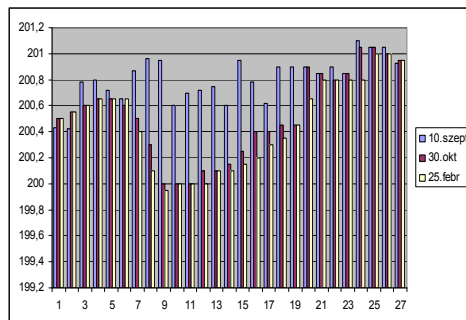
5. ábra. Csigalevél alapszövet és az 1. réteg átmenete (500x)

Mind a szövetszerkezeti vizsgálatok, mind a keménységmérések a szakmai szabályoknak megfelelő eredményt mutattak. A keménység értékeket a 2. táblázat mutatja.

2. táblázat. A mért keménységek Vickersben

Sorszám	Mérés helye	4-es csigalevél
1.	Alapanyag	250-260
2.	1-es réteg	420-450
3.	2-es réteg	570-600
4.	3-as réteg	760-800

2.4. A csiga-csigaház méreteinek ellenőrzése



6. ábra. Csigák átmérő mért értékei

A csiga méretei 201,15mm és 199,88mm között változnak. (Lásd 6. ábra)

A csigaház esetében három értéket mértünk: 201,4; 201,1; 202,2 mm.

3. Következtetések

Az extruder megfelelő működéséhez 0,4mm résméret szükséges a csiga és a csigaház között sugárban értelmezve. Ez az érték sok helyen eltért, 0,18mm és 1,2mm között volt. Ez okozta a fóliavastagság nem megfelelőségét.

A csiga egyenességi alakhibája a lánghegesztő berendezéssel való melegítés során történhetett a szétszereléskor, ezt követően ezért szorult be.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Schaaf-Hahemann: *Műanyagok feldolgozó-sa* Műszaki Könyvkiadó Bp. 1997.
- [2] Czvikovszky-Nagy-Gál: *A polimertechnika alapjai*. BME kiadó, Bp, 2007, 117–118

GAZDASÁGOS „PÉNZ-BEOSZTÓ” FŰTÉSVEZÉRLŐ

ECONOMICAL „MONEY SAVING” HOUSE HEATING CONTROLLER

Laky Zoltán¹, Laky Ildikó²

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,
Gépészeti és Biztonságtudományi Intézet, Magyarország, 1081 Budapest,
Népszínház u. 8.,

¹Telefon: +36 1 666-5474 laky.zoltan@bgk.uni-obuda.hu

²Telefon: +36 1 666-5429 laky.ildiko@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

Nowadays heating controllers work fine. They can keep the temperature correctly in each room but they don't pay attention for our wallet. Everybody likes warm home but people usually don't think about invoice in the ends of the month. It may cause unpaid invoices and switch off public utilities. After that there will be cold days in a "warm family nest". The money saving heating controller can help in this problem. What is it? What is the difference to the existing products? This product can manage our budget for house heating better than we could. Considering our preset parameters but one thing sure the heating controllers don't step over our money's budget. Result: The monthly house heating budget will be calculable and our house will be enough warm. And one more important view point: with the economical usage we can protect the environment too.

Keywords: *economical, „money saving”, house heating controller*

Összefoglalás

Az eddig megalkotott fűtésvezérlők szépen szabályoznak, pontosan tartva a helyiség hőmérsékletét, csak egy dolgot nem figyelnek, a pénztárcánkat. Mindenki szereti a meleg otthonot, csak az anyagi lehetőségeiket nem veszik figyelembe és a hó végén ki nem fizetett számlák után a kikapcsolt közmu-szolgáltatás miatt várnak kínos hideg napok a „meleg” családi fészekre ami, ekkor már nem is olyan barátságos. Ezen segít a „péNZ-beosztó” fűtésvezérlő. Mi is ez? Mennyiben más ez, mit az eddigiek? A fűtésre szánt pénzünket igyekszik beosztani helyettünk a lehető legjobban, figyelembe véve azokat a szempontokat, amiket megadunk. Egy biztos, nem lépi túl a beállított havi fűtési költséget. Eredmény: a havi fűtés költsége előre kiszámítható, és a lakásunk is elég meleg lesz ennek megfelelően. Még egy fontos szempont: ami gazdaságos az környezetkímélő is egyben.

Kulcsszavak: *gazdaságos, környezetbarát, intelligens-vezérlő*

1. Fűtésszabályzás rövid történelmi áttekintése

A fűtési módok fejlődésével, valamint a különböző energiák felhasználásával együtt

fejlődtek és változtak a fűtés szabályzási igények és lehetőségek.

A kezdetek kezdetén az ember a fűtött helyiség hőmérsékletét a közérzete, pontosabban a hőérzete szerint alakította, az

eltüzelt fűtőanyag több-kevesebb mennyiségével.

A fejlődés során a hőmérséklet mérésére eszközöket hoztunk létre, a nyílt égésteret fűtőeszközökbe zártuk, majd újabb és újabb fűtőeszközöket építettünk [1].

Megjelentek az újabb és újabb energia fajták (szén, olaj, gáz, elektromos áram, ...) és a szabályzástechnika fejlődése lehetővé tette a fűtési folyamat egyszerűbb irányítását.

A fűtésszabályozás alapja a kívánt és beállított hőmérséklet elérése, illetve a hőmérséklet tartása volt.

A fűtésre szánt energia sosem volt ingyen, több-kevesebb anyagi javakat igényelt, és az energiafelhasználás mellékterméke – az elégett káros anyag – környezetromboló hatására csak az elmúlt néhány évtizedben kezdtünk figyelni [2].

2. Gazdaságos fűtésszabályzás újabb lehetősége

Az energia ára és a kibocsátott káros anyag mértéke arra ösztönöz, hogy okosabban gazdálkodjunk, és a felhasznált energia mennyiségét célorientáltan szabályozzuk. Az elsődlegesen hőfokalapú szabályzást cseréljük le „okos” költségalapú folyamatra irányításra.

Természetesen a fűtendő helységünk hőtechnikai korszerűsítését nem pótolhatjuk egy „okos” vezérlővel. Az épület hőszigetelését – ha módunkban áll, javíttassuk ki – vagy új-építés esetén megfelelően alakíttassuk ki. Ez a passzív takarékoság hosszú távon mindenképp megtérül.

Második lépés, egy új fajta vezérlő alkalmazása. Ez a „pénz-beosztó” fűtés-vezérlő. Ennek a berendezésnek köszönhető a fűtési költség pontos meghatározása.

2.1. A „pénz-beosztó” fűtésvezérlő folyamatirányítás elve

Ez úgy történik, hogy beírjuk a vezérlő megfelelő menü-pontjába a rendelkezésre álló energiatípust, és annak átlagos egységárát, az adott hónapban fűtésre szánt pénzüsszeget, valamint a fűtőberendezésünk óránkénti energiafelhasználását.

Beállíthatunk napokat, ezen belül napszakok kívánt hőfokát és ettől lehetséges eltérés mértékét százalékos formában.

A kiinduló paraméterekből maximális havi készülékműködési időt számol és ezt az időt osztja fel, és osztja be, mint egy gondos gazda.

A vezérlő ezen adatok alapján irányítja a fűtés vezérlését, mér, számol, feljegyez és dönt.

2.2. A „pénz-beosztó” vezérlő felépítése, beavatkozási módok

A vezérlő mikrokontroller alapú, 4 soros LCD kijelző, beépített óra és naptár, vezeték nélküli kommunikáció, 12 gombos klaviatúra, menüvezérelt beágyazott program, relés kimenet jellemzi (1. ábra). Modul felépítése szinte korlátlan bővítési lehetőséget biztosít.



1. ábra. A „pénz-beosztó” fűtésvezérlő központi egység

Vezeték nélküli hőfokmérővel méri a külső levegő hőmérsékletét és a belső terek hőfokát. Belső akkumulátor biztosítja a folyamatos áramellátást. A relés kimenet a fűtőberendezés működtetését látja el. A

beállított paramétereket a vezérlő esetleges kikapcsolása esetén is megőrzi.

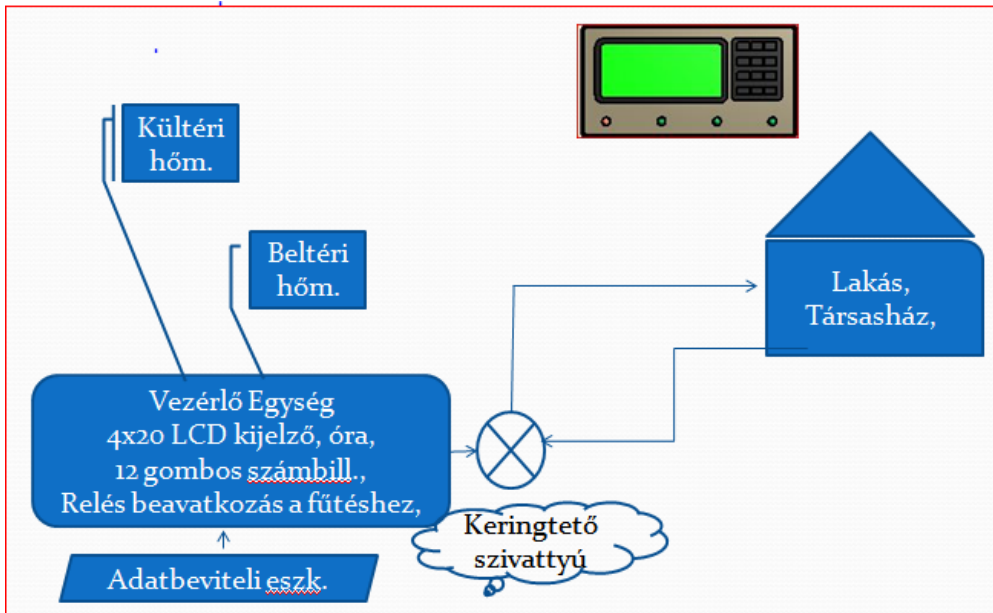
A vezetékek nélküli hőfokmérők belső elemes tápellátását a vezérlő figyelési és figyelmeztetési a szükséges cseréjére.

2.3. A „pénz-beosztó” vezérlő alkalmazási lehetőségei

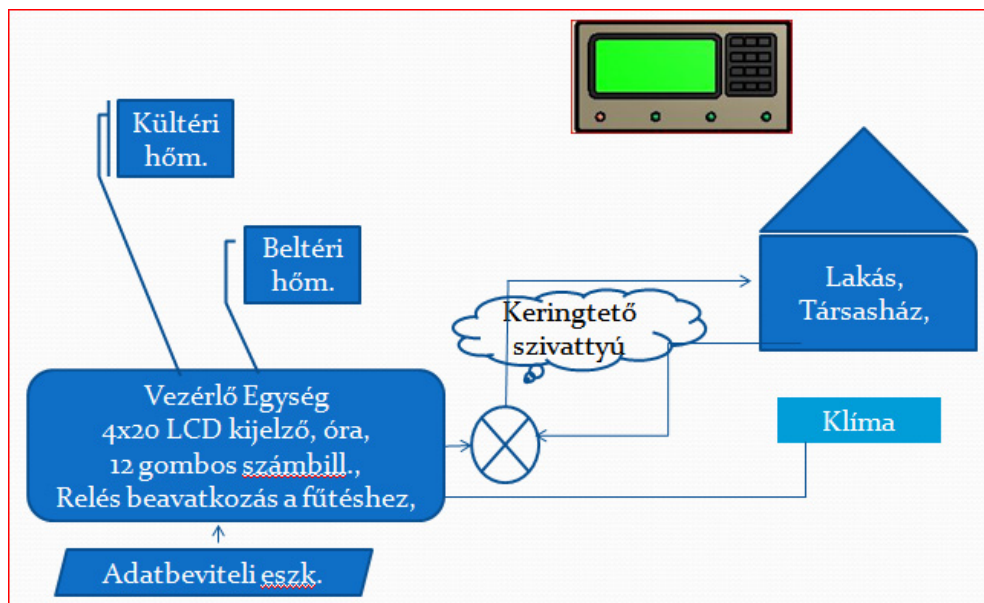
A fűtésvezérlő elsősorban diszkrét fűtési energiafajtákra alkalmazható, mint például gáz, fűtőolaj, elektromos áram.

Az elmúlt néhány év időjárási tapasztalata szerint nem csak a téli fűtésszabályzás (2. ábra) jelentheti a gondot, sajnos számolnunk kell a forró nyári napok alkalmával a belső terek hűtésére fordított energiaköltséggel is.

A „pénz-beosztó” vezérlő erre a problémára is megoldást jelent (3. ábra). Pontosabban olyan szabályzási előnyökkel jár nyáron is, mint a téli fűtés alkalmával.



2. ábra. A „pénz-beosztó” fűtésvezérlő egyik beavatkozási példája



3. ábra. A „pénz-beosztó” fűtésvezérlő másik beavatkozási példája

3. Következtetések

Az eddig ismert és alkalmazott hőmérséklet alapú fűtésszabályzási mód pontos szabályzást eredményezett, alkalmanként néhány tized °C-kal alacsonyabb hőmérséklet a fűtőberendezés ismételt bekapcsolását és működtetését idézte elő, amely többletköltséggel jár.

Ezzel szemben a „pénz-beosztó” vezérlőnk figyelembe veszi az adott időszakra az általunk elfogadott és beállított esetleges hőfok-„hibát”, és ha a havi „energiamérlegünk” nem teszi lehetővé, akkor nem indítja a fűtőberendezést.

Ezek apró kis változások az energiafelhasználásban, de sok kicsi sokra megy tartja a közmondás. Vezérlőnk odafigyel ezekre és megtakarítás formájában visszaadja.

Fontos a megtakarítás mellett a környezetünk és levegőnk védelme is.

Hasonló módon viselkednek az „okos” házak is, de ez a többség számára nem elérhető. Ezért fejlesztettük ki ezt a megoldást.

Ezzel a szabályzási móddal – egy egyszerű, megfizethető vezérlő alkalmazásával – előre tervezhető költséggel számolhatunk.

Ez a mód lehet a jövőben az energiafelhasználás egyik „ECO” módja.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] <http://cultura.hu/kultura/a-zsenialis-c-mint-celsius/>
- [2] Ray Ward: *Domestic Central Heating Wiring Systems and Controls*, Elsevier, 2005

KORRÓZIÓÁLLÓ ACÉL TIG-ELJÁRÁSVÁLTOZATOKKAL HEGESZTETT KÖTÉSEINEK MECHANIKAI VIZSGÁLATA

MECHANICAL TESTING OF STAINLESS STEEL JOINTS WELDED BY TIG PROCESS VARIANTS

Losonci Kálmán¹, Bagyinszki Gyula²

¹ÉLINVEST Kft., Magyarország, 1184 Budapest, Lakatos u. 61-63,
losoncikalman@gmail.com

²Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,
Magyarország, 1081 Budapest, Népszínház u. 8, bagyinszki.gyula@bgk.uni-
obuda.hu

Abstract

This article is a review of the welding technology test, what X2CrNi18-9 material quality austenitic stainless steel was performed, examining the main mechanical properties of welded joints. The welded joints between thin sheets, TIG (Tungsten Inert Gas) process, to different process variants made with variable process parameters. The "Return" method as a special case compared with other TIG process variants.

Keywords: stainless steel, TIG-welding, autogenous welding, filler metal welding, „Return” welding

Összefoglalás

Jelen cikkben olyan hegesztéstechnológiai tesztről számolunk be, amit X2CrNi18-9 anyagminőségű ausztenites korrózióálló acélon végeztünk, vizsgálva a hegesztett kötések főbb mechanikai tulajdonságait. A hegesztett kötések vékony lemezek között, TIG (Tungsten Inert Gas) eljárással, annak különböző eljárásváltozataival készítettük, változó technológiai paraméterek mellett. A „Return” eljárásváltozatot, mint speciális esetet hasonlítjuk össze más TIG-eljárásváltozatokkal.

Kulcsszavak: korrózióálló acél, TIG-hegesztés, autogén hegesztés, hozaganyagos hegesztés, „Return” hegesztés

1. Technológiai kísérletek

A hegesztéseket argon védőgáz as volfrám-elektrodás (TIG vagy AWI) ívhegesztéssel, EWM Triton 160 inverteres DC (egyen-áramú) hegesztőgéppel végeztük. A kísérletekhez X2CrNi18-9 (1.4307 ausztenites korrózióálló acél) anyagminőségű, hidegen hengerelt, 2,5 mm vastagságú lemezt használtunk, melynek kémiai összetétele: C=0,021%, Mn=1,5%,

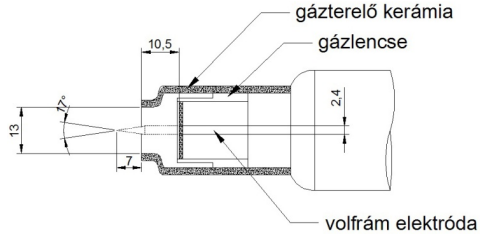
Si=0,5%, Cr=18,29%, Ni=8,01%, P=0,026%, S=0,002%. Fő mechanikai tulajdonságai: $R_{p0,2}=283$ MPa, $R_m=647$ MPa, A=55,6%. Az anyag kiválóan hegeszthető, alacsony hőmérsékleten is nagy szívósságú, jól mélyhúzható és polírozható.

A hozaganyag nélküli (Autogén, jelölésben: A) és hozaganyagos (TIG rod, jelölésben: Tr) hegesztéseket végeztünk. Ez utóbbiaknál X2CrNiMo19-12 (1.4430 vagy

19 12 3L) anyagminőségű, 2,0 mm átmérőjű tömör pácát alkalmaztunk. Ezen hozaganyag összetétele: C=0,01%, Mn=1,7%, Si=0,79%, Cr=18,2%, Ni=12,2%, Mo=2,5%, P=0,027%, S=0,002%, Cu=0,1%, Nb<0,01%, V<0,001%; fő mechanikai tulajdonságai: $R_{p0,2}$ =370 MPa, R_m =635 MPa, A=56%, KV=82J (-196 °C-on). Ezen hozaganyag használata javasolt X2CrNi18-9 alapanyag hegesztéséhez, mivel kedvező korrózió-állósági jellemzői vannak.

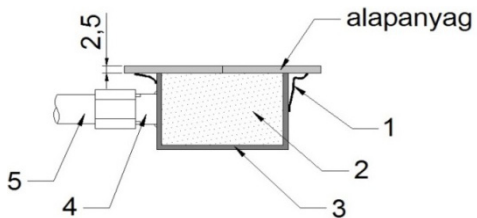
A tompavarratos hegesztett kötések gépi lemezollóval vágott, 300x125 mm-es lemezdarabok között készültek, melyeket fűzővarratokkal pozicionáltunk egymáshoz. Gyökhézag-mentes autogén hegesztéseknél a 7 mm hosszúságú fűzővarratok távolságát 70 mm-re választottuk. Az 1 mm gyökhézagú hozaganyag hegesztés előtt a 7 mm hosszúságú fűzővarratok 40 mm-es távolságban készültek. A gyökvédelem egyik megoldása alátétlemez alkalmazása, aminek anyaga esetünkben 40 mm széles, 2 mm vastag vörösréz lemez. Ennek szorosan kell a munkadarabhoz illeszkednie, mivel a nem megfelelő zárás utat enged a levegőnek és a gyökoldalon oxidáció lép fel.

20 °C-os környezeti hőmérsékleten, kb. 50%-os páratartalom mellett, az **1. ábra** szerinti pisztolyfej-kialakítással, 4.6-os (99.996%) tisztaságú, 10 liter/perc áramlási sebességű, palackos argon védőgázzal hegesztettünk. A védőgáz előáramlását 1 s-ra, utóáramlását 5 s-ra állítottuk, hogy ívgyújtáskor és varratbefejezéskor is legyen kielégítő gázvédelem. Gázlencsét is alkalmaztunk, hogy a pisztolyból kiáramló gáz turbulenciáját megakadályozzuk, elkerülve a környező levegő bekeveredését. Az elektróda távolsága a munkadarabtól (kísérleteinkben 2 mm) a beolvadás és varratalak szempontjából fontos, a pisztoly dőlésszöge (43°) a hőbevitelre van hatással.



1. ábra. Alkalmazott pisztolyfej kialakítás

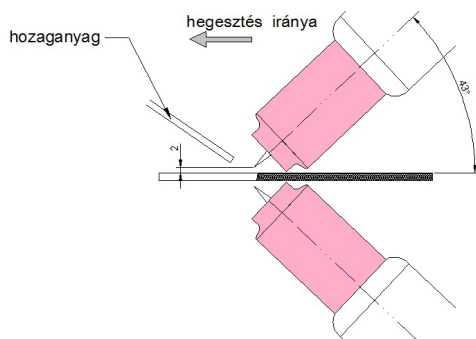
Amikor vörösréz alátétlemez gyöktámasztás (material backing, rövidítésben: mb) helyett védőgázos gyökvédelmet (gas backing, jelölésben: gb) alkalmaztunk, az ehhez használt tér feltöltéséhez szükséges időt 1 percben határoztuk meg, és a védőgázáramot 5 liter/perc-re korlátoztuk. A gázzal feltöltött tér (2) egy oldalain és végein alumínium ragasztószalaggal (1) lezárt U-profil (3), melyet ideiglenesen a gyökoldal alá illesztünk (**2. ábra**). Fontos a gázáramlás folyamatos biztosítása gáztömlő (5) és pl. 1/4"-os menetes csőcstalakozás (4) segítségével. A feltöltött térből lennie kell egy kiáramlási pontnak is, hogy ne keletkezhesen túlnyomás a hegfürdő alatt, ami a képződő varratot „deformálhatná”.



2. ábra. Gyökoldali gázvédelem megoldása

Az autogén és egyoldali (Single Side, jelölésben: SS) tompavarratos hegesztett kötések gyökvédelemmel és anélkül készültek, két-két különböző áramerősség (Low = alacsonyabb, High = magasabb; jelölésben: L és H) - hegesztési sebesség kombinációban, azaz különböző fajlagos hőbevitellel. A „Return” (jelölésben: R) vagyis két oldalról egyidőben hegesztő

eljárásváltozatnál (**3. ábra**) az áramerősség a két oldalon alkalmazott értékekkel adható meg (pl: 55/35 esetben a korona oldali áramerősség = 55 A, a gyökoldali áramerősség = 35 A). A gyökoldali hegesztés a beolvadást biztosítja, valamint a gyökoldalt védi a levegő káros hatásaitól.



3. ábra. „Return” TIG eljárásváltozat

Ebben az esetben a hőbevitel a két oldalról összegződik, s az közel megegyezik az egy oldalról végzett hegesztésekével. Az eljárásváltozat megvalósítható hozaganyag-gal és anélkül is. A kísérleteinkben a koronaoldalon nagyobb áramerősséget alkalmaztunk a gyökoldalihoz képest, ami főként abban az esetben indokolt, ha hozaganyagot is használunk. A hegesztés gyökoldalán egyenletes beolvadás tapasztalható, s ez a technológia fő előnye.

A fajlagos hőbevitel (szakaszenergia, vonalenergia) szokásos számítási képlete: $q/v = k \cdot U \cdot I / v_h$, ahol k a hőhasznosítási tényező közelítő (átlagos) értéke (TIG-hegesztésre $k \approx 0,6$), U az ívfeszültség V-ban, I a hegesztőáram erőssége A-ban, v_h a hegesztési sebesség mm/s-ban, így a mértékegysége J/mm. A hőbevitelnek ez a meghatározása pontatlan lehet, mivel a kísérletek során több fontos hőbevitelt befolyásoló tényező is felmerül, de ezek pontos hatását a k értékére jelen keretek között nem tudtuk vizsgálni. Ilyen például a rézalátét alkalmazása, vagy a „Return”

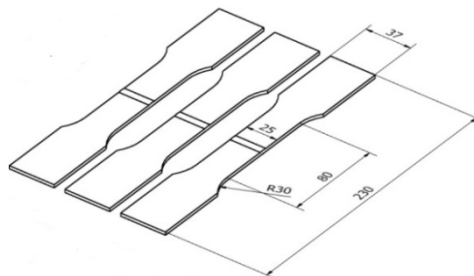
eljárásnál a két pisztoly együttes használata. Az elvégzett kísérleti hegesztések fő paramétereit az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat. Kísérleti hegesztések fő paramétereit

Kísérlet sorsszám	Kísérlet megjelölés	Áramerősség [A]	Feszültség [V]	Hegesztési sebesség [mm/s]	Fajlagos hőbevitel [J/mm]
1.	SS.A.mb.L	90	11 ± 1	1,9	310
2.	SS.A.mb.H	110	11 ± 1	2,6	280
3.	SS.A.gb.L	90	11 ± 1	2,0	303
4.	SS.A.gb.H	110	11 ± 1	2,4	299
5.	SS.Tr.mb.L	80	11 ± 1	1,9	286
6.	SS.Tr.mb.H	100	11 ± 1	2,4	280
7.	SS.Tr.gb.L	80	11 ± 1	1,8	295
8.	SS.Tr.gb.H	100	11 ± 1	2,2	295
9.	R.A.L	55/35	11 ± 1	1,8	325
10.	R.A.H	70/40	11 ± 1	2,4	297
11.	R.Tr.L	55/25	11 ± 1	1,4	391
12.	R.Tr.H	65/35	11 ± 1	2,1	319

2. Mechanikai vizsgálatok

A kötések mechanikai vizsgálatához szakító próbatesteket – minden egyes kísérleti hegesztésből hármat-hármat – munkáltunk ki a 250 x 300 mm-es hegesztett lemezekből. Ezeket gépi lemezollóval elődaraboltuk, majd egyetemes marógéppel készre forgácsoltuk (**4. ábra**).



4. ábra. Vizsgálati próbatestek

A vizsgálatokat szabályozott hajtású, TTM100 típusú orsós szakítógéppel

végeztük. A tizenkettő különböző technológiai kísérlet kötéseiből származó három-három próbatest szakítóvizsgálati eredményeit átlagoltuk. A hegesztett kötések szilárdsági jellemzői (folyáshatár, szakítószilárdság,) minden esetben meghaladták az alapanyagra előírt minimum értékeket ($R_{p0.2} = 210$ MPa, $R_m = 520$ MPa).

A hozaganyag nélkül hegesztett (1-4. sorszámú) kötések szilárdsági értékei közel azonosak az alapanyagéval, és a szakadás az alapanyagban történt. A töretfelület szívós törést mutat, a duktilitási (szakadási nyúlás és kontrakció) értékei hasonlóak az alapanyagban mértekkel (**2. táblázat**).

2. táblázat. Vizsgálati eredmények

Kísérlet sorszám	Egyezményes folyáshatár $R_{p0.2}$ [N/mm ²]	Szakítószilárdság R_m [N/mm ²]	Szakadási nyúlás A [%]	Kontrakció Z [%]
1.	332	670	47	61
2.	332	666	47	59
3.	328	667	50	60
4.	336	683	46	59
5.	333	623	30	49
6.	335	646	38	50
7.	333	654	37	52
8.	329	670	45	56
9.	344	664	46	53
10.	332	664	41	55
11.	321	659	36	51
12.	339	638	33	50

A hozaganyaggal hegesztett (5-8. sorszámú) kötések szilárdsági értékei kis mértékben elmaradnak az első csoporthoz képest, lényeges különbség a szakadási nyúlásban és kontrakcióban van. Ezen csoportnál minden esetben a varratban történt a szakadás, a töretfelület párhuzamos a varratvonallal. Az 5-ös számú próbadarab átlagosnál alacsonyabb szakadási nyúlása a hiányos beolvadás eredménye.

A „Return” eljárásvaltozattal készült varratoknál a hozaganyag nélküli (9-10. sorszámú) próbadarabok nagyobb szakítószilárdságot és szakadási nyúlást mutatnak, mint a hozaganyaggal készültek (11-12. sorszámúak). Minden esetben a varratban történt a szakadás, de ezt nem beolvadási hiba okozta.

3. Következtetések

A mechanikai vizsgálatok során mért eredmények egyértelműen megmutatták, hogy a varratok szilárdsági értékei jó egyezést mutatnak az alapanyagéval, így az anyagminőségre előírt minimum feltételeket teljesítették.

A szakítóvizsgálat további tanulsága, hogy az egyoldali autogén eljárással készült varratok az alapanyagban szakadtak el, eltérően a többi eljárásvaltozattól, melyek során a szakadási helyek a varratba estek. A töretfelületek minden esetben szívós törést mutattak, 50-60% közötti jelentős kontrakcióval.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Gáti József, Kovács Mihály: *Kötéstechnológia*, Óbudai Egyetem BL 516, Budapest, 2010
- [2] Harold M. Cobb: *The History of Stainless Steel*, ASM International Materials Park, Ohio, 2010
- [3] J. Redmond - R. Davison: *The evolution of high performance stainless steels*, International Molybdenum Association, London
- [4] Curtis W. Kovach: *High-Performance Stainless Steels*, International Molybdenum Association, Pittsburgh
- [5] Thomas J. Leinert, Sudarsanam Suresh Babu, Thomas A. Sievert: *ASM Handbook - Welding Fundamentals and Processes*, ASM International, 2011
- [6] Kovács Mihály: *Hegesztés*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2012
- [7] Szerkesztette Gáti József: *Hegesztési Zsebkönyv*, COKOM Kft, Miskolc, 2003

KÜLÖNBÖZŐ SZIGETELŐANYAGOK HŐTECHNIKAI TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATA ÉS ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEIK

EXAMINING THERMAL PROPERTIES AND APPLICATIONS OF DIFFERENT INSULATION MATERIALS

Lovas Bence

*Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék,
Cím: Magyarország, 5300 Karcag Sarkantyús utca 10.; Telefon : +36-30-589-1371,
lovasbence89@gmail.com*

Abstract

In the study, we have examined the thermal properties of six different insulation materials in the building physics laboratory of the University of Debrecen. The thermal conductivity of the samples was measured with the Holometrix lambda 2000 scientific instrument. Using the results different calculations have been carried out to determine and grade several thermal properties of the insulations. Then the materials have been applied to a simple building's outer wall in a way that it fulfils the heat transfer coefficient requirements set by the government. The cost of the insulating process has been calculated. Furthermore, we have examined the change in the surface temperature of the wall depending on the outside average temperature. Lastly we have calculated the energetic properties of the house with two different methods.

Keywords: *thermal, insulation, energetic, cost, laboratory*

Összefoglalás

A dolgozat során 6 különböző szigetelőanyag hőtechnikai tulajdonságait vizsgáltuk meg a Debreceni Egyetem Műszaki Kar Épületfizikai laboratóriumában. A szigetelőanyag minták hővezetési tényezőjét a Holometrix Lambda 2000 géppel mértük meg. Ez alapján különböző hőtechnikai számításokat végeztünk az egyes anyagokra, majd ezek segítségével rangsoroltuk őket. A továbbiakban egy egyszerű épület falára alkalmaztuk a szigetelőanyagokat, a rendeleti előírásoknak megfelelő, külső falra vonatkozó hőátbocsátási tényezőt figyelembe véve. Majd kiszámítottuk a szigetelés kivitelezésének költségeit az egyes anyagokkal és egy újabb rangsort állítottunk fel köztük ez alapján. Az épület szigetelés előtti és utáni állapotában kiszámítottuk a fal átlagos felületi hőmérsékletének változását a külső időjárás hatására. Valamint mind a két állapotban elvégeztünk egy energetikai számítást két módszer segítségével.

Kulcsszavak: *hőszigetelés, energetika, mérés, költségvetés, hőtechnika*

1. Hőtechnikai tulajdonságok vizsgálata

1.1. Hővezetési tényező meghatározása mérésrel

1.1.1. Mérés tárgyai

A dolgozat során hat féle különböző típusú szigetelőanyag hővezetési tényezőjének mérését végeztük el.

1.1.2. Mérések menete

A mérések során 6 különböző szigetelőanyag hővezetési tényezőjét (lambda értékét) mértük laboratóriumi körülmények között. A mintákat a Venticell (111) szárítókamrában nagyjából 1-1,5 órán át 70°C-os hőmérsékleten, tömegállandóságig szárítottuk. Következő lépésként milligramm pontosságú mérlegen megmértük a mintadarabot és feljegyeztük az így kapott száraz tömegét. A mintadarab pontos méreteinek lemérése után meg tudtuk határozni a térfogatát és ennek segítségével a sűrűségét. Ezen adatok segítségével bekonfiguráltuk a Holometrix Lambda 2000 mérőgép használatához szükséges Q-lab szoftvert. [1-3]

1.1.3. Eredmények

Összehasonlítva a gyárilag megadott hővezetési tényezőket a mértekkel látható, hogy néhol jelentős eltérés adódik a két érték között.

1. táblázat. Mért és gyári közölt hővezetési tényező értékek

	Mért λ	Gyári λ
Poliuretán	0.049	0.022
Formahab	0.070	0.035
Aerogél	0.021	0.013
Graf. EPS	0.038	0.040
Kőzetgyapot	0.054	0.040
Üveghab	0.085	0.041

1.2. Hőtechnikai tulajdonságok

1.2.1. Számítások

Az egyes anyagokra elsőként a fenti mért értékek és számított sűrűségek, valamint a gyártók által biztosított fajhő segítségével meghatároztuk a D_T -vel jelölt hődiffúziós együtthatókat. Ennek összefüggése [4]:

$$D_T = \frac{\lambda}{\rho \times c_p} \left[\frac{m^2}{s} \right] \quad (1)$$

10 cm-es egyen vastagsággal és az (1) összefüggés eredményének segítségével meghatároztuk a késleltetés értékét:

$$E = \frac{d^2}{4 \times 3600 \times D_T} [h] \quad (2)$$

A szigetelésvastagság és a mért lambda értékek hányadosaként megkaptuk a hővezetési ellenállást:

$$R = \frac{d}{\lambda} \left[\frac{m^2 K}{W} \right] \quad (3)$$

A már ismert értékeket összeszorozva és ebből négyzetgyököt vonva az anyagok hőelnyelését kaptuk meg:

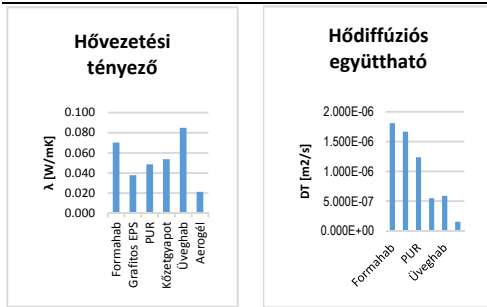
$$B = \sqrt{\lambda \times \rho \times c_p} \left[\frac{J}{K m^2 s^{\frac{1}{2}}} \right] \quad (4)$$

A hővezetési ellenállás és a hőelnyelés szorzataként pedig meghatároztuk a hőtehetetlenségüket.

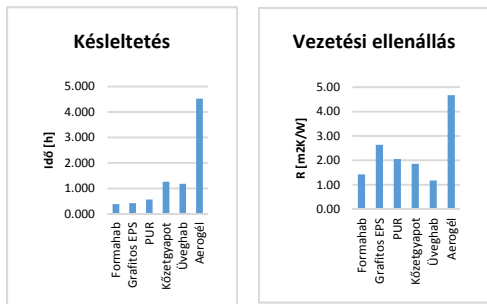
$$T = R \times B \left[s^{\frac{1}{2}} \right] \quad (5)$$

1.2.2. Eredmények és rangsorolás

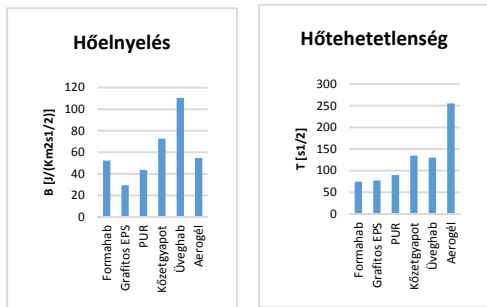
Grafikusan ábrázolva az eredmények szemléletesen összehasonlíthatók



1. ábra. A vizsgált szigetelőanyagok mért hővezetési tényezője és számított hődiffúziós együtthatója



2. ábra. A szigetelőanyagok késleltetése és vezetési ellenállásuk



3. ábra. A vizsgált szigetelőanyagok hőelnyelése és hőtehetetlensége

A fenti számított tulajdonságok alapján rangsoroltuk az anyagokat. Összesítve az aerogél teljesített a legjobban, a hőelnyelés kivételével az összes tulajdonságban ez lett a legjobb. Második helyen a kőzetgyapot végzett nem sokkal lemaradva az elsőől.

Utánuk pedig üveghab, poliuretán, grafitos EPS végeztek pedig a formahabosított polisztirol lett a sorrend.

1.3. Kivitelezés költsége

A költségvetés számítását végeztem a TERC Etalon program segítségével készítettünk el, a másik pedig az anyagköltség. A szigetelésvastagságokat a mérések eredményei alapján határoztuk meg úgy, hogy teljesítsék a TNM rendeletben meghatározott 0,24 W/m²K hőátbocsátási értéket.

Az épület eredeti külső falszerkezete a következő:

Az épület eredeti külső falszerkezete a következő:

- 2 cm cement vakolat;
- 30 cm gázsilikát falazóelem;
- 2 cm mészvakolat.

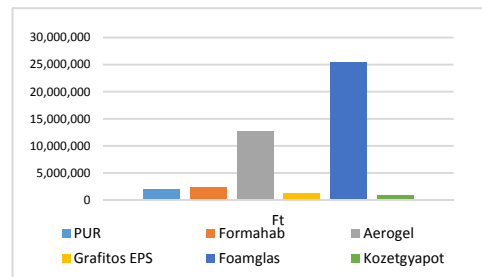
Így a hőátbocsátási tényezője 0,86 W/m²K.

A hőátbocsátási tényező összefüggését [5] egyenlővé téve a 0,24-es kívánt értékkel és átrendezve a szigetelés vastagságára:

$$\frac{0,70912 \cdot \lambda_{szig}}{0,24} = d_{szig} [m] \quad (5)$$

csak a hővezetési tényező behelyettesítésével megkaptuk az egyes anyagokra vonatkozó kívánt vastagságot:

- Poliuretán 14 cm;
- Formahabosított PS 21 cm;
- Aerogél 6 cm;
- Grafitos EPS 11 cm;
- Kőzetgyapot 16 cm.



4. ábra. Teljes beruházás költsége forintban

Az ábráról leolvasható, hogy az üveghab és az Aerogél költségei sokszorosán meghaladják a többi hagyományosabb szigetelőanyagét.

2. Külsőfal felületi hőmérséklet változása

Két debreceni időjárásfigyelő állomás adataiból meghatároztunk négy nevezetes napra 5 évre visszamenő adatokból egy-egy átlagos napi hőmérséklet lefutási görbét. Ezekhez sinusgörbét illesztettünk, így az alábbi képletek segítségével T_e helyére minden órában behelyettesítve az adott külső hőmérséklet értéket kiszámíthatóvá vált a felületi hőmérsékletek változása. Belső felületi hőmérséklet:

$$T_{es} = T_i - (T_i - T_e) \times \frac{R_i + R_{fal}}{R_0} \quad (6)$$

Külső felületi hőmérséklet

$$T_{is} = T_i - (T_i - T_e) \times \frac{R_i}{R_0} \quad (7)$$

Eredményül kaptunk 4-4 sinusgörbe párt szigetelt, illetve szigetetlen állapotban. A külső és belső sinusgörbék amplitúdóját egymással elosztva megkaptuk a falszerkezet csillapítási tényezőjét.

$$f = \frac{A_{belső}}{A_{külső}} \quad (8)$$

Ez szigetelés előtti állapotban 0,112 volt, utána 0,03-ra csökkent, ami megközelítőleg négyszeres javulást jelent.

3 Energetikai vizsgálat

3.1. Energetikai tanúsítvány

Az épület szigetelés előtti és utáni állapotára végzett energetikai számítás eredményeként azt kaptuk, hogy a szigetelés előtt az épület teljesítmény % értéke 112%-ra jött ki, ami DD kategóriába sorolná az épületet. A szigetelés felhelyezése után ez 91,4 %-ra javult. Amennyiben

csak a százaléértéket vesszük figyelembe ez BB kategóriát jelentene. Viszont mivel az épület nem teljesít az erre vonatkozó egyéb követelményeket így le kell rontani CC besorolásúra.

4. Következtetések

A dolgozat során megállapításra került, hogy bizonyos esetekben eltérhet a gyártók által közölt hővezetési tényező és a laborban mért hővezetési tényező. Hőtechnikai számítások során az aerogél bizonyult a legjobb tulajdonságokkal rendelkező anyagnak. A bekerülési költségeket is figyelembe véve a közetgyapot az összes vizsgált anyagnál jobban teljesített. Az aerogél magas egységárát még a nagyon jó tulajdonságai sem tudják ellensúlyozni a hagyományosabb elterjedt anyagok olcsóságával szemben.

A külsőfal felületi hőmérsékletek vizsgálatával megkaptuk, hogy mekkora mértékben csökkenti a felületi hőmérséklet ingadozását a szigetelés felhelyezése.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Lakatos, A.: *Measurements of Thermal Properties of Different Building Materials. Insulating Materials Advanced Materials Research. Vol. 1016 (2014) pp 733-737*
- [2] A. Lakatos, I. Csáky, F. Kalmár: *Thermal Conductivity Measurements with Different Methods: A Procedure for the Estimation of the Retardation Time, Materials and Structures* 48, 5, (2015) 1343-1353.
- [3] A. Lakatos: *Measurement of the decrement factor of different wall structures. WSEAS transactions on Heat and Mass transfer* 11, 1 (2016) 5.
- [4] A. Lakatos: *Moisture induced changes in the building physics parameters of insulation materials, Science and Technology for the Built Environment* 22, 3 (2016) 252-260.
- [5] 7/2006. (V.24.) TNM rendelet (Hatály: 2016.I.1. - 2017.XII.31.) Online elérhető: http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0600007.TNM×hift=2016010173. (2012)

AUTOMATIZÁLT ZSÁKOLÓ BERENDEZÉS

AUTOMATED BAG PACKAGING SYSTEM

Lőrinczi Attila¹, Egyed-Faluvégi Erzsébet²

*Sapientia–Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Marosvásárhelyi Kar,
Gépészmérnöki Tanszék, Cím: 540485, Románia, Marosvásárhely/Koronka, I/C
szám; Telefon / Fax: +40 265 206 210 / +40 265 206 211,*

¹aagiacska@yahoo.com

²faluvegi.erzsebet@ms.sapientia.ro

Abstract

Coal produced from wood has been used in industry and the everyday life since agent times. The production, transportation and in certain cases its packaging requires hard physical labor, and it also has a negative effect on the health of workers. The present paper offers a solution to avoid these problems by the design of an automated packaging machine. This mechatronic system offers solutions to several stages of the packaging process, including: the transportation of the coal by a conveyer belt, coal selection by size, transfer of the coal to a bag by a pneumatic system and the closing of the bag by an industrial sewing machine. The proposed packaging machine has a simple, however safe design, providing flexibility to maximize its potentials in different applications.

Keywords: *pneumatic cylinder, pneumatic control, bag packaging, industrial sewing machine, sifter*

Összefoglalás

A fából előállított szén ősidők óta használatos úgy az iparban mint a mindennapokban. Ennek előállítása, szállítása és adott esetben csomagolása viszont kemény fizikai munkát igényel és az egészségre is ártalmas. Jelen dolgozat az előbbi problémákra és ezeknek javítására ad megoldást egy automata zsákoló berendezés formájában. Ez a mechatronikai elemekkel felszerelt berendezés több munkafolyamatot kíván megoldani, melyek a következők: a szén felhordása egy futószalag segítségével, a szétválogatása egy rostán, zsákolása pneumatikus megvalósítással és a zsák levarrása egy ipari varrógéppel. A berendezés célorientált, igazodik az adott körülményekhez, mely a lehető legegyszerűbb és legbiztonságosabb kivitel nyerte el.

Kulcsszavak: *pneumatikus henger, pneumatikus vezérlés, zsákolás, ipari varrógép, rostáló*

1. Bevezetés

A fából égetett szén az ősidők óta használatos az iparban, és a mindennapokban egyaránt. E sokrétű fűtőanyag előállítása, szállítása és adott esetben csomagolása nem tartozik az egészséges, könnyű munkák körébe, mivel

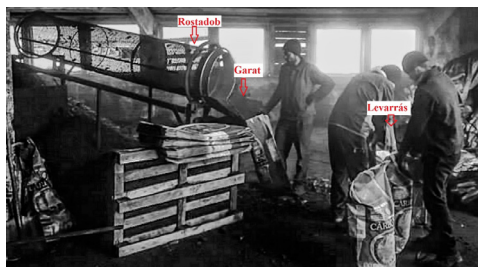
káros és olykor nehéz fizikai munkát igényel.

2. A jelenleg használt technológia

A jelenlegi berendezés felépítés szempontjából igen egyszerű, hatásos, viszont sok minőségi, és egyben veszélyes munkát igényel. Minőségit, mert a

termelékenység a munkások sebességétől, hangulatától függ. Veszélyes, mert a szénpor belégzése a fontos szervek (tüdő, légző) károsodását okozhatja.

A napjainkban használt berendezés az **1. ábrán** látható, melyet három részegységre lehet bontani.



1. ábra. A jelenleg alkalmazott technológia

2.1. Rostadó

A rostadó általában két kör felületére kifeszített, a kívánt legkisebb szemcseméret által meghatározott, lyukazattal ellátott dobszerű kialakítás. A célfeladatnak megfelelően viszont a rostadók készülhetnek változó lyukmérettel is.

A rostadók feladata a szelektálás. Jelen esetben szétválasztják a 6 mm-nél kisebb széndarabokat és a szénport az ennél nagyobb daraboktól miközben elfordulnak a saját tengelyük körül.

A rostadó szögét és fordulatszámát a szelektálni kívánt anyagtól függően határozzuk meg, empirikusan figyelve a minőség megtartását.

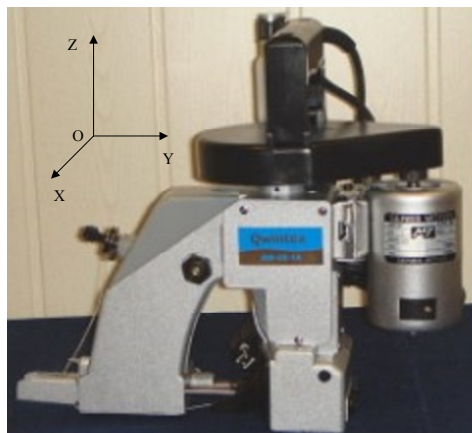
2.2. Garat vagy beömlő

A garat kialakítása igen változó, lényegében célorientált. Feladata a már kiválogatott anyagot, esetünkben szenet, eljuttatni a dob torkától a zsákba.

Az **1. ábrán** látható beömlő méretei megegyeznek az adott zsák szájméreteivel, ezáltal a zsák könnyedén illeszthető és elkerülhető, hogy a kiválasztott anyag a földre kerüljön.

2.3. A zsákszáj varrógép

A megtöltött zsákok levarrása zsákszáj varrógéppel történik, melyet a **2. ábra** szemléltet.



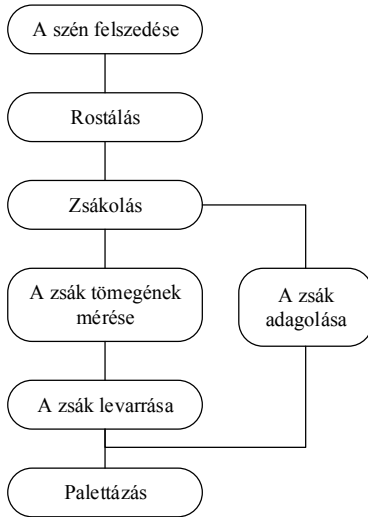
2. ábra. Az OW 26-1 A ipari varrógép, [1]

Az alkalmazott varrógép egy OW 26-1 A modellű, ipari termelésre alkalmas varrógép. Ergonomikus kialakításából adódóan könnyen kezelhető, egyszerű.

A varrat egy szálaláncöltéssel, míg a szál elvágását egy Z tengely körüli forgómozgással valósítjuk meg. A penge, mely elvágja a szálalát, a gépbe van beépítve. Az öltések hossza 1,6-5,1 mm, és 500 öltést varr percenként. A varrógép motorjának teljesítménye 370/400 W, terhelésétől függően. Üzemeltetését illetően fogyasztói hálózaton működik 230V tápfeszültséggel, [1].

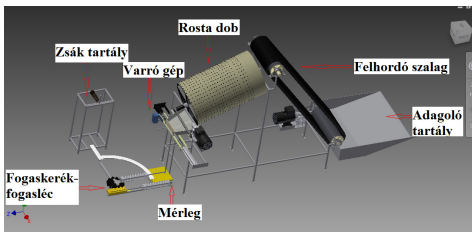
3. A berendezés tervezése

A berendezés célja a szén rostálásától a zsákba töltésén át, a zsák levarrása a bevált technológiai részletek beépítésével. A probléma felmérése és a munkafolyamat letisztulása utána a következő folyamatábrát (**3. ábra**) lehetett felállítani, szem előtt tartva a munkamenet folyamatosságát.



3. ábra. A berendezés folyamatábrája

Az elképzeléseink és a már létező berendezés alapján megvalósult a 4. ábrán látható 3D modell Autodesk Inventor programkörnyezetben, mely nagy segítségünkre volt kivitelezéskor.



4. ábra. A berendezés Inventor modellje

A berendezés tervezésénél törekedtünk az egyszerűsége, a kivitelezhetősége. A gép érdekessége az maga a zsák elvétele, kinyitása, megtöltése és a folyamat végén annak levarrása.

A zsák elvétele VASB-15-1/8-SI-B típusú szívókoronggal történik [2], amit tesztelés útján választottunk ki. Egy ipari kompresszor által előállított magasnyomású levegőt egy Vn-05- H-T2 típusú vákuum generátor alakítja át, mely eljut a szívókorongokhoz. A zsákot tartó DSBC-

32-A típusú munkahenger [3] 90°-os szögelfordulását egy fogaskerék-fogasléckapcsolás valósítja meg.

A zsák kinyitását két-két egymással szemben elhelyezett szívókoronggal valósítjuk meg. A zsák megtöltésének folyamata a felhordódob motorjának és a rostadob motorjának egyszerre történő indításával kezdődik. A zsák kinyitott állapotban várakozik a mérlegen, a garat kapuja ekkor nyílik és a töltési folyamat mindaddig zajlik, amíg a zsák tartalmának tömege el nem éri a 3 kg-ot. A kívánt tömeg elérése után, zár a kapu, illetve bezáródik a zsák szája is, amivel párhuzamosan a meghajtó motorok is leállnak. A garat kapujának nyitásáért, csukásáért ugyancsak egy DSBC-32-A típusú pneumatikus munkahenger a felelős. A bezárt zsák egy fogaskerék-fogasléckapcsolásnak köszönhetően a szája végighalad az ipari zsákvarrógép pófái közt. Mielőtt újraindulna a ciklus, mely a fent említett lépéseket követi, a tele zsákot palettázzuk.

4. A berendezés kivitelezése

A kivitelezett gépet az 5. ábra szemlélteti. Látható, hogy számottevő változásokat végeztünk a gép eredeti terveihez képest. A zsákot mozgó pneumatika felkerült a zsák szájának vonaláig, amire két szempontból volt szükség:

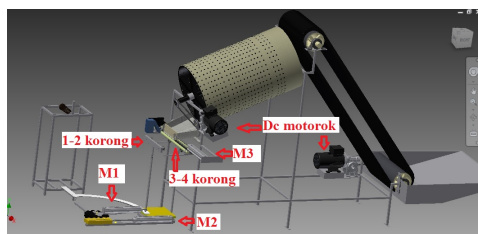
- így működik optimálisan a rendszer;
- elhagyhatóvá váltak a modellben látható tartókarok, melyek költségcsökkentést eredményeztek.

Egy másik változtatás a varrógép elhelyezésével történt, mivel nem lett volna kivitelezhető, hogy a varrógép egy sínrendszeren fusson el a garat előtt. Ez szintén egyszerűsítette a kivitelezést. Utolsó változtatást a zsáktartályon végeztük, egyszerűsítettük, hogy zökkenőmentesen megtörténhessen a zsák elvétele és könnyebben valósuljon meg a zsák puffer

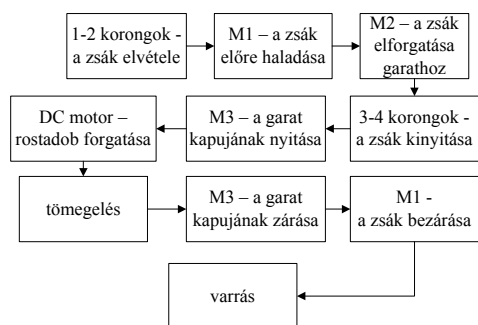
újratöltése. A megvalósított berendezés a **6. ábrán** látható.



5. ábra. A megvalósított berendezés



6. ábra. A berendezés vezérelt elemei



7. ábra. A berendezésben vezérelt elemek és a folyamatábra

5. A berendezés vezérlése

A gép mozgóalkatrészeinek vezérlését egy Arduino-val valósítjuk meg, [4]. A program megírásának első és legfontosabb lépése az, hogy meghatározzuk a logikai lépések sorrendjét. E logikai lépéseket a **7. ábra** szemlélteti:

6. Következtetések. Továbbfejlesztési lehetőségek

A gép hatékonyságát növelni azzal lehetne, ha a berendezést kerekre helyezve egy olyan vezérléssel látnánk el, mely felismerné a felszakolásra váró szénrakást, oda menne és felszedné azt. Továbbá, a gép mellé egy palettázó robotot is lehetne kötni, mely nagyban megkönnyítené a dolgozók munkáját.

A fentieket figyelembe véve, jogosan elismerhetjük azt, hogy a mérnöki tudományt felhasználva, a probléma felismerése után, berendezésünkkel jelentősen megkönnyítettük a munkások munkakörülményeit és ezáltal a vállalat termelékenyebbé vált.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] http://www.qwintex.hu/kezi_zsakszaj_varrog_ep.html, utolsó letöltés: 2017.01.26.
- [2] <http://festo.partcommunity.com/3d-cad-models>, utolsó letöltés: 2017.02.13.
- [3] https://www.festo.com/cat/en-gb_gb/data/doc_ENGB/PDF/EN/DSBC_EN.PDF, utolsó letöltés: 2017.01.11.
- [4] <https://www.arduino.cc/>, utolsó letöltés: 2017.01.19.

TÖBBFUNKCIÓS MEGMUNKÁLÓKÖZPONTOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

COMPARISON OF MULTITASKING MACHINING CENTERS

Mallár Tamás¹, Turbucz Viktor²

Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Bánki Donát Szakkollégium, H-1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca, 8.

¹mallartamas@gmail.com

²turbuczv@protonmail.com

Abstract

The tools to satisfy nowadays increased production needs are the multitasking machining centers. With these machines, all of the shaping processes can be done in one uptake. In our treatise, we show the comparison of these machines with standard terms declared by us. Our chosen terms' goal is to decrease the number of the machines from a dozen to a few. Furthermore, we defined shaping concentration as a notion to support the reducing process.

Keywords: multitasking, machining center, done in one, shaping concentration

Összefoglalás

Napjaink megnövekedett termelési igényeinek kielégítésére szolgáló szerszámgépek a többfunkciós megmunkálóközpontok. Ezekkel a berendezésekkel az összes megmunkálási művelet egy felfogásban elvégezhető. Tanulmányunkban ezen gépek összehasonlítását mutatjuk be általunk meghatározott, egységes szempontok alapján. A támasztott követelmények célja az, hogy a rendelkezésre álló paraméterek alapján a több tucat gépet néhány darabra redukáljuk. E szűkítést szolgálja továbbá az általunk definiált megmunkálási koncentráltság fogalma is.

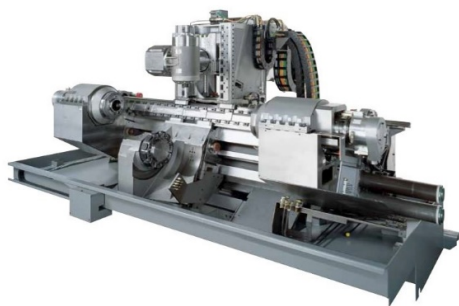
Kulcsszavak: többfunkciós, megmunkálóközpont, egy lépéses megmunkálás, megmunkálási koncentráltság

1. Bevezetés, célkitűzések

Napjaink legkorszerűbb CNC szerszámgépei a többfunkciós megmunkálóközpontok. Ez a definíció más és más alakban jelenik meg a különböző gyártóknál. Például a Mazak a többfunkciós megmunkálóközpont, a DMG-Mori a komplett eszterga és maró megmunkálóközpont kifejezést használja, míg az Index-Traub eszterga/maró központnak, az Okuma pedig többfeladatú

gépnek hívja ilyen funkciójú termékeit. Általánosan elmondható, hogy ezek a szerszámgépek rendelkeznek egy eszterga fő- és ellenorsóval, egy maróorsóval és legalább egy revolverfejvel. Ezekkel a berendezésekkel az összes megmunkálási művelet egy felfogásban, egyszerre több szerszámmal végezhető el, így növelve a munkadarab pontosságát és csökkentve a gépidőt.

Egy ilyen gép általános felépítése látható az **1. ábrán**.



1. ábra. A vizsgált gépek általános felépítése [8]

2. Peremfeltételek és gépek

Az általunk megszabott peremfeltételek a következők:

- ágyméret: 4 méternél nem nagyobb;
- eszterga fő- és ellenorsó homlokmérete: A2-8;
- szerszámtartó kivitele: BT40, vagy HSK-A63;
- tetszőlegesen nagy szerszámtár.

Az ágyméret és az esztergaorsók homlokmérete alapvetően meghatározza a megmunkálható munkadarab méreteit. Összehasonlításunkban a kis- és közepes méretű munkadarabok megmunkálására alkalmas szerszámgépeket vizsgáljuk.

A gépre szerelhető szerszámtartónak kellően korszerűnek kell lennie, mert az újabb szabványok szerint készült tartókkal kedvezőbbek a megmunkálási körülmények.

A szerszámtárba helyezhető szerszámok száma döntően befolyásolja a felszerszámozással töltött időt. Ezért minél több szerszámmal van felszerelve egy gép, annál tovább tud megszakítások nélkül üzemelni, ezáltal csökken a mellékidő.

Szakirodalomkutatás után az 1. táblázatban szereplő eredményre jutottunk:

1. táblázat. Gyártók, gépcsaládok, szériák

Mazak	Integrex	e - széria
		i - széria
		j - széria
DMG-Mori	CTX	Gamma TC
	NT	DCG S/SZ
	NTX	S/SZ
Index	-	G-széria
		R-széria
Okuma	Multus	B-széria

A keresés során szóba kerültek több másik szerszámgépgyártó cég (például Haas, Matsuura stb.) gépei is, mivel azonban ezek nem elégitettek ki maradéktalanul minden feltételt, nem kerültek bele összehasonlításunkba.

3. Optimális gépek

A korábban definiált peremfeltételeket a következőképpen módosítottuk:

- ágyméret: 1,2-3 méter;
- szerszámtartó kivitele: HSK-A63;
- eszterga főorsó fordulatszám: ~3000 1/min;
- maróorsó fordulatszám: 12000 1/min;
- revolverfej megléte.

A meghatározott ágy- és esztergaorsó méret lefedi az általunk peremfeltételként megszabott kis- és közepes méretű munkadarabok megmunkálásához alkalmas berendezéseket.

Kellően modern szerszámtartókra van szükség az eszterga és maró szerszámok közötti átjárhatóság érdekében, ezért választottuk a fent említett HSK-A63-as szabványt. Így lehetségessé válik az álló maróorsóval történő “kontúrkövető” esztergálás, melynek során kedvezőbbek a forgácsolási feltételek.

A termelékeny forgácsolás biztosításához az általunk meghatározott fordulatszámok tekinthetők elvártnak.

Az ilyen módon pontosított feltételek alapján a 2. táblázatban látható gépeket találtuk optimálisnak.

2. táblázat. A családonként kiválasztott gépek

Mazak	Integrex	e-420H-ST/2000
		i-300ST/1500
		j-300/1200
DMG-Mori	CTX	Gamma 3000TC (4A)
	NT	4250 DCG/1500 S/SZ
	NTX	2000 SZM
Index	-	G400

4. Megmunkálási koncentráltóság

Az előzőleg ismertetett szűrési paramétereket bővítjük az úgynevezett megmunkálási koncentráltósággal, mely egyenlő a gépen található megmunkálást végző egységek számának és a berendezés alapterületének hányadosával.

A megmunkálást végző egységek számát úgy határoztuk meg, hogy megnéztük egy alkatrészhez egyszerre hány darab modul férhet hozzá. Néhány gép esetében a maróorsóval egybe van építve egy revolverfej, de mivel ezek közül egyszerre csak az egyik tud dolgozni, ezek számát egynek vettük.

Azokban a műveleti koncentráltóság csak egy viszonyszám, amit a gépek rangsorolásához definiáltunk. Ebben a formában sehol nem alkalmazzák, ennek ellenére gépvásárláskor a megmunkáló

egységek száma és a megmunkálóközpontok alapterülete döntő befolyással bír.

A **2. táblázatban** ismertetett típusok megmunkálási koncentráltósága a **3. táblázatban** olvasható. A kapott eredmények alapján az általunk legjobbnak deklarált többfunkciós megmunkálóközpont az Index G400 lett, melytől alig marad el a Mazak i-300ST.

5. Következtetések

Legfőbb célunk az volt, hogy a mai modern ipari igényeknek megfelelő többfunkciós megmunkálóközpontokat kellő mélységben összehasonlítsuk, valamint kiemeljük az általunk legjobbnak találtakat. Munkánk során betekintést nyertünk a szerszámgépek felépítésébe, a konstrukciós megoldásokba, a főbb gyártási szempontokba és a vállalatok marketing tevékenységébe is. Szándékunkban állt egy gazdasági szempontok szerinti összehasonlítás készítése is, erre azonban nem kerülhetett sor, mivel nem gazdasági társaságként kértünk ajánlatot, így elutasították ezen kérésünket. Következtéseinket a **3. táblázatban** foglaltuk össze, ezek alapján mi az Index G400-as gépét választanánk.

3. táblázat. Az egyes gépek megmunkálási koncentráltósága

Gyártó	DMG - Mori			Mazak			Index
Család	CTX	NT	NTX	Integrex			-
Típus	Gamma 3000 TC	4250 DCG SZ	2000 SZM	e420H-ST	i-300 ST	j-300	G400
Alapter. [m ²]	31,9695	17,3841	15,9	22,3236	13,748	13,0652	16,4205
Megmunk. egys. sz. [db]	4	4	4	4	4	3	5
Megmunk. konc. [db/m ²]	0,1251	0,2301	0,2526	0,1792	0,2910	0,2296	0,3045

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] <http://en.dmgmori.com/blob/230242/987f7d09045c81d2b7fba716e27a5c98/pt0uk-ctx-beta-tc-pdf-data.pdf>
- [2] <http://en.dmgmori.com/blob/123332/2dcd64a8100baebf0a08f45904bf6c4d/pt0uk13-ctx-tc-series-pdf-data.pdf>
- [3] <http://en.dmgmori.com/blob/163706/71138e7d95a5bf3d355c0e878b02e9ed/pt0uk14-nt-series-pdf-data.pdf>
- [4] <http://en.dmgmori.com/blob/335802/59d8d211da8edf4a8a3504074e31074b/pt1uk15-ntx-1000-2--gen--pdf-data.pdf>
- [5] <http://en.dmgmori.com/blob/383676/93c1cd85d6b7d6d2c3ed2508c5f19829/pt0uk15-ntx-2000-pdf-data.pdf>
- [6] http://www.index-traub.com/fileadmin/user_upload/INDEX/G200/INDEX_G200_EN.pdf
- [7] http://www.index-traub.com/fileadmin/user_upload/INDEX/G220/INDEX_G220_EN.pdf
- [8] http://www.index-traub.com/fileadmin/user_upload/INDEX/G400/INDEX_G250_G400_EN.pdf
- [10] http://www.index-traub.com/fileadmin/user_upload/INDEX/R200/INDEX_R200_EN.pdf
- [11] http://www.index-traub.com/fileadmin/user_upload/INDEX/R300/INDEX_R300_EN.pdf
- [12] http://www.index-traub.com/fileadmin/user_upload/TRAUB/TNX65_42/TRAUB_TNX65-42_EN.pdf
- [13] DMG MORI Global Marketing GmbH - NT-series, electronic catalogue (2016)
- [14] Yamazaki Mazak Corporation - Integrex e-H-series, press catalogue (2016)
- [15] Yamazaki Mazak Corporation - Integrex j-series, press catalogue (2016)
- [16] Yamazaki Mazak Corporation - Integrex Total Line-Up, press catalogue (2016)
- [17] Yamazaki Mazak Corporation - Mazak, nyomtatott főkatalógus (2016)
- [18] OKUMA Corporation - Multus BII series, electronic catalogue (2015)

SZABAD DUGATTYÚS STIRLING GENERÁTOR DINAMIKAI MODELLEZÉSE ÉS FEJLESZTÉSE

DEVELOPMENT AND DINAMIC MODELING OF A FREE PISTON STIRLING GENERATOR

Máriás Nimród

SC ARIADNE IMPEX SRL Sfântu Gheorghe, STR. Lt. Păiș David, Nr. 12A, irányító-
szám: 520077, Județul Covasna, [Tel:0754-686883](tel:0754-686883), E-mail ariadne@planet.ro,
www.ariadneimpex.ro, mariasnimrod@yahoo.com.

Abstract

The Stirling engine can operate when it is connected with a source of heat. The provenience can be various: nuclear, sunlight, geothermal or fossil fuel. The Stirling generator can be used as electricity producer or as pneumatic or hydraulic pump actuator. Such a system can be used as energy provider for special vehicles or robots, or even buildings and domestic machines. In order to realize the Stirling system the build-up of a dynamic model was necessary, that estimates the probably behavior of the system

Keywords: *Stirling generator, free piston, solar energy, model, Bode diagram*

Összefoglalás

A Stirling generátor fűtésére hasadóanyag hőenergia, napfény, geotermikus energia, vagy fosszilis tüzelőanyagok szolgálhatnak. A Stirling generátor szolgáltathat villamos energiát, vagy üzemeltethet pneumatikus, illetve hidraulikus szivattyúkat. Egy ilyen rendszerrel speciális járművek, robotok energiaellátását lehet megvalósítani, vagy háztartások, épületek energiaellátását lehet kielégíteni. A Stirling generátor fejlesztésére szükség volt egy dinamikai modell felépítése, mely segítségével előre megközelíthető a rendszer viselkedése.

Kulcsszavak: *Stirling motor, szabaddugattyú, napenergia, modell, Bode-diagram.*

1. A szabaddugattyús Stirling- generátor

A fejlesztés során egy szabaddugattyús Stirling-generátor (SZDSG) tulajdonságait vizsgálom. A SZDSG működését jelentősen befolyásolja a kiszorító dugattyú mozgása, és a munkadugattyút terhelő generátor terhelési ellenállása. Szükséges megkeresni azt a segéd-dugattyú-keresztmetszetet, amelyen a kiszorító dugattyút sikerül mozgásra kényszeríteni, és azt a kimenő terhelési

ellenállást, amelyenél még a SZDSG stabilan működik.

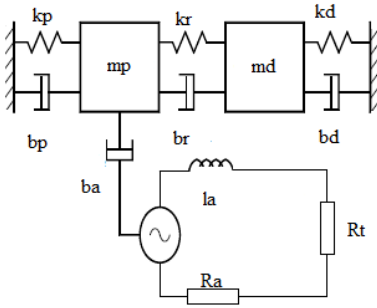
A kutatás jelenleg is folyik, sajnos a nem megfelelő háttér következtében igen kis lépésekben. Ezért csak egy részletet tudok közölni ezen beszámoló során.

A Stirling hőerőgép meleg hőcserélőjének hőmérséklete 873 K, a hideg pedig 333 K. A működési frekvencia 40 Hz, a dugattyú amplitúdója pedig 20 mm. A motor nyomásértéke jelen pillanatban a 30 bar értéket éri el.

2. A SZDSG modellje

A Stirling generátorban két dugattyú helyezkedik el egyetlen zárt térfogaton belül. Az egyik dugattyú egy hideg és egy meleg hőcserélő között tereli a munkagázt. Ez a kiszorító dugattyú. A munkagáz a hőmérséklet változásából eredő nyomás változás következtében munkát fejt ki a munkadugattyún.

A munkadugattyúhoz egy lineáris generátor kapcsolódik, amely a hőerőgép által termelt mechanikai energiát villamos energiává alakítja át.



1. ábra. A SZDSG modellje

Ahogy az 1. ábrán szemléltetjük, a Stirling generátor egy soros mechanikai rezgőkört alkot, mely tartalmazza a dugattyúk tömegét, ezek rugóinak állandóját és a dugattyúk csillapítási tényezőjét.

A soros mechanikai rezgőkörben a két rezgőkör azonos frekvencián szükséges, hogy rezegjen.

Indításkor a munkadugattyú mp tömegére és a kiszorító md tömegére is erővel kell hatni.

2.1 A Stirling generátor modellezése

A Stirling generátor működése egy villamos öngerjesztésű rezgőkör működéséhez hasonlítható. Ahogy a rezgőkör gerjesztő és visszacsatoló körei is azonos frekvenciára vannak hangolva egy-egy kondenzátor

segítségével, úgy a Stirling generátor esetében is a dugattyúk mozgása is egy-egy rugóval azonos frekvenciára van hangolva.

Az egyenletekben a következő jelöléseket használjuk:

- A kiszorító dugattyú keresztmetszete
- A_s Segéddugattyú keresztmetszete
- b Csillapítási tényező
- b_d kiszorító dugattyú csillapítása
- b_p munkadugattyú csillapítása
- g gravitációs gyorsulás
- k_d kiszorító dugattyú rugóállandója
- k_p munkadugattyú rugóállandója*
- l_d kiszorító rugójának hossza
- l_p munkadugattyú rugójának hossza
- m_d kiszorító tömege
- m_p munkadugattyú tömege
- p munkagáz nyomása
- p_b nyomásköpenyben levő nyomás
- T_e meleg hőcserélő hőmérséklete
- T_c hideg hőcserélő hőmérséklete
- V_e melegített gáz térfogata
- V_c hideg gáz térfogata
- V_r regenerátor térfogata
- x kiszorító helyzete
- \dot{x} kiszorító sebessége
- \ddot{x} kiszorító gyorsulása
- y munkadugattyú helyzete
- \dot{y} munkadugattyú sebessége
- \ddot{y} munkadugattyú gyorsulása

A modell a megépített Stirling generátor alkatrészeinek jellemző értékeit használja.

A mechanikai rezgőkör sajátfrekvenciája az (1) összefüggés segítségével határozható meg, ahol a k a rugóállandó, az m pedig a tömeg.

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (1)$$

A Stirling generátor tervezésénél figyelembe kell venni a mechanikai rezgőkör jósági tényezőjét is. A rezgőkört úgy kell elképzelni, mint két energiatároló egységből összetevődő rendszer, melynek energiatárolóiban egymás között energia cserélődik periodikusán. Akkor jó a rezgőkör, ha

mindkét energiátároló egység azonos mennyiségű energia tárolására képes.

A Stirling generátor dinamikai modellezésével [2] könnyebb ellenőrizni a rendszer működését, nagyobb határfokú berendezés építhető.

A kiszorító dugattyú mozgásegyenlete a következő:

$$m_d \ddot{x} = -pa + p(A - A_s) + p_b A_r - k_d(x - l_d) - b_d \dot{x} - b(\dot{x} - \dot{y}) - m_d g \quad (2)$$

A munkadugattyú mozgásegyenlete pedig:

$$m_p \ddot{y} = -p(A - A_r) + p_b A_s - k_p(y - l_p) - b_p \dot{y} - b(\dot{y} - \dot{x}) - m_p g \quad (3)$$

Nyugalmi állapotban feltételezhető, hogy a két dugattyú elmozdulása, vagyis az x és y egyenlő 0-val, ebből eredően a sebességek és a gyorsulások is nullák. Így a mozgásegyenletből következik:

$$k_d l_d = m_d g + p_0 A_s - p_b A_s \quad (4)$$

$$k_p l_p = m_p g + p_0(A - A_s) - p_b(A - A_s) \quad (5)$$

A linearizált rendszer egyenletei a következők:

$$[m_d s^2 + (b + b_d)s + k_d]X = -(p - p_0)A_s + b_s Y \quad (6)$$

$$[m_p s^2 + (b + b_p)s + k_p]Y = -(p - p_0)(A - A_s) + b_s X \quad (7)$$

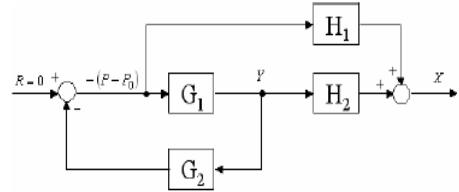
$$(p - p_0) = (C_1 A - C_2 A + C_2 A_s)X + C_2(A - A_s)Y \quad (8)$$

A rendszer átviteli függvényei a következők:

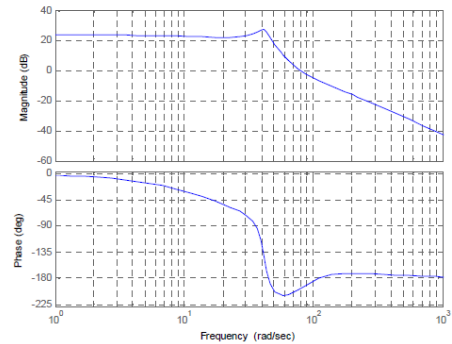
$$X(s) = -(p - p_0)H_1(s) + Y(s)H_2(s)$$

$$G_1(s) = \frac{Y(s)}{-(p - p_0)}$$

$$G_2(s) = \frac{p - p_0}{Y(s)} \quad (9)$$



2. ábra A rendszer modellje

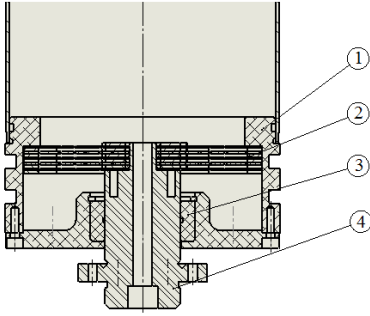


3. ábra A rendszer Bode jelleggörbéje

3. A Stirling generátor megvalósítása

A megépített Stirling generátorban a kiszorító dugattyú vezérlésére a *segéddugattyús* [1] megoldást választottam. A Stirling generátorban és a kiszorítóban levő nyomáskülönbség hatására a segéddugattyú a kiszorítót kimozdítja.

Az **4. ábrán** a segéddugattyús vezérlés tekinthető meg. A kiszorító dugattyúban (1) egy henger található, melyben a (4) segéddugattyú található. A tömítésről egy grafit-teflon gyűrű (3) gondoskodik. A kiszorító dugattyúra a planáris rugókon (2) keresztül csatolódik a segéddugattyú (4).



4. ábra Kiszorító dugattyú segédugattyús vezérléssel.

A tervezésnél figyelembe kellett venni a kiszorító dugattyúra ható nyomásváltásokból eredő felületi terheléseket. Ezért szükséges különböző merevítési megoldások használata. Az első változat nehézségre sikerült, a tömege 1860 g. A következő kutatások alatt egy 600 g tömegű kiszorító dugattyút fogok használni.

A munkadugattyú és a kiszorító dugattyú rugói tárcsa kialakításúak. Ezeknek a rugóállandóját kísérletileg állapítottam meg. A tárcsarugók jelleggörbéi lineárisak, amelyből következik, hogy a k értéke állandó.

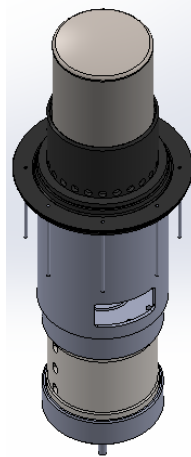


5. ábra. A tárcsarugók állandójának meghatározása

A munkadugattyú sajátfrekvenciájának a számításánál figyelembe kell venni, hogy egy lineáris generátor kapcsolódik hozzá,

így a tömegéhez hozzá kell adnunk a generátor-mozgórész tömegét.

A dolgozat nem tartalmazza a további megvalósításokat a nagy terjedelem miatt. Ez a rész a bemutató során lesz ismertetve.



6. ábra A Stirling generátor tesmodellje

4. Következtetések

A megépített Stirling generátor modellezése során megállapíthattuk, hogy a rendszer 40 Hz frekvencián működik. Az elvárt működési frekvencia viszont 50 Hz, ezért szükséges módosítanom a megépített SZDSG rugóinak állandóját. A modellezésen is még szükséges javítanom.

Az új kiszorító dugattyút SS321 titán ötvözetből fogom legyártani, melyre jellemző a nagy szilárdság magas hőmérsékleten is.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] George R. Dochat, DOE/NASA/0056-79/1 NASA CR-1 59587 MTI 79TR47 *Design Study of a 15 kW Free-piston Stirling Engine-linear Alternator for Dispersed Solar Electric Power*
- [2] Eric J. Barth P.I. *Dynamic Modeling of a Regenerator for the Control-Based Design of Free-Piston Stirling Engines* - Department of Mechanical Engineering, Vanderbilt University, Nashville, TN37212.

METSZŐKERÉKKEL LEFEJTETT FOGASKEREK PROFILPONTOSSÁGÁNAK VIZSGÁLATA

THE ANALYSIS OF THE TOOTH PROFILE PRECISION BY GEARS MESHED USING SHAPER CUTTER

Máté Márton¹, Kántor Anna Erzsébet², Laczkó Benedek Brigitta³

Sapientia–Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Marosvásárhelyi Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 540485 Marosvásárhely, O.p.9, C.P 4, Telefon / Fax: +40-265-206210 / +40-265-206211,

¹*mmate@ms.sapientia.ro*

Abstract

As well is known, tooth profiles of gears manufactured with use of classical shaper cutters differ from the theoretical involute curve. The error is accepted because it is considered that it reduces the top land and dedendum tooth thickness. The present paper shows that the repartition of the errors on the tooth profile can result in many different modes, only a few fulfilling the hypothesis stated above. This paper presents the mathematical model of the meshing between the right teethed gear shaper cutter and the gear. The exact profile equations of the gear tooth are computed. After this, the error is defined as the normal distance between the theoretical involute and the real tooth profile. The error is considered positive when it is situated in the tooth. Finally it is demonstrated, that the repartition of the errors depends on the number of teeth and the profile shifting coefficients.

Keywords: *shaper cutter, gear, tooth profile, error, tooth number, profile shifting, distribution*

Összefoglalás

Jól ismert tény, hogy a metszőkerékkel fogazott fogaskereknek profilhibája van. A szakirodalomban általánosan elfogadott vélemény, hogy e hiba a fogfej- és a foglábvastagságot csökkenti, így a kapcsolódás szempontjából előnyös. Jelen dolgozatban kimutatjuk, hogy ez a feltételezés csak bizonyos esetekben igaz. Tárgyaljuk a metszőkerékes burkolás matematikai modelljét és ennek alapján felírjuk a burkoló fogoldal profiljának parametrikus egyenleteit. A következőkben a profilhibát definiáljuk. A profilhiba pozitív, ha a fog belseje felé irányított. Végül igazoljuk, hogy a profilhiba mértéke és eloszlása a profíleltolásoktól és a fogszámoktól függ.

Kulcsszavak: *metszőkerék, fogaskerek, fogprofil, hiba, fogszám, profíleltolás, eloszlás*

1. Az egyenes fogú metszőkerék éle- inek parametrikus egyenletei

Az egyenes fogú metszőkerék fogának oldalfelületei, a lineárisan változó profíleltolás miatt, evolvens csavarfelületek. Ezeket úgy származtatjuk, hogy az alapsíkban

definiált evolvens profílt az alaphengeri csavarvonal-vezérgörbén elmozdítjuk.

Az evolvens parametrikus egyenletei, a metszőkerékhez kötött x_s, y_s, z_s koordináta-rendszerben a következők [3,4]:

$$\begin{cases} x_s(u) = R_b(\cos u + u \sin u) \\ y_s(u) = R_b(\sin u - u \cos u) \\ z_s(u) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Az (1) egyenletekre a (v, pv) csavarmozgást alkalmazzuk. A transzformáció felírása után, a $w = u + v$ változócserevel, a metszőkerék bal oldalát határoló fogfelület egyenletei a következők lesznek:

$$\begin{cases} x_s(u, w) = R_b(\cos w + u \sin w) \\ y_s(u, w) = R_b(\sin w - u \cos w) \\ z_s(u, w) = p(w - u) \end{cases} \quad (2)$$

A homlokfelület olyan egyenes körkúp, melynek tengelye a metszőkerék tengelyével egybeeső, alkotója pedig a γ_V csúcshomlokszöveget zárja az x_s, y_s síkkal. Az él torzulásának vizsgálatára a homlokfelület egyenleteibe be kell építenünk a metszőkerék újraélezési stádiumát jelző q paramétert, amely a kúp csúcsának elmozdulását jelzi a z_s tengely mentén. Ezzel a homlokfelület implicit egyenlete a következő lesz:

$$(z_s - R_a \operatorname{tg} \gamma_V - q)^2 - (x_s^2 + y_s^2) \operatorname{tg}^2 \gamma_V = 0 \quad (3)$$

Az él egyenleteit az (1) és (3) összevetéséből kapott $w = w(u)$ függvény (2) egyenletrendszerbe való helyettesítése nyomán kapjuk:

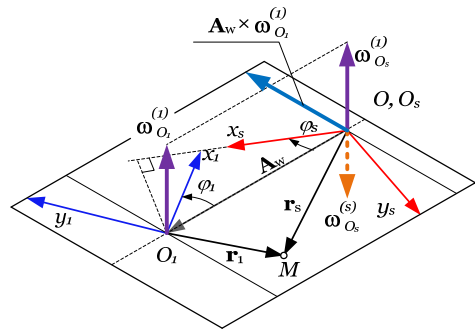
$$w(u) = \operatorname{tg} \alpha_{ib} \operatorname{tg} \gamma_V \left(\frac{R_{a1}}{R_b} - \sqrt{1 + u^2} \right) + u + \frac{q}{p} \quad (4)$$

2. A burkolás matematikai modellje

A lefejtés kinematikáját, a modell egyszerűsítése végett, síkban tanulmányozzuk. Eltekintünk a körkörös eltolás és a fő forgácsoló mozgás időben való szuperponálásától, és ennek alapján kijelentjük, hogy a metszőkerék élei, a fő forgácsoló mozgás

alatt, egy virtuális fogaskereket képeznek, amely a gyártott kerékkel kapcsolódik. Következésképpen a gyártott kerék fogprofilja a relatív mozgás során a fogazott kerék x_1, y_1, z_1 rendszerében létrejövő élvetület-görbék seregének burkolója [1,2,3,4].

A burkolt görbesereg egyenleteit az **1. ábra** alapján vezetjük le.



1. ábra. A koordináta-rendszerek relatív helyzete és a relatív sebesség felírásához felhasznált vektorok.

A két koordináta-rendszer közötti transzformációt az alábbi mátrixszal írjuk le:

$$\mathbf{M}_{12} = \begin{pmatrix} -\cos k & -\sin k_s & 0 & A_w \cos i_{1s} \varphi_s \\ \sin k_s & \cos k & 0 & -A_w \sin i_{1s} \varphi_s \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad (5)$$

$$k = (1 + i_{1s}) \varphi_s$$

Figyelembe véve a φ_s szerszám legördülési paramétert, illetve az $i_{1s} = \frac{\varphi_1}{\varphi_s} = \frac{z_s}{z_1}$ fogszámarányt, a görbesereg egyenleteit a (2), (4) és (5) összefüggések alkalmazásával írjuk fel:

$$\mathbf{r}_1(u, w(u), \varphi_s) = \mathbf{M}_{1s}(\varphi_s) \mathbf{r}_s(u, w(u)) \quad (6)$$

A burkológörbe egyenleteit a [2]-ben ismertetett vektormódszer alapján, az **1. ábrán** feltüntetett, és az x_1, y_1, z_1 rendszer-

ben kifejezett vektorok segítségével számítottuk ki. A számítások homogén trigonometriai egyenlethez vezetnek, melynek elfogadható megoldása a következő:

$$\begin{aligned} \varphi_s(u) &= w(u) - E_1(u) - \arcsin E_2(u) - \pi, \\ E_1(u) &= \arctg \left(u - \frac{\sqrt{1+u^2}}{\operatorname{tg} \alpha_{ib} \operatorname{tg} \gamma_v} \right), \\ E_2(u) &= \frac{-R_b(1+i_{s1})}{A_w \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha_{ib} \operatorname{tg}^2 \gamma_v - \frac{2u}{\operatorname{tg} E_1 + u}}} \end{aligned} \quad (7)$$

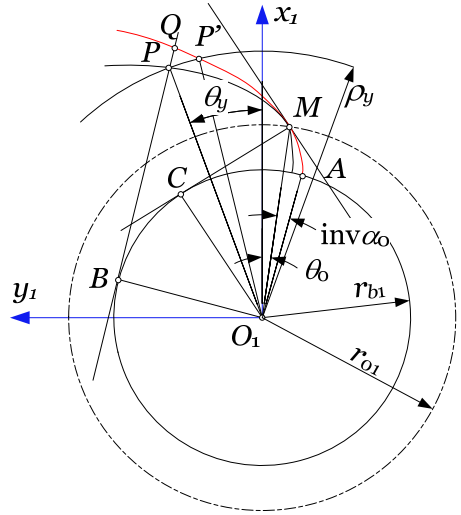
A burkoló profil egyenletei a (6)-ból származnak, a (7) összefüggés behelyettesítésével.

3. A normál-profilhiba definíciója

Normál profilhibának nevezzük a valós fogprofil (esetünkben a burkoló profil) és egy, a valós profil tetszőlegesen választott pontján áthaladó evolvens közötti, az evolvensre merőlegesen mért szakaszt. A normál profilhiba számítását a 2. ábrán szemléltetjük. Az $AMP'Q$ evolvens a fogprofil M osztóköri pontjához igazított. A profil ρ_y sugarú körön illeszkedő P pontjából az alapkörhöz húzott érintő Q -ban metszi az evolvenst. A P pontra jellemző normál-profilhiba, értelmezés szerint, a következő:

$$\delta_{ny} = \overline{BQ} - \overline{BP} \quad (8)$$

A (8) képletet az 2. ábrán megjelölt mennyiségek segítségével kell kifejezni. A profilhiba a vizsgált profilpont polárkoordinátáitól függ. Ha a profilhiba pozitív, akkor a görbe az evolvenshez viszonyítva fogfej- illetve fogláblenyestést hajt végre, ezért, amennyiben megfelelően kicsi, elfogadható. Ha viszont a profilhiba negatív, akkor a gyártott profil helytelenül kapcsolódik.



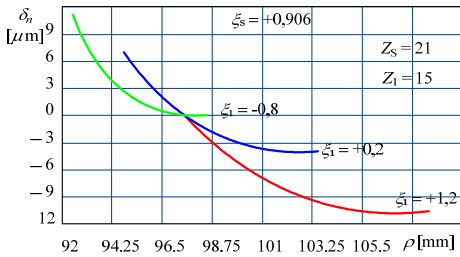
2. ábra. A normál-profilhiba definíciója

4. A profilhiba vizsgálata

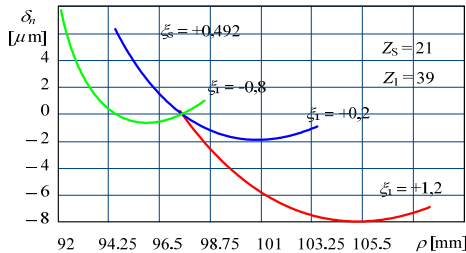
A profilhiba változásának kimutatására $z_s = 21$ fogú, $m=5$ mm modulú metszőkerék hatását vizsgáltuk, ennek három élezési stádiumában, melynek rendre $+0,894$, $+0,492$ és $+0,091$ értékű fajlagos profileltolások felelnek meg. Ezen értékek a metszőkerék ekvivalens fogaskerekének felelnek meg [4]. A megmunkált fogaskerék fogszámát a [19, 79] intervallumban vesszük fel.

A profileltolások hatását a $z_1 = 39$ fogú kerékre vizsgáljuk. Kiszámítottuk, hogy e fogszámnak megfelelő legnagyobb profileltolás $+1,2$, a legkisebb viszont $-0,8$, a közepes érték tehát $+0,2$.

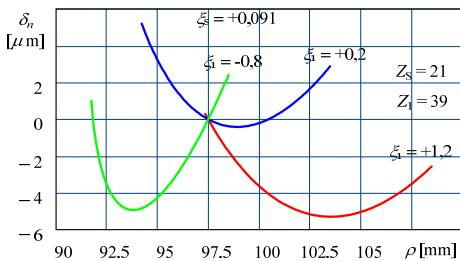
A faktorok kijelölt szintjeinek kombinációjából kilenc technológiai hajtópárt állítottunk össze, amelyre kiszámítottuk a burkoló profilt, majd pedig a normálhibát. Az eredményeket a 3., 4., illetve 5. ábrán szemléltettük.



3. ábra. Új metszőkerékkel generált profilhibák



4. ábra. Félig kopott metszőkerékkel generált profilhibák



5. ábra. Kopott metszőkerékkel generált profilhibák

A 3., 4. és 5. ábrák vizsgálata alapján kijelenthetjük, hogy a legnagyobb profilhiba a legnagyobb profileltolás-összegekre jelentkezik. A hibagörbék mindegyikének minimumpontja van. Ez azt jelenti, hogy ha az összehasonlító evolvenst arra a profilpontra igazítjuk, amelyben a profilhibagörbe minimumpontja van, akkor belátható, hogy az odaillesztett nullavonalhoz képest a

hiba pozitív, azaz a fogfej-és foglábnyesés megalószul.

Észre lehet venni, hogy ennek ellenére, a fogláb- és a fogfejnyesés mértéke annál jobban különbözik, minél nagyobb a vizsgált fogaskerék profileltolása.

Az 5. ábráról meg lehet állapítani, hogy a legideálisabb hibaeloszlás a fogaskerék közepes profileltolására, a kopott metszőkerékkel valósítható meg.

5. Következtetések

Bár a szakirodalom előírja [1,4], hogy a metszőkerék tervezésekor ennek lehető legnagyobb profileltolására törekedjünk, a bemutatott modelltől kiderül, hogy ez nem vezet a legjobb profil generálásához.

Bizonyos esetekben előfordul, hogy a minimumpont a használható fogmagasságon kívül található, így a hibagörbe átmetszi a nullavonalat. Ez esetben a profilgörbe egy része az evolvensen kívül illeszkedik, fej- vagy lábvastagodást okozva. Ezeket a beállításokat el kell kerülni.

A megmunkált fogaskerék fogszáma nem befolyásolja számottevő módon a profilpontosságot.

Nagy sorozatok gyártásakor megéri optimális profileltolású metszőkeréket tervezni, és az utánélezések számát csökkenteni, mert ezáltal pontosabb profilt gyárthatunk.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Radzevich, P. S.: *Dudley's Handbook of Practical Gear Design*. CRC-Press, London, 2016.
- [2] Litvin, F.L.: *A fogaskerékkapcsolás elmélete*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1972.
- [3] Hollanda, D.: *Bazele aşchierii și generării suprafețelor*, „Petru Maior” Egyetem, Marosvásárhely, 1994.
- [4] Máté, M.: *Hengeres fogaskerékek gyártószerszámjai*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 2016.

MEREVSÉG VAGY CSILLAPÍTÁS SZEIZMIKUS VÁLASZNÁL STIFFNESS VERSUS DAMPING IN SEISMIC RESPONSE

Máthé Alíz Éva

*Kolozsvári Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Kar, Tartószerkezetmechanikai Tanszék,
Cím: 400020, Románia, Kolozsvár, C. Daicoviciu u., 15; Telefon: +40-264-401363,
aliz.mathe@mecon.utcluj.ro*

Abstract

The subject of the paper is to present the effects of added damping and of increased lateral stiffness on the seismic response of multi-story steel structures. Lateral stiffness (and its increase) is still a traditional way to adjust multi-story structures to the design provisions concerning their kinematic state – lateral absolute and relative story level displacements. The increase of lateral stiffness via cross sections of structural elements, or by equipping the structures with bracings results not only in a reduction of lateral story displacements, but, also in an increase of the seismic base shear force. The discussion is, therefore, a comparative study of seismic responses of multi-story steel structures retrofitted either with increased lateral stiffness, or with added viscous dampers.

Keywords: seismic response, structural rigidity, passive damping, steel structure

Összefoglalás

A dolgozat célja hogy párhuzamosan bemutassa az oldalirányú merevítés és a hozzáadott csillapítás hatását a többemeletes acélszerkezetek szeizmikus válaszában. Az oldalirányú merevítés (és ennek a fokozása) egy klasszikus módszer arra, hogy a többszintes szerkezetek megfeleljenek a szeizmikus zónákban található kinematikus használhatósági határállapokra vonatkozó törvényes rendelkezéseknek. Az oldalirányú merevség fokozása (a szerkezeti elemek keresztmetszetének a növelésével, vagy az átlós merevítők használatával) nemcsak a szint oldalirányú elmozdulásának a csökkentéséhez vezet, hanem a szeizmikus alap-nyíróerő növekedéséhez is. A dolgozat lényegében az oldalirányú merevítéssel kiegészített, valamint a viszkózus lengéscsillapítókkal felszerelt szerkezetek szeizmikus választ összehasonlító tanulmány.

Kulcsszavak: szeizmikus válasz, szerkezeti merevség, passzív csillapítás, acélszerkezet

1. Bevezetés

A szeizmikus zónákban található többszintes építmények tervezésének gyakorlatában, a tartószerkezet mechanikai szilárdsága és stabilitása szempontjából két fő tendencia nyilvánul meg. Az első tendencia az erők átvételére alkalmas keresztmetszetek alkalmazására, főleg a tervezésre vonatkozó előírások [1], [2] által meghatá-

rozott elmozdulási határértékeknek a betartására irányul. Valóban, az oszlopok nagy keresztmetszete által biztosított oldalirányú merevség közvetlenül és biztosan hozzájárul a szeizmikus hatások következtében keletkező oldalirányú elmozdulás csökkentéséhez. A második tendencia a szerkezeteknek a szeizmikus hatások elleni biztonsági berendezésekkel való ellátására irányul. A leggyakoribb szeizmikus védelmi technoló-

gia az úgynevezett „passzív szeizmikus védelem” [3], [4], [5], ami hozzáadott viszkózus csillapításból és/vagy hozzáadott tömegeből áll [6], [7], [8].

A merevítés/csillapítás eredménye a tervezett szerkezet szeizmikus válaszában nyilvánul meg, de ugyanakkor függ a hely szeizmikus sajátosságaitól, a szerkezet szintjeinek a számától, valamint a kívánt teljesítménytől is. A szeizmikus válasz értékelése magába foglalja a mechanikus (statikus és kinematikus) paramétereket és, néha, az energetikai paramétereket is [9], [10]. Hagyományos módon, a merevítés és a csillapítás összehasonlítását az alábbi két fontos paraméter változásaival fejezik ki:

- az utolsó szint oldalirányú (abszolút) elmozdulásai, illetve
- a szeizmikus alap-nyíróerő mérete.

Ebből a megközelítésből vizsgálva, e tanulmány célja az, hogy összehasonlítsa a megnövelt oldalirányú merevítés valamint a hozzáadott csillapítás hatását, a fentemlített két paraméter segítségével.

Ez a két paraméter (egy kinematikus és egy statikus) került kiválasztásra, mivel a hely szeizmicitásának megfelelő mechanikai állapotot, az oldalirányú merevítés növelésével biztosító klasszikus tendencia ellentmondásos eredményekhez vezet a szerkezet mechanikai állapota szempontjából. Az oldalirányú merevség növelése nagyobb rezgési periódusokhoz és ennek következtében az alpra ható nagyobb szeizmikus erőket eredményez. Ugyanakkor, a megnövelt oldalirányú merevség csökkenti az oldalirányú elmozdulást. A szerkezet szeizmikus megfelelőségének ez a klasszikus módja, a kitűzött célnak nem megfelelő szerkezetek tervezéséhez vezet. A többszintes acélszerkezetek szeizmikus elemzéséből nyert eredmények jól szemléltetik a megnövelt oldalirányú merevítés és a hozzáadott csillapítás hatásait.

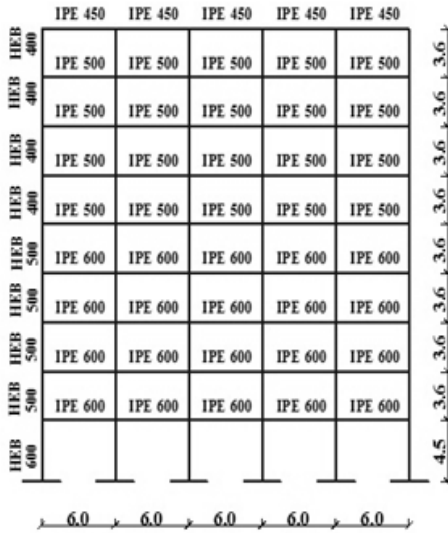
2. Metodológia

A kitűzött cél néhány többszintes, síkvázasként modellezett acélszerkezet szeizmikus vizsgálata révén valósul meg. Az időtörténeti (time-history) vizsgálat a szerkezet lineáris-rugalmasságát elemzi. Az analitikus modell a hagyományos, MDOF (többszabadságfokú) rendszer, az emeletek szintjéhez koncentrált tömegekkel és a szintek oldalirányú elmozdulásaival mint szabadsági fokozatokkal. Az oldalirányú merevség három állapottal társított: a referencia szerkezettel (**1. ábra**), négy megnövelt oldalirányú merevségi esettel (három esetben *Str. A+*, *Str. B+* illetve *Str. C+* elnevezésű, megnövelt keresztmetszetű oszlopok és gerendák), majd egy esetben a szerkezet merevítőkkal való felszerelésével (**2. ábra**).

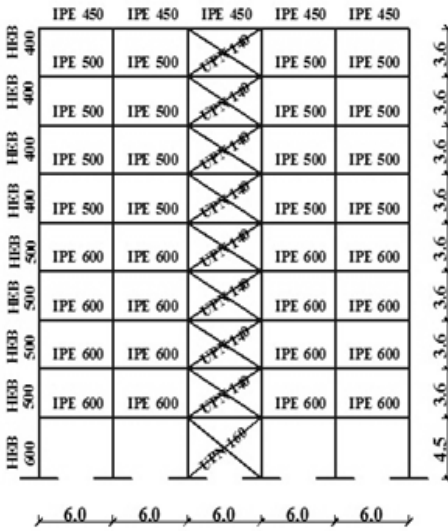
A számszerű eredmények az 1990-es Vrancea megyei földrengés (**3. ábra**) szeizmogrammjával lettek megállapítva. A csillapítási állapot, a csillapítási faktor által kifejezett három helyzetre vonatkozik: 5% a referenciaszerkezetre, és három a hozzáadott lineáris-viszkózus csillapításra (10%, 15%, illetve 20%).

A szeizmikus válasz értékeinek a bemutatása fokozottan, a szerkezet oldalirányú merevségének a függvényében történik, ami a merevségi/csillapítási állapottal társított merevségi mátrix determinánsának az értékével (**4. ábra**) van kifejezve. A kiszámított paraméterek a felső szint oldalirányú elmozdulásai (**5. ábra**), az alsóbb szintek relatív elmozdulásai (**6. ábra**). Ezen kívül bemutatásra kerülnek a felső szint oldalirányú elmozdulásai a szeizmikus alapnyíróerővel szemben (**7. ábra**). A számszerű eredmények összehasonlító módon vannak bemutatva.

3. Számszerű eredmények

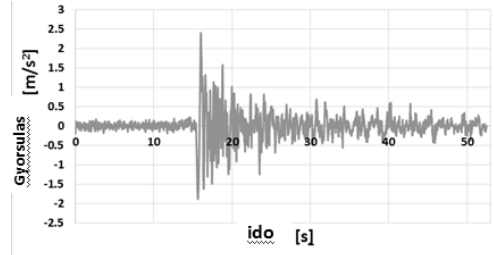


1. ábra. Referenciaszerkezet.

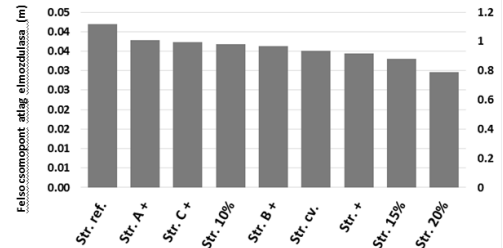


2. ábra. Oldalirányban merevített szerkezet.

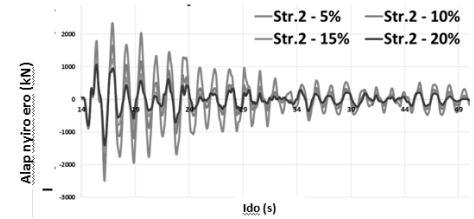
Az oldalirányú merevítésnek valamint a hozzáadott csillapításnak a szeizmikus válaszra való hatásainak minél egyszerűbb szemléltetése érdekében a számszerű eredmények grafikusan kerülnek bemutatásra.



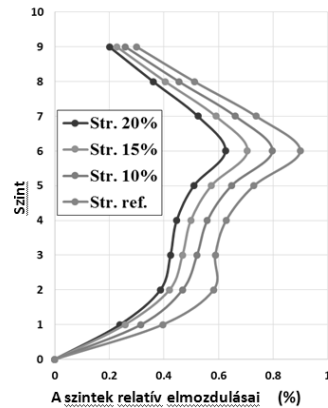
3. ábra. Vrancea 1990 szeizmogramm.



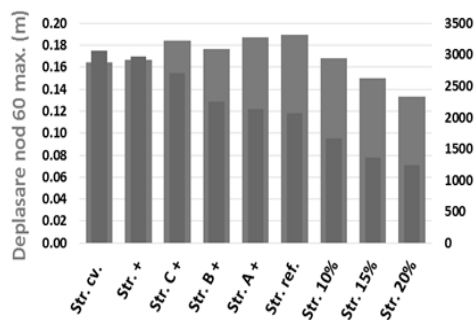
4. ábra. Az oldalirányú merevség fokozatai.



5. ábra. Az utolsó szint oldalirányú abszolút elmozdulása.



6. ábra. A szintek relatív elmozdulásai.



7. ábra. A szeizmikus alap-nyíróerő és az utolsó szint oldalirányú elmozdulásának az összehasonlítása.

4. Következtetések

A várakozásnak megfelelően, az oldalirányú merevség fokozása „nem oldja meg” a szerkezet megfelelővé tételét szeizmikus szempontból. A szintek oldalirányú elmozdulásáról (amit a jelenlegi tervezés esetében kötelező korlátozni) megállapítható, hogy ténylegesen a legnagyobb értékeket a referenciaszerkezet esetén kapjuk, míg a legalacsonyabb értékeket egy magas szintű (20%) hozzáadott csillapítással felszerelt szerkezet esetén (7. ábra).

A merevítőkkal ellátott szerkezet „egyenértékű” egy, viszonylag elfogadható szintű, kb. 10%-os, könnyedén elérhető csillapítással. A szeizmikus alap-nyíróerő változásai éppenséggel még „kifejezőbbek”. Az oldalirányú merevítés, a szeizmikus válasz e paraméterének nagy értékével társított (tehát az ekvivalens vízszintes statikus erők nagy értékével). A hozzáadott csillapítás jelentősen csökkenti, úgy a szeizmikus alap-nyíróerő értékét, mint az oldalirányú elmozdulás értékeit. A fentiek ismeretében elmondható, hogy a szerkezetek hatékony szeizmikus viselkedése a hozzáadott csillapítással érhető inkább el.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] SR EN 1993-1-1-2006, (Eurocod 3), *Proiectarea structurilor de otel*. ASRO, 2006.
- [2] P100-1/2013: *Cod de proiectare seismică - Prevederi de proiectare pentru clădiri*. Ministerul Transporturilor Construcțiilor și Turismului, Bukarest, România, 2013.
- [3] FEMA 273, *NEHRP Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings*, Federal Emergency Management Agency, Building Seismic Safety Council, Washington, D.C., 1997.
- [4] Soong, T. T.; Spencer, B. F. jr: *Supplemental Energy Dissipation: State-of-the-art and state-of-the-practice*, Engineering Structures 24, 2002, p. 243-259.
- [5] Prodan, O.; Ladar, I.; Alexa, P.: *Seismic Performances of Steel Structures with Supplemental Damping*. Numerical Studies. Ohrid, Macedonia, 2010, p. 836-844.
- [6] Suci, D.; Popescu, A.: *Numerical simulations of seismic response via added mass*, Proceedings of The 3rd Conference of Young Researchers from TUCEB, Bucharest, Romania, 2012, p.379-384.
- [7] Farghaly, A. A.: *Optimum design of TMD system for tall buildings*, Int. J. Optim. Civ. Eng., vol.2, no.4, 2012, p.511-532.
- [8] Kelly, T.: *Improving Seismic Performance: Add Stiffness or Damping?* Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering, Palmerston North, New Zealand, 2008, p.24-30.
- [9] Uang, C. M.; Bertero, V. V.: *Evaluation of seismic energy in structures*, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 19, 1990, p. 77-90.
- [10] Alexa, P.; Mathe, A.: *Energy state of multi-story structures equipped with passive protection*. The International Colloquium on Stability and Ductility of Steel Structures, Timisoara, Romania, 2016, p.851-858.

ÓRIÁSPLAKÁT KÖRÜLI LÉGMOZGÁS NUMERIKUS SZIMULÁCIÓJA

NUMERICAL SIMULATIONS OF AIRFLOW AROUND BILLBOARDS

Milchiş Tudor¹, Gobesz F.-Zsongor²

¹Kolozsvári Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Kar, Tartószerkezetmechanikai Tanszék, 400027, Románia, Kolozsvár, Gh. Bariştiu u. 25, II. em., 193, Tel. +40-264-401257, tudor.milchis@mecon.utcluj.ro

²Kolozsvári Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Kar, Tartószerkezetmechanikai Tanszék, 400020, Románia, Kolozsvár, C. Daicoviciu u. 15, III. em., 305, Tel. +40-264-401351, go@mecon.utcluj.ro

Abstract

The most important load on tall rectangular billboards located near main roads is from wind. In case of assemblies made from 2 or 3 pannels, the horizontal shape of the structure will be a triangle. The design prescriptions and standards needed in order to dimension such structures are not covering all the aspects of wind action. For that reason, a numerical simulation of the wind action was performed in Abaqus CAE on the upper part of a billboard made from 3 large pannels.

Keywords: wind-load, airflow, turbulent, numerical, simulation, CFD

Összefoglalás

A főútvonalak mentén található magas téglalap alakú óriásplakátok esetében e legfontosabb terhelés a szélből származik. Amennyiben 2 vagy 3 panelt szerelnek össze, fentről nézve egy háromszög alakú szerkezet lesz. Az ilyen szerkezetek szélteherre való méretezéséhez szükséges tervezési szabványok és előírások hiányosak. Ebből az okból kifolyólag egy numerikus szimulációt végeztünk Abaqus CAE alatt, egy olyan óriásplakát szélből eredő terhelésére, melyet 3 nagy panelből szereltek össze.

Kulcsszavak: szélteher, áramlat, turbulens, numerikus, szimuláció, CFD

1. Bevezetés

Az óriásplakátok felülete általában négyszögű, igen jelentős méreteekkel. Tartószerkezetük leginkább acélból készül, mivel az acél könnyebben szerelhető mint a vasbeton és tartósabb a fánál. A jó láthatóság miatt az informáló felület a magasba kerül, így e karcsú szerkezetek elég nagy széltehernek vannak kitéve.

A szél hatását többen is vizsgálták, a szakirodalomból csupán néhány, általunk

fontosabbnak tartott munkát említünk meg. A számításainkhoz Smith és társainak a kutatásai ([1], [2]) nyújtottak kiindulási pontot. Előttük, Letchford [3] a téglalap alakú panelek méretarányai és áttörtségi hányada szerint végzett átfogóbb vizsgálatokat, míg Shademani és társai [4] kiterjedtebben tanulmányozták a háromszögű óriásplakát szerkezetek viselkedését a szél hatására, a Reynolds szám különböző értékeire (1,4 és 38,03 között, melyek a lamináris légáramlást jellemzik).

Háromszögű meg V alakú konfigurációkra Agrwal és társai közöltek frissebb szélsőcsatornás kísérleti eredményeket [5]. Bár az ilyen óriásplakátok egyre népszerűbbek Romániában is, a szerkezetre ható erők nincsenek elég részletesen tárgyalva a hazai tervezési előírásokban („Eurocode 1”-ként is emlegetett SR EN 1991 1-1-4 és CR 1-1-4-2012) az említett alakzatokra.

A szerkezetek vizsgálatát csupán a felső részre végeztük, ahol a nagyméretű reklámfelületek vannak. Mivel ezeknél a részeknél a Reynolds szám nagyon nagy (10^6 -on nagyságrendű), a légáramlás igen magas tubulenciával fog történni, ezért indokolt és szükséges egy térbeli CFD (*Computational Fluid Dynamics*) modell alkalmazása. A numerikus eljárások ilyen esetekben komoly erőforrásokat igényelnek az elfogadható pontossághoz.

2. Modellezés és eredmények

A folyadékokban lévő testekre gyakorolt dinamikus hatást három alapelv határozza meg: a tömeg-megmaradás (vagy folytonosság, 2. egyenlet), az energia-megmaradás (3. egyenlet), és a gyorsulás

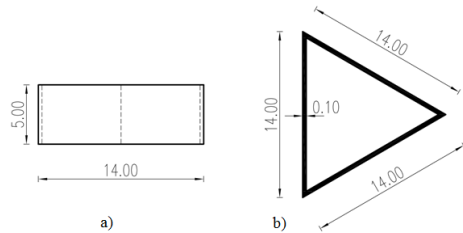
egyenes aránya a testre ható erővel (4. egyenlet). Összenyomhatatlan folyadékok esetében (ahol $\nabla \cdot \vec{v}$ a Laplace féle operátor, 1. egyenlet) $\nabla \cdot \vec{v} = 0$.

$$\nabla = i \frac{d}{dx} + j \frac{d}{dy} + z \frac{d}{dz} \quad (1)$$

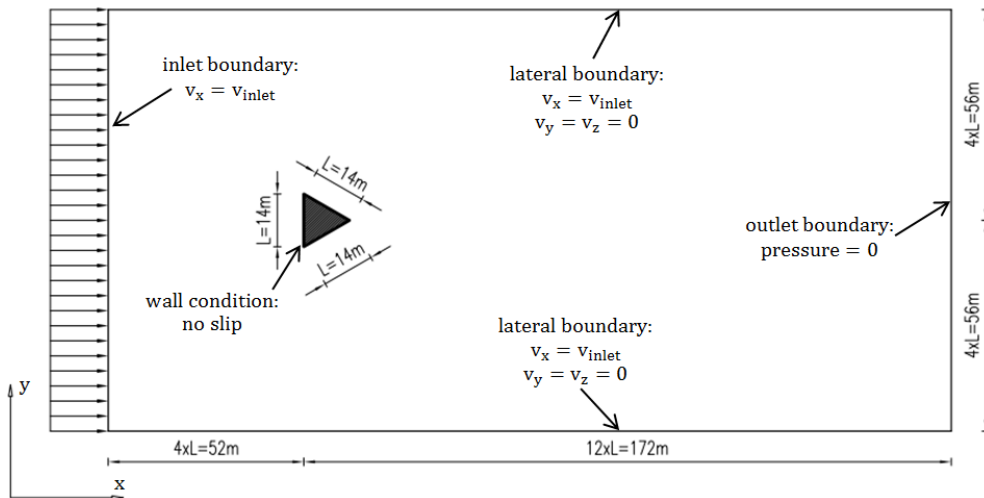
$$\frac{\delta \rho}{\delta t} + \nabla \cdot (\rho \cdot \vec{v}) = 0 \quad (2)$$

$$\rho \left(\frac{\partial E}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla E \right) = \nabla \cdot K_H \nabla T - p \nabla \cdot \vec{v} \quad (3)$$

$$\rho \left(\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla \vec{v} \right) = -\nabla p + \mu \nabla^2 \vec{v} + \rho g \quad (4)$$



1. ábra. A vizsgált térbeli modell méretei (oldal- és felülnézetben).

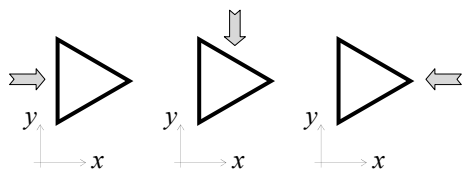


2. ábra. A tanulmányozott test a vizsgálati tartományban és a tartomány peremfeltételei.

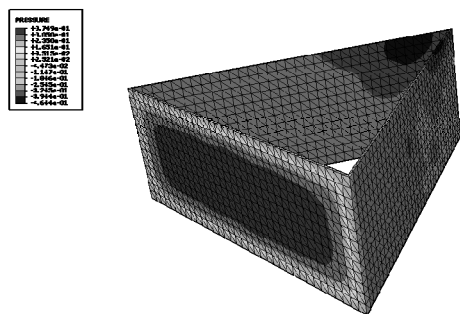
A 2.–4. egyenletekben ρ a folyadék sűrűsége, \vec{v} a sebesség vektora, p a nyomás, μ a folyadék viszkozitása, E a belső energia, K_H a hővezetési együttható és T a hőmérséklet. A fenti egyenletek egy nem-lineáris parciális deriváltakat tartalmazó egyenletrendszerhez vezetnek, melyek Navier–Stokes neveivel közismertek.

A numerikus modellhez 5 m magas paneleket vettünk (**1. ábra**), így a vizsgálati tartomány magassága 15 m lett. E térbeli tartomány méretei és peremfeltételei a **2. ábrán** láthatók.

Három mesterséges szélesebbesség-változási diagrammot használtunk, melyeket a Bielecki és társai [6] által leírt eljárással generáltunk 600 másodperces időtartammal és 34,73 m/s maximális szélesebbességgel.



3. ábra. A három terhelési eset (a szürke nyilak jelzik a szélirányt).



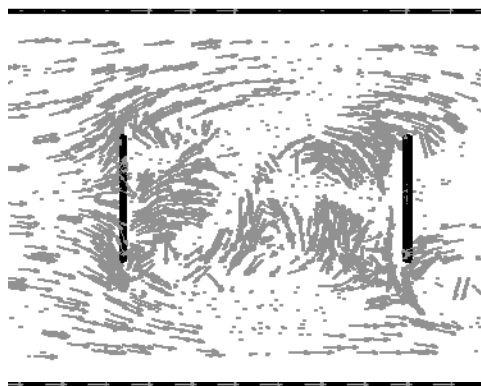
4. ábra. Az első terhelési esetben bekövetkező nyomáeloszlás.

A szél irányát a vizsgált szerkezet tengelyére merőlegesen vettük, így 3 terhelési eset adódott (**3. ábra**): az egyik oldalra merőlegesen, az egyik oldalal párhuzamosan, illetve csúcs felől (hátsó oldalra

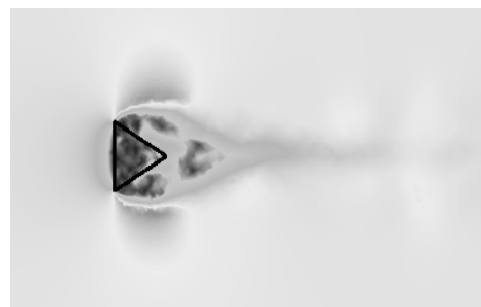
merőlegesen). A numerikus vizsgálatot az Abaqus CAE programcsomag segítségével végeztük, FC3D4 (4 csomópontos tetraéder) típusú elemeket használva.

A szélből származó nyomások értékeit az érvényes előírás (CR 1-1-4-2012) szerint számítottuk ki. Amennyiben 0,7679 kPa értékű dinamikus szélnyomást alkalmazunk, az érvényes előírás szerint egy elszigetelten álló téglalapú panelre 78,664 kN eredő erő jut.

A modellezésből eredő nyomáeloszlás a **4. ábrán** látható. A turbulens légáramlat az **5. és 6. ábrán** van szemléltetve.

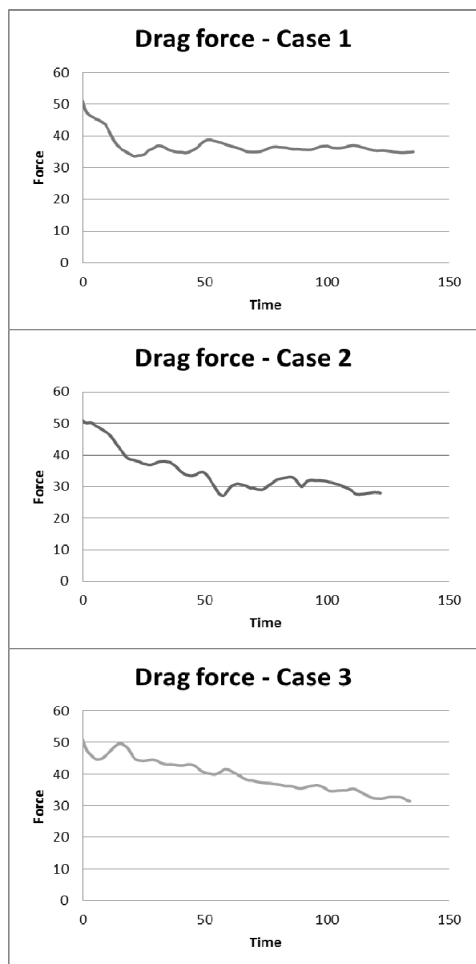


5. ábra. Turbulens légáramlat oldalnézetben, a panelek között (első terhelési eset).



6. ábra. Turbulens légáramlat felülnézetben (első terhelési eset).

Az eredményként kapott eredő erők változása a három terhelési esetre a **7. ábrán** van ábrázolva.



7. ábra. A kiszámított eredő erők változásai a három terhelési esetben.

A vizsgálat időtartama 120 másodperc volt mindhárom esetben. Észre lehet venni, hogy az eredő erők mérete nem haladja meg az érvényes előírás szerint számolt értéket.

3. Következtetések

A három említett terhelési esetet összehasonlítva, az elsőnél (egyik oldalra

merőleges szélirány) jelentkeztek nagyobb számított értékek a vizsgálat során (4–6. ábrák). Bár a tervezéshez ajánlott eredő erő nagyobb mint a numerikus szimulációból származó, a valóságban lehet, hogy kisebb hatás érvényesül a merevítések, meg a másodlagos szerkezeti elemek miatt a szerkezetre.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Smith, D. A.; Zuo, D.; Mehta, K. C.: *Characteristics of wind induced net force and torque on a rectangular sign measured in the field*. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Elsevier, vol. 133, 2014, 80-91.
- [2] Zuo D.; Smith, D. A.; Mehta, K. C.: *Experimental study of wind loading of rectangular sign structures*. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Elsevier, vol. 130, 2014, 62-74.
- [3] Letchford, C. W.: *Wind loads on rectangular signboards and hoardings*. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Elsevier, vol. 89, 2001, 135–151.
- [4] Shademani, R.; Ghadimi, P.; Zamanian, R.; Dashtimanesh, A.: *Assessment of Air Flow over an Equilateral Triangular Obstacle in a horizontal Channel Using FVM*. Journal of Mathematical Sciences and Applications, Science and Education Publishing, Vol. 1, No. 1, 2013, 12-16.
- [5] Agrwal, N.; Dutta, S.; Gandhi, B. K.: *Experimental investigation of flow field behind triangular prisms at intermediate Reynolds number with different apex angles*. Experimental Thermal and Fluid Science, Elsevier, vol 72, 2016, 97-111.
- [6] Bielecki, A.; Barszcz, T.; Wójcik M.: *Modelling of a chaotic load of wind turbines drivetrain*. Mechanical Systems and Signal Processing, Elsevier, vol. 54-55, 2015, 491-505.

SAJÁT CNC PROTOTÍPUS RENDSZER MINT IOT ESZKÖZ

OUR OWN CNC PROTOTYPE SYSTEM AS IOT DEVICE

Molnár Zsolt¹, Erdei Timotei István², Almusawi Husam³, Husi Géza⁴

Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Villamosmérnöki és Mechatronikai Tanszék, Cím: 4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető u. 2-4.

¹zsolt.molnar94@gmail.com

²timoteierdei@gmail.com

³asd_sw@ymail.com

⁴husigeza@eng.unideb.hu

Abstract

The appearance of Industry 4.0/IoT induced new production trends in various industry segments. The inclusion of new technologies in production processes requires a different approach to the young engineers, in network devices and security protocols. Our project was a custom-designed semi-industrial CNC, which is attached to the network and uses Linux distribution system to programming and remote control/monitoring.

Keywords: CNC; Industry 4.0; IoT; remote control; Raspberry Pi; Linux; Timotei-Robotics

Összefoglalás

Az Ipar 4.0/IoT megjelenésével, addig nem ismert új gyártási trendek jöttek létre a különböző ipari szegmensekben. Az új technológiák bevonása a gyártási folyamatokba más szemléletet követel meg a fiatal mérnököktől, ami elsősorban a hálózatba kötött eszközök és a biztonsági protokollok ismeretét helyezi előtérbe. Projektünkben egy olyan egyedi kivitelezésű félipari CNC került megtervezésre/megépítésre, amely hálózatba csatolt eszközként, Linux disztribúciós rendszeren keresztül programozható és felügyelhető az éppen aktuális munkamenet.

Kulcsszavak: CNC; Ipar 4.0; IoT; távvezérlés; Raspberry Pi; Linux; Timotei-Robotics

1. Bevezetés

Az egyre globalizálódó világunkban az információ áramlás és annak közlése egyre nagyobb hangsúlyt kap, aminek alappillérvé az Internet vált. Ennek felhasználásával képesek vagyunk komplett távvezérlési és távfelügyeleti rendszerek megtervezésére, kivitelezésére és üzemeltetésére.

Az üzembiztos technológiák alkalmazásával kifarított, az ipar számára is használható távvezérlés és távfelügyeleti

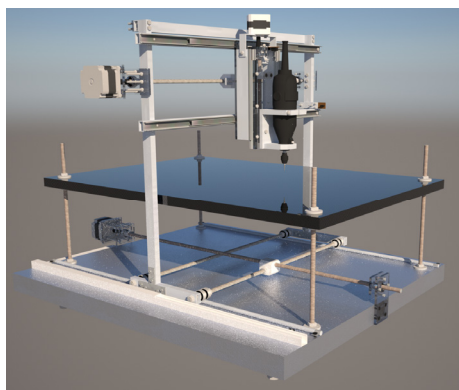
rendszert dolgoztunk ki, a Debreceni Egyetem, Villamosmérnöki és Mechatronikai Tanszék, Épületmechanikai Kutatóközpontjában [1].

1.1. Tervezési szempontok

Az Épületmechanikai Kutatóközpontban, számos fejlesztés folyik, ezért szükségessé vált egy saját fejlesztésű CNC gép tervezése, ami alkalmas méretezésének megfelelően kis elemszámban precíz alkatrészek készítésére. A tervezési szempontok között szerepelt, hogy a

rendszer alapját Linux disztribúció képezze, valamint hálózaton keresztül lehessen programozni és felügyelni az adott munka feladatot. Továbbá, hogy a megmunkáló szerszám gyors/egyszerű cseréje is lehetséges legyen. Így a CNC lézervágóként, 3D hibrid nyomtató és habvágóként is funkcionálhat a jövőben [2].

A tervezés egyik legfontosabb része a 3D modell készítése volt, melyhez a Google által fejlesztett SketchUp [3] program került felhasználásra. A 3D-s tervezés egyik előnye, hogy megvizsgálhatjuk, hogy a kiválasztott alkatrészek az adott összeállításban megfelelően illeszkednek-e, továbbá szimulációk által ellenőrizhető, hogy mozgás közben a különböző alkatrészek között jön-e létre ütközés.



1. ábra. SketchUp programban megtervezett 3D modell

2. CNC Felépítése

A CNC gép szárendszerének elemei a Descartes-féle derékszögű koordináta rendszer tengelyeivel párhuzamosan mozognak, így a meghajtását legkevesebb három motor végzi. A SketchUp-ba telepített plugin-ok segítségével elvégzett szimulációkat figyelembe véve a választás az orsós hajtásra esett, mivel nagy pontosságot tesz lehetővé, ugyanakkor kisebb forgatónyomatékú motor esetén is biztosítani lehet a marófej számára a

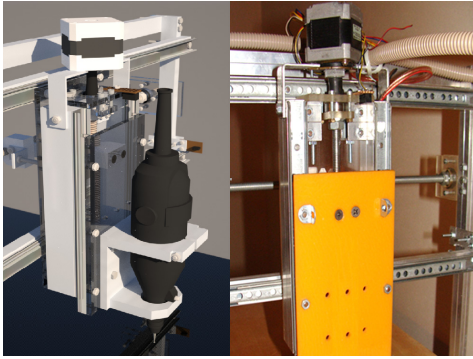
szükséges előtolási erőt, megfelelően választva meg az orsó menetemelkedését.

A felsorolt szempontok szerint, az elérhető alkatrészek paramétereit alapján a CNC marónak a következő fő paramétereit lettek meghatározva:

Munkaterület: X tengely: 440 mm, Y tengely: 390 mm, Z tengely: 100 mm.

A CNC munkaasztalának mérete rögzítő pontokat beleértve, 690 mm x 480 mm. A CNC gép által elfoglalt tér (motorvezérlő és tápegység nélkül): 820 mm x 670 mm x 640 mm.

Pontosság tekintetében célnak a 0,01mm-es lépésenkénti felbontás lett kitűzve, ami elegendő a legtöbb megmunkálási feladathoz. A menetorsók meghajtására hibrid léptetőmotorok kerültek beépítésre, amik bipolárisként vannak bekötve, mivel a vezérléséhez szükséges elektronika és logika egyetlen tokba, az A4988 nevű vezérlő integrált áramkörbe (továbbiakban Pololu) van integrálva. Ez tartalmazza az áramméréshez szükséges ellenállásokat, zavaroszűrő kondenzátorokat, valamint a motor tekercsein átfolyó áramot beállító potenciométert. Az áramkör egyik legnagyobb előnye az úgynevezett microstep lépésszétosztás funkció, amellyel a léptetőmotorok egészlépés szögeit bonthatjuk tovább. A microstep-nél megkülönböztetünk 1/2, 1/4, 1/8, 1/16 lépésszögeket az áramkör beállításaitól függően. A Pololu esetében a maximálisan beállítható áram 2A, és 8-35V között változhat a motorok tápfeszültsége feladattól függően. A vezérlőlogika tápfeszültsége mindössze 3,3V [4]. A gép összeállítása során a kitűzött feladathoz méreteztük a menetorsók hajtását, így a meghajtó motorok terén az X és Y tengely meghajtásához két NEMA23 és a Z tengely esetén egy NEMA17 rögzítésű motor került felhasználásra.

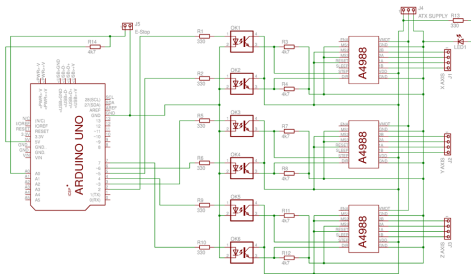


3. ábra. NEMA17 léptetőmotor

A NEMA17 léptetőmotor paramétereit tekintve egy bipoláris hibrid léptetőmotor, aminek a méretei 42,3 x 42,3 x 47 mm, feszültsége 5V. A maximális áram fázisonként 1,2A, nyomatékát tekintve 0,25 Nm [4]. A NEMA23 léptető motor félipari alkalmazásoknál elterjedtebb. Ezen léptetőmotor jellemzően nagy nyomaték kifejtésére képes. A motor egy bipoláris hibrid léptetőmotor, aminek a méretei 57 x 57 x 53 mm és a maximális áram fázisonként 2A. A feszültség 2,8V a nyomatéka pedig 0,41 Nm [4].

3. Megépített áramkör

Az áramkör KiCAD-ben [5] került megtervezésre, aminek fő része az Arduino UNO panel, amelyik a Raspberry Pi [6] és a Pololu A4988 összekapcsolását végzi, illetve a léptetőmotor vezérlő modulokat és a galvanikus leválasztást végző 6 optocsatlót.



5. ábra. KiCAD - megtervezett áramkör

Az áramkörhöz továbbá bekötésre került biztonságtechnikai szempontokat figyelembe véve egy vészleállító gomb (E-Stop).

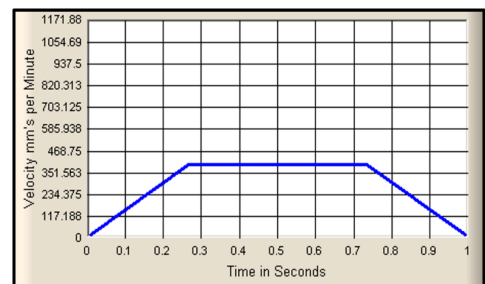
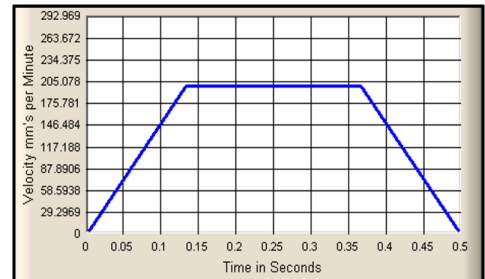
4. Tesztelés során meghatározott műszaki jellemzők

Mivel a CNC gép építése során a megmunkálási sebesség nem volt fő szempont, ezért a következő sebességek és gyorsulások lettek meghatározva az egyes tengelyekre, gyakorlati úton.

1. táblázat. Sebesség/gyorsulás

	Maximális sebesség [mm/s] (mm/min)	Gyorsulás [mm/s ²]
X tengely	3,333 (199,98)	25
Y tengely	3,333 (199,98)	25
Z tengely	6,667 (400,02)	25

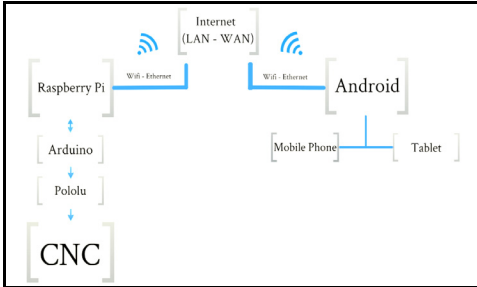
A CNC gép teszteléséhez használt szoftver a megadott adatokból idő-sebesség grafikonokat generált, a beállítások vizuálissá tétele érdekében. A grafikonok vízszintes tengelyén az időt, a függőlegesen pedig a pillanatnyi sebességet feltüntetve.



6. ábra. X; Y és Z tengely mozgás profilja

5. Távvezérlés és távfelügyelet

A CNC távvezérlése és távfelügyelete a VNC (Virtual Network Computing) szerver-kliens programkombinációval lett megvalósítva [7]. Jellemzően rendkívül kevés erőforrást igényel, így nem csak asztali számítógépeken és laptopokon, hanem Linux alapú tableteken, mobiltelefonokon is futtatható.



7. ábra. Hálózat topológia

Az egyik legfontosabb követelmény a program használata szempontjából, hogy az irányított és az irányítandó gépek között helyi hálózati kapcsolatnak kell kiépítve lennie, ami létrehozásra került a laborunkban. A VNC program esetünkben egy átlagos alsó kategóriás tekinthető okostelefonra került feltelepítésre. A Félihari CNC gépet vezérlő Raspberry Pi számítógépre a Raspbian [7] Linux Distribúció lett feltelepítve LXDE asztali környezettel, mivel ez a rendszer nagyobb hálózati védelmet nyújt. Erre a Linux-ra a VNC és a Grbl [7] G-kód interpretert telepítettük Terminal-on keresztül. A Grbl egy program, amely a megmunkálás menetét leíró G kódot küldi ki a Linux-Arduino számára. A VNC által a vezérléshez felhasznált Linux-Androidos eszköz segítségével hozzáférést nyertünk a CNC gépet vezérlő számítógép kezelőfelületéhez és ezzel együtt a Grbl vezérlőprogram GUI-hoz, amely segítségével előre meghatározott lépéshosszakon lehet mozgatni a CNC tengelyeit. A távfelügyelet a program

kezelőfelületének, a vezérlő számítógép állapotát, a CNC tengelyeinek állását és G-kód futtatása esetén a tervezett és végrehajtott útvonalról küld visszajelzést a felhasználó számára.

6. Következtetések

A prototípus alkatrészek elkészítésére kifejlesztett CNC megépítése, távvezérlése és távfelügyelete megvalósításra került, mely saját hálózaton történő kommunikációt tesz lehetővé Linux Distribúció alkalmazásával, megfelelően ezzel az Ipar 4.0/IoT követelmények főbb aspektusainak. Pontosság szempontjából arra a következtetésre jutottunk, hogy távvezérlés esetén 0,3 és 0,8 másodperc közötti késés jelentkezett, 20,0 Mbit/s sebesség mellett. Azonban ez az üzemszerű működést nem befolyásolta. Következtetésképp elmondhatjuk, hogy a távvezérlés és távfelügyelet az Épületmechanikai Kutatóközpontban megbízhatóan és biztonságosan működik. A mobil eszköz biztosítja a távirányítást végző ember számára a mobilitást a készülék felügyelete és programozása mellett.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] G. Husi, P. T. Szemes, E. Dávid, T. I. Erdei: *Building Mechatronics Research Centre as energy aware Intelligent Space*. Industrial Electronics Society, IECON 2013 - 39th Annual Conference of the IEEE; 01/2013
- [2] T. I. Erdei, ZS. Molnár, G. Husi: *Selecting Equipment and Supplies for Self-Replicating 3D Printer*. Acta Technica Corviniensis. Bulletin of Engineering; Hunedoara9.1 (Jan-Mar 2016): 59-62.
- [3] <http://www.sketchup.com/download?sketchu p=pro> - 2017.01.14. 23:33
- [4] <http://www.nema17steppermotor.com/tags/re prap/> - 2017.01.15. 17:13
- [5] <http://kicad-pcb.org/> - 2017.01.15. 20:22
- [6] <http://makezine.com/2017/01/27/maker-pro news-how-to-pitch-your-project-a-palm-sized-drone-and-more/> - 2017.01.15. 09:38
- [7] http://elinux.org/RPi_VNC_Server 2017.01.15. 20:47

KÖZÚTI JÁRMŰSZERELVÉNY KÖRNYEZETÉNEK ÁRAMLÁSTANI TÉRKÉPE

AERODYNAMIC MAP OF A ROAD COMBINATION VEHICLE

Molnár Dániel¹, Dezső Gergely²

Nyíregyházi Egyetem Műszaki és Agrártudományi Intézet Műszaki Alapozó, Fizika és Gépgyártástechnológia Intézeti Tanszék Cím: 4400, Magyarország, Nyíregyháza, Sóstói út, 31/b; Telefon / Fax: +3620599400/2442,

¹mddani573@gmail.com

²dezso.gergely@nye.hu

Abstract

Nowadays the vehicles are more economical, and perform the environmental regulations. To this end the developers do everything, great emphasis on the energy-recovery systems. In this research we will build up an aerodynamic model, where we analyze the combination vehicle velocity and pressure distribution with finite element method. Results allow to find local extremals of velocity absolute value and pressure so preparing the development of an energy recovery system.

Keywords: combination vehicle, energy-recovery, finite element method, velocity distribution, pressure field.

Összefoglalás

Napjainkban a gépjárművek egyre takarékosabbak, valamint a szigorodó környezeti előírásokat is teljesítik. A takarékoságon túl az energia-visszanyerő rendszerek segítségével lehet növelni az energiahatékonyságot. Jelen kutatásban energia újrahasznosítás céljából egy áramlástani modellt építettünk fel, amely segítségével egy nyerges vontató körüli sebesség és nyomás eloszlását vizsgáljuk meg végelem módszerrel. Az eredmények kiértékelésével sikerült feltérképezni a sebesség nagyságát és a nyomás szélső értékeit, amelyek előkészítik egy energiavisszanyerő rendszer megtervezését.

Kulcsszavak: járműszerelvény, energia-visszanyerés, végelem módszer, sebesség eloszlás, nyomás mező.

1. Bevezetés

Napjainkban kiemelkedően kutatott terület az energiahatékonyság. A fosszilis energiakészletek végesek, a meglévő energiaforrásokat gazdaságosan kell felhasználni. Ez a járműiparra is igaz. Egyre jobban terjednek a hibrid, és a tisztán elektromos hajtású járművek. A hatótávolságuk növelésének érdekében,

illetve a belsőégésű motoros járművek fogyasztás csökkentésének céljából különféle energia-visszanyerő rendszerek terjedtek el. Ezen rendszerek fejlesztését az egyre szigorodó környezetvédelmi előírások is szükségessé tették. Minél kevesebb üzemanyagot éget el egy jármű, annál kevesebb károsanyag jut a környezetbe.

Az energia gazdaságos felhasználására már 1983-ban is gondoltak. A Volkswagen Polo Formel E típusú személyautó már rendelkezett start-stop rendszerrel. Itt igazából nem energia-visszanyerés valósul meg, csupán a gazdaságos felhasználás, ezáltal a környezet védelme is. A vezérlőegység automatikusan leállította a motort két másodperc várakozás után, illetve a sebességváltókar balra történő elmozdulásakor újraindította. Ezzel a megoldással jelentős mennyiségű üzemanyag takarítható meg [5].

Az energia-visszanyerő rendszerek lényege, hogy a jármű hajtásához felhasznált energiát minél jobban ki tudjuk használni. A legegyszerűbb példa erre a fékenergia-visszanyerés. Ha a járművet le szeretnénk lassítani, akkor a mozgási energiát hasznosítjuk újra, ahelyett hogy hő formájában melegítenénk a környezetet. Erre több megoldás is kialakult, például a KERS (Kinetic Energy Recovery System) rendszer, ahol egy lendkereket forgatunk meg, majd onnan történik a visszatáplálás [4]. Egy másik megoldás, amikor egy villamos gép generátoros üzemmódba kapcsolva villamos energiát állít elő, majd ezt akkumulátorokban tárolja, ami felhasználható például a jármű elektronikai berendezéseihez [2].

Hatásfokjavítás a veszteségek kihasználásával is elérhető. A turbocompound rendszer erre kínál lehetőséget. PAPP [3] mérései alapján a dízeltől előállított energia csupán 40 százaléka hasznosítható a jármű hajtására. 28 százaléknyi energia a kipufogó rendszeren keresztül a környezetbe kerül, 25 százalék hőenergiaként távozik a rendszerből, a maradék 7 százalék súrlódási veszteség. A turbocompound rendszer a kipufogón keresztül távozó energiát hasznosítja, ezáltal az összhatásfokot javítja. A szerző számításai alapján évi 160 000 km futásteljesítmény esetén a fogyasztástól függően, 35-40 literes

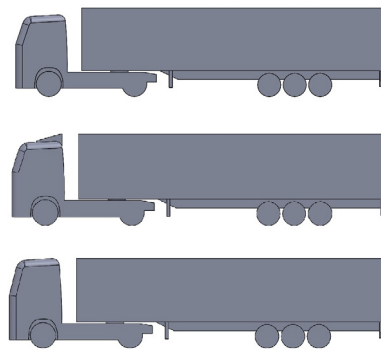
fogyasztás mellett évente akár 1000 literrel kevesebb üzemanyagot kell felhasználni a turbocompound rendszert alkalmazva.

Célunk egy energia-visszanyerő rendszer fejlesztési lehetőségeinek vizsgálata végeelem módszer segítségével. Ennek érdekében szimulációval vizsgáltuk meg egy igen nagy számban előforduló közúti jármű környezetében kialakuló sebesség és nyomáseloszlást.

2. Szimuláció

2.1. Módszerek, eszközök, a modell

A végeelem szimulációk elvégzéséhez az Ansys 16.2 szoftvert használtunk [1]. Először három egyszerűsített modellt készítettünk, amelyeket az **1. ábra** szemlélteti. Az eltérés a vontatók között van, egy alacsonyfűlkés felső légterelő nélküli modellt, egy ugyanilyen légterelővel felszerelt változat, illetve egy magasfűlkés vontató.

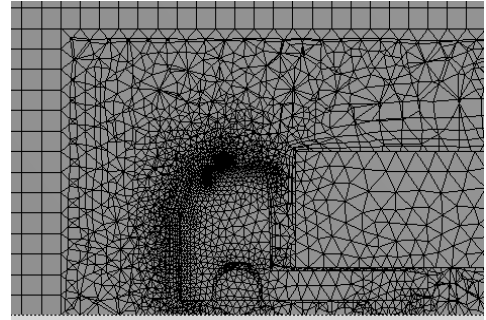


1. ábra. Testmodellek

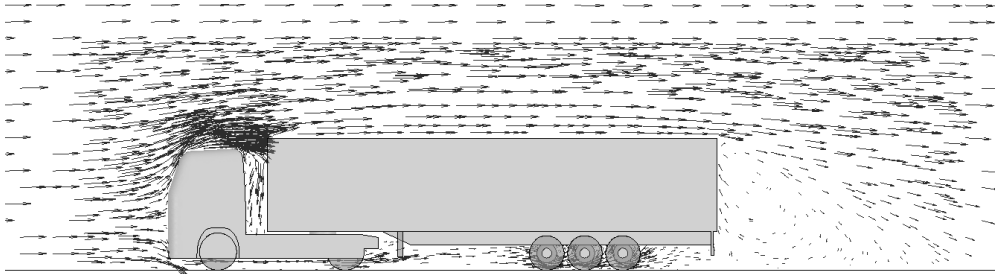
A szimuláció során a jármű környezetének elegendően nagy részét szükséges modelleznünk ahhoz, hogy értékelhető eredményeket kapjunk. Ez a környezet esetünkben egy téglatest, amely magában foglalja a szerelvényt úgy, hogy annál lényegesen nagyobb. A téglatest oldalaira peremfeltételeket adtunk meg. A jármű elejével szemközti oldalon egyenletes eloszlású levegőáramlást, a többi oldalon

pedig mindkét irányú áramlást lehetővé tevő feltételt. A jármű alatt, a kerekeknél szilárd falat definiáltunk. A feladat értelmezési tartománya a levegőt tartalmazó téglatest, amelyből hiányzik a kamion. A járműszerelvény alakját határoló felület szintén falként működik. Az így kialakított tartományon végeelem felosztást készítettünk. A téglatest külső szélein hatlapú téglaelemeket (hexahedron) használtunk, a járműszerelvény környékén tetraédereket. A **2. ábrán** látható, hogy a jármű szélein a tetraéderek mérete kisebb, valamint a jármű határoló felületén lapos prizma elemeket alkalmaztunk a turbulencia hatékonyabb modellezése érdekében. Peremfeltételként megadtuk a bejövő

áramlási sebességet, ami 80 km/h sebességű ideális gáz, a kimenő áramlási irányt, és a környezeti nyomás értékét.



2. ábra. Végeelem felosztás



3. ábra. Áramlási viszonyok a járműszerelvény körül

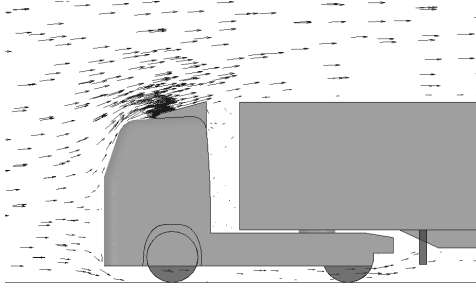
2.2. Eredmények

Először egy átfogó szimulációt végeztünk el a legegyszerűbb, vagyis az alacsony fülkés légtérelő nélküli modellre. Megvizsgáltuk, hogy a járműszerelvény körül milyen áramlások jönnek létre, hol vannak olyan örvénylések, ahol energiát lehetne visszanyerni. A sebesség vektormező a **3. ábra** szemlélteti. A vontató tetején található a legnagyobb sebességű tartomány, a pótkocsi mögött erősen örvényes sebességmező található. Elgondolásunk, hogy egy megfelelő helyre rakott turbina járókerekeit a szél meg fogja forgatni, és ezzel egy generátort hajtva villamos energiát tudunk visszanyerni a

mozgás során. Ehhez megfelelő áramlás szükséges olyan helyen, ahol a jármű keresztmetszetét nem növeljük meg. A járműszerelvény mögötti hely nem alkalmas, hiszen az ajtók kinyitását, a rakodást akadályozná, illetve egy esetlegesen bekövetkező ráfutásos baleset során igen veszélyes lehet.

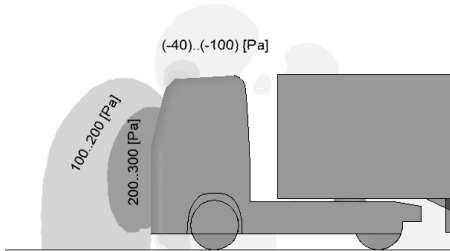
2.3. Különleges tartományok

A vontató és a pótkocsi között kialakuló áramlás érdekes lehet, azonban a különböző felépítményű kamionok miatt ez nagyon változatos. A gyártók a saját elgondolásaik szerint alakítják ki a tetőn lévő terelőelemeket.



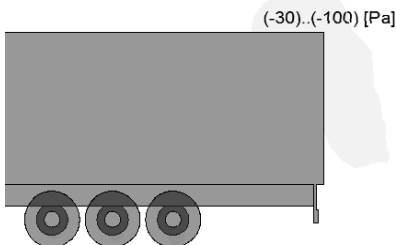
4. ábra. Terelőlemez körüli áramlások

Arra törekednek, hogy a pótkocsi homloklapfelületét ne érje a menetszél, hiszen az nagyban lerontaná a járműszerelvény légellenállási együtthatóját. A 4. ábrán látható, hogy a légterelő jelentősen megváltoztatja az áramlásokat. A vontató és a pótkocsi között gyenge az áramlás.



5. ábra. Relatív nyomáseloszlás a jármű elején

A nyomásviszonyokat az 5. és 6. ábra szemlélteti. Az ábrákon a 10^5 Pa értéktől való eltérést, az ún. relatív nyomást tüntették fel. Megfigyelhető, hogy a járműszerelvény előtt a nyomás megnövekszik, mögötte viszont csökken.



6. ábra. Relatív nyomáseloszlás a jármű végén

Továbbá azt is tapasztaltuk, hogy a nyomás és a sebesség is jelentősen függ a vizsgálati sík magasságától, akár a jármű előtt, akár mögötte, vagy éppen az oldala mentén nézzük az eloszlásokat.

3. Következtetések

Tehát a modell felépítése után elvégeztük a szükséges beállításokat, szimulációkat, majd az eredmények részletes kiértékelése következett. A vizsgálatok azt jelzik, hogy várhatóan a járműszerelvény előtt alakul ki a nyomás maximuma és a minimuma is. A legmagasabb érték közepén, a legalacsonyabb pedig a fülke felső élénél, valamint az A oszlop mentén várható. A szélső sebesség eloszlás is igen változó. A kamion alatt, mögött, a fülke és a pótkocsi között a legkisebb. Ezeket a sebesség- és nyomáskülönbségeket szeretnénk kihasználni energia-visszanyerés céljából.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] *** ANSYS 16.2 Documentation: CFX Documentation, 2016.
- [2] Kőfalusi P., Antal Á., Varga F., Kádár L., Fodor D.: *Járműfedélzeti elektronika*. BME-MOGI, Budapest, 2014.
- [3] Papp: *Fékezés mágnessel, fogyasztás-csökkentés kipufogógázzal*. Camion Truck & Bus, Budapest, 2008, 72-73.
- [4] SZARKA J.: *Az Enstor Technologies bemutatta a lendítőkerekes E-KERS-t*. Autótechnika, Győr, 2011, 10.
- [5] <https://ranwhenparked.net/2014/05/05/a-quick-drive-in-a-1983-volkswagen-polo-formel-e-mk2/>

CEMENTTEL STABILIZÁLT TALAJMINTÁK TEHERBÍRÁSA TENGELYIRÁNYÚ NYÚJTÓERŐ ESETÉN

FLEXURAL TENSILE STRENGTH TESTING OF STABILIZED SOIL SAMPLES

Nagy Andor-Csongor¹, Cîrcu Alexandru², Moldovan Dorin-Vasile³,
Ciubotaru Vlad Costel⁴, Muntean Lavinia Elena⁵

^{1,2,3} Kolozsvári Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Kar, Tartószerkezet Tanszék,
400027, Románia, Kolozsvár, Gh. Barițiu utca, 25. szám; Telefon: 0264401200.

¹ andor.nagy@yahoo.com

² alex.circu@gmail.com

³ dorin.moldovan@dst.utcluj.com

⁴ Petrosényi Egyetem, Építőmérnöki kar, 332006, Románia, Petrosény,
Universităţii utca, 20. szám; ciubotaru.vladcostel@yahoo.com

⁵ Kolozsvári Mezőgazdasági és Állatorvosi Egyetem, 400372, Románia, Kolozsvár,
Monostori út, 3-5. szám; lavinia.muntean@usamvcluj.ro

Abstract

Traffic loading on a road surface causes compression in the upper layers of the structure and tension in the lower parts. These lower layers often consist of stabilized soils, for which the tensile characteristics are usually ignored. Tensile stress on the bottom of a stabilized layer should be used as a design criterion, as it is an important design parameter. For stretching tests rectangular soil cement beams of 40x40x160 [mm] (BxHxL) size were prepared. The samples were developed in the Geotechnics laboratory of the Technical University of Cluj - Napoca. This is a first and important step of the research, as these parameters are not treated in any regulations, or standards from Romania.

Keywords: *stabilized soil, road structure, tensile strength.*

Összefoglalás

Stabilizált talajok alatt hidraulikus kötőanyagokkal (pl. cement, mész) kevert többnyire agyagos földtípusokat értünk. Stabilizációs eljárásokkal jelentősen fel lehet javítani az illető talaj fizikai és mechanikai tulajdonságait. A közlekedésből származó terhelés összenyomást eredményez az útszerkezet felső részében, míg az alsóbb régiókban nyújtóerők lépnek fel. Csakhogy ezen szerkezetek esetében a nyújtóerő által generált teherbírást kiiktatják a számításokból azáltal hogy egy vastag (1,5 – 2,5 m) réteget használnak. A Kolozsvári Műszaki Egyetem laboratóriumában 40x40x160 [mm] méretű cementtel stabilizált talaj prizmákat teszteltünk tengelyirányú nyújtóerő hatására, hogy fel tudjuk mérni a nyújtóellenállás esetleges jelentőségét az útszerkezetek tervezésében.

Kulcsszavak: *stabilizált talajok, útszerkezetek, nyújtóerő ellenállás*

1. Bevezetés

A föld önmagában megfelelő építőanyag az útszerkezetek alaprétegének létrehozásához. Egyes esetekben, a helyszíntől függően, nagyobb fizikai és mechanikai paramétereket igényel a helyzet mint a helyszínen található talajtípusok. Ilyenkor pedig stabilizáláshoz folyamodunk. Talajt stabilizálni lehet kémiai vagy fizikai úton. Utóbbit például rostos anyag belekeverésével lehet létrehozni, míg előbbit hidraulikus kötőanyagokkal. A legegyszerűbb kémiai stabilizálás a cement hozzáadás.

Létező tanulmányok kimutatták hogy a keverék optimális cement aránya 3 és 10% között váltakozik (a föld száraz tömegéhez mérten). Nyilvánvaló, hogy nagyobb mennyiségű cementtel jobb paramétereket lehet elérni, azonban 7.5%-nál nagyobb cementtartalom már nem gazdaságos, mert árban alacsonyabb osztályú betonnal vetekedne a keverék [1].

További tanulmányok foglalkoznak a mechanikai paraméterek időbeli váltakozásával. A föld-cement keverék 7 nap után, 70 %-át éri el a nyomószilárdságának a 21 vagy 28 nap utáni tesztekhez képest [2]. Ennek tudatában minden cementtel stabilizált talaj esetében célszerű legalább 21 napot várni, annak használatba helyezése vagy tesztelése előtt [1,2,3,4].

A forgalom által kialakult terhelés rugalmas természetű. Bhogal és társai [5] által végzett kísérleti sorozat a dinamikai törési modulust (MOR) tanulmányozta 6 és 10%-os cementtel stabilizált földgerenda esetében. A próba előkészítése az amerikai norma, ASTM D 1635-00 [6] előírásai szerint történt. Terhelés alatt a gerenda szinuszos elváltozást mutatott, ami nem okozott statikus kárt. A forgalom szimulálásához 5 Hz-es frekvenciájú terhelést használtak és monitorizálták az

ismétlések számát. A kísérlet meglepő eredménye, hogy a dinamikai rugalmasság sokkal kritikusabb, mint a dinamikai nyomás. Pontosabban 44 %-al csökkent a stabilizált földgerenda ellenállása a dinamikai rugalmassági teszt során [5].

2. Tesztelési módszer és felhasznált anyagok

2.1. Próba előkészítése

Kutatásunk célja a szakítószilárdság meghatározása egy földpróba esetén, amit különböző mennyiségű cement hozzáadásával stabilizáltunk. Romániában erre nincs érvényes szabályozás, ezért a próba előkészítése szintén az ASTM 1635-00 előírásai szerint történt. A cement- föld keveréket a romániai szabványok alapján határoztuk meg 2, 4, 6 és 8%-os cement-tartalommal. Az poros agyag (SiCl) egy Kolozsvár mellőli telepről származik, 1 méter mélységből volt kiasva. A kezdeti geotechnikai paraméterek a következők voltak: $\gamma_s=26.68$ kN/m³ (telített térfogatsúly); $\gamma_d=17.17$ kN/m³ (száraz térfogatsúly); $n=35.51\%$ (hézagtérfogat); $e=0.55$ (hézagtényező); $w=17.48\%$ (természetes víztartalom).

Az optimális tömörítési víztartalom meghatározásához a Proctor tesztet végeztünk el, mind a négy különböző mennyiségű cement tartalmazó próba esetében. A Proctor tömörítési teszt a STAS 1913-13/83-as szabvány szerint történt, a kapott eredményeket **1. táblázat**ban tüntettük fel. Első lépésként megszáritottuk a földmintákat 105°C-on. Hozzáadtuk a II/A-LL 42,5 R típusú Portland cementet 2%, 4%, 6% és 8%-os arányban 2000 g földhöz. A két összetevőt száraz állapotban összekevertük, homogén keveréket kapva. Az előkészítés utolsó lépése a víz hozzáadása volt és az összetett manuális keverése 30 percig.

A cementtel stabilizált földminták egy három kamrájú öntőformában készültek.A

próbák méretei 40x40x160 mm voltak. A formát kikentük olajjal a jobb használhatóságért. A keveréket három egyforma vastagságú rétegben, egyforma nagyságú nyomással tömítettük, felhasználva egy hidraulikus prést, amely biztosította a felület egyenletes nyomását.

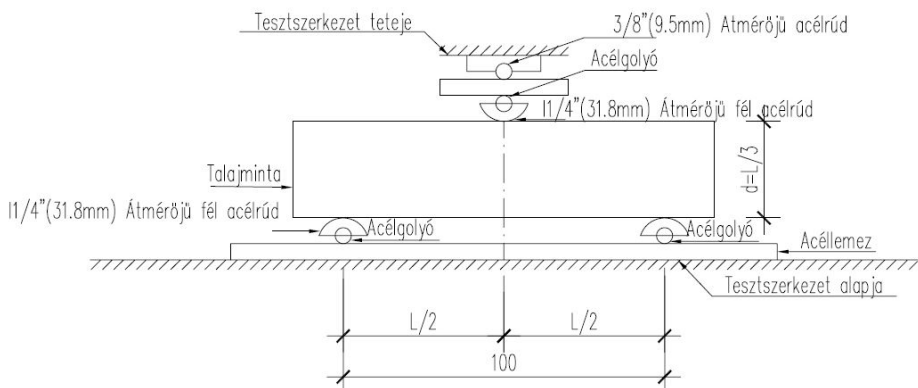
1. táblázat. Proctor teszt eredménye a négy vizsgált kombináción

Cementtartalom	2%	4%	6%	8%
Optimális tömörítési víztartalom	21%	23%	23%	21%

Összesen 8 gerendát öntöttünk és tároltunk laboratóriumi körülmények közt. A próbák tesztelése 7 illetve 28 nap után történt.



1. ábra. Öntőforma 3 kamrával



2. ábra. A kísérleti gép és minta vázlata

2.2. Tesztelési folyamat

A kísérleti mintákat hajlító szakítószilárdság tesztnek vetettük alá, egy hárompontos függőleges terhelési rendszerrel (ASTM 1635-00 szabványainak megfelelően), ami felvázolva a **2. ábrán** látható. A gerendákat egy tartóra helyeztük, a próbák között hagyva 10 cm távolságot, a koncentrált erőt a nyílás közepére irányítottuk. A statikus terhelést addig növeltük, amíg a próba eltört.

A tesztelés során használt gép és egy kísérleti minta a **3. ábrán** látható.



3. ábra. Hajlító szakítószilárdsági teszt

3. Eredmények

A kísérleti eredményeket a törési modulusz variációjának függvényében lehet értelmezni. A törési modulusz (MOR) a következő képpen számolható ki:

$$R = PL / bd^2 \quad (1)$$

Ahol, R a törési modulusz [N/mm²]; P - maximális terhelés [N]; L - ívköz hossza 100 mm, b - a próba szélessége 40 mm, d - a próba magassága 40 mm.

Összevetve a kapott törési mutatókat 7 és 28 nap után végzett tesztekben a következőket vettük észre: a 2% cement-talaj 17%-ot javult, a 4%-os minta modulusza nöött 12%-ot, amint a 6% -osé is. A legnagyobb fejlődést a 8%-os mutatta, ami 23,5 %-ra nöött, a próba előállítás után 28 nappal való tesztelés során. Bár a modulusz exponenciálisan nő a keverék cement tartalmával, 7,5%-nál nagyobb cement-tartalom már nem gazdaságos, mert árban alacsonyabb osztályú betonnal vetekedne a keverék [1]. A kapott eredmények a **2. táblázatban** vannak összesítve, míg az eredmények grafikus ábrázolása a **4. ábrán** látható.

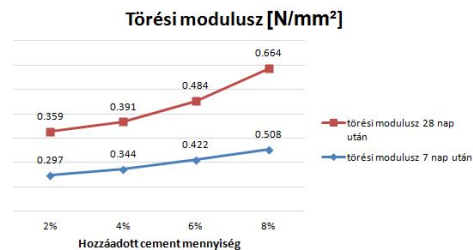
2. táblázat. Törési modulusz és terhelés összegzése

Minta típusa	Törési terhelés [N]	Törési modulusz [N/mm ²]
2 % cement (7 nap)	190	0.297
4 % cement (7 nap)	220	0.344
6 % cement (7 nap)	270	0.422
8 % cement (7 nap)	325	0.508
2 % cement (28 nap)	230	0.359
4 % cement (28 nap)	250	0.391
6 % cement (28 nap)	310	0.484
8 % cement (28 nap)	425	0.664

4. Következtetések

A cementtel stabilizált földréteg szakítószilárdsága az egyik legkevésbé meghatározott tulajdonság. Nyilvánvaló, hogy a stabilizált próbák olyan szakítószilárdsággal rendelkeznek, ami arányos a hozzáadott cementtel.

Figyelembe véve a gazdasági kritériumokat feltételezhetjük, hogy a további kutatás során a 4-7% tartalmú cement-talaj példákra kell összpontosítani, valamint a mechanikai fejlődésre, ami exponenciálisan nőtt a teszt végéig. A kapott eredmények belesznek a Bahar és társai [2] tanulmányának keretei közé, ami kimondja, hogy a föld-cement keverékek elérik hozzátétőlegesen a 70% a mechanikai szilárdságuknak az első 7 nap után, további fejlődés várható a próba 28. napjáig.



4. ábra. Törési modulusz grafikus evolúciója az elévzett kísérletek nyomán

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Akinmusuru, J. O.: *Lateritic soil-cement bricks for rural housing*. The International Journal of Cement Composites and Light-weight Concrete 6(3), 1984, pp. 185–188.
- [2] Bahar R., Benazzoug M., Kenai S.: *Performance of compacted cement-stabilised soil*. Cement and Concrete Composites 26(7), 2004, pp. 811–20.
- [3] Aggarwal L.K., Singh J.: *Effect of plant fibre extractives on properties of cement*. Cement and Concrete Composites 12(2), 1990, pp. 103-8.
- [4] Khazanichi A.C., Saxena M., Rao T.C.: *Material science of natural organic fibres reinforced composites in polymer-cement-mud matrix for construction engineering*. Proceeding of the international symposium of textile composites in building construction, 1990, pp. 69-76.
- [5] Bhogal B.S., Coupe P.S., Davies J., Fendukly L.: *Dynamic flexure test of soil-cement beams*. Journal of Materials Science Letters 14, 1995
- [6] ASTM 1635-00. *Standard Test Method for Flexural Strength of Soil-Cement Using Simple Beam with Third-Point Loading*.

MECHATRONIKA KÉPZÉS AZ ÓBUDAI EGYETEM BÁNKI KARÁN

THE MECHATRONIC EDUCATION AT THE BÁNKI FACULTY OF ÓBUDA UNIVERSITY

Nagy István¹, Langer Ingrid², Rác Pál³

^{1,2}Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Mechatronikai és Járműtechnikai Intézet, 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház u. 8. Telefon: +36 1 666-5366

¹nagy.istvan@bgk.uni-obuda.hu

²langer.ingrid@bgk.uni-obuda.hu

³Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft., H-1116 Budapest, Kondorfa u. 1., Tel./Fax.: 36-1-463-0569, pal.racz@bayzoltan.hu, www.bayzoltan.hu

Abstract

The predecessor of Óbuda University, -Budapest Tech-, first introduced its bachelor's level "mechatronics engineer" course in September 2005. As an opportunity for full academic education, in September 2009 we started the mechatronics engineering on master's level, too, however only on part-time course. In year 2011 the English Mechatronic Course has been launched on BSc level, and later in 2015 on MSc level. These new conditions motivated the institute constantly renew its mechatronic teaching plan. In this paper the history of formation of "Institute of Mechatronics and Vehicle Engineering" as well as the developing of the Mechatronics Teaching Plans will be introduced.

Keywords: *mechatronika, Teaching Plan, Credits, Ministry of Human Resources (MHR),*

Összefoglalás

Az Óbudai Egyetem jogelődje, a Budapesti Műszaki Főiskola 2005 szeptemberében indította el a Mechatronikai mérnök alapképzését. A teljes egyetemi képzést lehetővé téve 2009 szeptemberétől esti tagozat keretében elindult a mesterszak is. 2011-től bevezetésre került az angol nyelvű Mechatronikai mérnök BSc, majd 2015-től az MSc képzés. Ezek a változások készítették a Mechatronikai és Járműtechnikai Intézetet a Mechatronikai mérnök képzés tantervének megújítására. Az alábbiakban bemutatjuk a Mechatronikai mérnök képzés történetét valamint a tantervfejlesztés folyamatát.

Kulcsszavak: *mechatronika, tanterv, kredit, Emberi Erőforrások Minisztériuma (EMMI)*

1. Bevezetés

A magyar ipar a rendszerváltást követő recesszió után a 2000-es években dinamikus fejlődésnek indult. Ennek meghatározó tényezője az export növekedése volt, ami elsősorban a hazai beszállítókkal együttműködő modern mechatronikai technológiát alkalmazó multinacionális vállalatoknak köszönhető.

Ennek a fejlődésnek a fenntartásához hozzáértő mérnökök szükségesek, akik jártasak a modern tervezésben, ismerik a technológiai és üzemeltetési módszereket, és ezeket képesek alkalmazni a gyakorlatban. Ezen társadalmi igények kielégítésére az Óbudai Egyetem jogelőd intézménye, a Budapesti Műszaki Főiskola úgy döntött, hogy elindítja a Mechatronikai mérnök alapképzést. [1].

1.1. A Mechatronikai mérnök képzés létrehozásának története

A mechatronika tantárgyként való oktatása még a Bánki Donát Gépipari Műszaki Főiskolán kezdődött a 90-es évek elején. A Bánki 2000-ben a felsőoktatási integrációs folyamat keretén belül a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolával és a Könnyűipari Műszaki Főiskolával Budapesti Műszaki Főiskola néven egyesült, majd az egyetemi státusz elnyerése után 2010 óta az Óbudai Egyetem karaként működik. A „Mechatronika alapjai” tárgy a gépészmérnök-képzésben az óta is szerepel.

A bolognai folyamat részeként 2005 szeptemberétől a magyar felsőoktatásban is bevezetésre került a kétszintű képzés. Ezzel egy időben indult a Bánki karon a magyar nyelvű Mechatronikai mérnök BSc, majd 2009-ben az MSc képzés. 2011/12-es tanévtől kezdve bevezetésre került az angol nyelvű Mechatronikai mérnök BSc, majd 2015-től az MSc képzés. Ebben az időben a mechatronikai mérnök képzésre következő irányelveket határozták meg: A BSc szintű végzettséggel rendelkező mechatronikai mérnök képes létrehozni mechatronikai berendezéseket, valamint képes ezek telepítésére, üzemeltetésére, karbantartására és ellenőrzésére. Az MSc szintű végzettséggel rendelkezők képesek kutatási és fejlesztési feladatok ellátására is. Napjainkban az oktatásért felelős minisztérium szintén irányelvek formájában határozza meg a követelményeit.

2. Tantervfejlesztés

A jelenlegi tantervfejlesztés irányelveit az Emberi Erőforrások Minisztériuma (EMMI) és ezen belül az Oktatásért Felelős Államtitkárság határozta meg. Az általuk kiadott irányelvek, ún. „KKK” (Képzési és Kimeneti Követelmények) tartalmazzák a szakindítással kapcsolatos általános jellemzőket (pl. képzettségi szint, attitűdök,

képességek, autonómia és felelősség, kredit értékek, szakmai gyakorlatok feltételei, stb..) és a különböző végzettségek kompetenciáit. Ezeket hívjuk általánosan egy adott szakma „képzési és kimeneti követelményei”-nek. A Mechatronikai képzés BSc és MSc szintjére vonatkozóan a minisztériumi irányelvek a következőket határozzák meg:

- az alap/mester képzési szak megnevezése (mechatronikai mérnöki);
- szakképzettség (mechatronikai mérnök);
- végzettségi szint (alap (BSc) / mester (MSc) fokozat)
- képzési terület (műszaki)
- képzés hossza (BSc 7 félév / MSc 4 félév)
- az oklevél megszerzéséhez összegyűjtendő kreditek száma (BSc 210 / MSc 120 kredit)
- a képzés célja
- elsajátítandó szakmai kompetenciák
- egyéb jellemzők

2.1. A Mechatronikai mérnök-képzés általános jellemzői

A képzés alapvető jellemzőinek kidolgozása az EMMI által kiadott irányelvek alapján történt, melyben meghatározták a szakképzettséghez vezető tudomány-ágakat és szakterületeket, amelyekből a szak felépül. Lásd. **1. táblázat**.

1. táblázat. A Mechatronika képzés képzési területeinek ajánlott kreditértékei

	Alapképzés	Mesterképzés
Természettudományos ismeretek	40-50 kredit	20-35 kredit
Gazdasági és humán ismeretek	14-30 kredit	10-20 kredit
Mechatronikai mérnöki szakmai törzsanyag	70-105 kredit	15-35 kredit
Választható specializáción szerezhető ismeretek	min 40 kredit	40-60 kredit (a diplomamunkával együtt)

A táblázat utolsó sorában az ún. specializáció azt jelenti, hogy minden mechatronikai képzést folytató intézménynek biztosítani kell különféle szakirányokat, mint pl. bio-mechatronika, opto-mechatronika, járműmechanika, épületmechanika, ... stb.

Az Óbudai Egyetem az alapképzésben (BSc) egy (*Ipari robotrendszerek*), mesterképzésben (MSc) két specializációt (*Járműinformatika* valamint *Intelligens robotrendszerek mechatronikája*) biztosít.

2.2. A Mechatronikai mérnök képzés jellemzői az Óbudai Egyetem Bánki Donát karán

Az EMMI irányelveiből kiindulva a magyar műszaki felsőoktatásban a tanterv négy tudományterületet ölel fel: természettudományok, humán és gazdasági ismeretek, szakmai törzsanyag és speciális szakmai ismeretek. Az **1. táblázatban** megjelölt kreditértékeknek megfelelően az Óbudai Egyetemen a valóságban elért négy tudományterület arányai és kreditértékei is láthatók az egyes tudományterületeknek megfelelően, lásd, zárójelben dőlt betűk.

A mechatronikai képzésnek, a mechatronika alapdefiníciójából kiindulva, három műszaki tudományterületet, a **gépészetet**, az **elektronikát** és az **informatikát** kell összeintegrálnia, ezért az Óbudai Egyetemen a Mechatronikai mérnökképzés három kar közreműködésével történik:

– **Bánki** Donát Gépész és Biztonságttechnikai Mérnöki Kar

– **Kandó** Kálmán Villamosmérnöki Kar

– **Neumann** János Informatikai Kar

A magas oktatási színvonal elérése érdekében a szakmai tárgyak oktatása e karok között a tantárgyaknak megfelelően megosztva történik.

2.3. A tantervfejlesztés megvalósítása

A tantervfejlesztés során nem csak a minisztérium irányelveit, hanem az Óbudai

Egyetem által meghatározott előírásokat is figyelembe kellett venni. Ezek biztosították, hogy a hallgatók tanulmányi terhelése a képzés során kiegyensúlyozott legyen. Továbbá számításba kellett venni az oktatói kapacitást is, mind a magyar, mind az angol nyelvű képzésen valamint a rendelkezésre álló laboratóriumi infrastruktúrát. a kialakított tantárgyi struktúra a **2. és 3. táblázatban** látható

2. táblázat. Az alapképzés tantárgyai

Alapképzés – Ipari robotrendszerek	
Természettudományos tárgyak	Matematika 1,2; Mérnöki fizika; Bevezetés a mechatronikába; Mechanika 1,2,3 Elektrotechnika; Mérnöki anyagok; Anyagtechnológia alapjai
Humán és gazdasági tárgyak	Makro- és mikroökonómia; Üzleti gazdaságtan 1,2; Minőségbiztosítás; Jogi ismeretek; Menedzsment
Szakmai törzsanyag	Informatika 1,2; Gépszerkezettan; Elektromos gépek és hajtások; CAD rendszerek; Anyagtechnológia; Rendszertan; Irányítástechnika; Programnyelvek> Digitális technika; Pneumatika és hidraulika; PLC ismeretek; Gyártástechnológia; Elektronika; Műszertechnika; Interfészek;
Specializáció (Ipari robotrendszerek)	Ipari robotok programozása és szimulációja; Robotizálás és gyártásautomatizálás; Ipari robotok kinematikája és dinamikája; Jármű mechatronika; CAD tervezés; IT hálózatok; Projekt munka; Szakdolgozat;

3. Következtetések

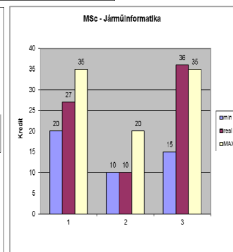
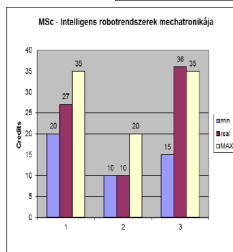
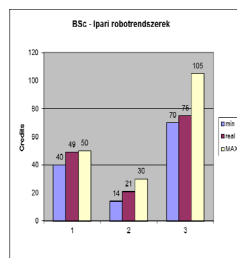
A **2. és 3 táblázatban** látszik, hogy a mesterképzés tárgyai az alapképzés tárgyain alapulnak. A mesterképzés az alapképzéshez képest specifikusabb, egzaktabb tudásanyagot biztosít és szélesíti a hallgatók tudományos látószögét.

Ha összehasonlítjuk minisztérium által megadott kreditszámokat a megvalósított tanterv kreditszámaival a három különböző tudományterületen (**1. táblázat** első 3 sor), látható, hogy a létrejött tanterv jól illeszkedik a kijelölt előírányszathoz, lásd **1. ábra**.

3. táblázat. A mesterképzés tantárgyai

Mesterképzés – Járműinformatika / Intelligens robotrendszerek mechatronikája	
Természet-tudományos tárgyak	Optimum számítási eljárások; Mérnöki fizika; A mechatronika válogatott fejezetei; Villamosságtan; A hő- és áramlástan válogatott fejezetei; Anyagtudomány
Humán és gazdasági tárgyak	Üzleti gazdaságtan; Mérnöki menedzsment
Szakmai törzsanyag	Beágyazott rendszerek; Mikro- és nanotechnológia; Műszaki optika; Modellezés és szimuláció; Mechatronikai szerkezetek; Szenzorok és jelanalízis; Intelligens mérnöki rendszerek; CAD rendszerek; Fuzzy rendszerek; Önszerveződő rendszerek
Specializáció (Járműinformatika)	Járművek informatikai rendszerei; Járműdinamika; Járműelektronika; Közlekedési információ technológia; Multi-ágensű mobilrobot rendszerek; Mechatronikai rendszerek megbízhatósága
Specializáció (Intelligens robotrendszerek mechatronikája)	Intelligens rendszerek; Multi-ágensű mobilrobot rendszerek; Modern gyártási technológiák; Adaptív szabályozórendszerek

Végezetül, a kiegyensúlyozott elméleti és gyakorlati képzés arányára is adott ki a minisztérium egy ajánlatot, 60% - 40%-os, elmélet – gyakorlat eloszlást ajánl.



1. ábra. A tantervben megvalósított valós kreditszámok (középső oszlopok) az EMMI által meghatározott min.-max. értékekhez képest a három tudományterületen

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] I. Nagy, A.L. Bencsik: *Complex System Development for Mechatronic Education*, Proceedings of 14th Mechatronics Forum International Conference, Mechatronic 2014, ISBN 978-91-7063-564-9, Published by Karlstad University, Sweden, 2014, pp.: 362-370.
- [2] <http://www.banki.hu/indexeng.php?sid=kareng&pid=tortenelmunk>
- [3] Emberi erőforrások minisztere: *Előterjesztés a felsőoktatási szakképzések, az alap- és mesterképzések képzési és kimeneti követelményeiről*, 2011. évi CXII. törvény 27. § (5)-(7) bekezdés.
- [4] I. Nagy, A.L. Bencsik: *Mechatronics at the Bánki Polytechnic (15 years in research and Education)*, 1st International Symposium on Mechatronics, Budapest, 2001.
- [5] I. Nagy, A.L. Bencsik: *Mechatronics: A New Very Promising Engineering and Science Discipline*, EADS Engineering Europe, Symposium, Programfüzet, (+CD), ISBN 978-963-7154-75-1, Budapest, 2008.

PARAMETRIKUS BIZONYTALANSÁGELEMZÉSI MÓDSZEREK ANYAGVIZSGÁLATI SZEMLÉLTETÉSE

DEMONSTRATION OF PARAMETRIC UNCERTAINTY INVESTIGATION METHODS BY A MATERIALS TESTING EXAMPLE

Nagyné Halász Erzsébet¹, Pokorádi László² Stein Vera³

¹Óbudai Egyetem, Bánki Kar, Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet,
H-1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca, 8.; +36 1 6665315,
nagynei.halasz@bgk.uni-obuda.hu

²Óbudai Egyetem, Mechatronikai és Járműtechnikai Intézet
H-1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca, 8.; +36 30 9194929,
pokoradi.laszlo@bgk.uni-obuda.hu

³Óbudai Egyetem, Mechatronikai és Járműtechnikai Intézet H-1081, Magyarország,
Budapest, Népszínház utca, 8.; stein.vera@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

During engineering measurement and calculations parametric uncertainty can be seen that can be modeled and is described by appropriate mathematical methods and tools. One of the aims of material testing is the surface's micro-hardness determination. This study describes the main mathematical methods for describing the parametric model uncertainties and they are illustrated through an example of material testing.

Keywords: model uncertainty, parameter anomaly, materials testing

Összefoglalás

A mérnöki mérések és számítások során parametrikus bizonytalanság tapasztalható, mely megfelelő matematikai módszerekkel modellezhető és leírható. Az anyagvizsgálati eljárások egyik célja lehet a fémek, fémfelületek mikro-keménységének megfelelő pontosságú meghatározása. A tanulmány a parametrikus modellbizonytalanságot leíró főbb matematikai módszereket mutatja be és szemlélteti azokat egy anyagvizsgálati példán keresztül.

Kulcsszavak: modell bizonytalanság, paraméter-eltérés, anyagvizsgálat

1. Bevezetés

A bizonytalanság vizsgálata során, annak forrása alapján, megkülönböztetünk ismereti (angol nevén: „epistemic”), és parametrikus („parameter uncertainty”) bizonytalanságot.

Az ismereti bizonytalanság szubjektív

bizonytalanságként szemléltethető. Ezek az okok magukba foglalhatják például a megfelelő információk, fizikai ismeretek hiányát, melyek megakadályozhatják a helyes modell felállítását.

A parametrikus bizonytalanság elsődlegesen az objektivitáshoz kapcsolható, és megfelelő módszerekkel modellezhető,

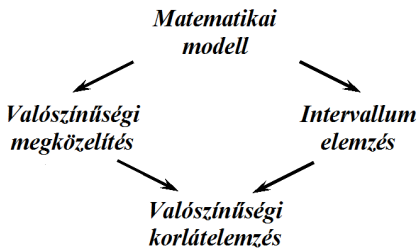
feldolgozható.

Tanulmányunk célja az alapvető parametrikus bizonytalanságelemzési módok anyagvizsgálati példával történő szemléltetése.

A tanulmány az alábbi részekből áll: A 2. fejezet a parametrikus modell bizonytalanságelemzési módszereket írja le röviden. A 3. fejezet egy mikro-keménységmérési példán szemlélteti az elemző eljárásokat. A 4. fejezet összegzi a tanulmány elkészítésekor szerzett tapasztalatokat.

2. A modellek parametrikus bizonytalansága

A parametrikus bizonytalanság tudományos szintű elemzése alapvetően két eltérő módon oldható meg [4]. Ezeket szemlélteti az 1. ábra „második sora”.



1. ábra. Bizonytalanságelemzési módszerek

Az első mód a gerjesztések bizonytalansága következtében fellépő lehetséges rendszerválaszok meghatározása intervallum értékekkel. Ezen eljárási mód annak figyelembevételére, hogy néhány, vagy az összes független paraméter nem egy adott értékkel rendelkezik, hanem bizonyos intervallumon belül található. Általános megfogalmazásuk esetén az intervallumokhoz nem kapcsolunk valószínűségi eloszlásokat, csak a lényegi eredmények lehetséges jövőbeli szélső értékeit határozzuk meg.

A valószínűségi módszere a környezet gerjesztéseinek minden lehetséges eleméhez valamilyen valószínűségi eloszlást rendel. A lehetséges rendszerválaszokhoz tör-

ténő valószínűségek rendelése egy általánosan alkalmazott gyakorlat. Ilyenkor az sem ritka, hogy úgynevezett szubjektív valószínűségekkel találkozunk, ami szakértők (vagy bizonyos esetekben laikusok) által becsült valószínűségi értéket jelent.

Általában, ha az adatok valószínűségi eloszlásai ismertek, elméletileg mindegyik alternatíva következményeinek eloszlását megtudhatjuk. Ez egy egyszerű kritérium esetén a vizsgált rendszer vagy folyamat kvalitatív tulajdonságának valószínűségi eloszlását jelenti.

Például egy determinisztikus matematikai modell esetén, amikor a modell bemenő és belső jellemzői valamilyen bizonytalansággal bírnak a kalkuláció során használt valós értékű mennyiségekkel kapcsolatban, a bizonytalanságelemzés intervallumelemzéshez vezethet.

A valószínűségi módszerek egyik legelterjedtebb formája a Monte-Carlo-szimuláció, mellyel részletesebben Pokorádi és Molnár [4] publikációjukban foglalkoznak.

3. A szemléltető példa

A fentiekben elvben leírt parametrikus bizonytalanságelemzési eljárásokat – területmi okok miatt röviden – Kovács-Coskun [1] és [2] publikációiban ismertetett vizsgálatai során végzett méréseinek eredményeit használtuk fel. A mérési eredményeket az 1. táblázat szemlélteti.

Vickers-keményység (HV) keménységmérést 136° -os csúcshögű négyzet alapú gyémántgúlának F terheléssel a tárgy felületére való benyomása útján végzik úgy, hogy a közel négyzetes lenyomat két átlóját mérik és azok középértékéből (d) számítják a lenyomat felületét.

Mivel a gyémánt gúla csúcs fél szöge $\alpha = 68^\circ$, azaz $\sin \alpha = 0,9272$, ekkor a

$$HV = \frac{1,854F}{d^2} \quad (1)$$

egyszerű modellt tudjuk alkalmazni, ahol: F – a terhelő erő, kp -ban;

d – a négyszög lenyomat két átlójának számtani közepe μm -ben [3].

1. táblázat. Mérési eredmények

Sorszám	Mért átló d [μm]	Statistikai adatok [μm]
1	114,0	Átlag: 107,9 Szórás: 4,34 Maximum: 114 Minimum: 102
2	111,0	
3	102,6	
4	106,3	
5	102,0	
6	105,3	
7	108,3	
8	112,6	
9	112,0	
10	112,3	
11	103,3	
12	105,0	

Ha az 1. táblázat átlagát (107,9 μm) számoljuk, akkor a vizsgált munkadarab Vickers-keménysége egészszámra kerekítve: 32.

Intervallumelemzés esetén viszont a maximális (114 μm) és minimális (102 μm) értékeket kell vizsgálnunk a keménység lehetséges értékei intervallumának meghatározásához. Ekkor azt tudjuk mondani, hogy a vizsgált munkadarab Vickers-keménysége a

$$29 \sim 36$$

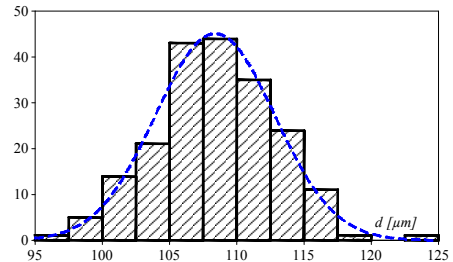
intervallumba esik.

A valószínűségi megközelítés esetén az 1. táblázat adatainak elemzésével megállapított átlag és szórás felhasználásával – a kis mintaszám miatt – normál eloszlást feltételezve, például Monte-Carlo-szimulációval határozzuk meg a vizsgált munkadarab Vickers-keménységének eloszlását.

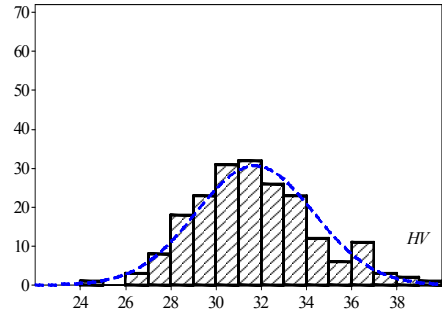
A szimulációhoz használt átmérők histogramját a 2., az így kapott Vickers-keménységek histogramját pedig a 3. ábra szemlélteti.

A valószínűségi megközelítés hibája, hogy a felhasznált valószínűségi eloszlások

nem veszik figyelembe a valós mérnöki lehetőségeket. Például, tisztán matematikai megközelítéssel – bizonyos valószínűséggel – lehetséges a negatív átmérőjű tengely is. Ezt a hiányosságot küszöbölhetjük ki a valószínűségi korlátelemlzés alkalmazásával. Esetünkben a Monte-Carlo-szimulációhoz a mért adatok minimum és maximum értékei alapján – a „közkedvelt” 3σ szabályt alkalmazva határozzuk meg az alkalmazandó normál eloszlás várható értékét (a minimum–maximum intervallum közepe) és szórását (az intervallum „hosszának” hatoda).

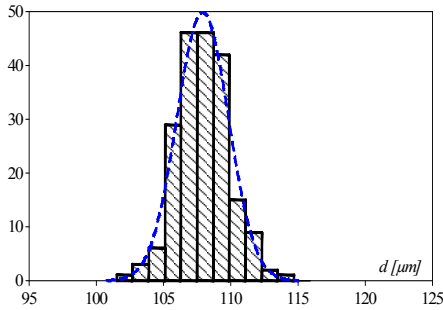


2. ábra. Valószínűségi megközelítés gerjesztéseinek histogramja

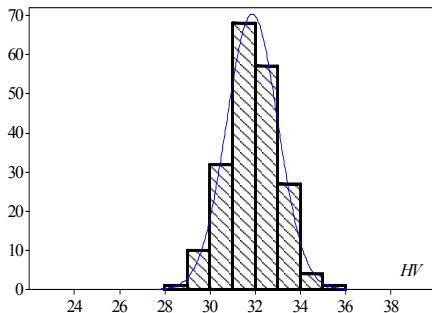


3. ábra. Valószínűségi megközelítés válaszainak histogramja

A valószínűségi korlátelemlzéssel elvégzett szimulációhoz használt átmérők histogramját a 4. ábra, az így kapott Vickers-keménységek histogramját pedig az 5. ábra szemlélteti.



4. ábra. Valószínűségi korlát megközelítés gerjesztéseinek histogramja



5. ábra. Valószínűségi korlát megközelítés választásainak histogramja

Vessük össze a kapott eredményeket!

Ha „csak” a mérési eredmények átlagával határoztuk meg a munkadarab keménységét, egyetlen értéket kaptunk. Az eredmény bizonytalanságától nem szereztünk információt. Ne feledjük, hogy a értékeit mindig egész számmal fejezzük ki. Esetünkben pont fel is tehetjük Mátyás király híres kérdését: **Hány még a harminckettő?**

Az intervallumbecslés alkalmazása esetén már tudjuk, hogy a 32 akár, 29 vagy 36 is lehet.

A valószínűségi megközelítés alapján már egy eloszlást is tudhatunk arról, hogy mennyi a 32. Viszont azt is beláthatjuk, hogy a matematikailag lehetséges értékek mérnöki lehetetlenségeket is takarhatnak (lásd 2. és 3. ábrákat).

Ezért alkalmaztuk a valószínűségi korlátelelemzést. Figyelembe vettük azt, hogy a mért paraméterek valamilyen valószínűségi eloszlással bírnak. De azt is figyelembe vettük, hogy ezen eloszlásoknak valós, fizikai korlátai vannak. Ez utóbbi megközelítés eredményeit szemlélteti a 4. és az 5. ábra.

A két utóbbi elemzés eredményeinek összehasonlításakor látható, hogy a valószínűségi korlát elemzés Vickers-keménység eloszlása egy szűkebb, a mérnöki valóságot jobban tükröző intervallumra koncentrálódik.

4. Következtetések

Dolgozatunk röviden leírta, és egy anyagvizsgálati (mikro-keménységmérési) példán keresztül szemléltette az alapvető parametrikus modell bizonytalanságelemző módszereket. A másodrendű valószínűségi megközelítés bemutatásától – terjedelmi okok miatt – jelen munkánkban eltekintünk.

Célunk a néha csak elméleti fejtegetésnek tűnő kérdéskör gyakorlati, nem csak anyagvizsgálati, mérnöki példával való bemutatása, értelmezése.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Kovács-Coskun, T., Völgyi B., Sikari-Nágl I.: *Investigation of aluminium-steel joint formed by explosion welding*. Journal of Physics-Conference Series 602, 2015, 1-4.
- [2] Kovács-Coskun T.: *Explosive Surface Hardening of Austenitic Stainless Steel*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 123, 2016, 1-5.
- [3] Nagyné Halász, E.; Pokorádi L.: *Parametrikus modellbizonytalanság: egy anyagvizsgálati példa*, A XXI. F fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka előadásai, Kolozsvár, 2016, 293-296.
- [4] Pokorádi L.; Molnár B.: *A Monte-Carlo szimuláció szemléltetése*, Szolnoki Tudományos Közlemények XIV, 2010, 1-12.

TENZIDEK VIZES OLDATÁBAN KÉPZŐDŐ MICELLÁK ALAKJÁNAK ÉS RÉSZECSKEMÉRETÉNEK MEGHATÁROZÁSA

DETERMINATION OF PARTICLE SHAPE AND SIZE OF MICELLES FORMED IN AQUEOUS SOLUTION OF SURFACTANTS

Nagy Roland¹, Kothencz Réka², Bartha László³, Vágó Árpád⁴

¹Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszék, Magyarország, Veszprém, Egyetem u. 10, Telefon: +3688/624-000/6175, nroland@almos.uni-pannon.hu

²Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszék, Magyarország, Veszprém, Egyetem u. 10, Telefon: +3688/624-000/6168, kothenczr@almos.uni-pannon.hu

³Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszék, Magyarország, Veszprém, Egyetem u. 10, Telefon: +3688/624-305, bartha@almos.uni-pannon.hu

⁴MOL Nyrt, KT Kutatás és Fejlesztés, Magyarország, Budapest, Októberhuszonharmadika u. 18, avago@mol.hu

Abstract

The association colloids are a special class of materials within the colloid chemistry since micelles are formed in appropriate circumstances. The particle size, the shape of micelles and two other surfactant characteristics of the mixture of various commercial, environmentally friendly non-ionic and anionic surfactants were investigated. Our goal was to prove the synergistic effect and interaction between the non-ionic and anionic surfactants.

Keywords: surfactant mixture, micelle, particle size, shape of micelles

Összefoglalás

Az asszociációs kolloidok egy külön anyagcsoportot alkotnak a kolloidkémián belül, mivel ezekből az anyagokból a megfelelő körülmények között kolloid méretű asszociátumok, micellák keletkeznek. Méréseink során különböző kereskedelmi forgalomban kapható, környezetbarát nemionos és anionos tenzidekből előállított tenzidkompozíciók részecskeméretét, a keletkezett micellák alakját és két hatás-vizsgálati jellemzőjét vizsgáltuk. Célunk volt a közöttük feltételezett kölcsönhatás, szinergikus hatás kimutatása.

Kulcsszavak: tenzidkompozíció, micella, részecskeméret, micella alak

1. Bevezetés

A tenzidiek oldataiban megfelelő körülmények között micellák képződnek. A kialakult micellák szerkezete, alakja, mérete nagymértékben függ a körülményektől: a tenzid molekulaszervezetétől, az oldószer-től, a koncentrációtól, a hőmérséklettől, az oldott anyagok minőségétől és mennyiségétől, tehát mindazon tényezőktől, amelyek a kritikus micellaképződési koncentrációt (cmc) is meghatározzák [1,2].

Ionos tenzidiek elektrolitmentes vizes oldataiban a cmc-nél nagyobb, de nem túl nagy töménységnél képződő aggregátumok gömb alakúak. A micellák mérete az őket felépítő molekulák méretétől függ. Az alkillánc hosszának növekedésével növekszik a micella mérete is, az etilén-oxid-lánc méretének növekedésével viszont csökken.

A micellák mérete néhány esetben egyértelműen növekszik a tenzid-koncentrációval, de általában kicsi a változás. Gyakran már kis koncentráció-növekedés hatására is henger alakúvá válnak a gömbmicellák [1].

Az alkalmazott tenzidiek és kompozícióik vizes oldatát vizsgáltuk korábban kidolgozott és bemutatott módszerrel. Célunk volt molekulalakjuk, részecskeméretük meghatározása és a közöttük feltételezett kölcsönhatás kimutatása.

2. Felhasznált anyagok

A vizsgálat során felhasznált egyedi, kereskedelmi forgalomban kapható nemionos és anionos tenzidiek szerkezetét az **1. táblázat** tartalmazza.

Az egyedi tenzidekből előállított tenzidkompozíciók összetételét a **2. Táblázat**ban láthatjuk.

A tenzidkompozíciók 50-50 tömeg%-ban tartalmazták a nemionos és anionos tenzideket. A vizsgálatok elvégzéséhez 1 tömeg%-os tenzidoldatokat készítettünk.

1. táblázat. Egyedi tenzidiek szerkezete

Tenzid neve	Tenzid szerkezete
SPAN 20	szorbit-monolaurát
SPAN 40	szorbit-monopalmitát
SPAN 60	szorbit-monosztearát
SPAN 80	szorbit-monooleát
NLES	nátrium-lauriléter-szulfát

2. táblázat. Tenzidkompozíciók összetétele

Tenzidkompozíció jele	Nemionos tenzid	Anionos tenzid
T-1	SPAN 20	NLES
T-2	SPAN 40	NLES
T-3	SPAN 60	NLES
T-4	SPAN 80	NLES

3. Alkalmazott módszerek

3.1. Részecskeméret analízis

A kolloid oldatokban mérhető átlagos részecskeméretet és eloszlását Malvern Zetasizer Nano ZS típusú készülékkel határoztuk meg, amely a dinamikus fényszórás elvén alapul. A hidrodinamikai átmérő meghatározása a részecskék diffúziójából becsülhető a Stokes-Einstein összefüggés alapján történik. A készülék 633 nm hullámhosszú HeNe lézer alkalmazásával működik. A különböző minták esetében a részecskeátmérőt (nm) az átlagos csúcstértékek alapján határoztuk meg. A mérési módszer körülményeit a Tanszéken korábban dolgoztuk ki [3].

3.2. Vízben való oldhatóság

A tenzidekből 1 tömeg%-os oldatokat készítettünk és a vizes oldat zavarosságát száloptikás spektrofotométerrel határoztuk meg. A vízben való oldhatóságot a transzmittanciával jellemeztük (0% teljesen zavaros, 100% szeszparens) [4].

3.3. Emulgeáló hatás

A minta emulgeáló hatásának megállapítása során 10 cm³ modell köolajat és 10 cm³ térfogatú a tenzidkompozíciót 1 tömeg%-ban tartalmazó desztillált vizes olda-

tot mértünk mérőhengerbe. Összeráztuk, majd 1 óra elteltével az emulziós fázis mennyiségét leolvastuk és térfogat%-ban megadtuk [4].

4. Mérési eredmények

4.1. Micella alak meghatározása

A kialakult micellák alakjának meghatározásához olyan paramétereket használtunk fel, amelyek megadhatják a micellák legvalószínűbb alakját.

A tenzid szénhidrogén fark részének hossza (1) és térfogata (2) empirikusan meghatározható Tanford és társai által alkalmazott módszer szerint [5].

$$l = (0,154 + 0,1265n_c)nm \quad (1)$$

$$v = (27,4 + 26,9n_c) \times 10^{-3} \quad (2)$$

ahol

n_c =szénatomszám a telített szénhidrogén láncban

Az átlagos móltört alapján a tenzid fark részének térfogata (v') és hossza (R) adható meg (3,4) [6]

$$R = \sum_{i=1}^N x_i l_i \quad (3)$$

$$v' = \sum_{i=1}^N x_i v_i \quad (4)$$

ahol

x_i = az i-edik komponens móltörtje a micellában

l_i =a szénhidrogén lánc hossza

v_i = a szénhidrogén lánc térfogata

Az a_0 paraméter bevezetésével figyelembe vesszük a tenzidek fej részének felületét és a közöttük kialakuló termodinamikai kölcsönhatást (5), így kiszámítható a packing paraméter (P).

$$P = \frac{v'}{a_0 R} \quad (5)$$

Az egyenlet alapján számított packing paraméter a nemionos tenzidek esetén 0,142-0,179 és tenzidkompozícióik esetén 0,151-0,184 közötti tartományba esett,

amely a szabad energia modell alapján egyensúlyi micella szerkezetet feltételez [7].

Tekintettel arra, hogy az egyedi tenzidek és tenzidkompozíciók esetén a $P < 1/3$, a lehetséges micella alak gömb, illetve ellipszoid, így azok mérete egymással összehasonlíthatónak tekintettük [7].

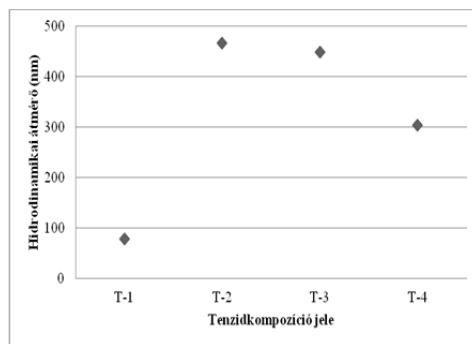
4.2. Részecskeméret meghatározása

Meghatároztuk a tenzidkompozíciók oldatának térfogat szerinti hidrodinamikai átmérőjét (3. táblázat és 1. ábra). A NLES részecskemérete 2,1 nm volt.

3. táblázat. Tenzidkompozíciók részecskemérete

Tenzidkompozíció jele	Hidrodinamikai átmérő (nm)
	Térfogat szerint
T-1	78,5
T-2	467,5
T-3	448,8
T-4	303,7

1. ábra. Tenzidkompozíciók részecskemérete



A vizsgált tenzidkompozíciók vizes oldatában kialakult micellák részecskemérete az anionos tenzid alkotta micellák részecskeméretéhez képest nagymértékű növekedést mutattak. A többszörösére növekedett részecskeméret alapján az anionos és nemionos tenzidek közötti pozitív kölcsönhatást valószínűsítettük.

Meghatároztuk a tenzidkompozíciók emulgeáló kapacitását és vízben való oldhatóságát (4. táblázat).

4. táblázat. Tenzidkompozíciók emulgeáló hatása és vízben való oldhatósága

Tenzidkompozíció jele	Emulgeáló hatás, V/V% (1 óra, 25°C)	Vízben való oldhatóság, %
T-1	22,5	80 áttetsző
T-2	40,0	28 opálos
T-3	45,0	31 opálos
T-4	32,5	68 áttetsző

A NLES teljes mértékben (100%) oldódik vízben és emulgeáló kapacitása 10 V/V%. Megállapítottuk, tenzidkompozíciók esetén a növekvő vízben való oldhatóság csökkenti az emulgeáló képességet, amely a kompozíció HLB értékének a növekedésével magyarázható. A tenzidkompozíciók vizes oldatában kialakuló micellák részecskeméretének növekedése a vízben való oldhatóságának csökkenését eredményezte, melyet már a korábbi méréseinkkel igazoltunk [3]. Megállapítottuk, hogy a tenzidkompozíciók bemutatott tulajdonságai javultak az anionos tenzidhez képest, melyet a kialakult kölcsönhatás okozhat.

5. Következtetések

Kereskedelmi forgalomban kapható tenzidek és kompozícióik vizes oldatának molekulaalakját, részecskeméretét és a tenzidkompozíciók két hatásvizsgálati jellemzőjét vizsgáltuk.

Az eredmények alapján a következő megállapításokat tettük:

- az egyedi tenzidek és tenzidkompozíciók esetén a lehetséges micella alak gömb, illetve ellipszoid;
- az anionos tenzidhez képest többszöröse növekedett részecskeméret alapján az anionos és nemionos tenzidek közötti pozitív kölcsönhatást valószínűsítettük;
- a növekvő vízben való oldhatóság csökkentette a tenzidkompozíciók emulgeáló képességét.

Az eredmények alapján a nemionos és anionos tenzid között kölcsönhatást feltételeztünk.

Szakirodalmi hivatkozások

[1] Shaw, D.J.: *Bevezetés a kolloid-és felületi kémiába*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1986

[2] Szántó F.: *A kolloidkémia alapjai*, Budapest, 1987

[3] Nagy R. et al.: *Study on characteristics of micelles formed by surfactants and polymer mixtures for EOR*, 6th International Conference on Safety & Environment in Process & Power Industry -13-16. April, 2014, Bologna, Italy

[4] Becher P.: *Emulziók*, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1965

[5] Tanford C., J. *Polym. Sci. Pol. Lett.* 18, 1980, 687

[6] Anachov S.E. et al: *Dislike vs. cylindrical micelles: generalized model of micelle growth and data interpretation*, J. Colloid Interf. Sci, 416, 2014, 258-273

[7] Mandal A. et al: *A thermodynamic assessment of micellization for a mixture of sodium dodecyl benzene sulfonate and Tween 80 surfactants for ultralow interfacial tension*, F. Phase Equi., 408, 2016, 212-222

KOLLÉGIUMI RENDEZVÉNYSZERVEZÉS BIZTONSÁGTUDOMÁNYI KÉRDÉSEI

SECURITY ISSUES OF ORGANIZING EVENTS IN STUDENT HOSTELS

Novák János

*Óbudai Egyetem, Kollégium, Keleti Károly Gazdasági Kar Vállalkozásmenedzment
Intézet, Biztonságtudományi Doktori Iskola. Cím: 1084, Magyarország, Budapest,
Tavaszmező utca, 7-13; Telefon: +36-1-6665282, novak.janos@koll.uni-obuda.hu*

Abstract

When we hear the term “university hostel”, what is the first thing that we think of? Probably for all the fun, overnight parties, great conversations and community life. If we think about it, this is precisely the secondary function of a higher education institution: building a community and social capital - given the fact that old student groups, where more or less the same people sat together on classes for 4-5 years, an experience that has a lasting effect for the rest of our lives, are not present anymore. Many don't see into the organization and realization of these programs. Preliminary background work is an essential element of event organization, and it indeed must cover a great deal of details. During the planning there are many chances of errors that can negatively influence the sense of security of the people present. If we hear news in the media about some tragedy having happened at a venue, we try to avoid that place by all means.

Keywords: attention, solution, method, education, communication

Összefoglalás

Amikor azt halljuk, hogy „egyetemi kollégium” vajon mire is gondolunk először? Nagy valószínűséggel a szórakozásra, az éjszakákig tartó bulikra, nagy beszélgetésekre, közösségi életre. Ha jobban belegondolunk ez a másodlagos funkciója egy felsőoktatási kollégiumnak, a közösség építése és a kapcsolati tőke kialakítása – hiszen tudjuk, hogy a jelenlegi felsőoktatási rendszerben nincsenek jelen a régi csoportok, vagy más néven tankörök, ahol annak idején négy-öt éven keresztül túlnyomórészt ugyanazon hallgatók ültek együtt a tanórákon -, ami valljuk be őszintén, meghatározó lesz egész életünk során. Sokan nem látnak bele ezeknek a programoknak a szervezésébe és a lebonyolításába. Az előzetes háttér munka elengedhetetlen momentuma a rendezvényszervezésnek és nagyon fontos részletekre kell kiterjedjenek. Igen sok hibalehetőséget találunk a szervezések során, amelyek a résztvevők biztonságtudati érzését nagyban befolyásolhatják, sajnos negatív irányba. Ha meghallunk egy hírt a médiában, hogy valamelyik szórakozóhelyen tragédia történt, azt biztosan elkerüljük.

Kulcsszavak: figyelem, megoldás, módszer, nevelés, kommunikáció

1. Bevezetés – avagy, miért is szükséges egy kollégiumi rendezvény

Ha voltunk már felsőoktatási intézményben, egy egyetemi rendezvényen akkor rögtön választ is kapunk a kérdésünkre.

A mai rohanó világ sajátosságai sajnos megmutatkoznak az oktatásban is. Most nem biztos, hogy szeretnénk az oktatási rendszer negatívumairól hallani, de az átalakult felsőoktatás sajnos kikényszeríti ezt. Ahogy az összefoglalóban említésre került,

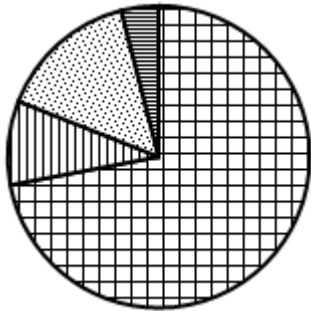
a mai felsőoktatási rendszer nem megfelelő a közösségi élet kialakítására, s éppen ezért fontos szerepet tölt be a kollégium intézménye. Teljesen személytelenné alakult át az oktatás, és ennek a hozadéka lett, hogy az emberi kapcsolatok felületessé váltak, amelyet a virtuális világ térhódítása tovább mélyített. Elengedhetetlen a mai növendékek számára a társas lét, vezetőként látjuk, hogy ez szükséges a hallgatóink számára. Éppen ezért véleményünk szerint egy kollégium, a nevelési funkciók mellett komoly szociális funkciókkal is bír. A pihenés mellett szükséges a hallgatók számára a szórakozás is, hiszen ezeken a rendezvényeken, versenyeken, bulikon oldhatják a hétköznapok és a tanulmányok során kialakult feszültséget, kiengedhetik a gőzt és nem utolsó sorban lehetőségük nyílik az ismerkedésre is. Azt is tudjuk, hogy a mai generációnak komoly feladat bármilyen rendezvényt is megszervezni, hiszen igen komoly falba ütközhetünk, ez a fal nem más, mint az érdektelenség. Rengetegen vannak úgy, hogy beburkolóznak a kis szobájukba (főleg ha az egy összkomfortos lakóegység – amire egyre nagyobb az igény a hallgatói körökben) és onnan szinte lehetetlen kizökkenteni őket. Tehát a hallgatói közösségek tagjainak egyre nehezebb az a feladat, hogy társaikat közösségi életre bírják. Ezeket a feladatokat segítik elő a kollégiumi rendezvények, amelyek sokszínűsége felkelthetik az egyes hallgatók érdeklődését. Most ne csak a szórakozásra gondoljunk, hanem például a hallgatói körökre, a klubokra, a tudományos műhelyekre, szakkollégiumokra, ahol lehetőség nyílik a tudományok más szintű elsajátítására. Természetesen a szabadidős tevékenységek iránt nagyobb az érdeklődés. Egy-egy kirándulás, esti szórakoztató rendezvények képesek nagyobb tömeget megmozgatni. Újabb és újabb megmozdulásokkal egyre érdekesebbé tehetőek a rendezvények. Feladatunknak tartjuk, hogy a hallgató szociális ellátása mellett – értjük ez alatt a szállás szolgáltatást és az ezzel járó biz-

tonságos lét tudatát – a mentális életének előrehaladásában is segítséget nyújtunk. Bizton valljuk, hogy a szervezett programok ezt pozitív irányba tolják, hiszen a visszajelzések ezt mutatják, s ezek számunkra megerősítő tényezők.

2. Legfontosabb tényező – mindeni biztonsága

Nem szükséges messzire menjünk, elég, ha bekapcsoljuk valamelyik televíziós csatornát, vagy csak pusztán elolvassuk az írott sajtót. Biztosan tudomásunkra jut egy olyan, nemrég megtörtént negatív esemény a környezetünkben, ami befolyásolhatja a biztonságunkat és a biztonságérzetünket. Mindenképpen különbséget kell tennünk a biztonság és a biztonság tudat között. Természetesen a kettő nagyon sokszor együtt jelenik meg, de mégis megvan mindkettőnek a sajátossága. A biztonság egy nehezen meghatározható fogalom. A mi esetünkben az egyéni biztonságról beszélhetünk, ami az egyén azon képessége, hogy a különböző káros behatásoktól megvédje magát, egyszerűbben a fizikai létezésének a biztosítása. A biztonság tudat egy pszichológiai tényező, amely az érzetet mutatja meg számunkra. A biztonság tudatos nevelés nagymértékben meghatározza ezt a kialakult érzetet, amelynek a fokozása szükséges ahhoz, hogy egy megszervezett rendezvényen is hasonló értékeket mutasson, mint pl. egy átlagos otthon töltött napon. Ehhez szükségesek olyan eszközök, amelyek láthatóak a hallgatók számára (pl egy biztonsági szolgálat jelenléte egy megnyugtató tudatosságot jelent számunkra), hiszen amit a szemével felfog az ember, az egy rögzített tudatos – vagy akár tudatalatti – biztonságérzetet nyújthat. Mindemellett elengedhetetlen a megfelelő szintű kommunikáció, amelynek tartalmaznia kell az összes olyan információt, ami szükséges egy esetleges krízishelyzet normák közötti megoldásához. A nemrég történt tragikus események saj-

nos megnehezítik a dolgunkat, hiszen az egyetemisták, akiknek szervezzük a programokat még a szülőktől nem függetlenek és a szülői aggodalom komoly befolyásoló tényező lehet a részvétel irányába – főleg ha külső helyszínre van szervezve az esemény. Azt ugye tudjuk, hogy soha sincs két egyforma rendezvény még a kollégium berkein belül sem. Mindegyiknek megvannak a sajátosságai. Egyik legfontosabb tényező a résztvevők száma, ugyanis nem mindegy, hogy egy születésnapra zsúron veszünk részt, ahol maximálisan 15-en vesznek részt, vagy egy nagyszabású „Félévnyitó party” az, amire elmegyünk, ahol akár több ezer ember is megfordulhat. Egy vizsgálatot végeztünk, közel száz hallgatónak tettük fel az igen egyszerű kérdést: „Mennyire fontos számodra egy rendezvényen a biztonság érzete?”



1. ábra. A biztonságtudat fontossága, egyetemi (kollégiumi) rendezvényen

Az eredmény a következő: 72% számára nagyon fontos; 9% válaszolta azt, hogy fontos számára; 15 %-uk tartja közepesen fontosnak, mindösszesen 4% tartotta kevésbé fontosnak, és az egyáltalán nem fontos lehetőséget egy hallgató sem választotta. Ahogy várható volt a választ adók nagy számban fontosnak érzik a biztonságérzetet egy rendezvény (buli) során. Valószínűnek tartjuk, hogy ez a későbbiekben még magasabb arányokat fog mutatni.

3. A szervezői csoport kiválasztásának tényezői és ennek hatásai

Ha rendezvényszervezésről beszélünk, akkor szinte lehetetlen egymagunknak dolgozni. Minden esetben szükség van egy szervező bizottságra, amit inkább nevezünk szervező csapatnak. Ennek a kiválasztása igen komoly előkészületeket igényel. Ha megpróbáljuk megfogalmazni a rendezvényszervezés fogalmát az valahogy így szólna.

A rendezvényszervezés előre meghatározott célból, adott helyen és időben tartott összejövetelekkel kapcsolatos teljes körű előkészítő, szervező, összehangoló munka, amely magába foglalja az esemény megvalósításával kapcsolatos infrastruktúra biztosítását, valamint a résztvevőkről való gondoskodást. A témánkat tekintve a mondat végén van a hangsúly. A személyzet egyik feladata, hogy a rendkívüli eseményeket megelőzze, illetve annak bekövetkezése esetén annak megfelelő kezelése. Azt meg sem kell említenünk, hogy erre nem mindenki képes. Ezt meg lehet tanulni, de mindenképp jobb, ha valakinek alapból rendelkezik az ehhez szükséges kompetenciákkal. Ha valaki mondjuk, nagyméretű egyén nem lehetünk biztosak abban, hogy biztonságban fogjuk érezni magunkat mellette. A csapat nem megfelelő kiválasztása sok problémát hozhat a szervezési folyamatok alatt nem beszélve a lebonyolítás időszakáról. Sok módszert találhatunk a kiválasztásra, lényeges és fontos tényező, hogy a csapattagok gondolkodásmódja megfeleljen az elvárásoknak. Ha belegondolunk az egyik elsődleges feladat a csapaton belüli félelem eloszlátása. Ez egyértelműen vezetői feladat. Végeredményben a csoport kiválasztásával bizonyos biztonságtudati tényezők eloszlathatóak. Ha a „személyes respect” megvan és ez mellett az illető kompetenciái is megvannak (kreativitás, tudás, intelligencia, kommunikációs készségek, szociális felelősségtudat, konfliktuskezelés stb.) az képes

lehet bizonyos félelmi érzetek csökkentésére esetleg megszüntetésére.

4. Akin sok minden múlik – a vezető és módszerei

A rendezvényszervezésnek egyik legérdekesebb, de egyben a leghálátlanabb feladatainak egyike a vezetés. Ha belegondolunk, mennyi dolga is van egy főszervezőnek, vagy vezetőnek, akkor nyugodtan szorozzuk meg a gondolatainkat kettővel. Ha a biztonságtudati tényezőket vizsgáljuk, amit a szervezői szinten megemlítettünk, a vezetők esetében megnövekszik. Egy vezető akár a pusztán megjelenésével is képes egy egyfajta pszichikai védettséget sugározni. Ha egyes vezetői stílusok (Lewin-féle megközelítési mód) attitűdjeit megfigyeljük, megtudhatjuk, hogy mind az autokrata mind pedig a demokrata vezetői stílust követő emberek számára is fontos a biztonságérzet és ennél fogva fontos számára az is, hogy a körülötte dolgozó csoporttagok, illetve a résztvevők számára is ezt éreztesse. Ha kimagasló eredményeket szeretnénk elérni, akkor kivételes (kiváló) tehetségű és megbízható emberekre van szükségünk, akik remek attitűdökkel vannak felvértezve.

Lewin arra a megállapításra jutott, hogy:

- a leghatékonyabb az autokratikus vezetési stílust elfogadó csoport, illetve vezetési stílus volt;
- a legnagyobb élményt adó, s így a legnépszerűbb a demokratikus vezetés volt;
- a legeredménytelenebbnek a szabad kezűt adó vezetési stílus bizonyult.

Habár sokan a demokratikus vezetési módot látják a leghatékonyabb elvnek, véleményünk szerint nincsen helyes és helytelen vezetési stílus a gyakorlati életben. Egyrészt azért, mert külön-külön, ilyen tisztán senki sem tudja megvalósítani őket. Van, akire az egyes stílusjellemzők (például autokratikus: nem kompromisszum kész, önkényes vezetés) gyakoribbak, mégis előfordul, hogy egy másik stílus eszközeivel

(mondjuk lazább baráti megnyilvánulásokkal) próbálja hatékonyabb munkára ösztönözni a dolgozókat. Másrészt pedig a vezetőknek a szituációkhoz, emberekhez kell igazodniuk, mivel minden személyiségre más beállítódás van hatással. Egy rugalmas irányítási mód megalkotására kell törekedni, ahol a vezetési stílusok „keverednek” (nem zárják ki egymást), és irányításként utat mutatnak a hallgatók viselkedésének megfigyeltetésében.

5. Összegzés

Eme néhány példán keresztül reméljük sikerült betekintést nyújtani az egyetemi (kollégiumi) rendezvények szervezésének összetettségére. Mindenki azon fáradozik, hogy a hallgatók (a résztvevők) kulturált kereteken belül érezzék jól magukat. A biztonságtudat érzete a mai világban igen központi fontosságúvá vált. Befolyásolhatja ezt a környezet, a kultúra, a személyiségek és még sorolhatnánk. Számunkra lényeges ennek fenntartása és természetesen fokozatosan a jobbá tétele a már ismert és a jövőbeni módszerek rendszeres segítségével és alkalmazásával. Attitűdjeink, ha nehezen is, de képesek változni.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1]. Pataki Ferenc: *Csoportlélektan*, Gondolat kiadó, Budapest, 1980.
- [2]. Beblin Meredith: *A team, avagy az együttműködő csoport*, SHL Hungary Budapest, 1999.
- [3]. Vas Judit, Herskő Anna: *Módszerek c. film* (Lewin kutatásai), 1968.
- [4]. Novák János: *A rendezvényszervezési buktatói* (szakdolgozat), SZTE-JGYPK, 2006.
- [5]. Rozgonyi Tiborné: *Személypercepció és attitűd (A társas világ kognitív és érzelmi vonatkozásai)*, Jegyzet és szemelvénygyűjtemény II. 2001.

TURBULENS PERDÜLETES LÁNG AKUSZTIKAI DIAGNOSZTIKÁJA

ACOUSTIC DIAGNOSTICS OF A SWIRLING TURBULENT FLAME

Novotni Gergely István¹, Józsa Viktor²

BME Gépészmérnöki Kar, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3., Magyarország; Telefon: +36-1-463-2596;

¹novigeri93@gmail.com, ²jozsa@energia.bme.hu

Abstract

In order to fulfill the continuously stringent emission standards, lean premixed flames are used. However, such an operation results in an operation near the lean blowout limit which can be diagnosed by acoustic devices. During the investigation, a 15 kW lean premixing prevaporizing-type swirl burner was used. Diesel oil was utilized as fuel which was atomized by an airblast atomizer. Depending on the swirl number, straight, V-shaped, and in the transition regime both can be observed. Therefore, a bistable region separates the two regimes in which the equivalent sound pressure level was investigated and its relation to the flame shapes.

Keywords: flame stability, swirl number, turbulent flame, liquid fuel combustion, acoustics

Összefoglalás

A folyamatosan szigorodó emissziós normák teljesítése érdekében szegény keverékű, előkevert lángokat alkalmazunk. Viszont az ilyen üzem a lángfűvési stabilitási határhoz igen közel esik, melyet akusztikai eszközökkel diagnosztizálhatunk. A vizsgálathoz egy 15 kW-os szegény keverékű, előkeveréses, előpárolgató rendszerű perdületes égőt alkalmaztunk. A tüzelőanyag dízelolaj volt, amit egy levegő segédkezes porlasztóval porlasztottunk. A perdület-paraméter függvényében egyenes, V-alakú, illetve az átmenet során mindkét lángalak megfigyelhető, tehát egy bistabil régió választja el a két tartományt. Ezekben vizsgáltuk az egyenértékű hangnyomásszintet és ennek kapcsolatát a lángalakokkal.

Kulcsszavak: lángstabilitás, perdület-paraméter, turbulens láng, folyadéktüzelés, akusztika

1. Bevezetés

A folyamatosan szigorodó emissziós normák miatt a tüzeléstechnikában a szegény keverékű tüzelés dominál, mivel így lehet tartani az előírt nitrogénoxid koncentrációt. Azonban minden határon túl nem szegényíthető a keverék, hiszen az égés mindössze a 2-es légfelesleg-tényezőig tartható fent [1]. A lángfűvési határhoz

közeledve egyre csökkenő frekvenciájú oszcilláció figyelhető meg a hőfelszabadulás- és a nyomásjelben is [2]. Tehát a lángakusztikai tervezés napjainkban igen kritikusává vált. Korábban a széles körben alkalmazott diffúz lángok esetében ilyen probléma nem merült fel, így a rendelkezésre álló irodalom igen szűkös. A lángakusztikai jelenségek ismeretében viszont már megfelelő szabályzó- és on-line felügyeleti

rendszerek telepíthetők a működés közben tartása érdekében.

A tüzelőberendezésekben alapvetően két oka van a zaj keletkezésének. Az egyik a turbulencia, ami eleve spektrális jelenség, míg a másik a hőfelszabadulás, ami a turbulens áramképpel való interakciója miatt szintén széles frekvenciatarománnyal jellemezhető [3]. Az égési zaj fontos zajforrás többek között ipari kemencékben és tüzelőberendezésekben, fáklyázásnál, repülőgép hajtóműveknél, gázturbináknál és diesel motoroknál [4].

Perdületes áramlások, így égések összehasonlítására a perdület-paramétert alkalmazzuk, melynek számítása (1) szerint történik [5]:

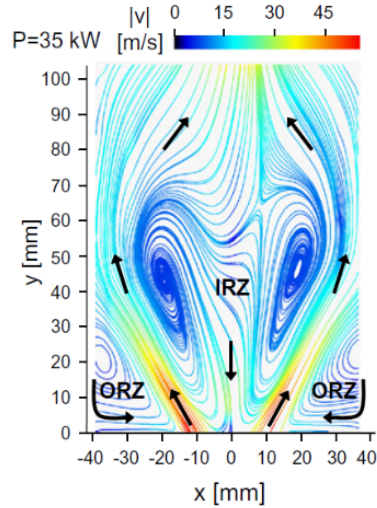
$$S = \frac{G_\phi}{G_x \cdot R} \quad (1)$$

ahol G_x a közeg perdületének a tengelyirányú komponense, G_ϕ az axiális irányú impulzuserő és R az áramcső sugara. Ennek számértéke alapján beszélhetünk gyengén perdületes ($S < 0,6$), illetve erősen perdületes áramlásokról ($S > 0,6$).

A mérésünk során alapvetően három lángstabilitási fázist különböztetünk meg, melyek perdület-paramétertől függenek. A gyengén perdületes áramlások esetén egyenes lángalakról beszélünk, míg erősen perdületes áramlásoknál a precesszáló örvénymag leszakad és egy külső-, valamint egy belső recirkulációs zóna (ORZ és IRZ) alakul ki [5], ami az **1. ábrán** látható. Ekkor a láng V alakot vesz fel, mivel az intenzív égés a két zóna határán történik. Az egyenes és a V alakú lángok közt az átmenet egy bistabil régióval jellemezhető, melyben a lángalakok változása kaotikus, azonban átlagosan az a lángalak figyelhető meg tovább, amelyik stabil formához közelebb vagyunk.

Jelen cikkben az említett lángalakok egyenértékű hangnyomásszintre kifejtett hatását vizsgáljuk, mely eredmények direkt

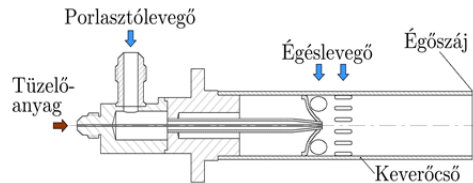
módon használhatóak a tüzeléstechnikai tervezéshez.



1. ábra. Áramlási kép V alakú láng esetén [6].

2. A mérés menete

A méréseket egy szegény keverékkel üzemelő, előkeveréses, előpárolgató rendszerű, perdületes égővel végeztük, melynek metszete a **2. ábrán** látható. A tüzelőanyag szabványos dizelolaj (EN 590:2014) volt, melyet egy levegő segédközeget porlasztóval porlasztottunk. Itt a központi tüzelőanyag vezetékkel koncentrikusan lép be a nagysebességű porlasztólevegő, mely a folyadéksugarat cseppekre bontja. Az égéslevegő négy tisztán radiális kör keresztmetszetű és tizenöt 45°-os téglalap keresztmetszetű nyíláson keresztül lép be a keverőcsőbe [7]. Ez utóbbi nyílások felelősek a perdületes áramlás kialakulásáért.



2. ábra. A mérés során használt égő metszete

A láng stabilitásának növelése érdekében egy 30°-os félkúpszögű diffúzort illesztettünk az égő szájára. Az itt bemutatott eredmények esetében csak ezt a konfigurációt elemezzük. A lángstabilitás fentebb említett három fázisát a **3. ábra** szemlélteti.



3. ábra. Balról jobbra: Egyenes, bistabil és stabil V alakú láng.

Az égéslevegőt 400°C-ra melegítve juttattuk be a keverőcsöbe. Az égési zajt egy SVAN 971 típusú zaj analizátor segítségével mértük, melyet a lángtól 1 m-re helyeztünk el oldalirányban. A mikrofon mintavételezési frekvenciája 12 kHz volt. Az egyenértékű hangnyomásszint mellett a minimum, illetve maximum hangnyomásszintet is mértük. Spektrális szempontból Z szűrőt alkalmaztunk, mely egyformán súlyozza az összes frekvenciát.

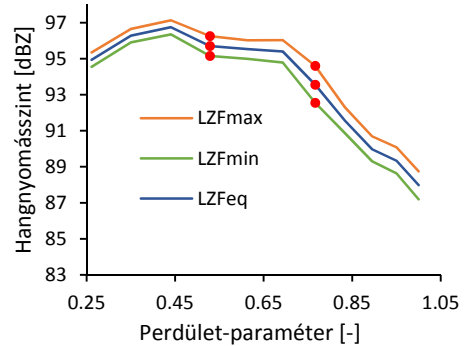
A mérés során 0,75 bar állandó porlasztónyomás mellett fokozatosan növeltük az égéslevegő tömegáramát 11,91 kg/h-tól a láng lefűvásáig, 2,38 kg/h-s lépésközzel.

3. Az eredmények értékelése

A mérési sorozatból nyert adatok feldolgozásának és kiértékelésének gondolatmenete a lángalak hatásának vizsgálata a keletkező zajra. Az eredmények a **4. ábrán** láthatóak. Mérési pontonként 30 másodperc mintavételezés logaritmikus átlagát tüntetjük fel a minimum, maximum és egyenértékű Z hangnyomásszint szerint.

A vízszintes tengelyen a geometriai paraméterek és peremfeltételek segítségével

meghatározott perdület-paraméter található. A piros jelölők a lángstabilitási határokat jelzik. 0,52-es perdület-paraméterig egyenes, 0,77-ig bistabil, e fölött pedig V alakú lángot tapasztaltunk.

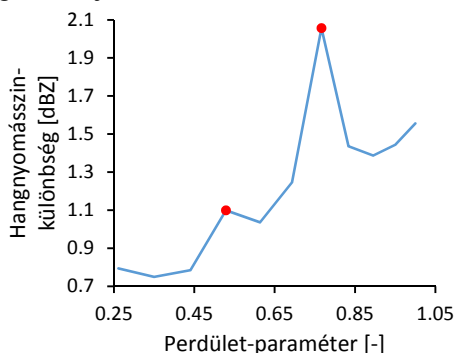


4. ábra. Hangnyomásszint a perdület-paraméter függvényében.

Az első szakasz elején enyhén emelkedik a hangnyomásszint, ami azzal magyarázható, hogy a perdület-paraméter növekedésével intenzívebbé válik a tüzelőanyag és a levegő keveredése, ami növekvő nyírőfeszültséget eredményez a közegben, növekvő zajkibocsátást eredményezve. Az enyhe csökkenés, illetve stagnálás, ami a bistabil zóna közel végéig tart, a megfelelően homogén keverék kialakulása miatt tapasztalható. Mivel a bistabil zóna egy átmenet az egyenes és a V alakú láng között, ezért mivel utóbbi felé tartunk, ami jóval kevésbé zajos, látható egy letörés. A perdület-paraméter növelése, ami esetünkben a léghelyesleg-tényező növelését is jelenti, a szegényebb keverék felé haladva közel lineáris zajcsökkenést mutat, egészen a lángkialvásig. Érdemes megjegyezni, hogy a logaritmikus skálán a minimális és a maximális átlagos hangnyomásszint értékek közt közel 10 dB a különbség, ami igen jelentősnek mondható.

A **4. ábrán** látható egy érdekes jelenség, miszerint a maximális és minimális görbék kissé távolodnak egymástól. Ezt emeli ki az

5. ábra, tehát a maximális és a minimális súlyozatlan hangnyomásszintek különbségét láthatjuk.



5. ábra. Hangnyomásszint különbség a perdület-paraméter függvényében.

Itt a bistabil szakasz felé tartva nő a hangnyomásszint-különbség. A bistabil és a V alakú láng határán pedig egy csúcshoz érkezünk, ami a két lángalak közti gyors váltakozás eredményeképp alakul ki. A két lángalak közti váltás frekvenciája kb. 1-3 Hz között változott, így a gyors időátlagolás eredményeképp mért minimális és maximális hangnyomásszintekben már mind a két lángalak elég hosszan megjelenik. Így a zajosabb egyenes lángalak és a kevésbé zajos V alakú lángalak közti különbséget láthatjuk. Ezt a pontot elhagyva a V alakú láng hangnyomásszint-különbsége visszaesik, azonban a kiindulási pont közel duplája figyelhető meg itt. Ennek oka a keverék szegénységére vezethető vissza, mivel a keverék gyulladása kvázistacionáriussá válik.

4. Következtetések

A tanulmány során bemutattuk a perdületes turbulens láng megfigyelhető alakjait és ezeket akusztikai szempontból jellemeztük.

Az egyenes lángalak zaj szempontjából kevésbé érzékeny a perdület-paraméterre. Itt az üzemet egyenletes zajkibocsátás jel-

lemzi, így a minimum és maximum hangnyomásszintek különbsége 1 dB körül mozgott. A bistabil zóna a hangnyomásszint-különbségek segítségével jól körülhatárolhatóvá vált. Ez az érték jelentősen visszaesett a tisztán V alakú láng esetén, míg az egyenértékű hangnyomásszint közel lineáris csökkenést mutatott, ami az egyenes lángalakhoz képest nem egészen 10 dB csökkenést jelentett.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnénk megköszönni az Emberi Erőforrások Minisztériumának, hogy az ÚNKP-16-II. kódszámú, Új Nemzeti Kiválóság Program keretében támogatta a kutatást.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] I. Glassman, R. Yetter: *Combustion*, 4. kiadás, Elsevier Academic Press, Burlington, 2008.
- [2] Y. Huang, V. Yang: Dynamics and stability of lean-premixed swirl-stabilized combustion, *Prog. Energy Combust. Sci.*, vol. 35, no. 4, pp. 293–364, 2009.
- [3] W. C. Strahle: Combustion noise, *Prog. Energy Combust. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 157–176, 1978.
- [4] A. H. Lefebvre, D. R. Ballal: *Gas turbine combustion*, 3. kiadás, CRC Press, Boca Raton, 2010.
- [5] J. M. Beér, N. A. Chigier: *Combustion aerodynamics*. Robert E. Krieger publishing company, London, 1972.
- [6] M. Stöhr, és mások: Experimental study of vortex-flame interaction in a gas turbine model combustor, *Combust. Flame*, vol. 159, no. 8, pp. 2636–2649, Aug. 2012.
- [7] Gy. Hidegh, V. Józsa: Diffúzor alkalmazása perdületes égő lángfűvési stabilitásának növelésére, *Energiagazdálkodás*, vol. 57, no. 3–4, pp. 17–20, 2016.

A DIGITÁLIS KOMPETENCIA ÉRTÉKELÉSI RENDSZERÉNEK EGYES KÉRDÉSEI

SOME QUESTIONS OF THE DIGITAL COMPETENCE EVALUATION SYSTEM

Nyikes Zoltán

Óbudai Egyetem, Biztonságtudományi Doktori Iskola, 1034 Magyarország
Budapest, Bécsi út. 96/b, nyikeszoli@gmail.com

Abstract

Digitalisation is part of our society structure. Development of the population digital knowledge is necessary because of the rapid technology innovation and its global presence. The digital competence level is identifiable by a standard evaluation system. On base of my researches I observed that nowadays doesn't found an evaluation system for the Hungarian global society. I'm working in my thesis on the supplement for this lack. I introduce it base on the European Union Digital Competence System and the digital intelligence definitions.

Keywords: digital competence, digital quality, digital competence framework, digital competence evaluation system, digital security & safety, safety awareness

Összefoglalás

A mai társadalmi berendezkedésünk része a digitalizáció. A technológia rohamos fejlődése és annak az élet minden területét behálózó mivolta elengedhetlenné teszi a lakosság digitális ismereteinek fejlesztését. Azonban, hogy a digitális ismeretek milyen szintűek, csak egy egységes mérési rendszer által beazonosíthatók. Kutatásaim rámutattak arra, hogy jelenleg nincs a magyar állampolgárokra igazított és kidolgozott értékelési rendszer. Ezt a hiánypótlást kívánom megalkotni a következőkben. Az Európai Unió Digitális Kompetencia Keretrendszerének és a digitális intelligencia definícióinak felhasználásával, amelyet az alábbiakban mutatok be.

Kulcsszavak: digitális kompetencia, digitális intelligencia, digitális kompetencia keretrendszere, digitális kompetencia értékelési rendszere, digitális biztonság, biztonság tudatosság

1. A digitális kompetencia értékelése

A digitális kompetencia értékelési szintjeit azért fontos meghatározni, mert a felhasználó kap egyfajta értékelést a saját képességének szintjéről, valamint az értékelő személy vagy intézmény, például munkáltató, vagy pedagógus tudja azt, hogy az adott személy milyen szintű kompetenciával rendelkezik, valamint a

kompetencián belül is az adott részterületen milyen a besorolása. Ugyanis az digitális kompetencia besorolása során az a cél, hogy azok a részterületek kerüljenek felszínre, amelyek elmaradnak a többitől. Emellett az is cél, hogy a képességek szintjének a meghatározásával a felhasználó, vagy az értékelő személy lássa azt az értékelés eredményéből, hogy mely területek erősítésével lehet a tudásszintet egységesíteni,

illetve, melyek azok a képességek, amelyek fejlesztésére már nem kell erőforrást fordítani. [1]

1.1. Előzmények

A digitális kompetencia értékelési rendszerének kidolgozásához az Európai Unió Digitális Kompetencia Keretrendszerét használtam alapnak. Kutatásaim során megállapítást nyert, hogy a digitális kompetencia szintjeit és besorolását 2015-ben az Európai Unió által, mintegy 120 fős nemzetközi szakértőkből álló csoport elvégezte [2]. Ez a keretrendszer a munkavállalók és munkaadók hatékonyabb „egymásra találása” céljából készült. Ami, alapvetően a korszerű tudást igénylő munkaerőpiac szempontjából nagyon előnyös és valóban egy olyan értékelési rendszert sikerült alkotni a szakértői csapatnak, amellyel a munkavállaló viszonylag jól megközelítő értékelést képes kapni a saját digitális kompetenciáját illetően. Azonban a megalkotott keretrendszer nem fedi le a társadalom azon teljes egészét, aki használja a digitális eszközöket és azon keresztül igénybe veszi a digitális javakat. Továbbá a keretrendszer véleményem szerint nagyon általános szempontokat foglal magába és ezáltal sajnos nem lehet például a kelet-európai és azon belül is a magyarországi társadalmat felmérni, mert a mi sajátosságainkra nincs benne értékelési szempont [3]. Gondolok itt, a nyugat-európaiktól eltérő társadalmi értékrendre, a hazai fizetések és azok eloszlásának alakulására, a közsféra és a versenyszféra digitalizációjának helyzetére, a társadalmi és egyéni igényekre, a felhasználók egyéb más kompetencia képességeire, mint például az idegen nyelvismeret, a funkcionális szövegértés, továbbá az általános műveltségre, valamint a társadalmi ingerküszöbre és az arra ható tényezőkre, ezen felül a különböző társadalmi rétegek és korosztályok populációjára és összetételére.

1.2. Aktualitás

A fenti tényezők figyelembe vétele azért bír nagy fontossággal, mert a társadalmi rétegek és korosztályok között más igények és elvárások lépnek fel a digitális kompetenciát illetően. Szükséges felmérni azt a korosztályt, vagy felhasználói réteget, aki, mint „*belépők*” jelennek meg a digitális térben. Itt korosztály szerinti eltérés is lehet, mert egyszer ebbe a csoportba sorolhatók azok az óvodás korú gyermekek, akik már nagy érdeklődést mutatnak a digitális eszközök iránt, valamint ide sorolhatók azok a felnőtt korúak, akik ugyan használták már a digitális eszközöket, de az eddigiek során nem mutatkozott olyan igény, ami miatt ezt a képességüket fejleszteni kellett volna. De ide sorolhatók azok az időskorúak, akik úgy élték le az életüket, hogy eddig nem volt szükségük ilyen irányú képességek megszerzésére, de a modern felgyorsult világ és megváltozott életmód rákényszeríti arra őket is, hogy ezen ismereteiket és képességeiket fejlesszék. Mert sajnos a mondás, amely szerint: „Aki kimarad, az lemarad!” napjainkban hatványozottan értendő. A megváltozott életvitelünk, amely a technológiákra és azok fejlődésére épül, rákényszerít mindenkit arra, hogy a digitális kompetenciáját fejlessze. Ez nem minden esetben tudatosan történik, hanem az új technológiával való találkozást követően, annak alkalmazhatósága érdekében, a felhasználók kénytelenek elsajátítani azokat a szükséges ismereteket, amelyek annak működtetéséhez szükségesek. A televíziózás, valamint a televízió készülékek hatalmas fejlődése lehet az egyik példa erre. Ezek a készülékek, mivel már digitálisak, olyan, a korábbiakban ismeretlen funkciókkal is rendelkeznek, amelyek használatához a felhasználónak el kellett sajátítania olyan új készségeket és fogalmakat, amelyeket korábban nem ismertek. A SMART, azaz okos televíziók, már az internet kapcsolat segítségével nem egy egyszerű televízió,

hanem egy komplett multimédiás szórakoztató-, információs- és kommunikációs központ. Ez a technológiai fejlődés, hatalmas minőségszintbeli ugrást jelent azoknak az embereknek, akik évtizedekig a hagyományos katódsugárcsőes tévéket használták és most annak a régi technológiának az avulása okán kénytelenek ilyen új típusú eszközt vásárolni, viszont ezen eszközök használatához már nem elegendő a korábbi ismeret, megújítani, frissíteni szükséges azt [3].

1.3. A szükségessége

A televíziós evolúció drasztikusabban mutatja be azt a technológiai „sokkot”, ami éri a mai társadalmat, mint mondjuk a telefonok evolúciója. Ugyanis a telefonok esetében, amikor a 90-es évek közepétől elterjedtek a mobiltelefonok és szinte teljesen kiszorították a hagyományos vezetékes telefonokat, már ott új ismeretekre volt szüksége az átlag felhasználónak, viszont még az „csak” a telefonálásra és az ahhoz tartozó ismeretekre korlátozódott. Majd a 2000-es évek elején megjelentek az első adatmodemként is funkcionáló telefonok és a szolgáltatásban már adatforgalom is elérhető volt. Azonban ezek a telefonok még csak számítógéphez csatlakoztatottan tudtak internet elérést biztosítani. Majd a SMART telefonok hozták el az igazi áttörést a telefonon történő internet eléréssel. Az adatforgalom sebességének növekedésével és a tartalmak szerteágazó fejlődésével a telefonunk is már inkább egy hordozható komplett multimédiás szórakoztató-, információs- és kommunikációs központ. Viszont a felhasználónak, akik követték a technológiai evolúciót, mindig „kis dózisokban adagolva kapták” az új tudást. A telefon és a TV esete természetesen nem fedi le a digitális kompetencia szükségességét, mert ettől természetesen ez jóval szerteágazóbb és összetettebb kérdés. Ez a két kiragadott példa csak nagy vonalakban

mutatja be azt, a problémát, aminek a felszámolása jelenleg is nagy társadalmi kihívás és kormányzati szándék, melyhez a felhasználók tudásszintjét felmérni szükséges bizonyos időközönként. [4]

1. táblázat. A digitális kompetencia értékelési szempontjai (készítette: a szerző) [5]

Kompetencia területek	Részkompetenciák
1. Információ	1.1 Böngészés, az információk keresése és szűrése 1.2 Az információk kiértékelése 1.3 Az információk tárolása és visszakeresése
2. Kommunikáció	2.1 A technológia hatása 2.2 Az adatok tartalma és megosztása 2.3 Részvétel az online társadalomban 2.4 A digitális csatornák használata 2.5 Netikett 2.6 A digitális identitás kezelése
3. Tartalom	3.1 A tartalom fejlesztése 3.2 A tartalmak integrációja és újbóli felhasználása 3.3 Szerzői jogok és engedélyek 3.4 Programozási ismeretek
4. Biztonság	4.1 Védelmi eszközök 4.2 A személyes adat és a digitális identitás védelme 4. A biztonságtudatosság
5. Problémamegoldás	5.1 Műszaki problémák megoldása 5.2 A felhasználói igények és azok technológiai megoldásainak azonosítása 5.3 A digitális eszközök használatával kapcsolatos fejlesztések, újítások, megoldások 5.4 A digitális kompetencia hiányosságainak azonosítása
6. Tudásátadás	6.1 A felhalmozott tapasztalatok átadása 6.2 Az elsajátított ismeretek átadása 6.3 Saját példán, viselkedésen keresztül történő tudásátadás

2. Digitális alapkészségek

A *Yuhyun Park* [6] szerint 8 (7) fontos digitális alapkészség létezik. Ezek: *digitális írástudás, digitális kommunikáció, digitális érzelmi érettség és intelligencia, digitális biztonság* (elkülönítve „*security*” és „*safety*” ágazatokra, előbbibe a „hagyományos” kibervédelmet sorolják, a másikba pedig a

digitális kapcsolattartással, tartalommal kapcsolatos kockázatok kivédését). Továbbá a *digitális jogok ismerete, a digitális „egyénségünk”* (digitális állampolgár, vállalkozó és alkotó), a *digitális használat* („use” alá sorolják a digitális egészségügyet, közösségi tevékenységet és a képernyő előtti egyéb tevékenységeket). A probléma abban rejlik, hogy a digitális világ gyorsan és folyamatosan változik, ahol a kormányzati szintű gyermekvédelmi politika lassan zárkózik fel az internet veszélyeinek a kivédésére, illetve a káros hatásainak tompítására [7].



1. ábra. A digitális intelligencia „DQ” alkotó-elemei (készítette: a szerző) [6]

3. Következtetések

Az Európai Unió által kidolgozott keretrendszer és a digitális intelligenciában megfogalmazottak alapján kidolgozom a magyar sajátosságokat is figyelembe vevő digitális kompetencia értékelési rendszerét. A magyar társadalom sajátosságait figyelembe vevő digitális kompetencia értékelési rendszer kidolgozásának elsődleges célja, hogy segítse a hazai gazdasági jólét szintjének emelését, annak fejlődését és a társadalom nyugati színvonalra történő mielőbbi felzárkózását. Továbbá biztosítsa a

társadalom tagjainak a biztonságtudatossági szint növelését, amely a mindenki számára újdonság erejével ható kibernetet jellemzi.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Lazányi Kornélia: *Stressed Out by the Information and Communication Technologies of the 21st Century*, SCIENCE JOURNAL OF BUSINESS AND MANAGEMENT 4:(1-1) pp. 10-14. 2016, <http://article.sciencepublishinggroup.com/pdf/10.11648.j.sjbm.s.2016040101.12.pdf>, letöltve: 2017. február 6.
- [2] *A common European Digital Competence Framework for Citizens*. European Commission, European Union, 2016, <https://www.openeducationeuropa.eu/sites/default/files/DIGCOMP%20brochure%202014%20.pdf>, letöltve: 2017. január 20.
- [3] Gutiérrez Porlán, J. & Serrano Sánchez. J.L. *Evaluation and development of digital competence in future primary school teachers at the University of Murcia*. Journal of New Approaches in Educational Research, 5(1), 51-56. doi: 10.7821/naer.2016.1.152 <https://naerjournal.ua.es/article/view/v5n1-8?platform=hootsuite> letöltve: 2017. február 6.
- [4] *Measuring Digital Skills across the EU: EU wide indicators of Digital Competence*. 2014, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/measuring-digital-skills-across-eu-eu-wide-indicators-digital-competence> letöltve: 2017. február 5.
- [5] *Digital competences - Self-assessment grid*. European Union, 2015 <http://europass.cedefop.europa.eu/sites/default/files/dc-en.pdf>, letöltve: 2017. január 20.
- [6] Yuhyun Park: *8 digital life skills all children need – and a plan for teaching them*. World Economic Forum, Global Agenda, 2016, <https://www.weforum.org/agenda/2016/09/8-digital-life-skills-all-children-need-and-a-plan-for-teaching-them>, letöltve: 2017. január 29.
- [7] Anusca Ferrari: *Digital Competence in Practice: An Analysis of Frameworks* EUR – Scientific and Technical Research series, Luxembourg, 2012, ISBN 978-92-79-25093-4 doi:10.2791/82116, <https://naerjournal.ua.es/article/viewFile/v5n1-8/196>, letöltve: 2017. január 30.

A BIZTONSÁGTUDATOSSÁG FEJLESZTÉSÉNEK EGYES LEHETŐSÉGEI

SOME SAFETY AWARENESS DEVELOPMENT OPPORTUNITIES

Nyikes Zoltán

Óbudai Egyetem, Biztonságtudományi Doktori Iskola, 1034 Magyarország
Budapest, Bécsi út. 96/b, nyikeszoli@gmail.com

Abstract

Digital world hides enormous possibilities for us, what we can't imagine totally nowadays. Even that the digitalization is global in all parts of the life means everybody like potential user needs to be ready to use expansively the information safety viewpoints. Without this capabilities the users will be unprotected and defenceless against the harmful attacks from anywhere of the world because this is a virtual "new world". Essential assumption of the safety initiation for "expert" professionals is the safety awareness development of users.

Keywords: safety awareness, cyber safety and security, information security

Összefoglalás

A digitális világunk hatalmas lehetőséget rejteget számunkra, amit még nem is nagyon tudunk elképzelni. Viszont, miután a digitalizáció az élet minden területét átszövi, szinte mindenkinek fel kell készülni, mint potenciális felhasználónak, az információbiztonság szempontjainak a széleskörű alkalmazására. Ugyanis, ha ezt a felhasználók nem teszik meg, abban az esetben védtelenek lesznek és kiszolgáltatottak, egy olyan „új” világban, ami kézzel nem megfogható és lehet, hogy az ellenünk elkövetett ártalmas cselekmények a Világ másik szegletéből indultak. Ezért a felhasználók biztonságtudatosságának növelése elengedhetetlen feltétele kellene, hogy legyen a „hozzáért” szakemberek számára.

Kulcsszavak: biztonságtudatosság, kiberbiztonság, információbiztonság

1. A digitális világ kihívásai

Korunkban, amikor az internet és az informatika fejlődése megváltoztatta életünket és annak mindennapjait, annak hatására kitárult a világ. Az információ gyors és szabad áramlása az életünket is felgyorsította. Gyorsabban élünk, több információ, több impulzus ér minket. Ennek már akkora a befolyásoló hatása, hogy már-már függői lettünk az információáradatnak. Viszont a társadalom ebből a szempontból

kettészakadt, a fiatalabb és az idősebb generációk között éles a kontraszt.

1.1. A generációs probléma

A 35 évnél idősebb generációk számára az informatikai eszközök és alkalmazások használata kihívást jelent. Az informatikai robbanást mindenki megérezte, a többség rendelkezik internet hozzáféréssel, annak használata már a funkcióját tekintve inkább csak a szórakoztatást és a kapcsolattartást szolgálja. Az internet és az informatikai

eszközök adta lehetőségek nem, vagy csak nagyon korlátozott számban kerülnek kihasználásra. Ez különösen nagy veszélyt rejteget, mert ezek a korosztályok ez által leszakadnak, és saját magukat rekesztik ki a digitális jöletből.

1.1.1. A fiatalabb generációk esélyei

Ezzel szemben a 35 évnél fiatalabb korosztályok már teljes természetességgel használják és alkalmazzák a digitális világ adta lehetőségeket. Használják az internetet, használják a különböző informatikai eszközöket. Itt is jellemző a szórakozás és a kapcsolattartási funkciók elsődleges használata, de sokkal szélesebb körben alkalmaznak egyéb, az internet és az informatikai eszközök által biztosított más lehetőséget. Nem okoz problémát elsajátítani egy-egy új funkcióval bíró alkalmazást. Ez azért alakulhatott így ki, mert ezek a korosztályok vagy már nagyon kicsi gyerekkoruk óta ebben a digitális világban élnek, vagy már eleve ebbe születtek bele és teljesen természetes a számukra digitális jelenlét [1].

1.2. A digitális világ veszélyei

Azonban minden esetben elmondható, úgy ebben az esetben is, hogy a digitális világ számtalan veszélyt rejteget a számunkra. Elsősorban azokra, akik használják azt, de másodsorban azokra is, akik nem túl aktívak a digitális világban, vagy egyáltalán nem is használják azt. Mivel életünk és a társadalmunk működésének döntő többsége már a digitális térbe tevődött át, és kikerülhetetlenül azon keresztül zajlik, ezért annak a biztonsága rendkívüli fontossággal kell, hogy bírjon mindenki számára.

1.2.1. A digitális élet „kezdetén”

A biztonságtudatosság és a védelmi reflexeink még nem alakultak ki úgy, mint ahogy az a fizikai valós térben, az evolúciós fejlődés során évezredek során már

biztosította az ember túlélését. A digitális térben történő élet nem nyúlik vissza évezredekre, de még évszázadokra sem. Az elmúlt negyed évszázadban indult meg és vált egyre népszerűbbé a digitális világ. Azonban annak felfedezése nem szorítkozott elsősorban a biztonságos tevékenységre. Mint ahogy minden új dolognak és térnek a felfedését nem a biztonságosság jellemezte, úgy a digitális tér felfedezését sem.

1.2.2. Digitális világ vs. fizikai világ

A digitális, virtuális vagy kiber világot összevetve a fizikailag valós terek felfedezésével, úgy, mint itt a tengerek, a légtér, vagy akár a világűr felfedezése és az első használói számára sem a biztonság volt az elsődleges szempont. Miután széleskörben elterjedt azok használata, egyrészt kialakult egyfajta biztonsági reflex, másrészt a számos, a biztonságot érintő szabályozás történt az adott területeken. A digitális térre a biztonsági reflexek kialakulása és a biztonsági szabályozások még nem túl régóta kezdődtek meg [2].

1.2.3. A szabályozás

De mit sem ér a szabályozás, hogyha az csak követi az eseményeket, nehézkes és egyébként sem tartják be, mert adott személyre az internet világában már nem érvényes. Gondolok itt arra az anomáliára, hogy a törvények és jogszabályok csak a fizikális világban, a földrajzilag elkülönített közigazgatási egységekre vonatkoznak. Úgy, mint különböző szintű önkormányzatok, országok vagy szövetségi egységek. De például a magyar szabályok már nem vonatkoznak az ellenünk más országból elkövetett kiberbüntények idegen állampolgáraitra. Egy ázsiai hackert nem tart távol egy uniós, vagy magyar szabályozás attól, hogy feltörje a közösségi profilunkat és visszaéljen adatainkkal. Ennek ellenére hiszem és vallom, hogy

márpedig a társadalmi rend alapja maga a törvénykezés. E nélkül anarchia uralkodna.

2. A biztonság tudatosság kérdései

Viszont a törvénykezés kevésnek bizonyul, ha az emberek nem a törvény szellemében élnek és önmaguk nem tesznek a saját biztonságuk érdekében a fizikai valóságban és a kibertérben egyaránt. Teljesen alapvető dolog, hogy az emberek a lakásuk ajtaját bezárják, és kulccsal becsukják, ha riasztójuk van, azt is élesítik.

2.1. Biztonsági reflexek

Az autóba, ha beszállnak, bekapcsolják a biztonsági övet és betartják a közlekedési szabályokat, ha pedig az út- és látási viszonyok romlanak, akkor csökkentik a sebességet és fokozottabban figyelnek vezetés közben. Az is teljesen természetes, hogy nem mennek egyedül éjszaka olyan környékre, ahol tudvalevő a magas bűncselekmények száma és nem vásárolnak az utcán kétes kinézetű személyektől értékes dolgokat.

2.1.1. Prevenció a biztonság területén

Vizsgálataim ennek mintájára a kibervilágban zajló életünk biztonsági kihívásaira keresnek választ, mert mint az egészségügyben is a prevenció sokkal kevesebbe kerül, mint az elvesztett egészség visszaszerzése, a megelőzés itt is elsődleges. Mindig az embert kell meggyőzni arról, hogy tegyen magáért, az egészségéért még a betegséget megelőzően, így a kiberbiztonság tekintetében is magának az embernek a biztonság tudatosságát kell növelni az elkerülhető incidensek megelőzésének érdekében.

2.1.2. Információbiztonsági tudatosság

De a biztonság tudatosság növekedése akkor érhető el a felhasználók körében, ha tudják és értik, hogy mit is csinálnak az interneten az informatikai eszközeikkel

különböző alkalmazások segítségével, egyszóval magas a digitális kompetenciájuk és a digitális kulturáltságuk. Természetesen, ahhoz, hogy legyen mivel védekezni a veszélyek ellen, a terület szakembereinek gondoskodniuk szükséges a megfelelő szabályzók kidolgozásáról, a technikai megvalósításról is, úgy, mint a megfelelő szabványok valamint a szükséges hardver és szoftver eszközök fejlesztéséről is [3].

3. A megelőzés, mint a védelem eszköze

A prevenció, mint ahogy említettem sokkal hatékonyabb és kifizetődőbb az információbiztonság területén is. Több okból kifolyólag [4].

3.1. A „leggyengébb láncszem”

Először is, mint tudjuk, az ember a leggyengébb láncszem minden rendszerben. Nem létezik olyan védelem, amit emberek ne lennének képesek kijátszani, feltörni. Amit ember tervezett, azt ember képes feltörni.

3.2. „Black Box”

Másod sorban, a felhasználó oktatása a biztonság tudatosságra sokkal kifizetődőbb sok esetben, mint méregdrága „black box”-ok megvásárlása és integrálása, ami a gyártó szerint „mindentől” megvéd. Még a leghatékonyabb védelmi technológia alkalmazása sem ér sokat, ha az emberek nem tudatosan cselekszenek és azt sem magas fokon teszik. Legyen az a munkahelyen vagy a magánéletben. Bár ez sokszor már nem különíthető el, mivel már a technológiák alkalmazása során keveredik sokszor a biznisz és a privát szféra, gondoljunk csak a céges telefonok használatára [5].

3.3. A „példakép”

Harmad sorban, a felhasználó oktatása nem csak önmagára lesz hatással, hanem a szűkebb és tágabb környezetére is. Ha egy

felhasználó megfelelő (magas) szintű, rendszeres és aktuális képzést kap, ami számára nem az unásig ismételtetett „dogmákat” tartalmazza, abban az esetben megfelelően motivált lesz arra, hogy a közvetlen munkahelyi környezetében is és a magánéletében, a családjában példa értékű viselkedésével a környezetét is a biztonság tudatosságra ösztönözze [6].

3.4. Ez „nem paranoia”

Természetesen önmagában csak a felhasználók biztonsági oktatása nem elegendő. A biztonsági éberség fenntartása mindenki érdeke. A biztonsági éberség nem csak az IKT (Infokommunikációs Technológia) eszközök alkalmazása esetén elegendő. Már a közvetlen fizikális környezetünk folyamatos felügyelete is ide sorolható, mert ha gyanús személyt, elhagyott tárgyat, szokatlan eseményeket észlelünk és azt az illetékes szakemberek számára jelezzük, előfordulhat, hogy egy komoly biztonsági eseményt előzünk meg ezzel. Ez természetesen az egészséges biztonsági érzet határát nem lépheti át és nem válhat paranoiás szokássá.

4. Következtetések

A biztonság tudatosság magas fokú megtartása nem csak az egyén érdeke, hanem a társadalom részéről is nagyon fontos. A gazdasági szereplők akkor tudnak hatékonyan termelni és szolgáltatni, hogyha a biztonsági feltételek megfelelőek és nem pl. a kibertámadások által okozott károokra kell fordítani a megtermelt javakat. A kormányzat számára is fontos az egyén biztonság tudatosságának magas szinten tartása, mert ha az állampolgár biztonságban tudja magát, abban az esetben hatékonyabban tudja élni az életét, fizetni az adóját és elégedettsége jeleként eleget tesz az állampolgári kötelezettségeinek.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Lazányi Kornélia: *Stressed Out by the Information and Communication Technologies of the 21st Century*. SCIENCE JOURNAL OF BUSINESS AND MANAGEMENT 4:(1-1) pp. 10-14. (2016). <http://article.sciencepublishinggroup.com/pdf/10.11648.j.sjbm.s.2016040101.12.pdf> letöltve: 2017. január 31.
- [2] Lazányi Kornélia *A biztonsági kultúra szerepe a vezetői döntések támogatásában*. Taylor: Gazdálkodás- és Szervezéstudományi Folyóirat: A virtuális intézet közép-európa kutatására közleményei 8:(1) pp. 143-150. (2016). http://vikek.hu/?page_id=11 letöltve: 2017 február 10.
- [3] Rajnai, Zoltán; Fregan, Beatrix: *Kritikus infrastruktúrák védelme (jogi szabályozás)*. XXI. Fialat Műszakiak Tudományos Ülésszaka, 2016. Kolozsvár, 349–352. <http://hdl.handle.net/10598/29102>. letöltve: 2017. január 29.
- [4] Lazányi Kornélia: *Who do You Trust? – Safety Aspect of Interpersonal Trust among Young Adults with Work Experience*. Proceedings of the 11th IEEE International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics SACI 2016. 412 p. Timisoara, Románia, pp. 349-354. <http://ieeexplore.ieee.org/document/7507400?reload=true>, letöltve: 2017. január 30.
- [5] Lazányi, K.: *A biztonsági kultúra*. Taylor: Gazdálkodás- és Szervezéstudományi Folyóirat: A virtuális intézet közép-európa kutatására közleményei 7:(1-2) pp. 398-405. (2015). http://vikek.hu/wp-content/uploads/2015/10/TAYLOR_2015-nyomdai.pdf, letöltve: 2017. január 31.
- [6] Rubóczki, E.; Rajnai, Z.: *Moving towards Cloud Security*. Interdisciplinary Description of Complex Systems. INDECS, 13(1). pp. 9-14 doi:10.7906/indecs.13.1.2. <http://hrcak.srce.hr/133681>. letöltve: 2017. január 29.

LABVIEW ALAPÚ MOZGÁS TERVEZÉSE ÉS NYOMON KÖVETÉSE IPARI ROBOT MANIPULÁTOR SZÁMÁRA (KUKA KR5 ARC): TERVEZÉS, MODELLEZÉS ÉS ROBOT VEZÉRLŐEGYSÉG SZIMULÁCIÓJA

LABVIEW MOTION PLANNING AND TRACKING OF AN INDUSTRIAL ROBOTIC MANIPULATOR (KUKA KR5 ARC): DESIGN, MODELLING AND SIMULATING THE ROBOT'S CONTROLLER UNIT

Nwachukwu C. Obinna¹, Timotei Istvan Erdei², Zsolt Molnar³, Peter Szemes⁴, Geza Husi⁵

¹⁻⁵Department of Electrical Engineering and Mechatronics, Faculty of Engineering, University of Debrecen, address: Otemeto utca 2-4, 4028, Debrecen, Hungary

¹nwachukwucobinna@gmail.com, ²timoteierdei@gmail.com, ³zsolt.molnar94@gmail.com, ⁴szemespeter@eng.unideb.hu, ⁵husigeza@eng.unideb.hu

Abstract

Robots are susceptible to malfunctions. A class of these malfunctions, known as singularities, occur due to the mathematical nature of the robot's control law. This paper proposes a means of measuring the robot's response in configuration, and operational space. In order to invite more research on tackling the issue of singularity, we have developed a simulator in the labVIEW environment. The simulator is able to plot configuration and operational space responses on a 2D graph, allowing the user to easily observe how the robot responds when given a certain command. The user is able to cite singularities, by simply pointing out specific abnormalities on the response graph.

Keywords: singularity, manipulator, labVIEW, simulator, KUKA, controller, measurement, response

Összefoglalás

Az általánosan alkalmazott robotok hajlamosak meghibásodásra. A hibák jelentős része a szingularitásra vezethető vissza, ami eredeztethető a robot vezérlőjének matematikai sajátosságából. A tanulmány méréseinek alapjául a robot konfigurációja és annak munkatere szolgált. Annak érdekében, hogy más kutatók is vizsgálatokat tudjanak kezdeményezni a szingularitás témájában, egy saját labVIEW alapú szimulációs környezet került kidolgozásra. A szimulátor képes 2D grafikonon ábrázolni egy adott konfiguráció és annak munkaterületén való működését, segítve ezzel a felhasználót hogy tanulmányozható legyen a viselkedése a kiadott parancs függvényében. Ezzel a módszerrel képes szingularitást modellezni és kimutathatók specifikus rendellenességekre a grafikon alapján.

Kulcsszavak: szingularitás, manipulátor, labVIEW, szimulátor, KUKA, vezérlő, mérés, válaszütem

1. Introduction

This paper highlights several parts of the department's ongoing research on industrial manipulator singularities. Due to the closed source nature of the KUKA KR5

arc situated within the department's robotic laboratory, we developed a sustainable research strategy. A sustainable research strategy must be cost effective, flexible, and extensible. Developing a simulator in the

labVIEW environment is a significant part of this strategy. The end goal of the simulator development project, is a simulator that almost exactly mimics the robot's real-time motion, allows modifications to be made easily, and has a relatively simple graphical user interface (GUI). At the time of writing this paper, we had successfully built a functional simulator. The simulator is based upon a basic model of the KR5's controller unit.

2. The Robot's Dynamics

2.1. Deriving the equations of motion in configuration space

Synchronous servo motors are responsible for the motion of the robot's joints. The motors' stator and rotor windings are resistive in nature. It is also important to note that friction exists between the relative motion of the stator and rotor elements. The total mechanical dissipative forces, \mathfrak{R}_{em} , acting at each joint may be derived as the following,

$$\left(\frac{d\mathfrak{R}_{em}}{dq}\right)_i = r(\dot{q}_i) = B_i \dot{q}_i \quad (1)$$

where, B_i is coefficient of friction between the i^{th} motor's stators and rotors.

The extended Euler-Lagrange equation may be written as,

$$A(q)\ddot{q} + b(q, \dot{q}) + g(q) + r = \tau \quad (2)$$

where, q is the joint displacements and $A(q)$ is the robot's kinetic energy matrix, it incorporates the robot's mass properties, and is obtained as follows.

2.2. Deriving the equations of motion in operational space

One might ask the question. What is operational space? Operational space coordinates may represent any set of coordinates defining kinematic mapping between configuration space and operational space. Pay attention to the fact that the model derived

in the previous section, does not capture constraint forces acting on the system. Equations derived from modeling in operational space, in combination with those derived previously in configuration space, will produce a concise system of equations that take into account the effect of the constraint forces. The operational space configuration vector, x , describing the position and orientation of an arbitrary point on the system, may be derived from the system's kinematics. The system's kinematics equates the operational space configuration vector, as a function of the generalized configuration space coordinates.

$$x = \xi_E = f(q) \in \mathfrak{R}^{1 \times m} \quad (3)$$

The operational space velocities are the time derivatives of x .

$$\dot{x} = \frac{\partial f(q)}{\partial q} \dot{q}, J = \frac{\partial f(q)}{\partial q} \in \mathfrak{R}^{m \times n} \quad (4)$$

where $J(q)$ is the kinematic Jacobian.

The kinetic energy in operational space is expressed as

$$T = \frac{1}{2} \dot{x}^T \Lambda(x) \dot{x}, \Lambda(x) \in \mathfrak{R}^{m \times m} \quad (5)$$

where $\Lambda(x)$ is the operational space kinetic energy matrix.

3. Version 1.0 of the Simulator

We chose to divide the controller unit into three parts; trajectory planner, PID controller, and servo drive. Although the controller unit is made up of only three parts, the simulator is made up of a total of four parts. This additional part is the plant model of the KR5. The simulator was built and tested on a Lenovo IdeaPad Y700, with 16 gigabytes RAM and a 2.6 gigahertz Intel Core i7 CPU. LabVIEW's Control Design and Simulation Module was an integral part of developing the simulator.

The simulator package consists of several labVIEW virtual instrument (.vi) files; a main .vi file, and a set of simulation sub-

system files. A simple GUI is located in the front panel of the main .vi file. The GUI allows the user to tune the PID controllers, plan trajectories in the world coordinate frame, and observe the robot's response to the trajectories previously mentioned.

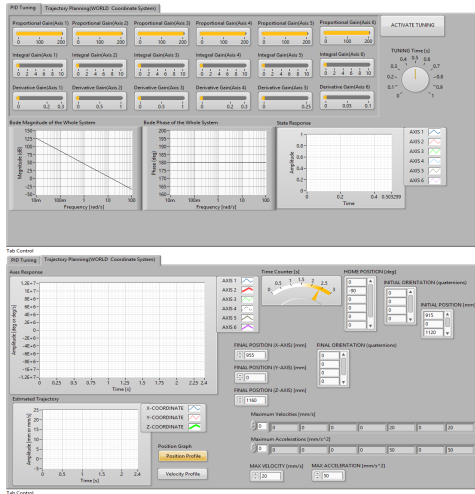


Fig. 1. Simulator's Graphical User Interface (GUI)

4. Plant Model

The model was constructed within the framework of the computed torque control law. The plant model is a six jointed kinematic structure, where each joint is a revolute type joint. Actuation of each joint is achieved by torque generated from a servo motor's shaft. The shaft's torque is controlled by altering the servo motor's electrical current supply. This change in electrical current generates enough electromotive force (emf) to drive the motor. Torque is analogous to the emf.

5. Servo Drive Model

A servo drive may be used due to the fact that the robot's actuators are servo motors (servo mechanisms). The servo drive is a special class of an amplifier circuit. The command signal of the drive represents a desired torque, velocity, or position, and its

output is the required electromotive force for driving the motor's shaft. The servo drive may be modeled in the following manner,

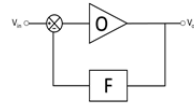


Fig. 2. Simplified Circuitry of the Servo Drive O =open loop gain, F =feedback loop gain.

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \mathbf{G} = \frac{O}{1+(O \times F)} \quad (6)$$

where, \mathbf{G} is the closed loop gain and may be regarded as the transfer function of the servo drive.

Having $\ddot{\mathbf{q}}$ as V_{in} , O is then equal to $\mathbf{A}(\mathbf{q})$, while F may be tuned online. The servo drive features two sets of input V_{in} , as well as the feedback signal (velocity signal from encoder).

6. PID Controller Model

The PID controller ensures smooth response to a desired set point. This set point may be a position, or velocity command, depending on what you wish to control. If one wishes to control velocity (which is the case for our simulator), then the PID controller's output is acceleration. However, if one wishes to control position, then the PID controller's output is velocity. Within the labVIEW environment, the PID controller model is developed as a simulation subsystem and controls all six joints of the KR5.

7. Trajectory Planner Model

A trajectory planner as its name suggests, allows the individual to plan trajectories for a robot. What does this mean? In the previous section, we mentioned the velocity of each joint is controllable. In fact, all that we do have control over are the joint velocities. Kinematic mapping enables one to command the robot's motion in operational space, by generating the necessary

joint velocities. The Jacobian matrix is a kinematic mapping tool. Within the labVIEW environment, the trajectory planner model is developed as a simulation subsystem. Although the trajectory planner may be found in a subsystem, the calculation of the Jacobian is found in a MATLAB Script Node. In practice the Jacobian is usually calculated numerically, but within our simulator it is not. The complexity of calculating the Jacobian requires enough software and hardware computing power. The MATLAB Script Node launches a MATLAB server,

8. Conclusion

The first functional version of the simulator is currently available online for further development, and educational purposes. We have carried out several basic tests in order to evaluate the performance of the simulator. The criteria of these tests include; error of the simulator from expected values, observability of singularity points. These tests showed us that the simulator operates with a maximum and minimum error of ± 2 mm from the expected trajectory, and singularity points are observable.

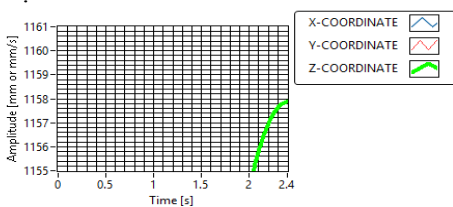


Fig. 2. Estimated Trajectory (-2 mm error)

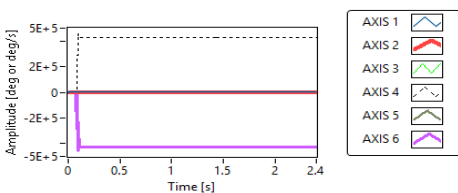


Fig. 3. Singularity Point (joint velocities tending to infinity)

Acknowledgement

The research work presented in this paper is inspired by the works of Dr. Péter Szemes in the field of control systems, and that of Dr. Géza Husi in the field of robot singularities. These two esteemed individuals provided us with all the support we needed while developing the simulator. A big thank you also goes out to MATLAB, labVIEW, KUKA, and Google for providing the world with cutting edge systems

References

- [1] G. Liu, Y. Lou, Z. Li, *Singularities of Parallel Manipulators: A Geometric Treatment*, IEEE Transactions on Robotics and Automation, vol. 19, no. 4, August 2003.
- [2] S. Chiaverini, *Singularity-Robust Task-Priority Redundancy Resolution for Real-Time Kinematic Control of Robot Manipulators*, IEEE Transactions on Robotics and Automation, vol. 13, no. 3, June 1997.
- [3] K.A. Das et al.: *A Vision-Based Formation Control Framework*, IEEE Transactions on Robotics and Automation, vol. 18, no. 5, October 2002.
- [4] G. Husi: *Position Singularities and Ambiguities of the KUKA KR5 Robot*, International Journal of Engineering Technologies, vol.1, no.1, 2015.
- [5] A.D. Udai et al.: *Dynamic Simulation of a KUKA KR5 Industrial Robot using MATLAB SimMechanics*, 15th National Conference on Machines and Mechanisms.
- [6] G. Husi, et al.: *Building Mechatronics Research Centre as energy aware Intelligent Space*, Industrial Electronics Society, 39th Annual Conference of the IEEE, January 2013.
- [7] G. Husi, P. T. Szemes, E. Dávid, T. I. Erdei, G. Pető: *Reconfigurable Simulation and Research Toolset for Building Mechatronics*, Workshop on Cognitive and Eto-Robotics in iSpace, July 2013.
- [9] A. Sabanovic, K. Ohnishi, *Motion Control Systems*, IEEE Press.
- [10] F. L. Lewis, D. M. Dawson, *Robot Manipulator Control Theory and Practice*, Marcel Dekker Inc.
- [11] P. Corke, *Robotics Vision and Control*, Springer.

TERMoeLEKTROMOS ANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK A FENNTARTHATÓ JÖVŐÉRT

THERMOELECTRIC MATERIALS AND DEVICES FOR A SUSTAINABLE FUTURE

Edgar Marcial Pimentel¹, István Nagy²

Óbuda University, Donát Bánki Faculty of Mechanical and Safety Engineering,
Hungary, Budapest, Népszínház Uica, 8.

¹Tel.: +36-70-222-77-11, edgarmar.pimsev@gmail.com

²Tel.: +36-1-666-53-66, nagy.istvan@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

About 30% of the energy produced by fuels, and used for automotive industry, is actually generating movement, letting the rest of it to get lost as dissipation in friction and heat. This is just one of the multiple systems that generate waste heat energy. These statements serve as a base to understand and justify the important role of research and development of new green materials and technologies. This paper provides a general context on the current and potential future panorama of these materials and their applications, also providing the reader with the essentials for understanding the content.

Keywords: *Thermoelectric Materials, Household and Industrial Applications, Mechatronics in Environmental Sustainability.*

Összefoglalás

A gépjárművekben kitermelt energiának nagyjából 30%-a kerül mozgás általi felhasználásra, a többi energia mind veszteségként (hő, súrlódás, etc..) elveszik a környezetben. Ezen tény, és a napjainkban állandóan megújuló technológiák alapján meg kell vizsgálni annak a lehetőségét, hogy lehetne ezt az „elpazarolt” disszipált hőmennyiséget, hasznos villamos energiává alakítani oly módon, hogy ezzel elősegítsük a „hibrid” autók villamos energiatermelését. Ebben a konferenciacikkben olyan anyagok gyártását mutatjuk be, melyek elősegíthetnék ezt a folyamatot. Arra szeretnénk rámutatni, hogy a termo-elektromos anyagok bővebb kihasználása lehetőséget adna az ilyen „elpazarolt” hőenergiák hasznosítására.

Kulcsszavak: *Termo-elektromos anyagok, Termisztorok, Ipari alkalmazások, Mechatronika a fenntartható környezet érdekében, Energiahasznosítás*

1. Introduction

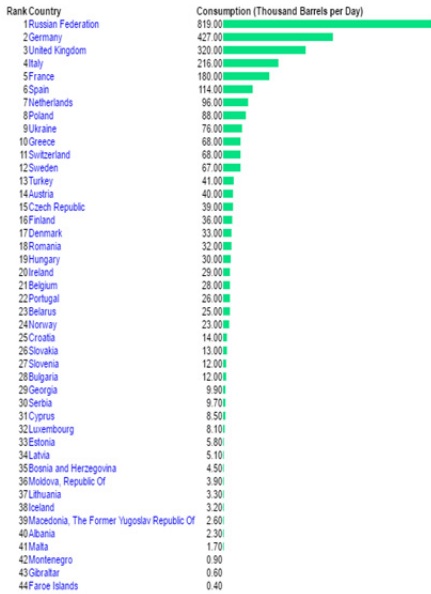
Energy generation and consumption has remained a constant topic of interest for most of the nations throughout the last decades. It is true that major improvements have been achieved within many fields of technology which has lead us to the devel-

opment of green or echo-friendly technologies, which are one of the increasingly trending matters of study nowadays. Their importance and relevance is directly proportional to the fact that energy is present in every important process and many times it's being wasted as a side effect of them.

Heat is the most common way of waste energy and it occurs not only in engineering or industrial processes, but to a household level as well; cars are the most clear and accessible example for it. Approximately 40% of the fuel energy is wasted in exhaust gas, 30% is dissipated in the engine coolant, 5% is lost as radiation and friction, and only 25% is used for vehicle mobility and accessories. [1]

With the previous statement, it could be inferred that from out of the nearly 3042.5 thousand barrels of gasoline consumed in Europe per day [2], only 760.6 are effectively producing motion.

The field of thermoelectrics require not only of ideas on applications but firstly the research and development of highly efficient thermoelectric materials.



1. fig. Gasoline consumption in Europe, sorted by country (2012). [2]

2. Background

The basic physic principle upon which Thermoelectric Generators (Further on

T.G.E.'S) are able to transfor heat energy into electricity is the Seebeck Effect.

This phenomenon was discovered in 1821 and the definition stated that a basic setup consisting of two different metallic elements with a common contact point could produce an electric current whenever a differential of temperature was applied at the ends of the materials. This was taken forward and scientist had been studying this property, which lead to the discovery that certain thermoelectric materials have good heat conversion properties. [1]

The parametric number that can define the efficiency of such materials used in the production of TGE's, is the so called Figure of Merit represented by:

$$ZT = \frac{S^2 T}{K\rho} = \frac{S^2 T}{(K_e + K_l)\rho} \quad (1)$$

where,

- S=Seebeck Coefficient,
- K= Thermal Conductivity,
- ρ =Electrical Conductivity
- T=Absolute Temperature.

Usually, good thermoelectric materials are special types of Semiconductors.

Through the years, three main types of materials have been known thanks to the hard work of researchers, all though, the most complex and reliable ones haven't reached affordable production costs and therefore they are still not being produced in mass scale for important portential applications.

It is important to notice that the criteria that every good thermoelectric semiconductor material should meet are the following:

- To be heavily-doped semiconductors.
- The Energy of the Bandgap should be less than 1eV.
- They should present a low Thermal Conductivity, whilst preserving a good electrical conductivity.

Next up, the main types (approaches) of these materials are briefly described.

2.1. Thermoelectric Bulk Materials

The alloying of bulk materials is the most cost friendly option but the results aren't the best by this method since efficiency ZT from these materials isn't high enough for the desired applications for a future.

It could be said that one of the most well-known and efficient bulk thermoelectric materials is the Bi_2Te_3 . This material can generate a ZT value of around 1. [1]

2.2. Thermoelectric Nano-Structured Materials

One known approach to improve the ZT on thermoelectric bulk materials is the creation of PGEC, or Phonon Glass Electric Crystals. This idea has been applied to generate *Sketerudites*.

Despite the previous advancement, the most recent researches are trying to create Nano-Structured (or Engineered) Materials. The goal of this approach is to reduce the thermal conductivity of the material by modifying its Crystal Lattice.

The modifications to the composition of the material, consist in augmenting the

thickness of the material layers so the mean free path in such a way that phonons are positioned in a distributed way. This will reduce effectively their mobility and therefore the thermal conductivity.

This approach deals with one and bi-dimensional sized nano-structures.

In the case of 2D, the most efficient example found to the day are the $Bi_2Te_3 - Sb_2Te_3$ modified lattices. (This meaning that there are lattices embedded in the material with a certain thickness and periodicity). These materials have an improved ZT value of around the double of the bulk counterpart of it. ($ZT=2.4$ vs. $ZT=1.1$). [1]

2.3. Thermoelectric Nano-Composite Materials

Nano-Composites represent the latest improvements. These materials are embedded nano-modified structures into bulk materials, making it possible to custom reduce the phonon mean free path significantly, reducing the phonon transportation but without affecting the mobility of the charge carriers.

Material systems	Carrier type	ZT	κ_L [$W m^{-1} K^{-1}$]	T	Synthetic method*	Ref.
PbTe-based nanocomposites						
$AgPb_{18}SbTe_{20}$	n	2.2	–	800 K	NP	[16]
$Ag_{0.5}Pb_6Sn_2Sb_{0.2}Te_{10}$	p	1.45	0.43	630 K	NP	[90]
$Ag_{0.53}Pb_{18}Sb_{1.2}Te_{20}$	n	1.7	–	700 K	NP	[91]
$K_{0.95}Pb_{20}Sb_{1.2}Te_{22}$	n	1.6	0.4	750 K	NP	[92]
$Na_{0.95}Pb_{20}SbTe_{22}$	p	1.7	0.74	700 K	NP	[17]
PbTe–PbS8%	n	1.4	–	750 K	NP	[93]
PbTe–Pb–Sb	n	1.4	0.6	700 K	NP	[94]
PbTe–Si	n	0.9	–	675 K	NP	[95]
$Pb_{9.6}Sb_{0.2}Te_3Se_7$	n	1.2	0.4	650 K	NP	[97]
$(Pb_{0.95}Sn_{0.05}Te)_{0.92}(PbS)_{0.08}$	n	1.50	0.4	642 K	NP	[23]
2%SrTe-containing PbTe	P	1.7	0.45	800 K	NP	[100]
$NaPb_{18}BiTe_{20}$	p	1.3	–	670 K	NP	[103]
$Ag_{0.8}Pb_{22.5}SbTe_{20}$	n	1.5	0.89	700 K	MA+SPS	[106]
SiGe-based nanocomposites						
$Si_{80}Ge_{20}$	p	0.95	–	1073 K	HEBM+HP	[107]
$Si_{80}Ge_{20}P_2$	n	1.3	–	1173 K	HEBM+HP	[25]
New thermoelectric materials						
$In_4Se_{3-\delta}$	n	1.48	–	705 K	Bridgeman method	[26]
$In_4Se_{3-x}Cl_{0.03}$	n	1.53	–	698 K	Bridgeman method	[109]
$\beta-Cu_{2-x}Se$	p	1.5	0.4	1000 K	MAG+SPS	[28]
$\beta-Zn_4Sb_3$	p	1.35	–	673 K	Bridgeman method	[22]

2. fig. Properties of Advanced Thermoelectric Materials [1]

This fulfils the third established condition for effective thermoelectric semiconductors, which states that the thermal conductivity should be reduced by the time the electrical conductivity is kept at a good level. The most important advancements were achieved while using *PbTe* based alloys; this record show a ZT value for approximately 2.2, just followed by *Bi₂Te₃* based composites, which ZT's range goes from 1.4 to 1.7.

Lastly, some improvements have been made also while implementing these nano-modification techniques on *SiGe* based materials with near 1.3 ZTs. [1]

As can be inferred from this data, the nano-composites are the best approach of high efficiency (high performance) thermoelectric materials, and therefore they become, theoretically speaking, a good option for the growing interest in the development of green technologies, however, their manufacture hasn't reached popularity in a big scale because of the complexity and the cost of the processes required for it.

2.4. Current and Future Panorama

As stated, the analysis and process of the nano-composite materials turns to be expensive and complex to make, and so, this has slowed down the process of applying these technologies for real life solutions.

Just recently in 2015, American enterprise ThermoAura emerged and began producing this kind of materials in a large scale after the discovery of an efficient production process implying the use of nano waving. Despite the medium size of this company, this could be seen as the first of many steps leading to a more ecologically conscious world.

This type of research could result in the application of new processes worldwide that can provide with cost-friendly solutions for generating these materials.

Main potential applications include (but are not limited to) the design of new automotive cooling systems embedded in Hybrid Electric Vehicles that include TEG devices to recover the waste energy from the main engine (internal combustion) and can re-inject the recovered energy in the form of electricity into the HEV system, similarly to the way the Kinetic Energy Recovery Systems work; please note that this application might be useful in current scenarios, where the main fuel is still fossil-based, and future potential scenarios where bio-fuels can be integrated as an alternative for combustion engines. Also, another seemingly important application, could be the integration to these devices in industrial processes such as steel production, could help save energy and eventually be part of the list of actions to reduce the conventional fuel dependency. Not to mention other household possible applications for daily life solutions.

3. Conclusion

Thermoelectric materials should be a must in the list of interests of the governments and research departments worldwide, due to the potential applications they have. Also, it is important to take into account that the integration of multiple green energy sources into new technologies can improve the performance of such devices.

Bibliography:

- [1] Zhi-Gang C.;Guang H.; Lei Y.; Lina C.; Jin Z: *Nanostructured Thermoelectric Materials: Current Research and Future Challenge*. Progress in Natural Science: Materials International 22, 2012, 535-549.
- [2] Index Mundi: *Motor Gasoline Consumption by Country*. 2012.

TARTALÉK ALKATRÉSZSZÁM MEGHATÁROZÁS SZIMULÁCIÓS ÜZEMELTETÉSI RENDSZERELEMZÉSEL

DETERMINATION OF RESERVE PART'S NUMBER BY SIMULATION-BASED MAINTENANCE SYSTEM ANALYSIS

Pokorádi László¹, Fenyvesi Csaba²

¹Óbudai Egyetem, Mechatronikai és Járműtechnikai Intézet,
1081 Magyarország, Budapest, Népszínház utca, 8. +3630 99194929,
pokoradi.laszlo@bgk.uni-obuda.hu

²Óbudai Egyetem, Biztonságtudományi Doktori Iskola,
1081 Magyarország, Budapest, Népszínház utca, 8., fenyvesic@npp.hu

Abstract

From the mathematical point of view, the operation of technical systems and equipment is a discrete state space stochastic process without after-effects, so it can be approximated with a Markov-chain. After setting up the transition probability matrix, matrix-algebraic tools can be used for investigating these processes with systems approach analysis. This paper is aimed to discuss the possibilities of the use of Markov matrix-based Monte Carlo Simulation of maintenance processes. The proposed simulation method can be used for the assessment of requested number for spare part depending on required estimating uncertainty.

Keywords: maintenance, Monte Carlo simulation, number for spare part

Összefoglalás

Matematikai szempontból az üzemeltetés egy diszkrét állapotterű, utóhatásmentes sztochasztikus folyamat, így azt Markov-lánccal lehet matematikailag leírni. Az üzemeltetési rendszer sztochasztikus modelljének felállítása után a vizsgált folyamatot rendszerszemléletű megközelítéssel tudjuk elemezni. Monte-Carlo módszernek nevezzük a matematikai modellek megoldásának véletlen mennyiségeket felhasználó numerikus eljárásait, és azok jellemzőinek statisztikus értékelését. Jelen tanulmány bemutatja egy eszközpark szükséges tartalékberendezés-számának megfelelő kockázattal, azaz üzemeltetési biztonsággal történő Monte-Carlo-szimulációs becslési eljárását.

Kulcsszavak: üzemeltetés, Monte-Carlo-szimuláció, tartalék alkatrészek száma

1. Bevezetés

A gyakorlati mérnöki munkák egyik legfőbb területe a különböző (gyártó vagy szolgáltató) technikai eszközök, rendszerek és létesítmények üzemeltetése, karbantartása [6]. Tágabb értelmezés esetén az üzemeltetés a technikai eszközök használata, különböző szintű kiszolgálása és javítása által alkotott technikai folyamat. Ez a valós, technikai folyamat matematikai szempont-

ból utóhatásmentes, sztochasztikus (úgynevezett Markov) folyamat. Egy adott üzemeltetési folyamat vagy rendszer folytonos idejű, diszkrét állapotterű markovi- vagy fél-markovi folyamatként (azaz láncként) modellezhető és megfelelő statisztikai adatok birtokában elemezhető [4].

Beállt üzemeltetési folyamaton olyan folyamatot értünk, ahol a különféle állapotváltási – főleg a meghibásodási – valószínűségek időben nem (vagy csak elhanya-

golható mértékben) változnak. Ilyen üzemeltetési folyamatot tapasztalhatunk a bejáratási és a kiüregedési szakaszok között, ha nem lép fel jelentős változás az üzemeltetési körülményekben [5].

A technikai rendszerek üzemeltetése esetén bizonytalan paraméterek lehetnek a meghibásodási, valamint javítási idők. Ezen időket általánosságban a meghibásodások közti átlagidővel (MTBF – Mean Time Between Failures), illetve az átlagos javítási idővel (MTTR – Mean Time to Repair), vagy az átlagos megfordulási idővel (MRTT – Mean Repair Turnaround Time) jellemezzük.

Az üzemeltetési folyamatok valószínűségi modellezéséhez szükséges matematikai alapismeretek, többek közt, Bharucha-Reid [1], Karlin és Taylor [2], Wentzel és Ovcsarov [7], valamint Pokorádi [4] könyveiben olvashatók.

Pokorádi a Markov-mátrix alkalmazási lehetőségét mutatja be beállt, azaz stacioner, üzemeltetési folyamat sztochasztikus matematikai modelljének felállítására [3]. A leírt eljárás előnye a könnyű algoritmizálhatóság, mely a Szerző munkájának egyik legfőbb célja.

A Monte-Carlo-módszer egy igen széles körben (az alaptudományoktól a bonyolult rendszerek kockázatanalízisén át a pénzügyi életig) alkalmazott eljárás, amely a vizsgált rendszer vagy folyamat bemenő jellemzőinek véletlen generálásán alapul. Egy technikai rendszer vagy folyamat – és így matematikai modelljének – bemenő jellemzői gyakran valamilyen valószínűségi eloszlásokkal jellemezhetők. Ha ismerjük ezeket az eloszlásokat, a Monte-Carlo-szimuláció véletlen mintavételezéssel végezhető el.

Egy üzemeltetési folyamat irányításához, a megfelelő rendszerszintű üzemképesség fenntartásához a döntéshozók által elvárt pontossággal tudnunk kell a szükséges tartalékberendezések számát.

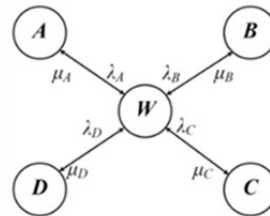
A tanulmány célja – a fentiekben ismertett tudományos munkákra támaszkodva –

a beállt üzemeltetési folyamatok stacioner Markov-modelljére épülő Monte-Carlo-szimuláció alkalmazásával kidolgozott elemzési eljárás bemutatása. A leírt módszer alkalmas a megfelelő, vagy elvárt szintű üzemképesség fenntartásához szükséges tartalékberendezések számának meghatározására.

A tanulmány az alábbi részekből áll: A 2. fejezet a vizsgált üzemeltetési rendszer matematikai modelljét írja le röviden. A 3. fejezetben a rendszer Monte-Carlo szimulációs vizsgálatát találjuk meg. A 4. fejezet a kapott eredmények szakmai kiértékelését mutatja be. Végül az 5. fejezet összegzi a tanulmány elkészítésekor szerzett tapasztalatokat.

2. A folyamatmodell

Egy nagyméretű hálózati rendszeren belül tömegesen alkalmazott berendezés üzemeltetése során négy (*A*; *B*; *C*; *D*) eltérő típusú – egy-egy részegységéhez kötődő – meghibásodást tapasztaltak. A berendezés javításának sajátossága, hogy – a *C* típusú meghibásodás kivételével – jelentős méretű (mintegy másfél hónapos) logisztikai időigényt is jelent.



1. ábra. *A folyamat gráf modellje*
W – rendelkezésre állás;
A – *A* típusú meghibásodás javítása;
B – *B* típusú meghibásodás javítása;
C – *C* típusú meghibásodás javítása;
D – *D* típusú meghibásodás javítása

Mivel vizsgálatunkat alapvetően a végfelhasználó szempontjából végeztük, így a javításhoz kötődő oda-vissza történő szállítást is a javításokhoz kötöttük, azaz a javítás

időigényét az úgynevezett átlagos megfordulási idővel jellemezzük. Továbbá az is megállapítható volt, hogy a meghibásodások esetén a berendezés helyszíni cseréjének ideje elhanyagolható a meghibásodások közti, illetve megfordulási időkhöz képest. Így ezen időigényektől a modellalkotás során eltekintünk.

A meghibásodások és azok javítási idejeinek főbb statisztikai adatait az **1. táblázat** tartalmazza. A folyamatot az **1. ábrán** látható súlyozott élű, irányított gráffal szemléltetjük, ahol az élek súlyát az állapotváltási valószínűség sűrűségek (meghibásodási, illetve megfordulási ráták) adják meg.

1. táblázat. Statisztikai elemzés főbb adatai

	MTBF [óra]	λ [óra ⁻¹]	MRTT [óra]	μ [óra ⁻¹]
A	183627	$5,446 \cdot 10^{-6}$	1080,8	$9,252 \cdot 10^{-4}$
B	162059	$6,171 \cdot 10^{-6}$	1081,1	$9,250 \cdot 10^{-4}$
C	152800	$6,545 \cdot 10^{-6}$	167,13	$5,983 \cdot 10^{-3}$
D	179789	$5,562 \cdot 10^{-6}$	1079,8	$9,261 \cdot 10^{-4}$

A vizsgált állandósult üzemeltetési folyamat sztochasztikus modellje az alábbi – a Szerző [3] tanulmányában részletesen levezetett – mátrixalakban írható fel:

$$\begin{bmatrix} -(\lambda_A + \lambda_B + \lambda_C + \lambda_D) & \mu_A & \mu_B & \mu_C & \mu_D & 1 \\ \lambda_A & -\mu_A & 0 & 0 & 0 & 1 \\ \lambda_B & 0 & -\mu_B & 0 & 0 & 1 \\ \lambda_C & 0 & 0 & -\mu_C & 0 & 1 \\ \lambda_D & 0 & 0 & 0 & -\mu_D & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_W \\ P_A \\ P_B \\ P_C \\ P_D \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

3. A szimuláció futtatása

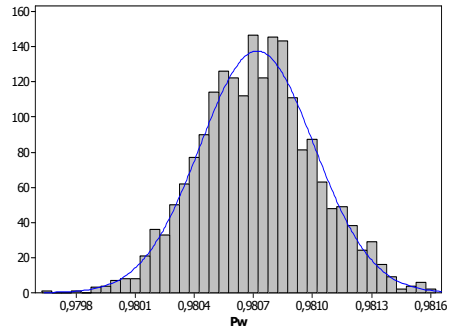
A **2. táblázat**ban megadott gerjesztéseket alkalmazva futtattuk le az (1) mátrixegyenlettel leírt sztochasztikus modellt.

A korábbi Monte-Carlo szimulációknál szerzett tapasztalatok alapján a gerjesztések számát 2000-ben határoztuk meg. Ez a gerjesztés szám már statisztikailag elegendő

adatot szolgáltat, így korrekt szakmai következtetéseket vonhatunk le a kapott futtatási eredményekből. Az eredmények közül a **2. ábra** szemlélteti a – jelen vizsgálatunk szempontjából fontos – P_w üzemképességi valószínűségek hisztogramját, illetve **3 táblázat**ban olvashatóak a statisztikai elemzésük főbb adatai.

2. táblázat. Kiinduló szimulációs adatok statisztikai elemzésének eredményei

	MTBF [óra]	szórás [óra]	MRTT [óra]	szórás [óra]
A	183627	2033	1080,8	23,9
B	162059	1881	1081,1	23,7
C	152800	1659	167,13	23,16
D	179789	2198	1079,8	24,3



2. ábra. Az üzemképességi valószínűségek hisztogramja

3. táblázat. Az üzemképességi valószínűségek statisztikai elemzésének főbb adatai

Átlag m_W	$9,81 \cdot 10^{-1}$
Minimum	$2,91 \cdot 10^{-4}$
Maximum	$9,80 \cdot 10^{-1}$
Szórás s_W	$9,82 \cdot 10^{-1}$

4. A szükséges tartalékberendezések számának meghatározása

Vizsgálatunkat alapvetően az üzemeltető szempontjából végeztük el. Így számunkra a legfontosabb kérdés a tartalékberendezések szükséges számának ismerete.

Ezért az **3. táblázat** adatai – a szimulációs eredmények valószínűségi eloszlása – alapján meg kell határoznunk mely N_{RNS} tartalékberendezés szám esetén lesz az üzemeltető által elfogadható R kockázati valószínűségnél kisebb a P_W rendelkezésreállítás bekövetkezési valószínűsége. Például, 10%-os becslési kockázat (90% üzemeltetési biztonság) esetén:

$$P_{RNS} = m_W - 1.29s_W \quad (2)$$

Az N_{RNS} szükséges tartalékberendezés szám meghatározását a berendezés P_W rendelkezésre állási valószínűség ismeretében tudjuk elvégezni az alábbi egyenlet segítségével:

$$N_{RNS} = \left\lceil \left(\frac{1}{P_W} - 1 \right) N \right\rceil \quad (3)$$

ahol: N a rendszerben működő berendezések száma (vizsgálatunk során: $N = 20000$).

Ennek ismeretében határoztuk meg a különböző becslési kockázati értékekhez tartozó szükséges tartalékberendezés számot. Ezen eredményeket tartalmazza a **4. táblázat**.

4. táblázat. Szükséges tartalékberendezés szám a becslési kockázat függvényében

R	P_{RNS}	N_{RNS}
10%	0,9803	402
5%	0,9802	404
1%	0,9800	409
0,1%	0,9799	411
0,01%	0,9798	413

5. Összegzés

A tanulmány bemutatta egy beállt üzemeltetési folyamatok Markov-mátrixszal leírt stacioner sztochasztikus modellel épülő Monte-Carlo-szimulációs elemzésének egy új módszerét. Az esettanulmány során

kapott eredmények alapján kijelenthető, hogy kidolgozott elemzési eljárás alkalmas a karbantartási rendszer hatékonyságának biztosításához, annak növeléséhez szükséges döntések támogatására. A szimulációs eredmények felhasználhatóak egy technikai rendszer üzemeltetéséhez szükséges tartalékberendezések számának – megfelelő becslési kockázattal, azaz üzemeltetési megbízhatósággal történő – meghatározására.

A Szerző célja az üzemeltetési, karbantartási menedzsment döntéshozatalát támogató további matematikai modellezésen, matematikai szimuláción alapuló folyamat-, és rendszerelemzési eljárások kidolgozása, valamint – esettanulmányok felhasználásával – gyakorlati alkalmazási lehetőségeinek bemutatása.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Bhruha-Reid A.T.: *Elements of the Theory of Markov Processes and Their Applications*, McGraw-Hill, New York, 1960.
- [2] Karlin S.; Taylor H.M.: *Sztochasztikus folyamatok*, Gondolat, Budapest, 1985.
- [3] Pokorádi L.: *Availability Assessment Based on Stochastic Maintenance Process Modeling*, Debreceni Műszaki Közlemények 2013/1, pp 37-46.
- [4] Pokorádi L.: *Rendszerek és folyamatok modellezése*, Campus Kiadó, Debrecen, 2008.
- [5] Rohács J.; Simon I.: *Repülőgépek üzemeltetési zsebkönyve*, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1989.
- [6] Szabó J.Z.: *Műszaki diagnosztikai módszerek*, Budapest: Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 2015.
- [7] Wenczel E.; Ovcharov L.: *Applied Problems in Probability Theory*, Mir Publisher, Moscow, 1986.

ESETTANULMÁNY ÜZLETI FOLYAMATFEJLESZTÉSRE – IPARI FOLYAMAT RACIONALIZÁLÁSA

BUSINESS PROCESS IMPROVEMENT: A CASE STUDY – RATIONALIZATION OF INDUSTRY PROCESS

Pusztai László Péter¹, Kocsi Balázs²

¹Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Műszaki menedzsment tanszék, 4028, Magyarország, Debrecen, Ótmető utca 2-4., telefon: +36 30/345-6635, levelezési cím: pusztai.laszlo@inf.unideb.hu

²Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Műszaki menedzsment tanszék, 4028, Magyarország, Debrecen, Ótmető utca 2-4., telefon: +36 70/389-2525, kocsi.balazs@inf.unideb.hu

Abstract

The aim of this paper is to rationalize the product assembly process of a Hungarian small and medium-sized enterprise. During the project we set the goal to decrease the whole process lead time by more than 50%. To get acquainted with the whole assembly process we used the value stream mapping technique, to identify and correct wastes we applied group quality correction tools. Eliminating the main wastes from the process could result in 15% reduction from the total lead time. We also found that if all the referred wastes could be removed, the total lead time reduction would reach more than 40%.

Keywords: root cause analysis, FMEA, VSM, Process model

Összefoglalás

Tanulmányunk megírása során mezőgazdasági talajlazító gépeket készítő magyar kis és középvállalat összeszerelési folyamatát racionalizáltuk. Ezen idő alatt azt a célt tűztük ki magunk elé, hogy folyamatdiagnosztikával az összeszerelési folyamat teljes átfutási idejét legalább 50%-kal csökkentjük. A folyamat megismerésére értékáram térképet, a veszteségek megfigyelésére és kijavításukra csoportos minőségjavító módszereket alkalmaztunk. A fejlesztési projekt végeztével arra jutottunk, hogy bizonyos hibák kiküszöbölésével a folyamat teljes átfutási idejét közel 15%-kal, míg a vizsgálat során feltárt összes veszteség eliminálásával a teljes folyamat átfutási idő több, mint 40%-kal redukálható.

Kulcsszavak: gyökérok elemzés, hibamód és hatáselemzés, értékáram térkép, folyamatmodell

Bevezetés

Minden vállalat elsődleges célja, hogy a vevői igényeket teljes körűen kielégítse. Azonban, a vevői igények egyre növekednek a globalizálódó világnak köszönhetően. Egy megrendelés teljeskörű kiszolgálásához három szempontnak kell megfelelni: a termék előállítási költsége, minősége, vala-

mint a szállítás megbízhatósága. Tanulmányunkban egy mezőgazdasági vontatmányok összeszerelésével foglalkozó vállalat termelési folyamatát elemeztük és a hatékonyság növelése érdekében hoztunk javító intézkedéseket. Amely intézkedések előbb említett aspektusok közül a termék minőségének javítását, valamint folyamat előállítási költség csökkentését célozta.

1. Folyamatfejlesztési technikák

Számos fogalmi meghatározás született a folyamat definíciójára, melyből talán a legszélesebb körben ismert és elismert változat az ISO 9001-es szabványé: „*egyással kapcsolatban vagy kölcsönhatásban álló tevékenységek olyan sorozata, amely bemeneteket kimenetekké alakít át*” [1].

Michael Porter szerint a töretlenül fejlődő üzleti életben azok a vállalatok maradhatnak versenyképesek, amelyek kiemelt szerepet tulajdonítanak a termékeik megkülönböztetésére (differenciáló stratégia), vagy a fókuszát a folyamatok fejlesztésével elérhető költségelőnyökre helyezi (költségvezető stratégia) [2]. Utóbbira számos elmélet született a nemzetközi szakirodalomban, kiemelve a kaizen, a folyamatok újjászervezését (BPR), továbbá az üzleti folyamatok menedzsmentjét (BPM).

1.1. Kaizen

A kaizen egy japán szó, jelentése kai = változtatás, zen = jó, vagyis jó irányba való változtatás. Ez egy olyan folyamat hatékonyságát javító gondolkodásmód, amelynek két fő alapelve a fejlesztések kis ütemben való végrehajtása, valamint az, hogy a fejlesztésből mindig mindenki kiveszi a részét. Hatására a szervezet emberközpottívá válhat, ahol az emberek pontosan tudják, a folyamat melyik pontjáért felelősek [3].

1.2. Üzleti folyamatok újjászervezése (BPR – Business Process Reengineering)

Az üzleti folyamatok újjászervezésének középpontjában az a feltevés áll, hogy a termelésben jelenlévő munkamegosztás okozza a folyamat túlbonyolítását. Az újjászervezés során a folyamat felülvizsgálatra kerül, a felesleges komplexitás megszüntetve optimálisabb működés biztosítható [4].

1.3. Üzleti folyamatok menedzsmentje (BPM - Business Process Management)

A többi eszközhöz hasonlóan az üzleti folyamatok menedzsmentjének is elsődleges feladata a vállalati működés folyamatos irányítása, teljesítményének mérése, és a folyamatok fejlesztése. Folyamatmenedzsment projektek irányulhatnak a termékminőség növelésére, selejtarány csökkentésére, a folyamatok teljes átfutási idejének redukálására [5].

1.4. Minőségfejlesztő technikák

Modellnek hívjuk a valóság egyszerűsített, a vizsgálat szempontjából kiemelt fontossággal bíró tulajdonságait kiemelő mását. Használatával a döntéshozók pontosabb képet kaphatnak a folyamatról, a tevékenységek kapcsolatáról, ezzel megkönnyítve a döntéshozást [6]. A folyamatmodellezés a Japán ipari menedzsmentből ismert módszere az értékáram térkép, mellyel jelen, jövőállapot és ideális állapot is leírható.

Az értékáram térképezés során észrevett veszteségek értékelésére kvalitatív minőségfejlesztő technika alkalmazása ajánlott, amelynek a neve hibamód- és hatáselemzés. A módszer használata során a lehetséges hibákat súlyosság, bekövetkezési valószínűség, és detektálhatóság alapján értékelik. Ezen paraméterek értéke 1-10 közé esik, melyeket összeszorozva összehasonlíthatóvá teszik a lehetséges problémákat:

$$RPN = S * O * D, \text{ ahol} \quad (1)$$

S = hiba súlyossága;

O = hiba bekövetkezési valószínűsége;

D = hiba detektálhatósága. [7]

2. Elemzési módszer

A vizsgálat első lépése az összeszerelési folyamat megismerése volt: beszélhettünk az operátorokkal, kipróbáltunk pár tevékenységet. Az azonosított tevékenységeket értékáram térképre vetettük, a teljesség miatt minden egyes tevékenység idejét lega-

lább 5 alkalommal lemértük és beépítettük a modellünkbe. Egy, a munkásokból és mérnökökből álló szakértői csoporttal veszteségvadászatot végeztünk, ahol számos veszteségre akadtunk. Ezeket a veszteségeket felvezettük a hibamód- és hatáselemző táblázatba, minden szempont szerint értéket adtunk nekik. Az így kialakult értékek alapján Pareto-elemzéssel sorrendbe állítottuk, majd csoportra bontottuk a nem értékadó tevékenységeket. A hibákra gyökérok elemzést, és brainstorming csoportos minőségjavító eszközöket alkalmaztunk. A kutatás utolsó lépéseken a csoport által kitalált javítóintézkedéseket beültettük a gyakorlatba, új méréseket végeztünk, és elkészítettük a jövőállapot térképét.

3. Kutatás eredménye

A gép egyes alkatrészeit, félkész termékeinek gyártását a vállalat tulajdonosi körébe tartozó vállalat végzi.

A vizsgálat ideje alatt a vállalat 25 talajlazító vontatmány összeszerelésére kapott megrendelést. A terepszemlén 6 előszerelési és 15 összeszerelési tevékenységet különböztettünk meg. A vizsgált cég kérésére a mérések értékeit torzítottuk, így folyamat teljes átfutási ideje 36 045 időegység volt. Az adatok mérése és összesítése után elkészítettük a folyamat jelenállapot térképét.

A térkép elemzését, és a veszteségvadászatot követően megvizsgáltuk a veszteségeket, és hibamód- és hatáselemzéssel megvizsgáltuk a hibák fontosságát a folyamatban.

Az itt kapott értékek inputként szolgáltak a Pareto-elemzéshez. Mivel az A és B csoport relatív súlya nagy, ezért ezzel a két csoporttal foglalkoztunk a továbbiakban. A két kategóriát más aspektusból is megközelítve szétbontható külső és belső problémákra a folyamatban. A belső hiba a folyamaton belüli problémákat jelölik (darura várakozás, csapágyak kibontása, stb.), míg a külső a vállalat tevékenységi- és hatáskö-

rén kívül felmerült problémákat, melynek forrása a beszállító, aki résztulajdonos a cégben (késés, rossz előkészítés és minőségileg hibás termékek).

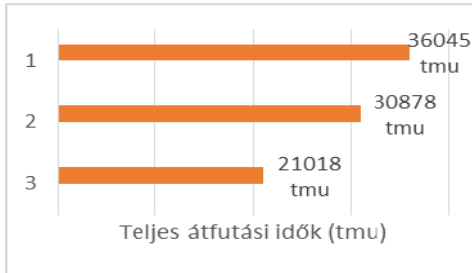
1. táblázat: *A feltárt veszteségek hibamód és hatáselemzésén meghatározott értékei, valamint Pareto-analízis kategóriái szerint*

Hiba megnevezése	Kategória	Érték
Csapágyak kibontásának hatékonysága	„A”	200
Beszállító késése	„A”	216
Minőségileg hibás alkatrészek	„A”	210
Nem megfelelő előkészítés	„B”	180
Darura várakozás	„B”	144
Nem megfelelő szerszámok	„B”	72
Rossz tervrajz	„C”	48
Szerszámmal való ellátottság	„C”	36
Alkatrészek rossz beépítése	„C”	24
Raklapméret hibája	„C”	21

A fenti „A” és „B” kategóriás problémákra csoportos minőségjavító eszközöket alkalmazva meghatároztuk a javítóintézkedéseket:

- csapágyak kibontásának hatékonyságát egy több csapágyat tartalmazó csomagolás bevezetését javasolnánk;
- a darura várakozás veszteségét daruzási tevékenységek kiiktatásával vagy más eszközzel való felváltásával küszöbölne ki;
- megfelelő minőségű és mennyiségű szerszám beszerzése;
- a külső hibák esetében pedig biztonsági készlet tartását és jobb információáramlás megvalósítását javasoljuk, így nem jelenthet gondot a késedelmes szállítás, és a minőségileg nem kielégítő alkatrészek átvétele sem lenne kötelező. A probléma feloldására pedig beszállító-fejlesztési projektet javasolunk.

A javítóintézkedéseket a gyakorlatba ültetve megállapítható volt, hogy az eredeti folyamat átfutási időhöz képest (**1. ábra** 1. oszlop) a belső hibák kiküszöbölésével a teljes átfutási idő közel 15%-kal csökkenthető (**1. ábra** 2. oszlop), míg ha a külső hibákra megoldást találnak, akkor a folyamat teljes átfutási ideje 42%-kal lehetne csökkenthető (**1. ábra** 3. oszlop):



1. ábra: Teljes átfutási idők vizsgálata

4. Következtetések

A kutatás célja egy magyar kis és középvállalkozás folyamatának racionalizálása volt egyszerű, költséghatékony folyamatfejlesztő eszközök segítségével. A

cikkben ismertetett esettanulmány példaként szolgálhat minden olyan vállalat számára, akik úgy gondolják, hogy nem lehetséges a folyamatjavítást magas költségek nélkül megvalósítani.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] MSZ EN ISO 9001:2015,
- [2] Michael Porter: *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. The Free Press, New York, 1980.
- [3] Michael Baudin: *Working with machines: The nuts and bolts of lean operations with Jidoka*. Productivity Press, New York, 2007. p 107.
- [4] Yih-Chang Chen: *Empirical modelling for Participative Business Process Reengineering*. University of Warwick, Coventry, 2001.
- [5] Jan vom Brocke, Michael Rosemann: *Handbook on Business Process Management*, Springer Heidelberg, London, 2010.
- [6] Pokorádi László: *Rendszerek és folyamatok modellezése*. Campus Kiadó, Debrecen, 2008.
- [7] D. H. Stamatis: *Fault Mode Effect Analysis: FMEA from Theory to execution*. Quality Press, Milwaukee, 2003.

A FELÜLETI ÉRDESSÉG KIALAKULÁSÁNAK ELEMZÉSE TÖBBÉLŰ SZERSZÁMOK FORGÁCSOLÁSI MŰVELETEINÉL

ANALYSIS OF FORMATION OF SURFACE ROUGHNESS IN CASE OF MULTI-BLADE CUTTING TOOL PROCESSES

Ráczai Viktor¹, Palásti-Kovács Béla², Szalóki István³

¹Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, H-1081 Budapest, Népszínház u. 8. Telefon: +36-1-666-5470, raczi.viktor@gmail.com

²Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, H-1081 Budapest, Népszínház u. 8. Telefon: +36-1-666-5356, palasti@uni-obuda.hu

³Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, H-1081 Budapest, Népszínház u. 8. Telefon: +36-1-666-5327, szaloki.istvan@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

Present study shows the effects that form the significantly different microgeometry and surface roughness parameters compare to the theoretical surface in case of cutting processes with multi-blade cutting tools. Based on experimental tests the development of surface roughness is presented in case of drilling, face- and plain milling processes. It is proved that the production inaccuracy (run-out) of applied tools and the tool wear and cutting edge degradation in cutting processes causes amplitude, average and form deviation on machined microgeometry during the surface formation. It is pointed that the run-out of tool holder shaft – beside the cutting parameters and geometry – also plays significant role in formation of surface roughness.

Keywords: *surface roughness, tool wear, tool accuracy, tool run-out*

Összefoglalás

Jelen munkában bemutatjuk, hogy a többélű szerszámokkal dolgozó forgácsolási eljárások felületkialakításánál milyen hatások okozzák az elméletitől jelentősen különböző mikrogeometriát és az eltérő érdességi értékeket. Kísérleti példákön elemezzük az érdesség kialakulásának mechanizmusát fúrás, homlok- és palástmarás műveleteknél. Rámutatunk arra, hogy a felületképzés során az alkalmazott szerszámok gyártásakor keletkező pontatlanságok (ütések), valamint az él-elhasználódás alatt bekövetkező kopás és vágóél-változás a megmunkált felületen jelentős magassági, átlagos- és formai eltéréseket okoz. Rámutatunk arra, hogy a forgácsolási és geometriai adatok mellett a szerszámtartó tengely ütésének is meghatározó szerepe lehet a kialakuló felület érdességére.

Kulcsszavak: *felületi érdesség, szerszámkopás, szerszám pontosság, szerszámütés*

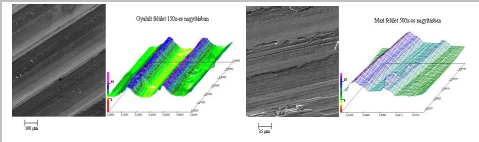
1. Bevezetés

Gyártás, minőség, működés – egymástól elválaszthatatlan fogalmak. Minden olyan előírás és probléma, amely a kapcsolódó

alkatrészek gyártásánál felmerül, jelentős hatással lehet a működésre.

Az Óbudai Egyetem Bánki Karán közel négy évtizede foglalkozunk a felületi mikrogeometria vizsgálatával, a megmunkáláskor kapott felületprofilok, topográfiai

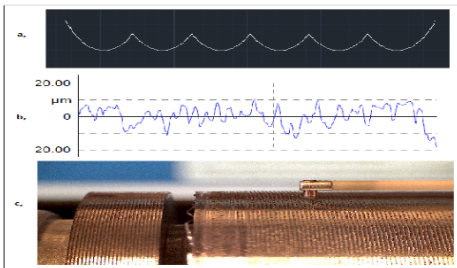
kiértékelésével, a forgácsolt felület és a felületet kialakító szerszámmal közvetlen kapcsolatával, egymásra hatásával [1]. Számos forgácsolási eljárást (esztergálás, gyalulás, fúrás, marás, köszörülés, szuperfiniselés, stb.) [2] vizsgáltunk meg abból a célból, hogy feltárjuk az egyes megmunkálások mikrogeometriai jellegzetességeit (**1. ábra**), az érdesség kialakulásának mechanizmusát.



1. ábra. Gyalult, ill. mart felület topografikus és elektronmikroszkópos képe

Vizsgálatainkból összegezhető, hogy egy adott megmunkálással előállított felület sem mérés technikai, sem gyártási szempontból nem tekinthető homogénnek. Ugyanazon felületet jellemző, egymáshoz közeles mérésekből kapott érdességi paraméterek jelentős eltérést mutathatnak, akár elérhetik a 70-100%-ot is [1].

Az előző évi konferencián részletesen elemeztük az esztergálással kapott felületi mikrogeometria létrejöttét. Megállapítottuk, hogy a szerszám kopása és annak időbeli változása jelentősen visszahat a megmunkált felületre (**2. ábra**). Mindez a felület érdességét alakító csúcshátlap kopási jellegzetességeire vezethető vissza.



2. ábra. Esztergált felület mikrogeometriai jellegzetességei és az elméleti profil

Megváltozik a mikrogeometriai profil jellege, az általánosan ismert Ra és Rz érdességi paraméterek értékei pedig akár 200-300%-os eltérést is mutathatnak a szerszám éltartama alatt [3].

Jelen munkánkban a jellegzetes többélű szerszámok felületalakítását vesszük vizsgálat alá, s elemezzük a kialakuló mikrogeometriára ható tényezőket.

2. A megmunkálógép és a szerszámok állapota, pontossága

Többélű szerszámoknál nagyon fontos figyelembe venni a szerszám gép pontosságát. A kísérletekhez alkalmazott Mazak Nexus 410A-II megmunkáló központ bevizsgálása (**3. ábra**) azt mutatta, hogy az ISO előírásokat (max. 3µm), szerszám nélkül teljesíti ugyan, de a bemért 2...3µm ütések finomfelületi megmunkálásnál már jelentős hibákat okozhatnak.

Object	Measuring Method	Diagram	Tolerance	
			ISO	MAZAK STL
Checking of periodic axial slip of the spindle	Observations and references to ISO 230-1 5.621.1 and 5.622.2 This test shall be performed on all working spindles of the machine.		0.005	0.003
Checking of run-out of general taper of the spindle	Observations and references to ISO 230-1 5.612.3 This test shall be performed on all working spindles of the machine.		0.010	0.003
Checking of run-out of general taper of the spindle: a) at a distance of 300 mm from the spindle nose.	This test shall be carried out over at least two revolutions, in accordance with the note in 5.611.4 of ISO 230-1.		0.020	0.008
Checking of parallelism between the spindle axis and the Z-axis motion: a) in the vertical YZ plane;	Observations and references to ISO 230-1 5.422.1 and 5.422.3 Z-axis in center of the travel. For a) Y-axis to be locked, if possible.		0.015/300	0.007/300



3. ábra. A Mazak gép és a szerszám együttes hibájának bemérése finomtapintóval

A szerszámok bemérése további, még jelentősebb ütéseltérésekre világított rá:

Walter gyártmányú DC170 típusjelű $\varnothing 8$ mm csigafúrónál az 1. fog ütese $5,5 \mu\text{m}$, a 2. fog $-2 \mu\text{m}$ volt, így feltételezhető, hogy döntően az 1. fog alakítja majd a felületet.

A Seco R220... négy fogú homlokmarónál az 1. fog ütese $0 \mu\text{m}$, a 2. fog $+18 \mu\text{m}$, a 3. fog $-27 \mu\text{m}$, a 4. fog $+8 \mu\text{m}$, így itt az valószínűsíthető, hogy a felület végső alakításában döntően a 2. és a 4. fog vesz részt.

A palástmaráshoz alkalmazott Walter H312... ujjmarók egyes fogai is jelentős ütéssel, $0-6 \mu\text{m}$ rendelkeztek (lásd 4. ábra).

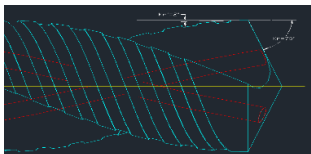
Fog	Maró-1	Maró-2	Maró-3
1	0	0	0
2	-1,5	6	2,5
3	3	4,5	3,5
4	-1,5	5	0

4. ábra. Az ujjmarók fogainak ütese (μm)

Itt is feltételezhető a legnagyobb pozitív ütéssel rendelkező fog dominanciája.

3. Fürt felület kialakulása a forgácsolás folyamatában

A DC170 fúróval végzett forgácsoláskor az elméleti érdesség számításában döntően a főél és mellékél helyzetét jellemző κ_r , ill. a κ_r' szögek vesznek részt ($r_e=0$), (5. ábra).

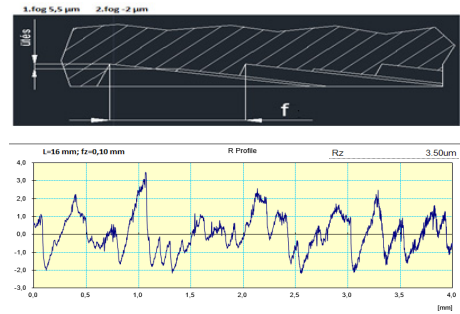


5. ábra. A fúró dolgozó élszögei ($\kappa_r=70^\circ; \kappa_r'=2^\circ$)

Az itt alkalmazható elméleti képlet:

$$R_{elm} = f_z \cdot \frac{tg \kappa_r \cdot tg \kappa_r'}{tg \kappa_r + tg \kappa_r'} \cdot 1000 [\mu\text{m}]$$

A valós érdesség alakulásánál már csak az egyik fog dominál, s így az f_z fogankénti előtolás helyett az f hatásával, illetve a sarokkopás és a forgács felületroncsolásával is [4] számolni kell (6. ábra).



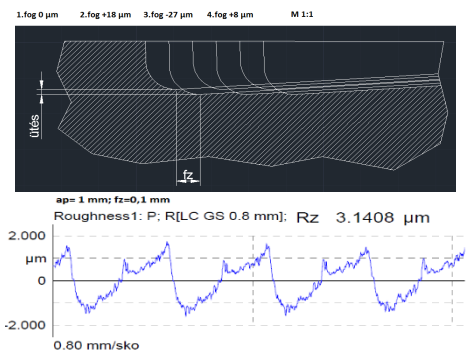
6. ábra. Az ütéssel rendelkező csigafúró elméleti profilja és a valós profil

4. A homlokmaró felület kialakulása

Homlokmarásnál a lapkák geometriája, homlokütése és járulékosan természetesen a szerszám gép főorsójának pontossága hat a kialakuló felületi érdességre. Mivel a marólapka itt $r_e=0$, 8 mm csúcssugárral és kis κ_r' mellékél elhelyezési szöggel rendelkezik az alkalmazható elméleti képlet:

$$R_{elm} = \frac{\sin \kappa_r \cdot \sin \kappa_r'}{\sin(\kappa_r + \kappa_r')} \cdot \left[f - r_e \left(tg \frac{\kappa_r}{2} + tg \frac{\kappa_r'}{2} \right) \right] \cdot 1000 [\mu\text{m}]$$

A fogak ütese természetesen ezt megváltoztatja, s a legnagyobb homlokütésű fogak alakítják ki a valós felületet. Jól látható a 7. ábrán, hogy a legnagyobb ütésű két fog előtolás-nyoma dominál a szimulált és a valós profilképen.

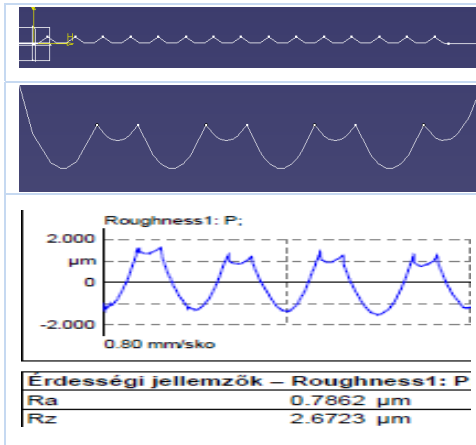


7. ábra. Az ütéssel rendelkező homlokmaró elméleti és valós profilja

5. Palástmart felület kialakulása

Esetünkben négy fog dolgozik egy körülfordulási ciklus alatt, s a szerszám geometriai hibái jelentősen befolyásolják a kialakuló felületi mikrogeometriát [5].

Egyetemünkön végzett kutatások itt is igazolják, hogy a felület messze nem egyenletesen alakul a marás során [5]. A mart felület érdességét többségében a legnagyobb ütésű fog alakítja ki (**8. ábra**)



8. ábra. Az Sz-2. 4 élű ujjmaró által előállított elméleti felületek ütés nélkül, ütésekkel és a valós érdességmérés eredményei ($f_z=0,1$ mm), $Rz_{elm}=0,25$ μm, $Rz_{valós}=2,67$ μm

A fogankénti előtolás f_z hatása részlegesen vagy teljesen elvész, s szerepét döntően a fordulatonkénti előtolás f veszi át. Ilyen esetben az elméleti érdesség az alábbi képletekkel számolható:

$$R_z = \frac{f_z^2}{8 * R_{sz}}, \quad \text{és} \quad R_z = \frac{f^2}{8 * R_{sz}},$$

ahol R_{sz} – a marószerszám sugara.

A várható valós R_z egyenletlenségmagasság érdességi értékek a fenti képletek által meghatározott (min...max) tartományban helyezkednek el, függően attól, hogy a forgácsoláskor adódó egyes fogütések milyen mértékűek.

6. Összegzés, következtetések

Egy adott gyártástechnológia alkalmazásakor a gép és a szerszám teljesítőképességét a forgácsleválasztás, a pontosság és a létrehozott felület érdessége tekintetében maximálisan ki kell használni.

E cél elérése érdekében ismernünk kell az adott technológia korlátait és lehetőségeit. Figyelemmel kell lenni arra, hogy a felületképzés a forgácsoló szerszám elhasználódási folyamata közben valósul meg és függ annak pontosságától.

A szerszám kopása és annak időbeli változása visszahat a megmunkált felületre, melytől megváltozik a mikrogeometriai profil jellege és mértéke.

Több élű szerszámoknál, így főként fűrésznél és marásnál a gépek és szerszámok eltérő gyártási pontossága, a szerszám éleinek ütese meghatározóan befolyásolja a forgácsoláskor kialakuló felületi érdességet. Ezért más technológiai paraméter (v_c forgácsolósebesség, f előtolás, a fogásmélység,...) érdességre való hatásának vizsgálatakor ezt figyelembe kell venni.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] G. N. Tóth, Á. Drégelyi-Kiss and B. Palásti-Kovács: *Analysis of microgeometrical parameters of cutting surfaces*, Pollack Periodica, Vol. 8, No. 2, pp. 55–66 (2013)
- [2] B. Palásti-Kovács, S. Sipos, Sz. Bíró: *The Mysteries of the Surface First Part: The Characteristic Features of the Microgeometry of the Machined Surface*, Acta Polytechnica Hungarica, Vol.11 No.5 2014. p.5-25
- [3] J-E. Stahl, F. Schultheiss, S. Hagglund: *Analytical and Experimental Determination of the Ra Surface Roughness during Turning*, Procedia Engineering, 19 (2011) p. 349-356.
- [4] I. Szalóki: *Analysis of drilling surface microgeometry*, 2nd Regional Conference - Mechatronics in Practice and Education, Subotica, Serbia, (December 5-6. 2013). pp 111-114 ISBN 978-86-7892-565-8
- [5] Ráczai V.: *Az élpreparáció hatása nehezen forgácsolható anyagok marásakor*, 2017.01.31. ÓE-BGK, Szakdolgozat.

ÚJ ALAPOKON A MAGYARORSZÁGI KIBERVÉDELMI STRATÉGIA

NEW FUNDS OF THE CYBER SECURITY STRATEGY IN HUNGARY

Rajnai Zoltán¹, Fregan Beatrix²

¹Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,
Cím: 1081 Budapest, Népszínház u. 8., Tel: +36-1-666-5401,
rajnai.zoltan@bgk.uni-obuda.hu

²Nemzeti Közsolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar,
fregan.beatrix@uni-nke.hu

Abstract

Hungary is focused on the role of national and international protection of cyberspace. The government's IT networks, the security of e-government has a high priority. The European Union Network and Information Security Directives gives a new foundations for the cyber security strategies. The authors present the legal foundations of the base of the Hungarian cyber security.

Keywords: Information security, Cybersecurity, cybersecurity strategy

Összefoglalás

Magyarország kiemelt szerepet szán a kibertér hazai és nemzetközi védelmére. A kormányzati informatikai hálózatok, az e-közigazgatás biztonsága kiemelt feladat. Az Európai Unió hálózatbiztonsági irányelvei új alapokra helyezi a kiberbiztonsági stratégiákat. A szerzők ennek megfelelően mutatják be a magyarországi kiberbiztonság jogi alapjait.

Kulcsszavak: Információbiztonság, kibervédelem, kiberbiztonsági stratégia

Magyarország 2013-ban nemzetközi téren is nagyot lépett előre az elektronikus információk biztonsága terén. Nemzetközi értékelési rendszerben világviszonylatban 6., az európai térségben a 3. helyre rangsorolták. Mindez annak volt köszönhető, hogy az Európai Unió tagállamai között is szinte elsőként alkotta meg nemzeti kiberbiztonsági stratégiáját, valamint az elektronikus információbiztonságról szóló törvényt (Ibtv.). Ezekhez természetesen hozzájárultak azok az ágazati törvények, rendeletek, amelyek az egyes szakterületek részletesen foglalmazták meg a követel-

ményeket és az azok teljesüléséhez szükséges feladatokat.

Az említett jogszabályok hatályba lépését követően megalakításra került a kormányzati eseménykezelő központ, a GovCERT. A Kormányzati Eseménykezelő Központ a magyar és nemzetközi hálózatbiztonsági és kritikus információs infrastruktúra védelmi szervezetek részére, mint az országon belüli koordinációs szervezet végzi az internetet támadási csatornaként felhasználó incidensek kezelését és elhárításának koordinálását, továbbá közzéteszi a felismert és publikált szoftver sérülékeny-

ségeket. A Központ a szolgáltatásait (preventív információ-megosztás és operatív incidens-kezelés) a kormányzati szervezetek és önkormányzatok részére nyújtja.[1]

A kormányzati eseménykezelő Központ szolgáltatásai lehetnek:

– **Preventív szolgáltatás:** Napi rendszerességű hálózatbiztonsági helyzet értékelések és elemzések készítése és jelentése, valamint azonnali figyelmeztetések a kritikus hálózatbiztonsági eseményekről.

– **Incidenskezelés és koordináció:** Folyamatos rendelkezésre állás: a Központ 7/24 órás ügyeletet működtet, ahol az ügyfeleket ért hálózatbiztonsági események, illetve támadások nemzetközi és hazai szintű kezelésére és az elhárítás koordinációjára.

– **Sérülékenység kezelési szolgáltatás:** Megbízható forrásokból (nemzetközi CERT közösség, szoftverszállítók, biztonsági szervezetek, stb.) származó szoftver sérülékenységi információk folyamatos értékelése, elemzése, magyarra fordítása, kockázati osztályba sorolása és jelentése az állami- és önkormányzati szervek részére.

Az eseménykezelő központ feladatai mellett a hatósági jogköröket a Nemzeti Elektronikus Információbiztonsági Hatóság (NEIH) látja el. **A hatóság feladatköre:**

1. Elbírálja az Ibtv. hatálya alá tartozó elektronikus információs rendszerek biztonsági osztályba sorolását;
2. Ellenőrzi az elektronikus információs rendszerek biztonsági osztályba és a szervezetek biztonsági szintbe sorolására vonatkozó jogszabályi követelmények teljesülését
3. A rendelkezésre álló információk alapján kockázatelemzést végez
4. Éves ellenőrzési terv alapján az érintett ügyfeleknél ellenőrzi az információbiztonsági követelményeknek való megfelelést

5. Elrendeli az ellenőrzés során feltárt, vagy más módon tudomására jutott biztonsági rések elhárítását, és ellenőrzi a helyreállító intézkedés eredményességét
 6. Éves jelentést készít a Kormány részére az elektronikus információs rendszerek biztonságával, a létfontosságú információs rendszerelemek védelmével, és a kibervédelem helyzetével kapcsolatban
 7. Együttműködik az Elektronikus Ügyintézési Felügyelettel a szabályozott elektronikus ügyintézési szolgáltatókra vonatkozó biztonsági követelmények biztosításában
 8. Együttműködik a Kormányzati Eseménykezelő Központtal, valamint a Nemzeti Kiberbiztonsági Koordinációs Tanáccsal
 9. Ügyfelei számára engedélyezi és felügyeli az elektronikus információs rendszerek EGT-államban való üzemeltetését
 10. A központi és az európai uniós forrásból megvalósuló fejlesztési projektek tervezési szakaszában ellenőrzi az információbiztonsági követelmények megtartását
 11. A Kormányzati Eseménykezelő Központtal együtt részt vesz a Nemzeti Kiberbiztonsági Koordinációs tanács által felügyelt információtechnológiai, hálózatbiztonsági, információmegosztási és incidenskezelési munkacsoportokban.
2015. október 1-jei hatállyal a Belügyminisztérium felügyelete alatt az említett két szervezet (GovCERT, NEIH) feladatrendszerével megalakult a Nemzeti Kibervédelmi Intézet, amely a felügyeleti munka mellett már a hatósági jogköröket is gyakorolja.

Nemzetközi kitekintés

2016 július 19-én az Európai Unió a hálózatbiztonság és információbiztonság területén egységes törekvéseként megjelentette az úgynevezett NIS irányelveket, amelyben a

tagállamok részére előírta, hogy rendelkezzenek az irányelvben bemutatott területeken kiberbiztonsági stratégiával.[3] Ennek megfelelően Magyarország előtt két lehetőség adódott. Vagy módosítja a már meglévő, 2013-ban kormányhatározattal elfogadott kiberbiztonsági sztratégiát, vagy az irányelveknek megfelelően új stratégiát alkot. A szakemberek egységes álláspontja egy új stratégia megalkotását célozta meg, így megkezdődött a jogszabály előkészítése. A NIS irányelv az első közösségi szintű szabályozás az információbiztonság területén, mely kötelezően és geopolitikai alapon határoz meg szabályokat és kötelező együttműködést egyes intézmények számára. Korábban is megfigyelhető volt a tagállamok információbiztonsággal foglalkozó szervei közötti együttműködés, viszont ez önkéntesen és bizalmi alapon valósult meg. Az irányelv célja, hogy megfogalmazzon egy közös intézmény és eszköztárat a tagállamok számára, illetve egy európai szintű együttműködés alapjait fogalmazza meg. Ennek megfelelően elkülöníthetünk nemzeti szinten végrehajtandó és közösségi szinten végrehajtandó feladatokat.

Nemzeti szintű feladatok

Az irányelv célja, hogy minden tagállam rendelkezzen minimális képességekkel, a szükséges intézményekkel, szabályokkal, valamint a hálózat- és információbiztonság magas szintjét biztosító nemzeti szintű stratégiával. Az irányelv hatályba lépését követően 21 hónap áll rendelkezésére a tagállamoknak ezen intézkedésekre, a jogszabályok létrehozására, módosítására.

Az irányelv előírásai szerint minden tagállamnak ki kell jelölnie egy vagy több (akár szektoronként egy-egy) számítógépbiztonsági eseményekre reagáló csoportot (továbbiakban: CSIRT), amely legalább az adott szektor incidenskezelésért felelős.[4]

Az irányelv elsőként definiálja az ún. alapvető szolgáltatásokat nyújtó szolgálta-

tók csoportját, melybe a digitális infrastruktúrák, energetika, közlekedés, banki szolgáltatások, pénzügyi szolgáltatások, egészségügyi szektor tartozik.

A második alanyi kör a digitális szolgáltatásokat nyújtó szolgáltatók csoportja, melyek körébe pl. az online piactér, keresőmotorok, közösségi hálózatok, felhő szolgáltatók tartoznak.

Az irányelv különböző kijelölési szabályokat, megfelelési kritériumokat, valamint incidens bejelentési kötelezettségeket fogalmaz meg az alapvető szolgáltatásokat nyújtó szolgáltatókra vonatkozóan csakúgy, mint a digitális szolgáltatást nyújtó szolgáltatókra.

A fent felsorolt szektorokban a tagállamoknak ki kell jelölniük a meghatározott szempontok figyelembevételével a hatály alá eső vállalatokat, cégeket. Ehhez szektoronként pontosítani, specializálni kell az irányelv rendelkezéseiben megfogalmazott kijelölés kritériumait. A szolgáltatók kijelölésére az átültetési időszak (21 hónap) után 6 hónapja lesz a tagállamoknak.

EU szintű feladatok

Közösségi szintű együttműködéseket is megfogalmaz az irányelv, annak érdekében, hogy aktív, kiszámítható és hatékony képességekkel rendelkezünk az egész EU területén. Ezen célból az irányelv létrehozta a hatóságok együttműködésére szolgáló Együttműködési Csoportot, valamint a CSIRT-ek együttműködését biztosító CSIRT hálózatot.

A szabályozás kitér a határon átnyúló események esetében a tagállamok által követendő eljárásra, együttműködésre is.

Az irányelv hatályba lépését követő 6. hónap végére EU szinten létrehozandó CSIRT-hálózat és az Együttműködési Csoport nemzeti résztvevőit (nemzeti CSIRT és kompetens hatóság) ki kell jelölnie a tagállamok döntéshozóinak.

Hálózat és Információbiztonsági irányelv számos végrehajtási aktus létrehozását írja elő (például: az Együttműködési Csoport működését biztosító eljárási szabályok, biztonsági és bejelentési követelmények a digitális szolgáltatást nyújtó szolgáltatók számára, valamint a digitális szolgáltatókra vonatkozó bejelentési közzétezettség formai és eljárási követelményei) a Bizottság számára. Ezen feladatok végrehajtására 2016. májusában létrehozta a Bizottság a NIS szakértői csoportot, melyben Magyarországot az NKI képviseli.

Következtetések

Magyarország a kiberbiztonság területét továbbra is kiemelt fontosságúnak tekinti. A hazai állami és kormányzati-önkormányzati rendszerek biztonsága mellett olyan új kihívások jelentek meg, mint a Digitális Jóléti Programból adódó feladatok, a biztonságtudatosítás és az európai uniós elveknek való megfelelés. E területeken a Kormány min-

den tőle telhetően megtesz a biztonságos informatikai hálózatok és az adatbiztonság érdekében.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] www.cert-hungary.hu
- [2] http://eur-lex.europa.eu/legal-con-tent/HU/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2016.194.01.0001.01.HUN&toc=OJ:L:2016:194:TOC
- [3] Farkas Tibor, Sándor Miklós: *A honvédség állandó hírhálózatának fejlesztési kérdései*, Kard és toll: válogatás a hadtudomány doktorandu-szainak tanulmányaiból 1:(2) pp. 158-164. (2006).
- [4] Farkas Tibor, Hronyecz Erika: *The infocommunication system requirements and analysis of the communication of the deployable rapid diagnostic laboratory support „sampling group” II.*, Academic and applied research in public management science XIV:(1) pp. 53-61. (2015) NKE

MOLEKULÁRIS DESZKRIPTOROK ALKALMAZÁSA OKTÁN IZOMEREK TOPOLÓGIAI SZERKEZETÉNEK JELLEMZÉSÉRE

APPLICATION OF MOLECULAR DESCRIPTORS IN THE TOPOLOGICAL CHARACTERIZATION OF OCTANE ISOMERS

Réti Tamás¹, Varga Péter², Réger Mihály³

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,
Anyag- és Gyártástudományi Intézet 1081 Budapest, Népszínház utca 8. Telefon:
+36-1-666-5386

¹reti.tamas@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

The finite set of octane isomers is generally used for evaluating and comparing the discriminating performance of various topological descriptors (graph invariants). In this project 9 different graph irregularity indices are investigated, all of them belong to the family of degree-based topological invariants. Using a comparative test on the set of 18 octane isomers, the main results are presented and discussed. By means of regression analysis, we studied the intercorrelations between the irregularity indices and some physicochemical properties. The degree of the intercorrelation was evaluated by correlation coefficients. It has been concluded, that among 9 topological descriptors there are several irregularity indices by which the preselected physicochemical properties of octane isomers can be predicted with a satisfactory accuracy.

Keywords: structural chemistry, graph invariants, statistical analysis

Összefoglalás

Az oktán izomerek elterjedten használatosak a különféle típusú topológiai deskriptorok (gráf-invariánsok) diszkriminációs képességének minősítésére és összehasonlítására. Jelen projekt keretében 9 különböző irregularitási indexet vizsgáltunk, ezek a gráfok fokszámai alapján definiált topológiai invariánsok. A 18 oktán izomerrel végzett összehasonlító teszt főbb eredményeit ismertetjük és értékeljük. Regresszió-analízis alkalmazásával elemeztük az irregularitási indexek és egyes fizikai-kémia anyagjellemzők közötti interkorrelációt. Az interkorreláció mértékének számszerű jellemzésére a korrelációs együtthatók szolgáltak. Arra következtettünk, hogy a vizsgált irregularitási indexek között több olyan van, amellyel az oktán izomerek egyes fizikai-kémiai tulajdonsága kielégítő pontossággal előre becsülhető.

Kulcsszavak: szerkezeti kémia, gráf invariánsok, statisztikai analízis

1. Bevezetés

A szerkezeti kémiában általános törekvés a szerves vegyületek szerkezete és ezek

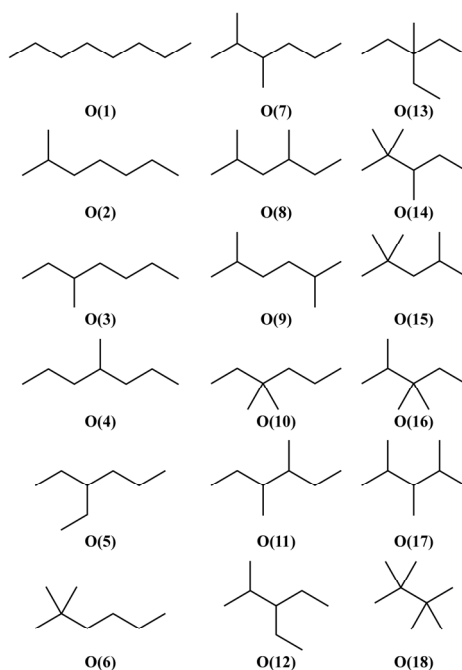
fizikai-kémiai tulajdonságai közötti összefüggések kvantitatív kritériumon alapuló leírása. A szerves vegyületek között a legegyszerűbb szerkezetűek a szénhidro-

gének, ennek tulajdonítható, hogy tulajdonságaik predikciójára elterjedten használatosak a gráfelméleten alapuló eljárások [1,2]. Ezek közös sajátossága, hogy adott n-számú karbon atomot tartalmazó szénhidrogén-vegyületet egy n csúcspontú gráffal modellezik, a gráf szerkezetének számszerű jellemzésére ún. topológiai invariánsokat (molekuláris topológiai deszkritorokat) használnak. Jelen kutatási projekt keretében azt vizsgáltuk, hogy a topológiai invariánsok egy speciális osztályának tekintett „gráf-irregularitási indexek” milyen hatékonysággal alkalmazhatók a mindössze 8 karbon atomot tartalmazó ún. oktán-izomerek egyes fizikai-kémiai tulajdonságainak becslésére, predikciójára.

2. Irregularitási indexek származtatása

Vizsgálatinkat n csúcsszámú és m élszámú összefüggő gráfokra korlátoztuk, ahol V illetve E a gráf csúcsainak illetve éleinek halmazát jelöli. A szokásos terminológiát használva, d_u a gráf egy tetszőleges u csúcsának fokszáma, és uv pedig a gráfnak két szomszédos, u és v csúcsait összekötő éle. Definíció szerint egy gráf reguláris, ha minden egyes csúcsának fokszáma azonos, és irreguláris, ha léteznek különböző fokszámú csúcsai.

Gráfok strukturális inhomogenitásának kvantitatív jellemzésére elterjedten használatosak a különféle típusú irregularitási indexek. Egy G gráf $Irr(G)$ topológiai invariánsát a gráf irregularitási indexének szokás nevezni, ha $Irr(G) \geq 0$, és $Irr(G)=0$ akkor és csak akkor, ha a gráf reguláris [3]. Az oktán izomereknek pontosan 18 különböző változata ismert, következésképpen ezekhez 18 különböző (nem izomorf) gráf rendelhető. (1. ábra). Ezek mindegyike nem-reguláris gráf.



1. ábra. Oktán-izomerek gráfjai

Az oktán izomereket reprezentáló gráfok a fa-gráfok családjába tartoznak, következésképpen $n=8$ csúcsot és $m=7$ élet tartalmaznak. E gráfok strukturális jellemzésére, 9 különböző irregularitási indexet választottunk ki, definiálásukra az alábbi képletek szolgáltak:

$$IR1(G) = \sum_{u \in V} d_u^3 - \frac{2m}{n} \sum_{u \in V} d_u^2$$

$$IR2(G) = \sqrt{\frac{\sum_{uv \in E} d_u d_v}{m}} - \frac{2m}{n}$$

$$IRF(G) = \sum_{uv \in E} (d_u - d_v)^2$$

$$IRA(G) = \sum_{uv \in E} (d_u^{-1/2} - d_v^{-1/2})^2$$

$$IRB(G) = \sum_{uv \in E} (d_u^{1/2} - d_v^{1/2})^2$$

$$IRC(G) = \frac{\sum_{uv \in E} \sqrt{d_u d_v}}{m} - \frac{2m}{n}$$

$$\text{IRDIF}(G) = \sum_{uv \in E} \left| \frac{d_u}{d_v} - \frac{d_v}{d_u} \right|$$

$$\text{AL}(G) = \sum_{uv \in E} |d_u - d_v|$$

$$\text{IRL}(G) = \ln \prod_{uv \in E} \left\{ \frac{\max(d_u, d_v)}{\min(d_u, d_v)} \right\}$$

3. Korrelációs vizsgálatok eredményei

Vizsgálataink alapvetően annak tisztázására irányultak, hogy a fentebb definiált irregularitási indexek milyen hatékonysággal alkalmazhatók az oktán izomerek bizonyos fizikai-kémiai tulajdonságainak predikciójára. Erre a célra a leginkább kézen fekvő módszerek a lineáris, egyváltozós korreláció-analízisen alapuló statisztikai módszer kínálkozott. Kilenc irregularitási index felhasználásával három kiválasztott anyagtulajdonságra vonatkozóan, (nevezetesen a forráspont (Bp), a párolgási standard entalpia (DhVAP) valamint az entrópia (Entrópia)) végeztünk összehasonlító korreláció-elemzést. A korrelációs együtthatók (R) előjeles számértékeit az **1. táblázat** összesíti. A táblázatban a becült korrelációs együtthatók közül számszerűen csak azokat tüntettük fel, amelynek abszolút értéke 0,8-nál nagyobbra adódott.

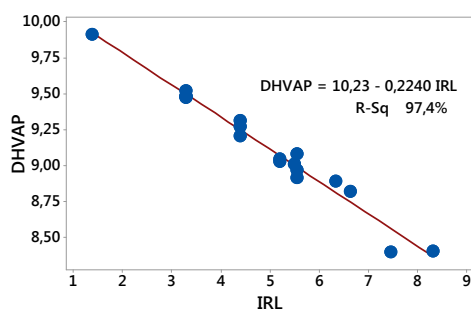
1. táblázat. Korrelációs tényezők (R) számított értékei

Index	Bp	DhVAP	Entrópia
IR1	–	-0,919	-0,951
IR2	–	-0,818	-0,936
IRF	–	-0,938	-0,907
IRA	-0,820	-0,958	-0,906
IRB	-0,805	-0,953	-0,912
IRC	–	-0,881	-0,954
IRDIF	-0,830	-0,939	-0,863
AL	-0,816	-0,976	-0,897
IRL	-0,837	-0,987	-0,898

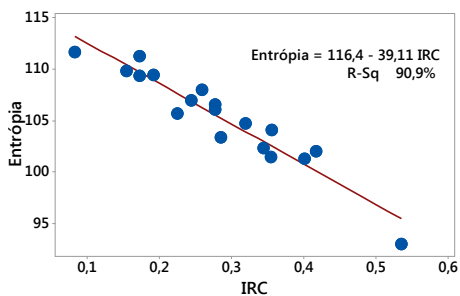
4. Következtetések

Az eredményeket értékelve az alábbi következtésekre juthatunk:

- Az oktán izomerek forráspontjának (Bp) predikciója lineáris regresszióval származtatott egyenletekkel kevésbé sikeres. A legjobb esetben is a korrelációs együttható értéke csak $R = -0,837$ adódott, ezt az értéket az IRL irregularitási index felhasználásával lehetett elérni. A szakirodalomban több helyen is utalnak arra, hogy a Bp forráspont előrejelzése tűnik a leginkább problematikusnak a vizsgált fizikai-kémiai tulajdonságok között.
- Ami a párolgási standard entalpia (DhVAP) predikcióját illeti, mint megállapítható, többféle irregularitási index alkalmazása is kielégítő eredményhez vezet. Ezek között a predikció hatékonyságát tekintve a legjobb az IRL index, amelyre vonatkozóan $R = -0,987$.
- Hasonlóan ígéretes eredményeket kaptunk az Entrópia becslésekor. Ez esetben a legjobb predikciót az IRC index szolgáltatta, ezt a megállapítást egyértelműen alátámasztja a $R = -0,954$ korrelációs tényező kimagasló értéke.



2. ábra. Az IRL irregularitási index és a DhVAP anyagjellemző közötti összefüggés



3. ábra. Az IRC irregularitási index és az Entrópia közötti összefüggés

A korrelációs vizsgálatok leginkább relevánsnak tekinthető eredményeit a DHVAP és az Entrópia tulajdonságokra vonatkozóan 2. és 3. ábrák diagramjai szemléltetik.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] R. Todeschini, V. Consonni, *Handbook of Molecular Descriptors*, 2nd ed., Wiley-VCH, Weinheim, 2009.
- [2] I. Gutman, *Degree-Based Topological Indices*, *Croat. Chem. Acta*, 86, 2013, 351-361.
- [3] T. Réti, E. Tóth-Laufer, *On the construction and comparison of graph irregularity indices*, *Kragujevac J. Sci.* 39 (2017) 66-88.

AUTOMATIZÁLT PNEUMATIKUS SZELEP VESZTESÉGMÉRŐ MEGALKOTÁSA

AUTOMATIZED SYSTEM FOR MEASURING FLOW LOSSES OF PNEUMATIC VALVES

Sipos Kristóf Balázs¹, Tóth János²

Debreceni Egyetem, Műszaki kar, Villamosmérnöki és Mechatronikai Tanszék, 4028,
Magyarország, Debrecen, Ótmető utca, 2-4

¹siposk94@gmail.com ²tothjanos@eng.unideb.hu

Abstract

The pneumatic devices are frequently used in several fields of the industry but the losses and pressure drops of the pneumatic system are not really investigated. These losses can cause great property damages during long uptime because the compressed air is a quite expensive energy source. I designed a measuring system which is able to measure the friction losses of electro-pneumatic 5/2-way valves (monostable and bistable too). It is possible to choose between manual and automatic operation modes as well. In the automatic mode the system makes measurements in three different user-defined pressure levels. In the manual mode the measuring pressure can be set between 2-6 bars. An automatic evaluate program is also an important part of the created system. It gives the possibility of the fast evaluation of the saved data and it could be the base of a fast report generating application.

Keywords: *pneumatic valve, flow loss, PLC, HMI, data acquisition*

Összefoglalás

Az iparban számos területen alkalmaznak pneumatikus berendezéseket, azonban a pneumatikus rendszerekben fellépő veszteségekkel, nyomásesésekkel keveset foglalkoznak. Mivel a sűrített levegő igen drága energiaforrás, ezért ezek a veszteségek hosszú üzemidő alatt igen nagy anyagi károkat okozhatnak. Az általunk megtervezett mérőrendszer alkalmas 5/2-es elektropneumatikus szelepek (monostabil és bistabil is) áramlási veszteségének a mérésére. A felhasználónak lehetősége van automatikus és manuális üzemmódok közül választani. Automatikus üzemmódban a rendszer három nyomásértéken végez méréseket, melyet a kezelő határoz meg. Manuális üzemmódban a mérési nyomás szabadon állítható 2-6 bar-os tartomány között. A rendszerhez tartozik egy automatikus kiértékelő program is. Ezzel az alkalmazással gyors adatfeldolgozás valósítható meg, mellyel a gyors jegyzőkönyv készítés alapjait lehet megteremteni.

Kulcsszavak: *pneumatikus szelep, áramlási veszteség, PLC, HMI, mérésadatgyűjtés*

1. Bevezetés, előzmények

A szakirodalomban több módszer is létezik a különböző szelepjellemzők mérésé-

re illetve számolására. Magyarországon jelenleg nem található hatályos, érvényben lévő szabvány, ami pontosan meghatározná, hogy a szelepek átömlési karakterizti-

káját hogyan kell meghatározni. Azonban 2015.05.01-ig érvényben volt ezzel a témával foglalkozó MSZ ISO 6358 szabvány, amely 20 mm-nél kisebb átömlési furattal rendelkező szelepek mérését határozza meg. Az említett szabvány előírja, hogy mérés közben legalább egy keresztmetszeten az áramlás sebességének el kell érnie a hangsebességet, az ilyen áramlást fojtásos áramlásnak nevezi. A szabvány a számolás menetét is pontosan meghatározza hangsebesség feletti áramlás esetén, illetve kitér arra is, hogyan kell számolni hangsebesség alatti áramlás esetén.

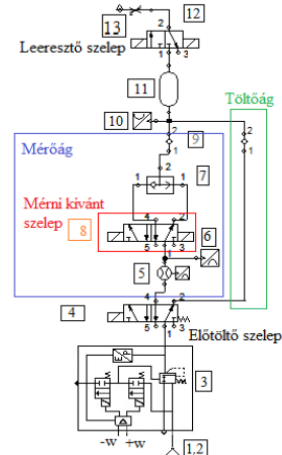
A japán JFPS 2009:2002 szabvány már alkalmas 20 mm-nél nagyobb átömlési furattal rendelkező szelepek mérésére, azonban ez is hangsebesség feletti áramlást ír elő. A szakirodalmi áttekintés során nem találtunk olyan rendszert, amely hangsebesség alatti áramlás esetén is alkalmazható és automatikus kiértékelést tesz lehetővé. [1],[2][3],[4]

2. Az elektropneumatikus kapcsolat felépítése

A rendszer elkészítésének első lépése a pneumatikus kapcsolat megtervezése volt. A pneumatikus kapcsolat megvalósításához a Festo által fejlesztett FluidSIM v4.2 programot használtuk fel. Az elkészített kapcsolat az 1. ábrán látható. A kapcsoláshoz felhasznált elemek a következők: 1. kompresszor, 2. levegő előkészítő, 3. proporcionális szelep, 4. 5/2-es előtöltő szelep, 5. áramlásmérő szenzor, 6. és 10. nyomásmérő szenzorok, 7. logikai „vagy” szelep 8. mérni kívánt szelep, 9. visszacsapó szelepek, 11. puffer tartály, 12. 3/2-es leeresztő szelep, 13. fojtószelep.

A kapcsolat működése a következő: alapesetben, a puffer tartályban csak az atmoszférikus nyomás tapasztalható. Amint a kezelő a HMI-n keresztül beállítja a mérési tartományt, az 1. ábrán jelölt „előtöltő szelep” a 9-es jelű visszacsapó

szelepen keresztül elkezdi a puffer tartályt tölteni, ilyenkor az 3/2-es „leeresztő szelep” (1. ábra 12. elem) zárva van egészen addig, amíg a beállított nyomás meg nem közelíti a tartály nyomását 0,5 bar különbséggel.



1. ábra. A megvalósított elektropneumatikus kapcsolat

Erre azért van szükség, mert a rendszer így hozza létre a szükséges ellenoldali nyomást a szelep méréséhez, ezáltal a mérés már nem terheletlen állapotból indul. Ha kialakult a kívánt nyomás a tartályban, a töltő szelep átkapcsol és a 3-as jelű proporcionális szelep már a kívánt mérési nyomást állítja elő. A „előtöltő szelep” átkapcsolásával egy időben nyit a 13-assal jelölt „leeresztő szelep” is, így a „mérőág” létrejön a kívánt áramlás. Annak érdekében, hogy az áramlás értéke ne haladja meg az áramlásmérő (1. ábra 5. elem) mérési tartományát (5-50 l/perc), beépítésre került egy állítható fojtó szelep (1. ábra 13. elem), melyet úgy állítottunk be, hogy alapesetben 20-25 l/perc legyen a mérőműszeren az áramlás, így még a hirtelen kiugró változás értékeket is mérni tudja az áramlásmérő szenzor. Ez az állapot egészen addig tart, amíg le nem telik a kezelő által beállított mérésidő. Ha letelt, a „töltő szelep” ismételen tölteni kezdi a

puffer tartályt, hogy a következő nyomásértéknél is terhelt állapotban legyen a rendszer. Ez a töltési folyamat ugyanúgy zajlik, ahogy azt korábban leírtuk. Amint a rendszer végigmérte a három nyomásértéket, a program átváltja az 5/2-es 8. jelű mérendő szelepet az 1-2 irányról az 1-4 irányra. Eközben a puffer tartály nyomását folyamatosan engedi le a „leeresztő szelep”, hogy 1-4 irányban is azonos előtöltéssel tudja végrehajtani a mérési folyamatot. Ha megtörtént a mérés 1-2 és 1-4 irányokban is, a rendszer visszatér alapállapotba, egészen a következő mérés indításáig.

3. Mérési eredmények feldolgoása

A mérés gyors kiértékelése érdekében létrehoztunk egy Visual Basic for Applications-ben elkészített programot, amelyben néhány kattintással a szelep(ek) mérése során kapott értékek kiértékelhetők. A programba beépítésre került egy jegyzőkönyv mentése funkció is, ezzel a funkcióval könnyen készíthető mérési jegyzőkönyv a szelepről. Ez a program automatikusan számolja ki az átlag nyomáseséseket és áramlási értékeket a mérési tartományokon úgy, hogy a puffer tartály töltéséből adódó tranziens értékeket elhanyagolja. A kezelő felületen az adatok beolvasására kattintva kezdhet a felhasználó új mérés kiértékelésébe. A bemeneti adatok kitöltése jegyzőkönyv készítéséhez fontos. Adat beolvasás után a rendszer megkezdi a kiértékelést, amint a mérés kiértékelése gombra kattint a kezelő. A program az előző két mérési ponthoz képest vizsgálja, hogy hány százalékban tér el az aktuális mérési pont az előzőekhez képest, így csak a közel lineáris szakaszokat veszi figyelembe, ahol a terhelés közel állandó. Erre azért van szükség, hogy azonos körülmények között történt mérési eredményeket hasonlítsa össze, az átmeneti szakaszokat, amelyek a puffer tartály töltéséből adódnak, elhanyagolja. Ezeket a

szakaszokon számol egy átlagos nyomásesést és áramlási értéket 1-2 és 1-4 irányokra is, melyeket a **2. ábra** mutat.

Átlagos nyomáskülönbség 1-2 irányba [bar]		Teljes átlag 1-2 irányban [bar]
1. Tartomány	0,260	0,316
2. Tartomány	0,332	
3. Tartomány	0,357	
Átlagos nyomáskülönbség 1-4 irányba [bar]		Teljes átlag 1-4 irányban [bar]
1. Tartomány	0,280	0,313
2. Tartomány	0,311	
3. Tartomány	0,350	

2. ábra. Kezelőfelület 2. részlet

A program egy összegző táblázatot is kitölt, amiben a szelep két állapota közötti eltérés látható áramlási és nyomás értékekre (**3. ábra**, **4. ábra**).

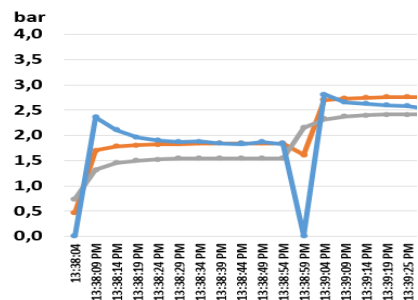
Nyomáskülönbségek eltérése		Eltérés 1-2 irányhoz képest	Eltérés 1-4 irányhoz képest
Tartomány	Eltérés [bar]	[%]	[%]
1.	0,020	6,31	6,37
2.	0,021	6,61	6,68
3.	0,008	2,45	2,47

3. ábra. Nyomásértékek eltérése - részlet

Áramlási sebességek eltérése		Eltérés 1-2 irányhoz képest	Eltérés 1-4 irányhoz képest
Tartomány	Eltérés [l/perc]	[%]	[%]
1.	0,978	5,55	5,64
2.	1,236	7,00	7,12
3.	2,607	3,67	3,73

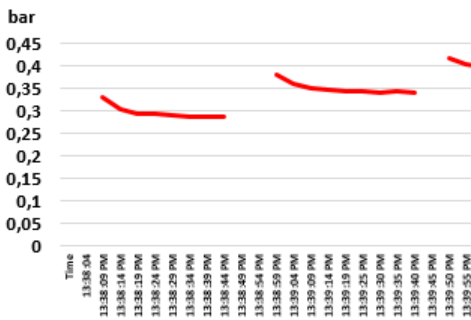
4. ábra. Áramlási sebességek eltérése - részlet

Az összes számolt és beolvasott adatból a program hét különböző grafikont készít el. Az elsőt egy teljes mérési adatsor látható (**5. ábra** –szürke és sárga nyomás értékek, kék pedig az áramlási értéket jelöli).

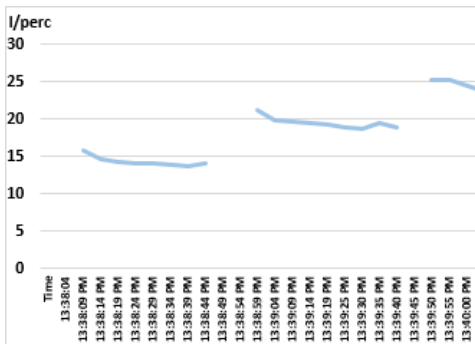


5. ábra. Teljes mérési adatsor – részlet

A könnyebb megértés érdekében a program a teljes mérési adatsoron látott grafikonokat szétválogatja és külön-külön is megjeleníti, valamint elkészíti a teljes adatsorhoz tartozó nyomáskülönbég grafikont is. Látható, hogy a puffer tartály töltésénél ezen a grafikonon nullás értékek is megjelenhetnek (5. ábra, kék grafikon), ezeknek a figyelembe vétele hibás következtetéseket eredményezne, ezért szükséges ezen szakaszok elhanyagolása. A töltési szakaszok elhanyagolása után az algoritmus elkészíti az áramlási értékekre (6. ábra) és nyomáskülönbégekre (7. ábra) vonatkozó grafikonokat.



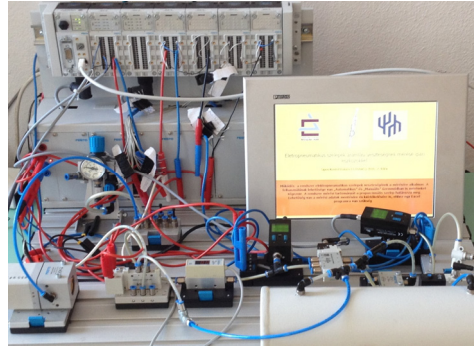
6. ábra. Áramlási értékek - részlet



7. ábra. Nyomáskülönbégek - részlet

A jegyzőkönyv mentése gombra kattintva a program automatikusan elmenti a kiértékelt mérési eredményeket egy PDF dokumentumba.

4. Következtetések



8. ábra. Általunk megvalósított mérőrendszer

A rendszer (8. ábra) egy gyors és egyszerű mérési és kiértékelési folyamatot valósít meg, ami ipari körülmények között is lehetővé teszi, hogy a szelepeket nagyobb hatékonysággal működtethessük. Ezzel végeredményben pedig egy hatékonyabban, megbízhatóbban működtethető és energiatakarékosabb gyártástechnológiát valósíthatunk meg, ahol a veszteségeket csökkenthetjük, és ez hosszútávon olcsóbb termékek előállításához vezethet.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1.] MSZ ISO 6358:1995 *Pneumatikus energiaátvitel. Összenyomható munkaközeggel működő elemek. Áramlási jellemzők meghatározása.*
- [2.] JFPS 2009:2002, *Test method for flow-rate characteristics of pneumatic components using charge method.*
- [3.] JIS B 8390:2000, *Pneumatic Fluid Power Components Using Compressible Fluids - Determination of Flow-rate Characteristics.*
- [4.] S. de las Heras: *A new experimental algorithm for the evaluation of the true sonic conductance of pneumatic components using the characteristic unloading time.* In: International Journal of Fluid Power, Volume 2, 2001.

A NYUGDÍJFOLYÓSÍTÁS INFORMÁCIÓBIZTONSÁGI ÉS INFORMATIKAI BIZTONSÁGI KÉRDÉSEI

THE PENSION PAYMENTS OF INFORMATION SECURITY AND IT SECURITY QUESTIONS

Szabó Zsolt Mihály

Óbudai Egyetem, Biztonságtudományi Doktori Iskola, H-1081 Magyarország, Budapest, Népszínház utca 8. fszt., +36-1-666-5375, zsolt@tamivary.hu

Abstract

One of the most important values of economic and social life is information. Information are source of power, basement of efficient operation for organisations, their property and commodity. Security of information is rarely thought of as a problem - but actually series of actions done in order to protect information is netting the everyday of modern life. There are processes that can bring the functioning of an organisation to a critical situation when there are occurring problems if it is not regulated properly and we are not prepared for averting a disaster. This study summarizes the information security systems theoretical background and planning process through a case study is an example of a possible implementation.

Keywords: *pension payments, retirement security, information security, IT security, threats and risks.*

Összefoglalás

A gazdasági és társadalmi élet egyik legfontosabb értéke az információ. Az információ a szervezetek számára erőforrás, hatékony működés alapja, szervezet vagyona és gyakran termék, áru is. Az információ biztonsága ritkán merül fel bennünk, mint probléma, pedig valójában mindennapjainkat behálozza az információk védelmében tett tevékenységek sorozata. Vannak folyamatok, amelyek kritikus helyzetbe hozhatják a szervezetet működését probléma esetén, ha nem megfelelően szabályozzák a szervezet működését, és hatékonyan nem készül fel a szervezet egy esetleges katasztrófa elhárítására. E tanulmány az informatikai biztonsági rendszer elméleti tervezési folyamatának hátterét foglalja össze és egy esettanulmányon keresztül példát mutat egy lehetséges megvalósításra.

Kulcsszavak: *nyugdíjfolyósítás, nyugdíjbiztonság, információbiztonság, informatikai biztonság, fenyegetettség és kockázatok.*

1. Bevezetés

A támadások célja alapvetően az adat, melyet különböző rendszerelemek vesznek körül, folyamatok kezelnek. A fenyegetettség a rendszerelemek meghatározott láncán keresztül az adatokat és az adatokat kezelő folyamatokat veszélyeztetik. A vé-

delem megvalósítása nem csupán egy eszközrendszer megvalósítását, hanem egy szervezet teljes, azaz fizikai, logikai, adminisztratív és a humán erőforrás védelmi rendszerére vonatkozóan, a tervezéstől a megvalósításig terjedő folyamatát jelenti.

2. Információbiztonság és Informatikai biztonság

Az informatikai biztonság alatt a szervezeti tevékenységek informatikai összetevőinek a célok eléréséhez szükséges megfelelő állapotban tartását értjük [1]. A biztonság a szervezeti működés egyik lényegi eleme egy állami nyugdíjfolyósító esetében a szervezeti kondíciókkal egyenrangú [2]. A szervezeti biztonság komplex fogalom, az egyes részterületek szoros összefüggésben vannak és függenek egymástól. Az alábbi részeket kell figyelembe venni az információbiztonság tervezés során:

- Fizikai biztonság, objektum védelem;
- IT biztonság;
- Ügymenetbiztonság;
- Humán biztonság;
- Papír és hagyományos alapú adatbiztonság.

A fenti részeket figyelembe véve a megvalósítandó védelemnek zártnak, teljes körűnek, a kockázatokkal arányosnak és időben folyamatosan biztosítottnak kell lennie [3]. Egy szervezet informatikai rendszere biztonsági menedzsmentjének kialakításakor annak központosítására, egységes, áttekinthető, számítástechnikai eszközökkel történő támogatására, illetve e rendszer lehető legnagyobb mértékű automatizálására, az emberi tényező lehetőség szerinti kiiktatására kell törekedni. Törvény írja elő, hogy az állami szervek informatikai rendszerének képesnek kell lennie a szervezet működése szempontjából meghatározó hardver- és szoftvereszközök kritikus biztonsági eseményeinek megfigyelésére és naplózására, illetve ezen események automatizált kezelésére. Egy állami szervezet informatikai rendszerének és biztonsági menedzsmentjének kialakításakor a fenti követelményeken túl fontos, hogy a biztonsági rendszerben egyszerűen legyen leképezhető és ellenőrizhető a szervezet biztonságpolitikájának megvalósítása. A biztonsági menedzsmentnek legyen szerves része

a hálózat-, felhasználó-, szoftver-, tűzfal-menedzsment, a levelező rendszer tartalomszűrése, vírusvédelme és egyéb más informatikai rendszerek. Az információbiztonság három alapvető követelmény (bizalmassága, sértetlensége, rendelkezésre állás) együttes teljesülése esetén valósítható meg. Ez a három követelmény az információkkal kapcsolatos [4]. Ha ezek a követelmények nem teljesülnek, elveszhet, sérülhet az IT rendszer, illetve az általa kezelt adatok:

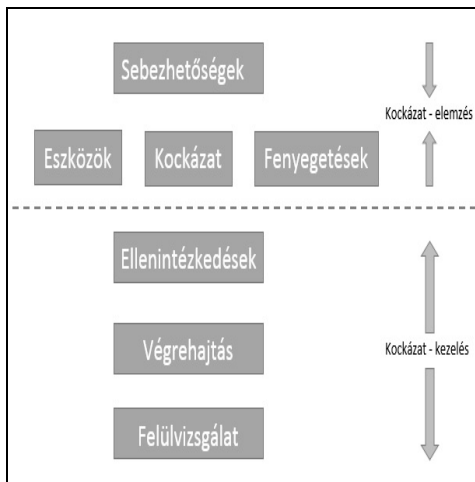
- Bizalmassága: az információt más is megismerheti, mint aki jogosult;
- Sértetlensége: az információ átadása során megváltozhat;
- Rendelkezésre állás funkcionalitása: az információ kellő időben nem hozzáférhető.

Egy nagyobb szervezetenél adminisztratív védelemnek szervezeti és rendszerszintekre tagolt hierarchikus szerkezetét kell kialakítani. A legfontosabb dokumentumok két nagy csoportra oszthatók, melyek egy állami szervezete működését szabályozzák, valamint az elektronikus információs rendszerei adatvédelmére vonatkozó legfontosabb normatívák [5]. A külső dokumentumok (pl. Magyarország Nemzeti Kibervédelmi Stratégiája, Ibtv., Lrtv., Infotv., Mavtv., MeH ITB 8., KIB 25, EU irányelvek, és belső dokumentumok (pl. Biztonságpolitikák, Biztonsági Stratégiák, Biztonsági Szabályzatok) [8]. Minden szervezetnek vannak céljai, amelyeket szervezeti stratégiájukban fogalmaznak meg. A szervezeti stratégiának fontos eleme a biztonsági stratégia. Biztonság alatt azt az állapotot értjük, amelyben a szervezet számára fontos tevékenységek zavartalanul végezhetők. A szervezeti tevékenységek biztonságát szavatoló rendszereknek le kell fednie minden olyan tevékenységet, amelyet a szervezeti stratégia érint. A szervezeti és az informatikai biztonsági stratégia együtt garantálja a biztonság teljeskörűségét és egységes szintjét [6]. Az informatikai

biztonsági rendszernek olyan megoldásokra van szüksége, amelyek a biztonsági követelményeket a lehető legkisebb, már elfogadott maradvány-kockázattal elégítik ki [7].

3. Informatikai biztonság tervezése

Az informatikai biztonság tervezésénél kockázatkezelési módszereket és eszközöket kell alkalmazni [3]. Az emberi tényező, mint más területeken, itt is igen fontos [6]. Kockázatelemzésről nem beszélhetünk korszerű módszerek, eszközök és technikák alkalmazása nélkül.



1. ábra. Kockázati összetevők a CRAMM módszertan alapján

A kockázatmenedzsment céltudatos tevékenység, amely kockázattért szemléletre, kockázatelemzési és kezelési módszerekre, eszközökre és folyamatokra épül [3]. A 1. ábra mutatja a kockázati összetevőket a CRAMM szerint. A CRAMM (CCTA Risk Analysis and Management Method) alapú módszertan, amely a MeH ITB 8. számú ajánlás (Informatikai biztonsági módszertani kézikönyv) átvett és az egyik legelfogadottabb metodológia napjainkban. Ez a módszer leírja a számítástechnikai rendszerek sebezhető pontjait, és javaslatokat tesz ellenintézkedésekre.

1. táblázat. Példa a CRAMM alapú mátrixra

		Szervezeti hatás (kárérték)				
		1	2	3	4	5
Kockázat gya- korúsága	1	E	E	E	E	D
	2	E	E	E	D	K
	3	E	E	D	K	K
	4	E	D	K	K	K
	5	D	K	K	K	K

Az 1. táblázat egy lehetséges példát mutat a CRAMM 5x5-ös mátrixra [7]. Azokba a mezőkbe, melyeknél elfogadhatók (E) a kockázatok, nem kerülnek kidolgozásra új kockázatjavító intézkedések. A döntés szükségességét (D) tartalmazó mezőkben a szervezet működésének megfelelő döntés szükséges a kockázatok további kezeléséről. A kezelendő kockázatot (K) jelölő mezők esetében intézkedési terv kidolgozása szükséges.

4. Esettanulmány

Egy állami nyugdíjfolyósító a szervezeti és IT stratégiájában meghatározott számos céljának elérése érdekében indította el Ügymenet-folytonosság projektjét. A projekt a szervezet szolgáltatásai megbízhatóságának növelését, továbbá folyamatos és zavartalan működését hivatott elősegíteni oly módon, hogy előre felkészült a váratlan, a szervezeti ügymenetet jelentősen befolyásoló események (katasztrófák) kezelésére. Maga a projekt három fő fázisból állt: 1. Általános informatikai biztonsági átvilágítás; 2. Kockázat- és ügymeneti hatáselemzés; 3. Ügymenet-folytonossági Terv (ÜFT) és Informatikai Katasztrófa Elhárítási Terv (IKET) kidolgozása. A szervezeti rendszer nélkülözhetetlen eleme az informatikai rendszer, ezért a projekt teljes körű biztonsági átvilágítással kezdődött. E fázis eredményei egy önálló jelentésben kerültek összefoglalásra. Az Ügymenet-folytonosság projekthez az átvilágításnak leginkább a rendszerek folytonosságával kapcsolatos

eredményei kerültek felhasználásra, melyet az akciótervbe kellett beépíteni. Az ügymenet-folytonosság tervezés alapját egy kockázat- és kárhatás-elemzés teremtette meg, melynek során a szervezet ügymeneti folyamatai és az azokat támogató informatikai rendszerek kerültek áttekintésre és kockázati alapú besorolásra. A szervezeti kockázatot annak a potenciálisan okozott kárnak a nagyságával kellett mérni, amely kár a pénzügyi veszteségen túl imidzs veszteség, ügyfelek esetleges elvesztését is magában foglalta. Az információs rendszerek illetve az azokban kezelt adatok kockázati besorolását az integritás, a rendelkezésre állás, a bizalmasság, azok véletlen vagy szándékos megsértéséből adódó kár, ill. kár-hatás alapján kellett végrehajtani. Minden információrendszerre érvényesíteni kellett egy minimális védelmet, amelynek a szervezet által meghatározott fizikai és logikai védelmi eljárásokat, a vírusmentesítő rendszer alkalmazását, a jogosultsági rendszer használatát kellett tartalmaznia. Az egyes információrendszerek kockázati besorolásához kellett rendelni a szervezet számára lehetséges védelmi megoldásokat, a megkívánt helyreállítási időt és rendelkezésre állást.

5. Következtetések

Komplex informatikai biztonsági rendszer tervezésének ma már elengedhetetlen feltétele a kockázat alapú korszerű tervezési módszerek ismerete és alkalmazása.

Mint a tanulmányból kiderül, nagyon sok szempontot kell figyelembe venni, hogy ezt a típusú munkát siker koronázza.

A tervezés minden esetben meglehetősen intézmény specifikus, az adott intézmény szerkezetét, adottságait messzemenően figyelembe kell venni.

Végezetül nem szabad elfelejteni, hogy az informatikai biztonság témájának nagysága és folyamatos fejlődése miatt, elen-

gedhetetlen, hogy ismereteinket folyamatosan frissítsük és aktualizáljuk.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Michelberger, P. (2013): *Vállalatbiztonság*. In Nagy Imre Zoltán (szerk.), *Vállalkozásfejlesztés a XXI. században III*. Tanulmánykötet, Óbudai Egyetem. 35-52. oldal.
- [2] Michelberger, P., Lábodi, Cs. (2012): *Vállalati információbiztonság szervezése*. In Nagy Imre Zoltán (szerk.), *Vállalkozásfejlesztés a XXI. században II*. Tanulmánykötet, Óbudai Egyetem. 241-302. oldal.
- [3] Mógor, T., Rajnai Z. (2014): *Elektronikus adatkezelő rendszerek kockázatelemzése, a kockázati módszerek bemutatása*, Bolyai Szemle, 33/2, 2014, 43–59. oldal.
- [4] Muha, L., Krasznay, Cs. (2014a): *Az elektronikus információs rendszerek biztonságáról vezetőknél*. Budapest. NKE Vezető- és Továbbképzési Intézet. 1-30. oldal.
- [5] Muha, L., Krasznay, Cs. (2014b): *Az elektronikus információs rendszerek biztonságának menedzselése*. Budapest. NKE Vezető- és Továbbképzési Intézet. 1-120. oldal.
- [6] Nyikes, Z., Németh, Z. Kerti, A. (2016): *The electronic information security aspects of the administration system*, 2016 IEEE 11th International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics (SACI), Timisoara, pp. 327-332. DOI: 10.1109/SACI.2016.7507395
- [7] Répás, S., Dalicsék, I. (2015): *Az információbiztonsági kockázatelemzés módszertani kérdései a kritikus infrastruktúra elemeket üzemeltető szervezetek esetében*. A NKE állam- és közigazgatás-tudományi szakmai folyóirata 2015. 4. 22-33. oldal.
- [8] Szádeczky, T. (2014): *Információbiztonsági szabványok*. NKE. Budapest. 1-50. oldal.
- [9] Rajnai Zoltán: *A tábori alaphírhálózat vizsgálata*, Nemzetvédelmi Egyetemi közlemények (ISSN: 1417-7323) 2000: (1) pp. 48-57. (2000), Budapest

SOROS GERJESZTÉSŰ EGYENÁRAMÚ MOTOR SZIMULÁCIÓJA MATLAB KÖRNYEZETBEN

SIMULATION OF A SERIES WOUND DC MOTOR IN MATLAB ENVIRONMENT

Szántó Attila¹, Sziki Gusztáv Áron², Hajdu Sándor³, Gábora András⁴

Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, Cím: 4028 Debrecen,
Ótemető u. 2-4., Telefon: +36 (52) 415-155 Fax: +36 (52) 418-643

¹szanto930922@freemail.hu

²szikig@eng.unideb.hu

³hajdusandor@eng.unideb.hu

⁴andrasgabora@eng.unideb.hu

Abstract

The Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering University of Debrecen has a great experience in designing, developing and constructing race cars with alternative drive. For successful racing we have recently developed a vehicle dynamics simulation program [1] in MATLAB [2] environment which is capable of calculating the dynamics functions of a car from its technical data. Since most of our race cars have a series wound DC motor we have modelled and simulated this type of electric motors and built the simulation into our program. In this paper we present the way of modelling and simulation this type of motors.

Keywords: series DC motor, dynamics modeling, simulation, MATLAB

Összefoglalás

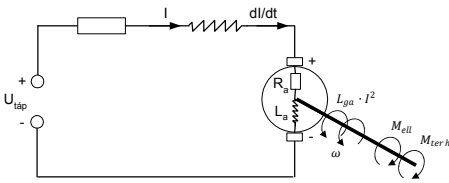
A Debreceni Egyetem Műszaki Karának Gépészmérnöki Tanszéke jelentős tapasztalattal rendelkezik alternatív hajtású járművek tervezésében, fejlesztésében és kivitelezésében. A versenyeken való minél eredményesebb részvétel érdekében MATLAB [2] környezetben kifejlesztettünk egy járműdinamikai szimulációs programot [1], amely az irodalomból ismert és kísérletileg meghatározott műszaki adatokból, mint bemenő paramétereiből kiszámítja a versenyautó menetdinamikai függvényeit. Versenyautóink többsége soros gerjesztésű egyenáramú motorral hajtott, így alapvető fontosságú a fenti motor modellezése, és a modell alapján készített szimulációs programblokk beépítése a járműdinamikai szimulációs programunkba. A következőkben a fenti motor modellezését és szimulációját mutatjuk be.

Kulcsszavak: soros gerjesztésű egyenáramú motor, dinamikai modellezés, szimuláció, MATLAB

1. A motor dinamikai modellje

A továbbiakban a soros gerjesztésű egyenáramú motort [3] modellezzük. A motor modelljének blokkvázlata az **1. ábrán** látható. Az ábra alapján a motort

jellemző elektromágneses és dinamikai egyenletek az alábbiak [4], [5]:



1. ábra. A soros gerjesztésű egyenáramú motor modellje (Forrás: [4])

Elektromágneses egyenlet:

$$U_{táp} - (R_a + R_g) \cdot I - (L_a(I) + L_g(I)) \cdot \frac{dI}{dt} - L_{ga}(I) \cdot \omega \cdot I = 0 \quad (1)$$

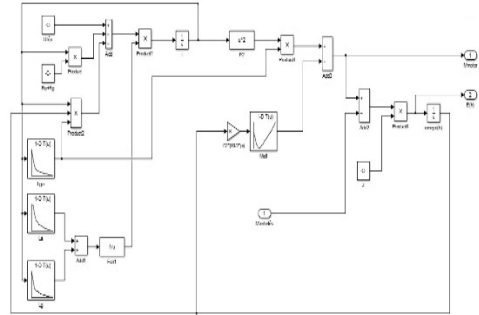
Dinamikai egyenlet:

$$L_{ga}(I) \cdot I^2 - M_{terh}(\omega) - M_{ell}(\omega) = J_m \cdot \frac{d\omega}{dt} \quad (2)$$

A fenti egyenletekben $U_{táp}$ az akkumulátor kapcsolófeszültsége, R_a és R_g pedig az armatúra és gerjesztő tekercs ohmos ellenállása. Az $L_a(I) = \frac{\partial \Psi_a(I)}{\partial I}$, $L_g(I) = \frac{\partial \Psi_g(I)}{\partial I}$ és $L_{ga}(I) = \frac{\partial \Psi_{ga}(I)}{\partial I}$ mennyiségek az armatúra és gerjesztő tekercs dinamikus öninduktivitása, valamint a két tekercs kölcsönös dinamikus induktivitása, $\Psi_a(I)$, $\Psi_g(I)$ és $\Psi_{ga}(I)$ pedig a hozzájuk tartozó mágneses fluxusok. Mint korábban említettük, a fenti mennyiségek mindegyike függ a motoron átfolyó áram erősségétől. Az $M_{terh}(\omega)$ és $M_{ell}(\omega)$ mennyiségek a motort terhelő nyomatékok, amelyek függenek a motor fordulatszámától. Az előbbi a jármű mozgatásából az utóbbi a motor csapágyellenállásából adódik. A J_m mennyiség a motor forgórészének tehetetlenségi nyomatéka. Az $L_a(I)$, $L_g(I)$, $L_{ga}(I)$ és $M_{ell}(\omega)$ karakterisztikákat mérés útján kell meghatározni. J_m értéke szerepelhet a motor katalógusában, vagy ki kell mérni. Az $M_{terh}(\omega)$ karakterisztikát a program számítja a jármű jellemzőiből.

1.1. A MATLAB környezetben írt motor szimulációs program

A motor szimulációs programblokkot az (1) és (2) egyenletek alapján MATLAB környezetben fejlesztettük ki, illeszkedve ez által a korábbi járműdinamikai szimulációs programunkhoz. A motor szimulációs program blokkdiagramját az alábbi ábra mutatja:



2. ábra. A motormodell alapján MATLAB környezetben készült szimulációs program

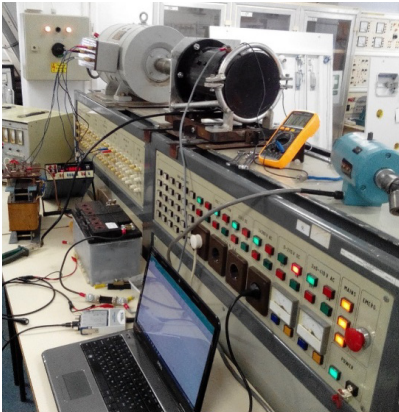
A mérés útján meghatározott $L_a(I)$, $L_g(I)$, $L_{ga}(I)$ és $M_{ell}(\omega)$ karakterisztikákat „lookup table”-k formájában építettük be a programba, míg az $U_{táp}$, R_a , R_g és J_m mennyiségek konstansok formájában szerepelnek. A „lookup table”-ben tárolt mennyiség értékét az aktuális áramerősség illetve szögsebesség függvényében olvassa be a program.

2. A bemenő modellparaméterek kísérleti meghatározása

A szimulációs program futtatásához a bemenő műszaki paraméterek értékét ismernünk kell.

A fenti paraméterek kísérleti meghatározását a Debreceni Képző Központtal (DKK) együttműködésben végeztük. Az említett paraméterek az alábbiak: a motorban lévő tekercsek ohmos ellenállásai, továbbá dinamikus ön- és kölcsönös induktitásuk, valamint a

forgórész csapágy ellenállási és tehetetlenségi nyomatéka.

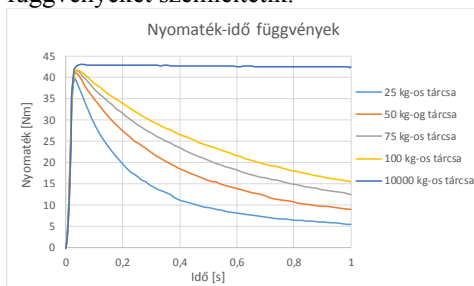


3. ábra. Kísérleti elrendezés a DKK-ban

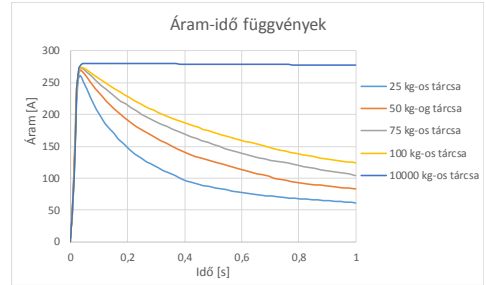
A mérések részletes leírás a [6] irodalomban található.

3. Szimulációs eredmények

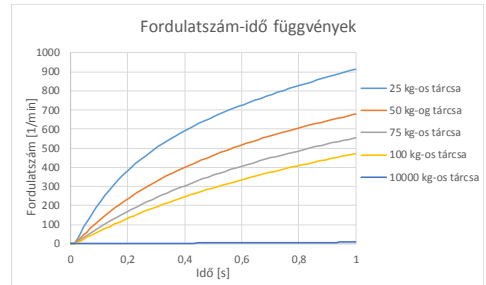
A motor szimulációját különböző terhelő tehetetlenségi nyomatékok mellett végeztük el. Nevezetesen a motor forgórészének tehetetlenségi nyomatékát 25, 50, 75, 100 és 10000 kg tömegű, 20 cm átmérőjű, homogén tömegeloszlású korongnak megfelelő tehetetlenségi nyomatékokkal növeltük meg. A programot lefuttatva rögzítettük a motor által kifejtett nyomatékot, a rajta átfolyó áram erősségét és a motor fordulatszámát az idő függvényében. Az alábbi ábrák ezeket a függvényeket szemléltetik.



4. ábra. A motor által kifejtett nyomaték az idő függvényében



5. ábra. A motoron átfolyó áram az idő függvényében



6. ábra. A motor fordulatszáma az idő függvényében

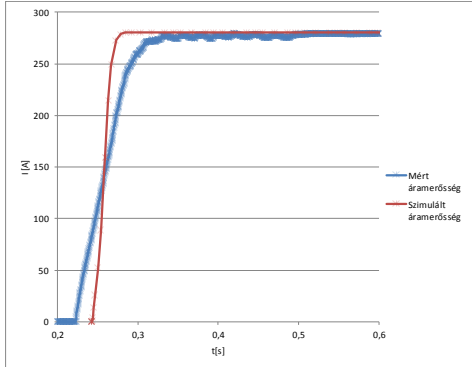
Az 10000 kg-os tömeg gyakorlatilag a rögzített forgórészű motort modellezi. Látható, hogy ebben az esetben a szögsebesség az adott 1 [s] időtartamban közelítőleg zérus. Azaz a rögzített forgórészű motor szimulációját megvalósíthatjuk a szögsebesség zérus értékben történő rögzítésével, vagy a forgórész tehetlenségi nyomatékának „végtelen nagy” értékű megválasztásával.

Látható az is, hogy az áramerősség és a nyomaték csúcserőke közelítőleg ugyanazon időpillanathoz tartozik, erre magyarázatot az $M_{motor} = L_{ga}(I) \cdot I^2$ összefüggés szolgáltat.

4. Tesztmérések és következtetések

A mért ohmos ellenállások és dinamikus induktivitások pontosságát, valamint a szimulációs programunk megfelelő működését tesztmérésekkel ellenőriztük. A

tesztmérések során a rögzített forgórészű motorra rákapcsoltuk a feszültséget és mértük az áramerősség és forgatónyomaték időbeli felfutását. Az alábbi ábra az áramerősséget mutatja az idő függvényében.



7. ábra. Az áramerősség időbeli felfutásának vizsgálata. A mérés során a motor forgórészét rögzítettük, majd a motorra pillanatszerűen rákapcsoltuk a feszültséget. (Forrás: [6])

A szimuláció és tesztmérések eredményeinek jó egyezéséből arra következtetünk, hogy az új dinamikus motormodell, és a rá épülő szimulációs program az elvárásoknak megfelelően működik.

A motor szimulációjával kiegészített járműdinamikai programban már a motor feszültsége is szabályozható, így különböző

teljesítmények esetén el tudjuk végezni a szimulációt. Mivel így már a motoron eső feszültség és rajta átfolyó áramerősség időfüggése is szimulálható, meghatározható a motor pillanatnyi teljesítménye az idő függvényében.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Szántó Attila: *Elektromos hajtású tanszéki versenyautó járműdinamikai modellezése*, TDK dolgozat (2015), Debreceni Egyetem Műszaki Kar.
- [2] MATLAB 2014b, The MathWorks, Inc, Natick, Massachusetts, United States.
- [3] http://webaruhaz.permanent.hu/termek/elektromos_auto-1-motorok-135/dc48v_os_4kw_os_soros_villanymotor-187
- [4] Szántó Attila, Szíki Gusztáv Áron, Hajdu Sándor: *Soros gerjesztésű egyenáramú motorral hajtott versenyautó dinamikai modellezése*, Műszaki Tudomány az Észak-Kelet Magyarországi régióban 2016, szerk. Bodzás Sándor, Debreceni Akadémiai Bizottság Műszaki Szakbizottsága, Debrecen, 406-414, 2016.
- [5] Miralem Hadžiselimović, Matic Blaznik, Bojan Štumberger, Ivan Zagradišnik: *Magnetically Nonlinear Dynamic Model of a Series Wound DC Motor*, Przegľad Elektrotechniczny (Electrical Review), ISSN 0033-2097, R. 87 NR 12b/2011
- [6] Gál Tibor: *Soros gerjesztésű egyenáramú motor elektromágneses és dinamikai jellemzőinek mérése*, TDK dolgozat (2016), Debreceni Egyetem Műszaki Kar

ROBOT OPERÁCIÓS RENDSZER A „ROS 2.0” LEHETŐSÉGEINEK TÜKRÉBEN

ROBOT OPERATING SYSTEM IN „ROS 2.0”

Szögi Gábor

Óbudai Egyetem Bejczy Antal iRobottechnikai Központ, Cím: 1034, Magyarország,
Budapest, Bécsi út 96/B; Telefon: +36-1-6665700,, gabor.szogi@irob.uni-obuda.hu

Abstract

My research aims to provide insight into the robot operating system. It is presented, how it evolved to ROS and what has evolved over the years. ROS 2.0 in development will be presented during the system components, as well as the DDS system and its potential.

Keywords: ROS, robotics surveillance, industry 4.0

Összefoglalás

A kutatásom célja, hogy betekintést nyújtsak a robot operációs rendszerbe. Bemutatásra kerül, hogyan alakult ki a ROS, és milyen fejlődésen ment keresztül az évek során. A fejlesztés alatt lévő ROS 2.0 esetében bemutatásra kerülnek a rendszer alkotóelemei, valamint a DDS rendszer és a benne rejlő lehetőségek.

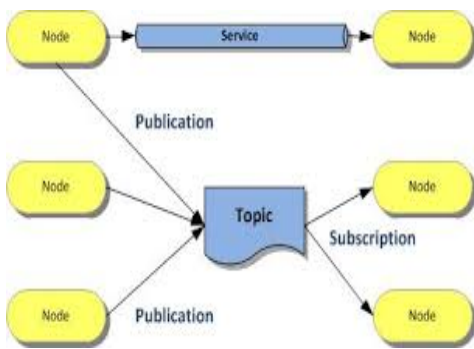
Kulcsszavak: ROS, robotika felügyelet, industry 4.0

1. ROS története

A Robot Operating System (ROS) egy nyílt forráskódú keretrendszer, amely saját könyvtár és eszközkészletével segítséget nyújt robot alkalmazások fejlesztésében. A meghajtókon keresztül a legkorszerűbb algoritmusokon át egy erős fejlesztési eszköz, amely segítséget nyújthat robotikai projektek megvalósításában. A ROS egy flexibilis keretrendszer, amely robot szoftverek fejlesztéséhez került kialakításra. Az eszköztárak és könyvtárak gyűjteménye egyezményesen került kialakításra, amelynek célja, hogy egyszerűsítse a fejlesztést a különböző robot platformokon keresztül. Sokan érezték szükségét a nyílt végű együttműködési rendszernek a robotikai kutatók körében és a cél elérése érdekében több projektet is indítottak. A

2000-es évek közepén a Stanford Egyetemen többek között a mesterséges intelligencia bevonásával két projektet indítottak. A STanford AI Robot (STAIR) és a Personal Robot (PR) projekt egy házon belül készített prototípus, amely egy rugalmas és dinamikus szoftver rendszert foglalt magában robotikai használatra szánva. 2007-ben Willow Garage, amely egy robotikával foglalkozó inkubátorház, jelentős forrásokat biztosított a projektek számára, hogy biztosítsa a koncepció megvalósítását. Ezek az erőfeszítések felpezsdítettek számtalan kutatócsoportot, akik időjükkal és szakértelmükkel hozzájárultak az alapvető szoftver csomagok kifejlesztéséhez, a ROS magjának megvalósításához. Az egész a szoftvert a nyílt forráskódú Berkeley Software Distribution (BSD) licence használatával fejlesztették és fokozatosan

terjedt el a robotikai kutató közösség körében. A ROS-t a kezdetektől több intézmény közreműködésével különböző robotokhoz fejlesztették, többek között a (PR) fejlesztőit a Willow Garage-ból. A ROS ökoszisztéma egyik erőssége, hogy az évek során az az eljárás alakult ki, hogy a forráskódok mindenki számára elérhetőek. Bármely fejlesztő csoport létre tudja hozni és elérhetővé teheti saját ROS kód gyűjteményét a saját szerverén. Ha a fejlesztő csoport úgy dönt, hogy nyilvánosan elérhetőek a forráskódok, akkor nem kellene engedélyek a használatához. Ebből eredően a ROS ökoszisztémában több tízezer felhasználó vesz részt a hobby projektektől a nagy ipari automatizálási rendszereken keresztül. [1,3]



1. ábra. ROS felépítése

2. ROS 2.0

A projekt elindulásakor a fejlesztő közösség nem fektetett nagy hangsúlyt az alábbi felhasználói estekre, amelyek szükségessé tették a további fejlesztéseket:

- Több robot közös csoportokban: Bár a ROS lehetőséget ad a multi robot rendszerek kialakítására, de nem alakult ki rá elfogadott szabvány, ezért könnyen hozzáférhető és feltörhető a ROS single-master struktúrája.
- Kisméretű beágyazott rendszerek: Kisméretű számítógépek alkalmazása, beleértve a mikro kontrollereket, hogy

első osztályú része lehessen a ROS környezetnek.

- Valós idejű rendszerek: Támogathatóvá válik a valós idejű irányítás közvetlenül a ROS-ban, beleértve az „inter-process” és „inter-machine” kommunikációt, amelyhez elengedhetetlen a megfelelő operációs rendszer és a megfelelő hardver támogatás.
- Nem ideális hálózatok: Fontos cél, hogy a ROS alkalmazásá váljon, amennyire lehetséges a hálózati kapcsolat elvesztése nélkül a megfelelő kommunikációs kapcsolat fenntartásához.
- Termelési környezet: Létfonosságú, hogy a ROS egy választási lehetőség maradjon a kutatási területen, de biztosítani kell a ROS alapú laboratóriumi prototípusok fejlesztését, hogy a való életben alkalmasak legyenek további felhasználásra.
- Előírt minták rendszerek építéséhez strukturáláshoz: A ROS-t a rugalmasság fémjelzi, miközben továbbra is fenntartja, hogy könnyen átlátható mintákat biztosít a fejlesztők számára.

A ROS magja egy anonim publish-subscribe middleware rendszerre épül szinte teljesen a nulláról építkezve. A fejlesztés időszakában amely 2007 óta tart, számos új technológia jelent meg, amelyek relevanciával bírnak a ROS 2.0 tekintetében az alábbi területeken:

- Zeroconf;
- Protocol Buffers;
- ZeroMQ
- Redis;
- WebSockets;
- DDS (Data Distribution Service).

Ma már lehetséges a ROS-szerű middleware rendszer építésére „off-the-shelf” nyílt forráskódú könyvtárak segítségével. Rendkívül hasznosak lehetnek ebből a megközelítésből többek között az alábbiak:

- Kevesebb kód kezelése, különösen a nem robotikai specifikus kódok tekintetében.
- Kihasználható funkciók azokban a könyvtárakban, amelyek kívül esnek azon, amit mi magunk készítettünk.
- Hasznos a folyamatos tökéletesítés terén, a mások által készített könyvtárak áttekintése és használata.
- Rámutathatunk a már meglévő termelő rendszerekre, amelyek a már meglévő könyvtárakra támaszkodhatnak. [2,3]

3. ROS 2.0 a DDS-ben

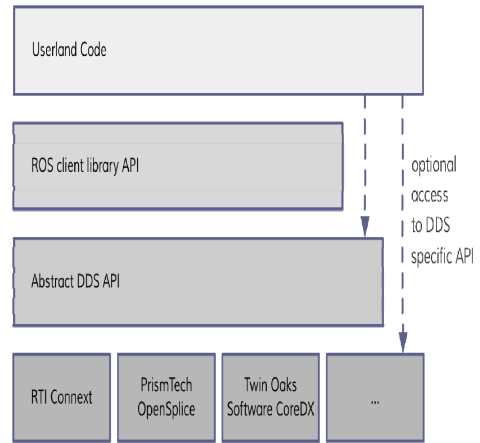
A cél, hogy elkészüljön a DDS a ROS 2.0 implementációs részleteivel. Ez azt jelenti, hogy az összes DDS specifikus API-t és üzenet definíciót el kellene rejteni. A DDS biztosítja a felfedezést, üzenet definíciót, üzenet sorba rendezést és a publis-subscribe szállítást.

3.1. Mi a DDS?

A DDS (Data Distribution Service) biztosítja a publish-subscribe szállítást, amely nagy mértékben hasonlít a ROS publish-subscribe szállításához. A DDS az IDL (Interface Description Language) által meghatározott nyelvet használja, amely az OMG (Object Management Group) által lett kialakítva az üzenetek definiálására. és sorba rendezésére. A DDS-nek a „kérés-válasz” stílusú szállítása olyan lenne, mint a ROS szolgáltató rendszere, amelyet DDS-RPC-nek neveztek el.

Az alapértelmezett felfedező rendszer a DDS által biztosított, amely szükséges a DDS publish-subscribe rendszer szállításához, amely egy elosztott felfedező rendszer. Ez lehetővé teszi bármely két DDS program közötti kommunikációt anélkül, hogy ROS master-re lenne szükség. Ez teszi a rendszert még hibatűrőbbé és rugalmassá. Nem szükséges a dinamikus felfedező mechanizmusok használata, azonban a többszörös DDS

gyártók lehetőséget biztosítanak a statikus felfedezésre. [4]



2. ábra. DDS és ROS API layout

4. ROS 2.0 alkotó elemei

Bár nem lehet biztosítani egy átfogó listát, hogy mit tartalmaz a ROS ökoszisztéma, ettől függetlenül azonosítani lehet az alapvető részeit, amelyek a funkcionalitás, műszaki előírások és a minőség érdekében hozzájárulhatnak a ROS projekthez. [1]

4.1. Kommunikációs infrastruktúra

A legelső szinten a ROS egy üzenet passing interfészt kínál, amely a folyamatok közötti kommunikációt biztosítja, amit gyakran middleware-nek neveznek.

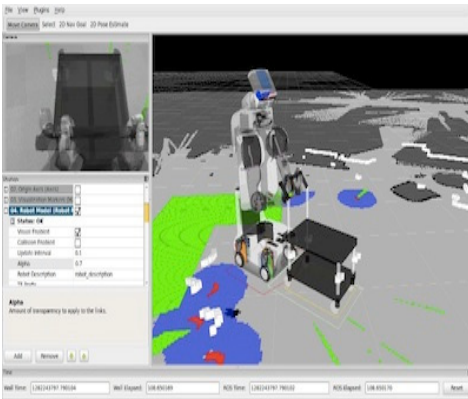
4.2. Robotspecifikus jellemzők

A fő middleware elemeken felül a ROS közös robot-specifikus könyvtárakat és eszközöket biztosít, amellyel könnyen és gyorsan tudunk robotot összeállítani és beállítani. Néhány robot specifikus képesség, amelyet a ROS biztosít:

Robot geometria könyvtár, robot leíró nyelv, diagnosztika, lokalizáció, térképezés, navigáció

4.3. Eszközök

Az egyik legerősebb jellemzője a ROS-nak az erős fejlesztési eszközkészlet. Ezek az eszközök támogatják az önelemzést, a hibakeresést, a plottingot és a vizualizációt. A rendszer alapjául szolgáló publis-subscribe mechanizmus lehetővé teszi, hogy spontán módon elemezhetővé váljanak a rendszerbe áramló adatok, így könnyebbé válik a hibaellenőrzés. A ROS eszközök kihasználják az önvizsgálati képességeket, a kiterjedt grafikus könyvtárakat és a parancsoros segédprogramokat, így leegyszerűsödhet a fejlesztés és hibakeresés.



3. ábra. rviz layout

5. Következtetések

A kutatás eredményeként megállapítható, hogy a ROS egy hatalmas projekt,

rengeteg közreműködő fejlesztő együttműködésével.

Sokan érezték szükségét a nyílt végű együttműködési rendszernek a robotikai kutatók körében és a cél elérése érdekében több projektet is indítottak. A ROS-t használva könnyű újra felhasználható kódot készíteni. Az ROS esetében több kisebb alkalmazás fut egyidejűleg – ezeket node-oknak nevezzük, amelyek közül a legfontosabb node a 'roscore'. Ez a node biztosítja az alapvető funkciókat, és a node-ok kommunikációját. A különböző node-ok a 'roscore' node-t keresik fel, azáltal ismerik fel környezetüket. Még mindig rengeteg kérdés merül fel a DDS hasznosítása esetében.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani az Óbudai Egyetem Robottechnikai Szakkollégium részére, amelynek tagjaként számos szakmai és anyagi támogatást kaptam jelen szakmai tudományos publikációm elvégzéséhez. A szakkollégium kiemelt segítséget nyújt az Óbudai Egyetem tehetséges hallgatóinak és doktoranduszainak.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] <http://www.ros.org/>
- [2] <http://design.ros2.org/>
- [3] A. Koubaa, *Robot Operating System (ROS): The Complete Reference*. Springer, 2016.
- [4] http://design.ros2.org/articles/ros_on_dds.html

VASÚTI KUTATÁSOK - AZ EURÓPAI VASÚTI ÁGAZAT VERSENYKÉPESSÉGE

RAILWAY RESEARCHES - COMPETITIVENESS OF THE EUROPEAN RAIL INDUSTRY

Tokody Dániel

Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola, 1081 Budapest, Népszínház utca 8, tokody.daniel@mav.hu

Abstract

One of the main remarks of the InnoTrans 2016 was the digitalisation of railway industry and its future challenges. Digitalisation brings a new possibility for the future of the railway industry. The Digital Age and the digital development of transportation also contribute to the competitiveness of European Rail Industry.

Keywords: Digital-Age, Railway, ICT, Industry 4.0, roadmap

Összefoglalás

Az InnoTrans 2016 kiállítás – ami az egyik legnagyobb vasúti ipari fórum – fő motívuma volt a vasúti ipar digitalizálódása és annak jövőbeni kihívásai. A digitalizáció egy új lehetőséget teremt, amely a vasúti ipar jövőjét jelenti. A digitális korszak és a közlekedés digitális fejlődése hozzájárul az az európai vasúti ágazat versenyképességéhez.

Kulcsszavak: digitális kor, vasút, IKT, Ipar 4.0, stratégiai útiterv

1. Bevezetés

A digitalizáció egy új lehetőséget teremt, amely a vasúti ipar jövőjét jelenti. A digitális korszak és a közlekedés digitális fejlődése hozzájárul az európai vasúti ágazat versenyképességéhez.

A vasúti rendszer fejlesztésére fordított anyagi források felhasználásának hatékonyságát tovább javítja, ha más szektorokban is pozitív hatásokat tudunk felhasználásukkal gerjeszteni. Ilyen tendencia ma Magyarországon a vasúti fejlesztésekkel, kivitelezésekkel foglalkozó pár tíz darab kis- és középvállalkozás fejlődése. Ezek a cégek bár kis létszámú munkavállalót foglalkoztatnak, de a vasúti fejlesztések mérvadó szereplői

által, hogy a vasúti fejlesztésekkel foglalkozó multinacionális cégek magyarországi munkáinak alvállalkozóiként szaktudásukkal segítik a fejlesztések, beruházások megvalósulását.

Holicza szerint 2013-ban a vállalkozások 16,2% foglalkozott szakmai, tudományos, műszaki tevékenységgel, amelynek csak töredéke lehet kapcsolatban a vasúti ágazattal. [1]

Jogosan mondhatnánk, hogy az elmúlt évtizedekben a világtrendek hatásának begyűrűzése a magyar vasúti ágazatba lassú folyamat volt így van ez a digitalizáció kapcsán is.

Ugyanakkor nem is volt olyan rég egerfarmosi és sztrégovai doktor Kandó

Kálmán és Verebély László világhírű vasútfejlesztői tevékenysége.

Ma viszont Európa 25 országából a Railway Performance Index értékei alapján a magyar vasút közepesen kihasznált rendszere szolgáltatás minőségben és biztonságban a régiós átlagtól elmarad. [2] A mai magyar vasúti infrastruktúra teherbírása sok esetben teljesítőképessége határát súrolja és a végletekig kihasznált rendszer régóta túl van a tervezett élettartartalomon. A teljesítőképesség határán üzemeltetett rendszer a vasútüzem megbízhatóságának korlátját is jelenti. Ennek jó indikátora lehet akár csak a túlszűfolt vonatok vagy a vasúti teherszállítás szállítási időbizonytalansága.

A gazdasági növekedés kéz a kézben jár az infrastruktúrák fejlettségével, így a közlekedési és a vasúti infrastruktúra fejlettségével is. A gazdasági növekedés gátja lehet a csekély szolgáltatás minőségű vasúti közlekedés. A minőség terén természetesen a biztonság felértékelődése is meghatározó.

A vasúti ágazat szereplői sokat tehetnek a magyar vasút jövőéért és a fenntarthatóbb közlekedési rendszer létrehozásáért. Az intelligens közlekedési rendszerek megvalósítására vasúti területen is folynak kutatások. [3]

2. Vasúti kutatások a versenyképességért

Európában és hazánkban is a digitális ökoszisztéma létrehozása a fenntarthatóság szempontjából nagy jelentőséggel bír. [4] A digitális technológia átalakítja a közlekedés teljes vertikumát és így a vasúti rendszer struktúráját is. A közlekedési szektor informatizálódása kihatással van például az életminőségre vagy akár az energiahatékonyságra is. [5]

Jóllehet más országokban a vasútra vonatkozó digitális modernizációs tervek már 2060 -ig nyúlnak. Nálunk még mindig a vasúti rendszer teljes strukturális műszaki reformja várta magára.

A vasúttal kapcsolatos tudományos kutatások kezdeményezői lehetnek maguk a gyártók, a rendszerintegrátorok, a pályahálózat működtetők, a szolgáltató vasúttársaságok, a hazai és nemzetközi vasúti szervezetek, egyetemek és kutatóintézetek.

UNIFE (The European Rail Industry) szerint a globális vasúti ipar éves volumene 160 milliárd euró. 2014 - 2020 közötti időszakban, mint egy 950 millió eurót fordítanak vasúti kutatás-fejlesztésre az EU-ban. [6]

A vasúti ágazat jelentős innovációs potenciállal bír. Amire jó példák a következő fejlesztések: automata akadály előrejelzés vasúti járművek számára, hatékonyabb vontatási energiaellátás, fedélzeti energiatároló rendszerek, regeneratív fékezés, infrastruktúra hasznos élettartamát pozitívan befolyásoló csendes forgóvázak, komplex monitoring-rendszerek [7] [8], műhold alapú helymeghatározó rendszerek, hibrid dízelelektromos meghajtások, könnyűfémek, környezetbarát járműipari hegesztéstechnológia [9], RFID technológia alkalmazása [10], SMART vasúti technológiák [11].

Magyarországon a közelmúlt kutatás-fejlesztési eredményei közé sorolhatók a vasúti jármű ipari fejlesztések: új nemzetközi forgalomban is használható InterCity járművek, fékmechanikai és fékvezérlési komponensek fejlesztése. További eredmények születtek fénysorompó LED-optika vagy éppen a felépítmény vizsgáló mérőkocsi létrehozása kapcsán is. Ezek a kutatás-fejlesztések felélesztették a már szinte elfeledett vasúti fejlesztéseket.

Sajnos a fejlesztések elszórt egyedi esetek és nem strukturált fejlesztési stratégia részei. 2013-ban a Nemzeti Közlekedési Stratégia, Országos Vasútfejlesztési Konceptió vitaanyagában az oktatás, kutatás-fejlesztés, innováció kapcsán egy kívülről irányított, követő jellegű K+F+I tevékenységről számoltak be, ami a magyar önálló kutatási bázis megszűnését jelezte. [12]

3. Következtetések

A hosszútávú fejlesztési stratégia hiánya a vasúti ágazat versenyképességét negatívan befolyásolja Magyarországon. Ugyanakkor pedig európai szinten a vasúti iparban jelentős fejlesztések mennek végbe. Az Ipar 4.0 hatásai a vasúti szektorban is észlelhetők.

Magyarországon a vasúti ágazatban további lehetőségek rejlenek, amelyet szükséges volna feltárni és az innovációs potenciált kihasználva növelhetővé válna a vasúti ágazat gazdaságélénkítő szerepe.

Mi tehát a digitalizáció a vasúti ágazatot érintően és hogyan kapcsolódhat az európai kutatás-fejlesztésekhez?

A vasút tekintetében a digitalizáció a digitális technológiák széleskörű alkalmazását jelenti. Ami ma még hazánkban nem minden vasúti szakterületen nyilvánvaló. De a digitális technológiák térnyerése egyre bizonyosabb erre jó példa a német vasút is.

A német vasút digitális vasúttá való válásának és az ezzel kapcsolatos kutatás-fejlesztési stratégiának az elmei között szerepel az európai vonat befolyásoló rendszer tovább fejlesztése és minél jelentősebb elterjesztése, még több elektronikus biztosítóberendezés telepítése, az energiahatékonyság növelése, a vasúti biztonság növelése, illetve a karbantartás intelligensítése is.

Az Európai Unió Hálózat- és Információbiztonsági Ügynökség (ENISA) szerint a kritikus infrastruktúrák - a vasút is ilyen - és az IoT kapcsolatából jöhet létre a smart infrastruktúra. A smart infrastruktúrák része a közösségi közlekedés így a vasúti infrastruktúra is. [13] A közlekedési rendszer eleme egy nagyobb egésznek ez pedig a okos város (smart city), ami szintén az IKT technológiák segítségével javítja a városlakók életminőségét. [14]

A kiber és fizikai világ kapcsolatával új kihívások elé néz társadalmunk. Ilyen terület például a felhőtechnológiák alkalmazásából fakadó kérdések. A digitális technológiák terjedésével egyre hozzáférhetőbb

erőforrásfelhasználás szempontjából hatékony megoldások estében szükséges a vasúti szakterületen is a kibetér biztonságos alkalmazása. [15] A jövőben a különféle infrastrukturális hálózattokat biztonságos üzemeltetése és védelme nem csak a fizikai világ kapcsán lesz fontos [16].

Összefoglalva a vasúti kutatás-fejlesztésre Magyarországon is szükség van, mert a hazai vasút versenyképessége függ a hazai innovációktól. A vasúti ágazat hosszútávú fejlődéséhez elengedhetetlen elem a digitális technológiák alkalmazása. Létre kell tehát hozni a magyar Digitális Vasúti Stratégiát, melynek eleme lehet számos már említett dolog.

Köszönetnyilvánítás

Az előadás/publikáció alapjául szolgáló kutatás a „Intelligens vasúti informatikai és biztonsági rendszerek fejlesztése” című projekt keretében zajlott. Amely kutatás a Nemzeti Tehetség Program, a Nemzeti Felsőoktatási Tehetségeiért Ösztöndíj (Pályázati azonosító: NTP-NFTÖ-16-0582) által biztosított forrás felhasználásával és az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő és az Emberi Erőforrások Minisztériuma támogatásával valósul meg.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Holicza, P., Tokody, D.: *Field of Challenges: A Critical Analysis of the Hungarian SME Sector within the European Economy*. Hadmérnök, 9(3) 2016, pp. 110–120.
- [2] The Boston Consulting Group: *The 2015 European Railway Performance Index – Econostrum*
www.econostrum.info/attachment/573787/
- [3] Tokodi D., Papp J., Schuster Gy.: *The challenges of the intelligent railway network implementation: Initial thoughts from Hungary*. Proceedings of the 3rd international conference and workshop Mechatronics in Practice and Education - MECHEDU 2015. Szabadka, Szerbia, 2015. pp. 179-185. ISBN:978-86-918815-0-4
- [4] Rajnai Z., Nyikes Z.: *A Big Data alkalmazása a nemzeti digitális közmben*.

- Szakmai Szemle: A Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálat Tudományos-Szakmai Folyóirata, ISSN 1785 - 1181, 2015:(4) pp. 103-118.
- [5] *Nemzeti Infokommunikációs Stratégia 2014 – 2020*
<http://digitalismagyarorszag.kormany.hu/download/e/35/e0000/Nemzeti%20Infokommunik%C3%A1ci%C3%B3s%20Strat%C3%A9gia.pdf>
- [6] <http://www.unife.org/component/attachments/?task=download&id=731>
- [7] Bitay E., Bagyinszki Gy.: *Robotok és a sajtó hegesztések fejlesztései*. A XXI. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka előadásai. ISSN 2393–1280, EME, MTK 5. szám, Kolozsvár, 2016. pp. 101-104.
- [8] Kovács T., Nyikes Z., Tokody D.: *Komplex monitoring-rendszer használata vasúti felépítmény vizsgálatában az Ipar 4.0-hoz*. XVII. Műszaki Tudományos Ülésszak előadásai. ISSN 2393–1280, EME, MTK 6. szám, Kolozsvár, 2017.
- [9] F. Flammini, C. Pragliola, G. Smarra: *Railway infrastructure monitoring by drones*, 2016 International Conference on Electrical Systems for Aircraft, Railway, Ship Propulsion and Road Vehicles & International Transportation Electrification Conference (ESARS-ITEC), Toulouse, France, 2016, pp. 1-6. doi: 10.1109/ESARS-ITEC.2016.7841398
- [10] Papp J., Tokody D., Schuster Gy.: *Díjnyertes intelligens vasútirányítási rendszer: Intelligens biztonságtechnikai kutatások az Óbudai Egyetemen*. Innorail Magazin I:(4) pp. 46-49. 2014.
- [11] Tokody D., Schuster Gy., Papp J.: *Study of how to implement an intelligent railway system in Hungary*, 2015 IEEE 13th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY), Subotica, 2015, pp. 199-204. doi: 10.1109/SISY.2015.7325379
- [12] *Nemzeti Közlekedési Stratégia* (2013. 10.) http://www.kkk.gov.hu/remos_downloads/NKS_Strategiai_dokumentum.26.pdf.
- [13] European Union Agency for Network and Information Security: *IoT and Smart Infrastructures*
<https://www.enisa.europa.eu/topics/iot-and-smart-infrastructures>
- [14] Tokody D., Schuster Gy.: *Driving Forces Behind Smart City Implementations – The Next Smart Revolution*. Journal of Emerging Research and Solutions in ICT, Vol.1, No.2, 1–16, 2016. doi:10.20544/ERSICT.02.16.P01
- [15] Albini A.: *IT felhők biztonsága*. Proceedings of 8th International Engineering Symposium at Bánki. Budapest, Magyarország, 2016. Budapest: Óbudai Egyetem, 2016. Paper 07. 6 p. ISBN:978-615-5460-95-1
- [16] Werner Á. G.: *Fuzzy logic adapted controller system for biometrical identification in highly-secured critical infrastructures*, IEEE 10th Jubilee International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics, Timisoara, 2015, pp. 335-340. doi: 10.1109/SACI.2015.7208224

SZÉNSZÁL ERŐSÍTÉSŰ POLIMEREK LÉZERES VÁGÁSA

CARBON FIBER REINFORCED POLYMER MATERIALS LASER CUTTING

Tóth Tamás¹, Kovács Tünde²

^{1,2}Óbudai Egyetem - Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Kar,
Anyagtudományi tanszék Cím: 1081 Magyarország Budapest Népszínház utca 8.
Telefon: +36 1 666 5327. ¹moontee@hotmail.hu; ²kovacs.tunde@bgk.uni-obuda.hu.

Abstract

Aim of our research to investigate the carbon fiber reinforced plastic materials working process. The name of these materials Carbon Fiber Reinforced Polymer short name is CFRP. These new materials range utilisation increasing nowadays very extensively. The rapid progress of these materials caused their good abilities, like loading or malleability. The disadvantage of these materials is that the working processes are impossible by traditional technology. We monitored during our research work the laser cutting effects in case of CFRP.

Keywords: laser, laser working, carbon fiber, carbon fiber reinforced plastic, CFRP

Összefoglalás

Az általunk kutatott téma a szénszál erősítésű anyagok lézeres megmunkálásnak vizsgálatára koncentrál. Ezen anyagok a szénszállal erősített polimer anyagok (CFRP). A megmunkálásukkal és felhasználásukkal kapcsolatos kutatások azért fontosak, mert az elmúlt években a felhasználási területük nagymértékben kiszélesedett és egyre elterjedtebbé váltak. Ezen rohamos léptékű fejlődés egyik mozgató rugója, az anyag remek jellemzői szinte minden területen, például terhelhetőség, alakíthatóság. Az anyag hátránya, hogy teljesen hagyományos eljárásokkal nehézkes a megmunkálása. Az általunk végzett kutatás során egy CFRP anyag lézeres vágását kísértük figyelemmel.

Kulcsszavak: lézer, lézeres megmunkálás, karbonszál, karbonszál erősítésű polimer, CFRP

1. Bevezetés

A mai világ megszokott részévé vált a technológiai fejlődés, amely az élet minden területén megmutatkozik. Érthetjük ezt az új anyagokra vagy az új technikára is. Az anyagok ugrásszerű fejlődése szintén jelentős, amely mellett nem mehetünk el. Ilyen anyag a karbonszál erősítésű polimer (Carbon Fiber Reinforced Polymer; CFRP), azaz a szénszál erősítésű polimer. A jelenleg terjedő új termikus vágási technológia pedig a lézervágás, melyet az anyagok egyre szélesebb körében

alkalmaznak. Felmerül a kérdés, mennyire gazdaságos és hatásos ez a módszer az általános módszerekkel összehasonlítva. Milyen minőséget tudunk elérni a különféle paraméterek változtatásával a lézeres technológia alkalmazása esetén.

2. Szénszál erősítésű anyagok

A műszaki életben felhasznált anyagokkal szemben rengeteg elvárást támasztunk, melyeknek száma folyamatosan növekszik. E miatt az igény miatt tudott a CFRP is elterjedni. Egy olyan anyagról van szó, melynek létrehozásához

szénszálakat és valamilyen ágyazó anyagot használnak. A két anyagot száltársítással egyesítik. Ezeknek van 45° illetve 90° szögben rendezett formája, valamint ezek keveréke, amely annyit tesz, hogy rétegenként váltogatják a 45° és 90° szálelrendezést, ezzel is fokozva a terhelhetőséget. Természetesen van lehetőség a szálak hosszának, alakjának, mennyiségének, átmérőjének, illetve elhelyezésének variálására is. Emiatt igen sokféle módon építhető be az erősítés az ágyazó anyagba.

A szénszálak létrehozásának kétféle módja van. Az egyik módszer, mely kevésbé használatos a kátrányból való előállítás. Ezen szálak rugalmassági modulusa nagyobb, mint a poliakrilnitrilből előállítottaké, de a szilárdságuk kisebb. A másik előállítási módszer a már említett poliakrilnitrilből húzott szálak gyártása. Az első módszert a költségigénye miatt használják kevésbé, ugyanis a szurok többszöri tisztítása költséges eljárás, amely a tömeggyártásban nagy hátrányt jelentene.

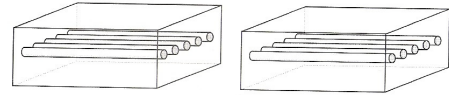
Az ágyazó anyagok általában valamilyen gyanták, például epoxi. Ennek feladata, hogy a terhelést átadja a szálaknak, emiatt a társított anyagok között jó nedvesítés és tapadás szükséges.

A szénszál erősítésű anyagok megmunkálási problémája valószínűleg a többszörösen összetett szerkezet miatt merül fel.

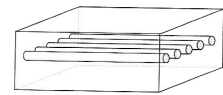
3. Lézeres vágás

3.1. Lézer

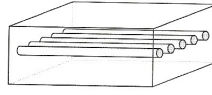
A lézer egy olyan fényforrás, melyet indukált emisszióval hozunk létre. Neve az angol LASER szóból ered, melynek magyar fordítása „fénykibocsátás indukált emisszióval” (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation).



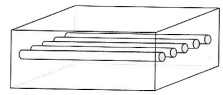
Szálak elrendezése



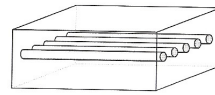
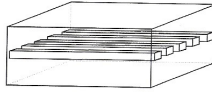
Szálak hossza



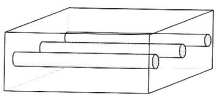
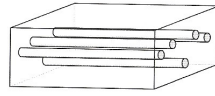
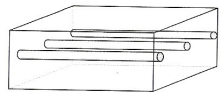
Szálak alakja



Szálak mennyisége



Szálak elhelyezkedése Szálak átmérője



1. ábra. Szénszálak elrendezési lehetősége az ágyazó anyagban [1]

3.2. Lézeres vágás

A lézeres vágás egy olyan megmunkálási folyamat mely során a lézer biztosítja az anyag vágásához szükséges energiát. Úgy is fogalmazhatunk, hogy elégetjük, elolvasztjuk vagy elpárologtatjuk az anyagot és ezzel megy végbe az anyag elválasztásának folyamata. Ahhoz, hogy ez a lehető legjobb minőséget eredményezze, a paraméter megfelelő megválasztása szükséges. Ilyenek a lézer teljesítmény vagy a lencsék fókusztávolsága.

A vágás típusait tekintve három csoportra osztható, az oxidációs vagy más néven égető, az olvasztó vagy inert gázos és a szublimációs.

4. Kísérlet

4.1. Lézervágó berendezés

Az általunk megmunkált CFRP anyag egy 1mm vastag lemez, melynek szálerősítése 45° váltott típusú. Egyik oldala matt felületű, míg másik tükröződő fényes. A vágott oldal a próbadarab két felületét jelenti, amelyből az egyik egy fényes gyanta, a másik pedig egy matt. Ezeknek a lézersugár tükröződése miatt lehet jelentősége [1].

A vágást az Eduvus Főiskola lézerlaboratóriumában található TruLaser Cell 7020-as géppel végeztük, amely egy komplex 3D lézeres megmunkáló központ.



2. ábra. TruLaser Cell 7020-as megmunkáló központ [2]

A berendezés előnyei közé tartozik:

- személyre szabható beállítási lehetőségek;
- költséghatékony megmunkálás;
- minőségi vágás lehetősége [3].

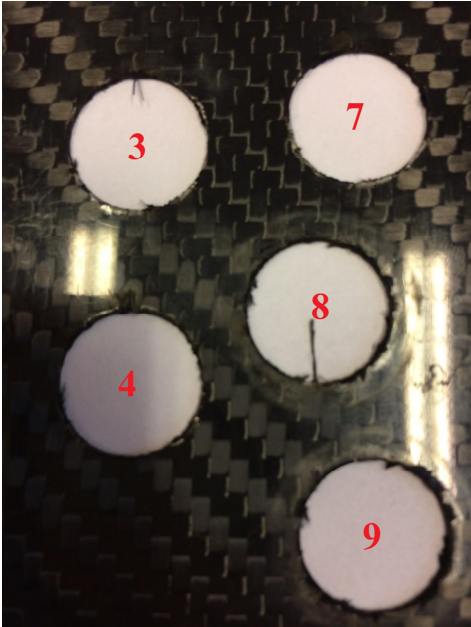
1. táblázat. A megmunkálás során beállított paraméterek

Paraméterek	Kísérlet sorszáma								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fókusz	-1	-1	-1	-1	-1,5	-2	-1	-1	-1
Fúvóka táv	1,3	1,3	1,3	1,3	0,7	0,7	1,3	1,3	1,3
Lézerteljesítmény [W]	2000	2000	1600	2400	2000	3000	2000	2000	2000
Beütési frekvencia [Hz]	5010	5010	5010	5010	5010	5010	5010	5010	5010
Sebesség [m/min]	4,5	4,5	3,6	5,4	4,5	2,9	4,5	4,5	4,5
Gázfajta	N ₂	N ₂	N ₂	N ₂	N ₂	N ₂	N ₂	N ₂	N ₂
Gáznyomás [bar]	14	14r	9	12	11	14	14	14	12
Max. impulzus teljesítmény [W]	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Vágott oldal	matt	matt	matt	matt	matt	matt	matt	fényes	fényes

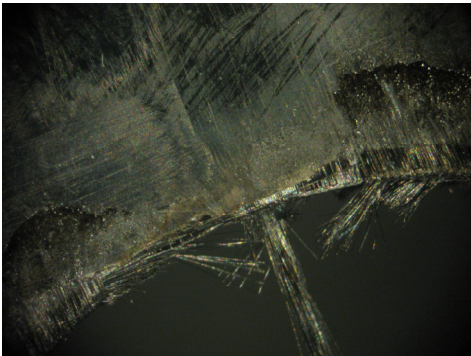
4.2. Kísérlet ismertetése

A munkadarabba 16 mm átmérőjű furatokat készítettünk több fajta beállítási opcióval, melyeknek értékeit az 1. táblázat tartalmazza. A vágási kísérletek eredményeit a 3. ábrán láthatjuk. Szemrevételezéssel is láthatóak a különbségek. A 8. és 9. jelű vágásoknál a kör vonala mentén, a fényes felületen a gyanta réteg több helyen elvált a

karbonszálaktól. Ezeknél a vágásoknál a lézervágás a fényes felületről indult, míg a többinél a hátoldali matt felületről. A 3. 4. és 7. jelű vágásoknál a kontúr körüli felhólyagzás nem jellemző.



3. ábra. Lézeres vágás eredményei



4. ábra. A 8. számú vágás mikroszkópos felvétele

5. Következtetések

A kísérletek elvégzése után arra a következtetésre jutottunk, hogy a lézeres megmunkálás egy jó lehetőségnek bizonyul a CFRP anyagok vágására. Jó minőségű megmunkálást tudunk végezni, viszonylag gyorsan és pontosan. Alkalmos tömegtermelésben való felhasználásra is.

A vágott felületek vizsgálata alapján megállapíthatjuk, hogy a lézervágást a matt felületről célszerű indítani. Az alkalmazott paraméterek hatása nem mutatott nagy különbséget a mikroszkópos és szemrevételezéses vizsgálatok során.

6. További tervek

A továbbiakban szeretnénk vizsgálni minél pontosabban, hogy a lézeres megmunkálás, hogyan építhető be a CFRP anyagok esetén a tömegtermelésbe. Ilyen fontos lehetőség az Airbus új gépeinél, melyeknek az egyik fő alapanyaga a CFRP. Az egy gép esetén a felhasznált anyagok 50%-át teszik ki. Ezeket fúrásokat és különféle megmunkálásokat alkalmaznak. A fúrás kiváltása a lézeres vágással gazdaságosabbá és olcsóbbá teheti az előállítását.

Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni a segítséget a dolgozatom elkészítése során Dr. Rác Pálnak (Bay Zoltán kutató Intézet), valamint Dr. Vavra Gábornak és Farkas Péternek (Edutus Főiskola Lézerlabor).

We acknowledge the financial support of this work by the Hungarian State and the European Union under the EFOP-3.6.1-16-2016-00010 project.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Dobránszky János, Bitay Enikő: *Polimer anyagok lézersugaras jelölhetősége*. A XVII. MTÜ Műszaki Tudományos Közlemények / Papers on Technical Science nr. 6. szám, EME, Kolozsvár, 2017.
- [2] Andrews Andrew, Kovács-Coskun Tünde: *A lézervágás biztonságtechnikai kérdései*. Műszaki tudományos közlemények 5, Kolozsvár, 2016
- [3] Tuloki Szilárd, Pinke Péter: *TRIP600 acél lézervágása különböző munkagázok alkalmazásával* Műszaki tudományos közlemények 5, Kolozsvár, 2016

NI LABVIEW KÉPFELDOLGOZÁSI ALGORITMUSOK ALKALMAZÁSA, ILLESZTÉSE IPARI ESZKÖZÖKHÖZ

APPLICATION OF IMAGE PROCESSING METHODS IN NI LABVIEW AND ITS ADAPTATION TO INDUSTRIAL DEVICES

Tóth Xénia Erzsébet¹, Zilahi Krisztián László²

*Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Villamosmérnöki és Mechatronikai Tanszék,
4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca, 2-4,*

¹tothxeniaerzs@gmail.com, ²imkrisztian@mailbox.unideb.hu

Abstract

In this paper we introduce a production process using different image processing methods. We made an NI LabVIEW application to help the control process of a Festo MPS sorting station. We describe the image processing methods that we used in LabVIEW, and with which we could replace the function of the different sensors. During the development of the system we have taken into consideration its integration to other, existing devices or production cells.

Keywords: *LabVIEW, image process, PLC, color detect, edge detect*

Összefoglalás

A cikkben bemutatunk egy korszerű, képfeldolgozási módszerek alkalmazásával segített gyártási folyamatot. Elkészítettünk egy NI LabVIEW alkalmazást, mely egy Festo MPS szortírozó munkaállomás vezérlésének kiegészítéséhez használtunk fel. Ismertetjük a LabVIEW-ban alkalmazott képfeldolgozási eljárásokat, illetve hogy ezek mely szenzorok által szolgáltatott információk kiváltására alkalmasak. A rendszer kialakításánál figyelembe vettük annak integrálhatóságát, hogy az meglévő eszközökhöz, gyártó cellákhoz is könnyen illeszthető legyen.

Kulcsszavak: *LabVIEW, képfeldolgozás, PLC, színelismerés, éldeketálás*

1. Bevezetés, előzmények

Az ipari folyamatok során, számos helyen alkalmaznak képfeldolgozási eszközöket, ezeket elsősorban minőség ellenőrzési célból használják. A mai modern eljárásoknak megfelelően ezek az algoritmusok a digitális képfeldolgozási alapokon nyugszanak. A képfeldolgozási módszerek – az informatikai rendszerek és a félvezetők gyártási technológiájának fejlődésének köszönhetően – egyre jobban elterjedtek, mi-

vel biztosítani tudják az ipari környezetben a nagyon gyors és megbízható termékellenőrzési folyamatokat [1].

A képfeldolgozási módszereknek nem kizárólag a minőség ellenőrzési folyamatok során lehet nagy jelentősége, mivel ezen alkalmazások flexibilitása – a képek nagy információ tartalma és az eszköz (IP vagy webkamera) mobilitása miatt – lehetővé teszi például a munkadarabok, termékek felismerését, követését és megfelelő techno-

lógia alkalmazásával a termékek azonosítását is [2].

Ebben a cikkben bemutatunk egy olyan speciális felhasználási példát, amelyben egy rugalmas gyártó cella (jelen esetben egy szortírozó állomás) funkciójának ellátása érdekében kiváltottuk az azon elhelyezett ipari szenzorokat (és azok jeleit) egy képfeldolgozási alkalmazással. A rendszer kialakításánál törekedtünk arra, hogy a gyártócella alapfeladatát maradéktalanul elássa, valamint azt kiegészítő funkciókkal láttuk el.

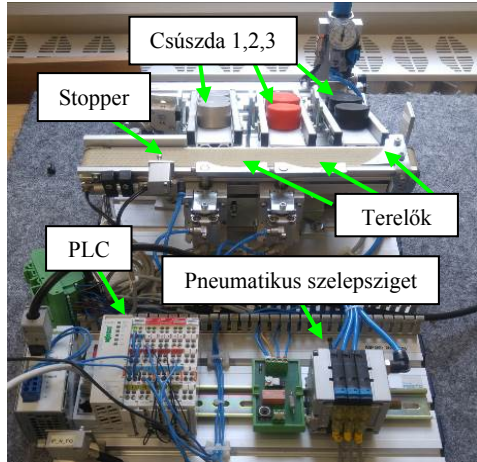
2. Az alkalmazott gyártócella modell

A tanulmány elkészítése során a Festo Kft. által forgalmazott szortírozó MPS (Modular Production System) állomást használtunk fel, mivel ezen az állomáson bemutatható a termékfelismerés, követés, valamint az osztályozási feladat is.

A szortírozó állomás (1. ábra) fő feladata, hogy különböző színű munkadarabokat válogasson szét, és raktározzon három csúszdára. A szállítószalag elején a munkadarab jelenlétének észlelése után, a termék a szalagon továbbításra kerül a detektáló részhez. A munkadarab színének megállapítását követően (piros, fekete, ezüst) a szalagon elhelyezett stopper-munkahenger továbbengedi azt, és a megfelelő pneumatikus terelőhenger működtetésével a kívánt csúszdára juttatja.

A cella vezérlése egy programozható logikai vezérlővel (PLC) történik, mely jelen esetben WAGO PFC100-as típusú. A programkódot CoDeSys v2.3-as környezetben készítettük el, strukturált szöveges programnyelven.

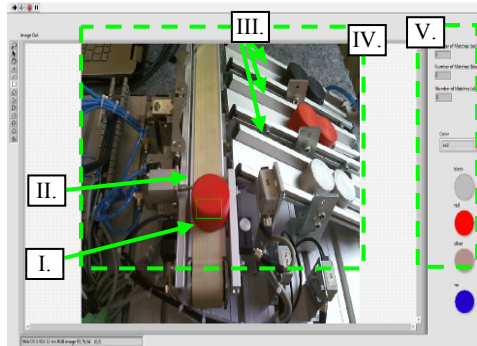
A rendszer bővítése, továbbfejlesztése során a PLC programját úgy készítettük el, mintha a bemenetek tényleges fizikai inputok lennének (az állomáson korábban megtalálható szenzorok szerint). Ezeket az információkat a program kizárólag a képfeldolgozó egységtől gyűjti be, a korábbi szenzorok használta helyett.



1. ábra. A szortírozó munkaállomás

3. Képfeldolgozás

A szortírozó munkaállomást kiegészítettük egy képfeldolgozásért felelős LabVIEW alkalmazással (2. ábra), amely az állomásra irányított webkamera segítségével képes kiváltani az állomáson gyárilag elhelyezett szenzorok jeleit. A képfeldolgozási metódusokat a szenzorok eredeti funkciójának megfelelően választottuk ki.



2. ábra. Az elkészített LabVIEW alkalmazás front panelje

A képfeldolgozás során valós időben (real-time) elemeztük a webkamera által szolgáltatott képet. A kamera és a megjelenítendő kép tulajdonságai a Vision

Acquistion funkcióblokk segítségével konfigurálhatóak.

A fejlesztőkörnyezetbe integrált Vision Assistant használatával előre definiált képfeldolgozási eljárásokat lehet igény szerint alkalmazni.

3.1. Forma detektálás

A forma felismerő algoritmus (Geometric Matching) a felhasználó által betanított minta szerinti éldetektáláson alapul. Jelen esetben ezt az eljárást a gyártósorra érkező új munkadarab formájának felismerésére használjuk (előre megadott egyféle alak detektálására, tehát szintől függetlenül, a jelenlét érzékelésére), melynek szerepét eredetileg az MPS állomáson egy tárgyreflexiós optikai szenzor töltötte be. A zavaró hatások elkerülése érdekében a felismerési tartományt a futószalag elejére korlátoztuk (**2. ábra**, I.). Amikor az alkalmazás egyezést talál, azt egy belső logikai változóban tárolja.

3.2. Színmeghatározás

A munkadarabok színmeghatározása az állomáson korábban két érzékelővel történt.

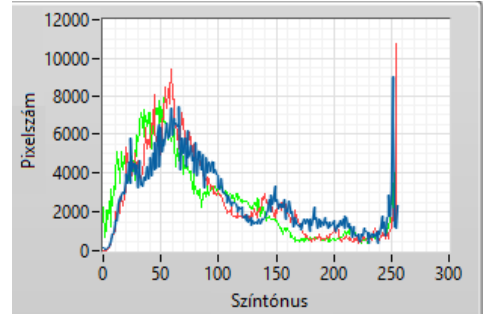
1. táblázat. A munkadarab színérzékelésének logikai összefüggései

Munkadarab típusa	Szenzor típus	
	Induktív	Optikai
Piros	nem érzékel	érezkel
Fekete	nem érzékel	nem érzékel
Ezüst/Fém	érezkel	független

Az ezüst munkadarab fémből készült, így az egy induktív jeladóval volt felismerhető, míg a piros és fekete munkadarabok színe egy állítható érzékenységű tárgyreflexiós optikai érzékelővel volt megállapítható. Az érzékelés logikai összefüggései az **1. táblázatban** láthatóak.

A Color Classification funkció egy adott helyen, jelen esetben a stopper előtti területen (**2. ábra**, II.) vizsgálja az előre betanított minták alapján, hogy milyen szín található ott. Ehhez színenként (class) több min-

tát (sample) szükséges megadni, ezek beállításai (intenzitás, finomság, stb.) módosíthatók. A front panelen opcionálisan megjeleníthető az ebben a tartományban lévő színösszetétel hisztogramja. Így látható a képet felépítő képpontok számának eloszlása valamennyi színerősségi szinten. A hisztogramon a színekhez tartozó árnyékok a bal oldalon, a középtónusok középen, és a csúcspontok a jobb oldalon láthatóak.

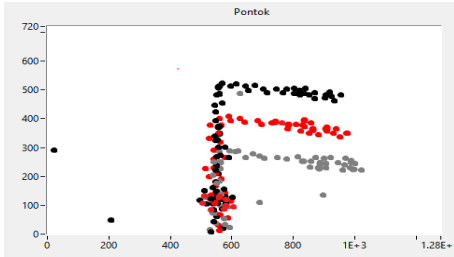


3. ábra. A vizsgált terület RGB hisztogramja

A hisztogramon megfigyelhető (**3. ábra**), hogy az egyes RGB komponensek milyen színintenzitással (8 bites felbontás), azaz pixel számmal jelennek meg a vizsgált tartományban (**2. ábra**, II.), és ezt az értéket összehasonlítva az előre definiált mintákkal a program képes eldönteni, hogy milyen színű az adott munkadarab. A munkadarab színének megfelelően az **1. táblázatban** foglaltak szerinti jeleket, változókat állítottunk elő.

3.3. Színfelismerés

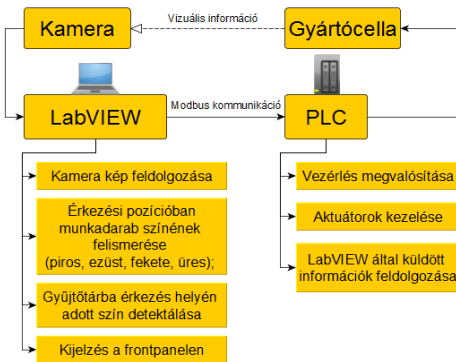
A munkadarabok lecsúszását érzékelő kétutas optokapu kiváltására egy színfelismerő metódust használtunk. Ez a funkció egy előre definiált szín helyének meghatározására képes egy adott tartományon belül (**2. ábra**, III), ami jelen esetben az megfelelő színhez rendelt csúszda eleje. A színek helyének meghatározása a Visual Assistantben a Color Location alkalmazással lehetséges, egyenként a színek mintavételezéses betanítása után.



4. ábra. Színes objektumok követése

Ez az eljárás a tartományok kibővítésével (teljes kamerakép, 2. ábra, IV.) meghatározott színű objektumok követésére is lehetőséget ad. A front panelen folyamatosan frissülve megjelenítésre kerül a betanított 3 féle színű munkadarab helyzete. Ezt egy általunk megírt MathScript plotolja ki egy grafikonra (4. ábra).

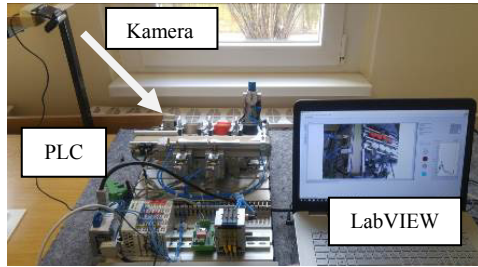
4. Kommunikáció a rendszeren belül



5. ábra. A rendszer blokkdiagramja

A rendszeren belüli kommunikáció (5. ábra) egy Ethernet alapú, Modbus TCP/IP ipari kommunikációs protokollon történik. A hálózaton belül a PLC tölti be a Modbus Szerver (Slave) szerepét, így generál egy valós idejű adatbázist. Az adatbázisban szereplő megfelelő változók értékeinek beírását, valamint olvasását a PLC is végezheti vagy a PC-n futó LabVIEW alkalmazás. A LabVIEW, mint Modbus Kliens (Master) tud csatlakozni a szerverhez [3].

5. Összegzés, következtetések



6. ábra. Az összeállított rendszer

A tanulmány során ismertettük a képfeldolgozás jelentőségét a gyártási folyamatok szempontjából. Létrehoztunk egy rendszert, amelyen keresztül bemutattunk képfeldolgozási módszereket, mellyel kiváztottuk az eredetileg használt szenzorokat [4]. Az elkészített alkalmazás meglévő rendszerekbe való integrálása a mai modern gyártási trendnek megfelelő rugalmas szenzorhálózatot eredményezhet.

A LabVIEW alkalmazás a képfeldolgozás mellett a felhasználói interfész szerepét is betölti (2. ábra, IV-V.), illetve lehetőséget ad akár távoli felügyeleti rendszer kialakítására is (webszerver). További felhasználási, fejlesztési lehetőségek közé tartozik hő kamera, sztereo kamera integrálása, valamint akár egy önkalibrálású rendszer létrehozása is.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] A. Barth, R. Herpers, M. Gressnich: *Real-time applicable visual quality control in industrial line production*, Proc. IEEE Int. Conf. ASME, 2007, 1-6.
- [2] L. Stroppa, N. Rodrigues, P. Leitao, N. Paone: *Quality control agents for adaptive visual inspection in production lines*, Proc. IEEE Int. Conf. IECON, 2012, 4354-4359.
- [3] Ajtonyi István: *Ipari kommunikációs rendszerek I. 1. kötet*. kiadó: AUT-INFO Kiadó, Miskolc, 2008. 431. ISBN szám: 9789630658133
- [4] Az elkészített rendszert bemutató videó: <https://youtu.be/kJ3QgXR0ld0> Megtekintve: 2017.02.27.

FUZZY LOGIKA ALAPÚ KOCKÁZAT ÉRTÉKELŐ KERETRENDSZER ALKALMAZÁSA A PÁCIENSMONITOROZÁSBAN

FUZZY LOGIC-BASED RISK ASSESSMENT FRAMEWORK USED IN PATIENT MONITORING

Tóthné Laufer Edit

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,
Mechatronikai és Járműtechnikai Intézet, 1081, Magyarország, Budapest,
Népszínház u. 8. Telefon / Fax: +36 1 666-5377, laufer.edit@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

In this paper a fuzzy logic-based risk assessment framework is introduced, which can be customized based on personal parameters during patient monitoring. In these kinds of systems reliable result can be obtained only in the case of patient-specific evaluation, which takes into account the personal characteristics, living conditions, medical recommendations, case history and the previous measurements available. These requirements and the risk factors diversity justify the development of a flexible and a high degree of adaptability risk assessment system, which has a generalized, modularized structure in order to easy expandability and transparency. The basis of this structure are the specifically configurable subsystems. The uncertainty and the subjectivity in the factors determining and in the evaluation are handled by applying fuzzy logic-based inference system.

Keywords: Fuzzy inference system, patient monitoring, risk assessment

Összefoglalás

Ebben a cikkben egy olyan fuzzy logikán alapuló kockázatértékelő keretrendszert mutatok be, amely személyre szabhatóan, az egyéni adottságoknak megfelelően alkalmazható a páciensmonitorozás során. Ilyen típusú rendszerekben megbízható eredmény csak páciens-specifikus kiértékelés esetén határozható meg, ami figyelembe veszi az egyéni adottságokat, életkörülményeket, orvosi ajánlásokat, az illető kórtörténetét és az esetlegesen rendelkezésre álló előző mérési eredményeket. Ezek az igények, valamint a kockázati tényezők változatossága egy flexibilis, nagyfokú adaptációs képességgel rendelkező kockázatkezelő rendszer kidolgozását tették szükségessé, amely a könnyű bővíthetőség, és átláthatóság elérése érdekében általánosított, moduláris felépítésű rendszerstruktúrával rendelkezik, melynek alapját a specifikusan paraméterezhető alrendszerek képezik. Az ilyen típusú rendszereknél gyakran tapasztalható bizonytalanságot, a tényezők meghatározásában és a kiértékelésben rejlő szubjektivitást fuzzy alapú következtetési rendszer alkalmazásával kezeltem.

Kulcsszavak: Fuzzy következtetési rendszer, páciens monitorozás, kockázatbecslés

1. Bevezetés

A rendszeres testmozgás kedvező élettani hatásai, fontos szerepe a prevencióban, rehabilitációban mindenki

számára ismertek: mérsékli a testsúlyt és a vérnyomást, szabályozza a szívritmust, javítja az anyagcsere-folyamatokat, csökkenti a szív- és érrendszeri betegségek, az agyi érkatasztrófa (stroke), a

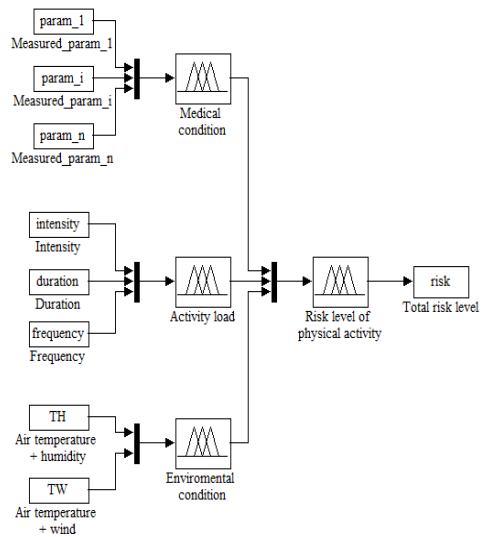
cukorbetegség, a csontritkulás és az ízületi elváltozások kockázatát. Lelki problémák esetén is kedvezően hat, oldja a szorongást, enyhíti a depressziót, ami szintén kedvező hatást gyakorol a szervezetre. Ismert tény az is, hogy a testmozgás hiánya hosszú távon egészségromlást eredményez, ezáltal rontja az életminőséget. Fontos azonban azt is megjegyezni, hogy a nem megfelelő (káros, vagy túlzásba vitt) sporttevékenység veszélyes is lehet. Ilyen problémát okozhat, ha nem az adottságainknak, aktuális fizikai állapotunknak megfelelő mozgásformát, intenzitást, gyakoriságot, vagy időtartamot választunk. Annak érdekében, hogy a tevékenység biztonságosan végezhető legyen, valós időben kell figyelemmel kísérni a személy alapvető fiziológiai jellemzőit. Ilyen típusú rendszereknél komoly problémát jelenthet a tényezők normál tartományának meghatározása. Az orvostudomány ugyan alkalmaz általánosan elfogadott értéktartományokat [1], de igazán megbízható kiértékelés csak személyre szabott tartományok esetén végezhető [2], figyelembe véve a páciens krónikus betegségeit, aktuális állapotát, életkorát és számos egyéb tényezőt. Ezen problémák kezelésére hoztam létre egy olyan kockázatértékelő keretrendszert, melyben személyre szabhatók a vizsgálendő tényezők, valamint az értékhatárok, a választott sporttevékenységet is figyelembe véve. Mivel élettani jellemzőknél nem éles határokkal dolgozunk, fuzzy alapú kiértékelést alkalmaztam.

2. A rendszer felépítése

2.1. A keretrendszer

A könnyű bővíthetőség érdekében a rendszer csoportosított, hierarchikus felépítésű, melyben a kiértékelés fuzzy logikán alapul. A cél személyre szabott paraméterek alapján a kockázati szint meghatározása, a kritikus helyzetek felismerése érdekében. A rendszer bemeneti

paramétereit és azok értékhatárait nem általánosan meghatározottak, hanem a személyes adatokat tartalmazó adatbázis alapján állnak elő, ennek megfelelően az alkalmazott szabályrendszer is személyre szabott, hiszen annak antecedens része a bemenetek függvénye [3]. A rendszerstruktúra alapját a jellegüknek fogva összetartozó tényezőket alkotnak, melyek önálló alrendszereket alkotnak, kezelésük is külön történik. A modell általános felépítése az 1. ábrán látható.



1. ábra. A rendszer általános felépítése

A rendszer személyre szabhatóságát a „Medical condition” alrendszer képezi, ennek bemenetei a választott mozgásforma és a személyes jellemzők alapján az adatbázisban egyénileg definiáltak, ezek monitorozása valós időben történik.

Az „Activity load” alrendszer a személy sporttevékenységével kapcsolatos szokásait tartalmazza, mint a mozgás gyakorisága (Frequency), időtartama (Duration) és intenzitása (Intensity).

Az „Environmental condition” alrendszer pedig a környezeti tényezőket vizsgálja, a hőmérsékletnek a széllel (TW),

illetve a páratartalommal (TH) kombinált hatását veszi figyelembe.

A rendszer felépítésének köszönhetően az egyes alrendszerek külön bővíthetők, módosíthatók a személy állapotában bekövetkezett változáshoz alkalmazkodva, az adatbázis alapján, hiszen a határértékeket ott definiáljuk.

2.2 A kiértékelés folyamata és az alkalmazott adatbázis

A rendszer megfelelő működéséhez egy jól megtervezett adatbázisra volt szükség, amely tartalmazza a vizsgálandó tényezőket és a tagsági függvény hangolásához szükséges paramétereket a személyes jellemzőktől és a sporttevékenységtől függően. Az antecedens halmazok száma és neve felhasználótól függetlenül adott, de a kiértékeléskor azok hangolása az adatbázisban megadott értékek alapján történik, akárcsak a kiértékelő szabályok meghatározása, de ez már személyre szabottan történik.

2.2.1. Az adatbázis inicializálása

A rendszer első használata előtt az adatbázis alapértékeit be kell állítani, illetve, ha a páciens állapotában bármiféle változás történik, a szükséges értékeket, módosítani kell. Az egyed-kapcsolat diagram alapján alkalmazott relációk a következők:

Felhasználók(TAJ, Név, Cím, Születési dátum, Nem, Magasság, Testsúly): A felhasználó alapvető adatait tartalmazza, kulcs attribútuma a TAJ szám, ami a felhasználó társadalombiztosítási azonosító jele.

Sportok(TAJ, sport): A felhasználó által végzett lehetséges mozgásformákat tartalmazza, melynek során monitorozni kell őt. Kulcs attribútum a TAJ szám.

Antecedensek száma(param, MFszám): Az értelmezési tartományon belül definiált határértékek adják meg a kiértékelés során, az egyes tényezők esetén alkalmazott

antecedens halmazokat, melyek száma a paraméter jellemzőjétől függ. A tartomány felosztható például normál, emelkedett, és abnormális értékekre, ekkor három halmaz szükséges, de ez az egyes tényezők esetén különböző lehet. A halmazok száma nem páciens, hanem paraméterfüggő, ezért a reláció kulcs attribútuma a param.

Antecedens név(param, MFnév): szorosan kapcsolódik az előző relációhoz, mivel az abban meghatározott halmazok neveit tartalmazza, így ezek száma értelem szerűen megegyezik a halmazok számával. Ezek az elnevezések nem felhasználó, hanem paraméterfüggők, ezért a reláció kulcs attribútuma a param.

2.2.2. A kiértékelés lépései

Ebben az alfejezetben a kiértékelés lépéseit egy alrendszerre mutatom be diszkrétizált kimenetű Mamdani-típusú rendszer esetén. A rendszer moduláris felépítésének következtében a többi alrendszerben ugyanezek a lépések hajthatók végre.

1. lépés: A mérendő tényezők és azok száma felhasználótól és a választott mozgásformától függően különbözőek lehetnek, melyek a személyes profilban a Vizsgált_param(TAJ, sport, param) relációban vannak definiálva. Kulcs attribútumok a TAJ szám és a választott sport együtt. Az így definiált értékeket fuzziifikálni kell, melyre a rendszerben (1) által definiált trapéz alakú függvényt használtam.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & x \leq a_i \\ \frac{x - a_i}{b_i - a_i} & a_i \leq x \leq b_i \\ 1 & b_i \leq x \leq c_i \\ \frac{d_i - x}{d_i - c_i} & c_i \leq x \leq d_i \\ 0 & d_i \leq x \end{cases} \quad (1)$$

ahol a_i , b_i , c_i , d_i , a függvény paraméterek, melyek a függvény felhasználó-specifikus

hangolására használhatók az adatbázisban megadott értékek alapján, melyek a *Paraméter határértékek* (TAJ, MFnév, határértékek, sport) relációban találhatóak, a *Vizsgált param* relációban szereplő tényezőkre kell alkalmazni. A kapott értékek definiálják a tartományok legkisebb és legnagyobb értékét, illetve a függvény paramétereit minden egyes antecedens halmaz esetén, a felhasználótól és a választott sporttevékenységtől függően. Kulcs attribútuma a TAJ szám, az MFnév és a sport együtt.

2. lépés: A szabálypremisszák (w_i) (2) alapján definiálhatók, ahol a fuzziifikált értékeket az AHP módszer szerint súlyoztam, ennek értékei a *Kölcsönhatások* (*TAJ, sport, index, érték*) relációban adottak. Ez a reláció adja meg a paraméterek relatív fontosságát felhasználó- és sport-specifikus módon. Az alapértelmezett összehasonlító mátrix megadható minden egyes paraméterkombinációra, de felhasználótól függően módosíthatók az értékei.

$$w_i = \begin{cases} m \cdot \sum_{k=1}^m a_k \mu_{A_{ij}}(x_k) & \text{ha } \mu_{A_{ij}} \neq 0, \forall k \in [1, m] \\ 0 & \text{különben} \end{cases} \quad (2)$$

ahol m az bemenő paraméterek száma, a_k a k . bemenethez tartozó súly, w_i az i . szabálypremissza tüzelési szintje.

3. lépés: A szabályok konzekvens részének defuzziifikációja a COG módszer (3) alapján, ahol ismét trapéz alakú tagsági függvényeket alkalmazunk. A konzekvensenek a *Szabályok*(*param₁, ..., param_n, kimenet*) relációban vannak definiálva felhasználó- és sport-specifikus módon. A reláció kulcs attribútuma a paraméter kombináció, amely a 2. lépésben alkalmazott szabálypremisszákat definiálja.

$$f_i = \frac{\int_{supp\mu_{D_i}} \mu_{D_i}(y) y dy}{\int_{supp\mu_{D_i}} \mu_{D_i}(y) dy} \quad (3)$$

4. lépés: Az összesített kimenet (O) kiszámítása (4) alapján.

$$O = \sum_{i=1}^n w_i f_i = \frac{\sum_{i=1}^n w_i f_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (4)$$

3. Következtetések

Páciensmonitorozó rendszerekben a kiértékelés személyre szabhatósága nehezen megvalósítható, de valós eredmény csak így kapható. A probléma kezelése érdekében egy olyan fuzzy alapú kockázatbecslő keretrendszert hoztam létre, ami a személyes profil alapján lehetővé teszi, hogy az adottságoknak megfelelően különböző tényezőket mérjünk, és azok határértékei is személyre szabottan, a választott sportot is figyelembe véve határozhatók meg. A rendszer hierarchikus, csoportosított felépítésű, így könnyen bővíthetők, módosíthatók az egyes alrendszerek. A felhasználó állapotában bekövetkező változásokhoz pedig az adatbázis értékeinek módosításával tud alkalmazkodni a rendszer.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Takács, M.; Tóth-Laufer, E: System Model for the Risk Level Calculation of the Leisure Activity. *Advances in Accounting, Auditing and Risk Management*, Brasov, Romania, 2013, pp. 17-21.
- [2] Douglas, H: The Failure of Risk Management: Why it's Broken and How to Fix it. *John Wiley & Sons*, 2009, pp. 46.
- [3] Johanyák, Zs. Cs: A Hybrid Algorithm for Parameter Tuning in Fuzzy Model Identification. *Acta Polytechnica Hungarica*, Vol. 9. No. 6, 2012, pp. 153-165.

A DEBRECENI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEP VIZSGÁLATA KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A FERMENTÁCIÓS FOLYAMAT MEGBÍZHATÓ ÉRTÉKELÉSÉRE ALKALMAZHATÓ FOS/TAC ARÁNY NYOMON KÖVETÉSÉVEL

EXAMINATION OF DEBRECEN WWTP FOCUSING ON THE FOS/TAC RATIO AS A RELIABLE ASSESSMENT PARAMETER USED FOR THE FERMENTATION PROCESS

Truzsi Alexandra¹, Bodnár Ildikó², Fülöp Zoltán³

^{1,2}Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék
Cím: 4028 Magyarország, Debrecen, Ótomető utca, 2-4.

¹alexandra.truzsi@gmail.com ²bodnari@eng.unideb.hu

³Debreceni Vízmű Zrt., Szennyvíztisztító Üzem, Cím: 4002 Magyarország, Debrecen,
Vértesi út 1-3. fulop.zoltan@debreceni-vizmu.hu

Abstract

The anaerobic digestion is a widely used economical method for sewage sludge stabilization and also purification of waste water with a high organic content. All effective anaerobic digesters transform the organic matter into biogas containing methane, which usable component covers a significant share of the heat and electricity consumption of the wastewater treatment plant (WWTP). The increasing amount of biogas is a priority task of WWTPs, which we can achieve a deeper knowledge of anaerobic digestion processes. The main task of this study is the optimization of anaerobic sludge treatment of Debrecen WWTP. Digester towers processes and their impact on the biogas yield were also priority studied.

Keywords: anaerobic sludge digestion, biogas yield, FOS/TAC ratio

Összefoglalás

A szennyvíziszap kezelésének egyik gazdaságos módja az anaerob lebontás, melyet széles körben alkalmaznak szennyvíziszapok stabilizálására és nagy szerves anyag tartalmú szennyvizek tisztítására is [1]. Minden jól működő anaerob fermentor megegyezik abban, hogy benne a szerves anyag átalakul metán tartalmú biogázzá, amely fedezi többek között a szennyvíztisztító telep hő- és villamosenergia-fogyasztásának jelentős részét. A biogáz mennyiségének növelése kiemelt feladat, melyet az anaerob lebontás folyamatainak alapos megismerésével érhetünk el [2]. Jelen tanulmány célja a Debreceni Vízmű Zrt. Szennyvíztisztító Üzemében az anaerob szennyvíziszap kezelésének optimalizálása. Kutatómunkánkban kiemelten vizsgáltuk a rothasztó tornyokban lejátszódó folyamatokat, s azok hatását a biogáz kihozatalra, minőségre.

Kulcsszavak: anaerob iszaprothasztás, biogáz hozam, FOS/TAC arány

1. Bevezetés

A szennyvíztisztító telepek üzemeltetése szempontjából fontos, hogy az anaerob rot-

hasztási folyamatokat minden esetben megfelelő módon ellenőrizzük, az információk birtokában az üzemmenetbe beavatkozzunk és ezzel stabil működést biztosítsunk a

technológiai folyamat számára [3]. Kutatómunkánk során célunk volt, hogy olyan vizsgálatokat alkalmazzunk, amelyekkel az anaerob fermentorokban lejátszódó folyamatok az eddigieknél jobban jellemezhetőek. Célunk volt továbbá, hogy az üzemeltetés számára a kellő információval szolgáló vizsgálati módszereket, az üzemi laboratórium rendszeres vizsgálati közé is beépíthessük.

2. Szakirodalmi áttekintés

A szennyvíztisztító telepeken működő iszaprothasztókban lejátszódó folyamatok ellenőrzésére több paraméter áll rendelkezésre ilyen a pH, a szárazanyag- és szervesanyag-tartalom, az illósav, a lúgosság, az illósav/lúgosság aránya, a gázmenyiség és gázösszetétel mérése [4]. Az illósav/lúgosság aránya (FOS/TAC arány), mint ellenőrző paraméter a fermentáció állapotát jellemzi, amely a két mért paraméterből számítható [5].

3. Anyag és módszer

A kutatáshoz kapcsolódó méréseket a Debreceni Vízmű Zrt. Szennyvíztisztító Üzem telepi laboratóriumában végeztük, ahol lehetőségünk nyílt a szennyvíziszap minták analitikai célú vizsgálatára. A mintavétel a telepen lévő üzemi rothasztókból a reggeli órákban történt. Az illósav és lúgosság értékek meghatározásához szükséges 1 liter mennyiségű iszapmintákat napi rendszerességgel az iszaprothasztó tornyok mintavető csővének végén, 3-4 perccel a leengedés kezdetét követően vettük, azért hogy a csőrendszerben lévő iszap a mintavétel előtt kiürüljön.

4. Eredmények és értékelésük

4.1. Az illósav és a lúgosság koncentrációk összefüggésének vizsgálata

A szakirodalmak szerint a házi szennyvízzel működő rothasztóban a CaCO_3 -ban kifejezett lúgosság optimális értéke

2000-3500 mg/l körüli. A lúgosság egy puffer kapacitás, amely a betáplált anyag minőségén, összetételén múlik. Ha optimális a beadagolt anyag összetétele a lúgosság értéke állandó és stabil lesz. A lúgosság csökkenését eredményezheti, ha a rendszerben lévő ammónium-ion koncentráció csökken, vagy az illósavak mennyisége emelkedik. Növekedést idézhet elő, ha növeljük a bejuttatott ammónium-ion koncentrációját, vagy az illósav koncentrációja csökken [4].

Az illósav és a lúgosság értékek összefüggésének vizsgálata során a kapott eredményekből arra lehet következtetni, hogy az összes lúgosságra vonatkozó értékek nem csökkentek 3000 mg/l alá. Az anaerob rothasztás biológiai folyamatai optimálisan működtek, vagyis a vizsgált iszapminták betáplálásának mennyisége megfelelő volt a kísérleti időszakban. A lúgosság eredmények mellett az illó (zsír)savak megfelelő koncentrációban voltak jelen, ezáltal a metántermelés folyamata is stabilan működött. A savtermelő fázisban keletkező illósav $1500 \text{ mg}_{\text{ecetsav}}/\text{dm}^3$ koncentráció felett gátolhatja a metántermelés folyamatát, mely a telep esetében is megállapítható volt a vizsgált időszakhoz kötődő augusztus hónap közepén. A szakirodalmi értékekkel összehasonlítva a rothasztó tornyokban mérhető illósavak koncentrációi a vizsgálati időszakban nem lépték túl a kritikus értéket (2000-3000 mg/l) ezáltal a rothasztó működése megfelelőnek tekinthető.

4.2. A FOS/TAC arány meghatározása

Az anaerob fermentációs folyamat stabilizálásának további ellenőrzésére a FOS/TAC módszert (Nordmann, 1977) alkalmaztuk [6]. A módszer lehetővé teszi a folyamat problémáinak, kritikus állapotának előrejelzését. Az illósav és lúgosság érték aránya meghatározza a savkoncentráció és a puffer-kapacitás hányadosát a fermentációs tápoldatban [7]. A FOS az illékony szerves savak rövidítése, amit mg ecetsav-

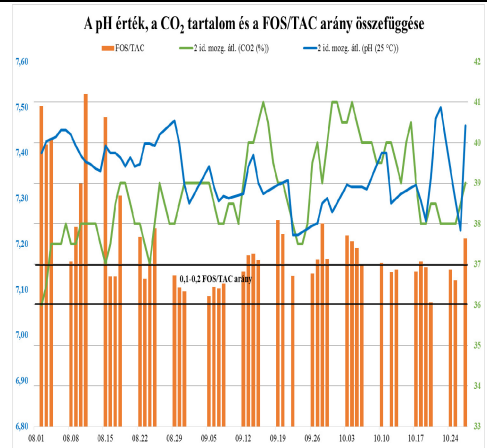
egyenérték/dm³-ben mérnek, míg a TAC az összes szerves szén (a bázisos pufferkapacitás) rövidítése, amit mg CaCO₃/dm³-ben mérnek [8]. A 0,1 és 0,2 között detektált FOS/TAC arány eredmények esetén tisztán szennyvíziszap rothasztás történt, emellett a zsírbeszállítás minden hónapban egyenletes volt. Augusztus 22-23-án jelentős csapadék (több mint 60 mm) esett a két nap alatt, illetve a tisztított szennyvíz mennyisége is több volt, mint 62.000 m³ (több, mint 55%-os többlet) augusztus 22-én. Ezen kívül ebben az időszakban váltott a telep a VIRON Plus 40-ről vas(III)-kloridra, így az átállás, illetve az új vegyszer más összetétele is hozzájárulhatott a kapott eredményekhez.

A rothasztó tornyokra is több iszap került feladásra, és a tartózkodási idő is 25 nap volt ebben az időszakban. Ez is eredményezhette a 0,1 körüli FOS/TAC arányokat, melyek végig együtt mozogtak a toronyra feladott iszap szervesanyag-tartalmával. A FOS/TAC arány 0,14 és 0,3 között változott, átlagos értéke 0,2 ± 0,05 volt, mely a tapasztalati szabály szerint alacsony biomasza bevitelt jelent [4].

4.3. A pH, szén-dioxid tartalom és a FOS/TAC összefüggésének vizsgálata

A pH, szén-dioxid tartalom és a FOS/TAC paraméterekre vonatkozó mérési eredményeket és ezek összefüggését az **1. ábrán** foglaltuk össze. A grafikonon a pH változás akkor kezdődött el, amikor az aránypár 0,1-hez kezdett közelíteni. Ez a változás a CO₂ esetében még szembetűnőbb, hiszen ahogy állandósult a 0,1 körüli FOS/TAC arány a szén-dioxid mennyisége emelkedni kezdett.

Ebből arra tudtunk következtetni, hogy szeptember végén kedvezőtlen irányba mozdult el a gáztermelődési folyamat, melyre a kismértékben megnövekedett illó-sav koncentráció is utalt.



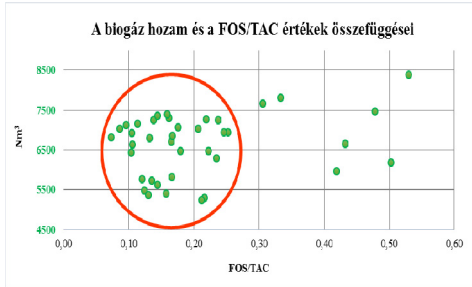
1. ábra. A pH, a szén-dioxid tartalom és a FOS/TAC összefüggése

A szén-dioxid akkor volt alacsony, amikor a FOS/TAC arány magasabb értékeket mutatott. A 0,1 körüli FOS/TAC aránynál már emelkedni kezdett a szén-dioxid mennyisége, amely azt tükrözi, hogy a biogáz rosszabb minőségű lett. Nagyon szépen látszik ennek eredménye például szeptemberben, de az egész időszakban megfigyelhető ez a jelenség. A pH értéket befolyásoló hatásösszefüggés nem mutatkozik ebben a grafikonban. Leginkább állandóság (valamint minimális változás) figyelhető meg, mely elsősorban a kedvező puffer-hatásnak lehet a következménye. A diagram adatai alapján tehát az üzemben átlagosan enyhén lúgos pH és alacsony FOS/TAC érték jellemző. Ezáltal megállapítható, hogy a debreceni szennyvíztisztító telep esetén a kapott értékek alapján, a 0,1 körüli FOS/TAC arány nem tekinthető optimálisnak, mely valóban alulterheltséget jelez a technológiai folyamatban.

4.4. A biogáz hozam adatok és a FOS/TAC érték kapcsolata

A szakirodalom által megfogalmazott optimális FOS/TAC arányszám a gyakorlatban 0,3 és 0,4 közötti tartományban helyezkedik el [4]. A kutatás során a biogáz

hozam és a FOS/TAC értékek összefüggéseit a 2. ábrán látható eredmények mutatják. A pontdiagrammon jól látszódik, hogy összesen két értéket tudunk detektálni a 0,3-0,4 közötti tartományban.



2. ábra. A biogáz hozam és a hozzá tartozó FOS/TAC arányok

A biogáz hozam és a FOS/TAC arány összefüggésénél látható piros körrel azt szeretnénk hangsúlyozni, hogy a legtöbb zöld pont jóval az optimális tartomány alatt 0,08 és 0,25 érték között helyezkedik el. Az optimális tartomány alatt lévők esetén elmondható, hogy a kutatási időszak ezen szakaszában csak telepi szennyvíziszap volt felvezetve a rothasztókra, ezáltal arra lehet következtetni, hogy a meglévő rothasztó rendszer a három rothasztó torony összterfogatával nagyobb szerves anyag mennyiséget igényelne az optimális 0,3-0,4 közötti FOS/TAC arány eléréséhez.

5. Következtetések

A szennyvíztisztító telepen végzett laboratóriumi vizsgálatok során a szakirodalmi adatoknál alacsonyabb 0,1 körüli FOS/TAC arányok és a detektált üzemeltetési ellenőrző paraméterek értékei a telep alulterheltségére utalnak.

Megoldás lehet ebben a helyzetben a terhelés növelése, ami történhet külső forrásból történő szerves anyag adagolással

vagy a rothasztó térfogat csökkentésével, leállításával. Lehetőség van továbbá a telepen képződő iszapmennyiség további 10%-kal történő növelésére más szennyvíztelepekről származó iszap fogadásával.

A vizsgálati időszak eredményeinek elemzése alapján tehát a FOS/TAC érték segíthet az esetleges stressz faktorok kiszűrésében. Javasolom további folyamatos vizsgálatát a telepen az összefüggések pontosabb feltárása érdekében.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] D. Fytili, A. Zabaniotou (2008): *Utilization of sewage sludge in EU application of old and new methods – A review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 12. 116–140.
- [2] Tchobanoglous G., Burton F. L., Stensel H. D. (2003): *Wastewater Engineering. Treatment and reuse*. 4th edition. Metcalf & Eddy Inc. McGraw Hill Science. 986-996.
- [3] Juhász E. (2011): *A szennyvíztisztítás története*, Magyar Víziközmű Szövetség, Budapest, 184.
- [4] Öllös G., Oláh J., Palkó Gy. (2010): *Rothasztás*, Magyar Víziközmű Szövetség, Budapest, 320.
- [5] Kárpáti Á. (2002): *Szennyvíziszap rothasztás és komposztálás*, Ismeretgyűjtemény 6. Veszprémi Egyetem Környezetmérnöki és Kémiai Technológia Tanszék, Veszprém, 104.
- [6] Nordmann, W. (1977). *Die Überwachung der Schlammfäulung*. KA-Informationen für das Betriebspersonal, Beilage zur Korrespondenz Abwasser 3.77.
- [7] Pfeifer, B. (2007). *Meßgerät FOS/TAC 2000 - Messeneuheit von der Agritechnica*. (Pronova Analysentechnik, Novatech GmbH., Energie Pflanzen. VI/2007. 53.
- [8] Voß, E., Weichgrebe D., Rosenwinkel, K.H. (2009). *FOS/TAC – Deduction, Methods, Application and Significance*. Internationale Wissenschaftskonferenz „Biogas Science 2009 – science meets practice”, LfL-Bayern, 2-4. 12.09. Erding.

GÉPJÁRMŰ KANYARODÁSI TECHNOLÓGIÁK, KÖZVETLEN ADAPTÍV KORMÁNYZÁS

VEHICLE STEERING TECHNOLOGIES, DIRECT ADAPTIVE STEERING

Tuloki Szilárd¹, Nagy István²

¹Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar; 1034 Budapest, Bécsi út 96/B; tuszilard@gmail.com

²Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar; 1081 Budapest, Népszínház u.8; Tel.: +36-1-666-5366, nagy.istvan@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

The steering technologies have come a long way in the last decade. Our goal by this paper is to present the different types of vehicle's steering system, then a detailed introduction of the Direct Adaptive Steering (DAS). Direct adaptive steering is a completely new steering system from INFINITY, which utilizes 'steer by wire' technology. It was introduced first at 2013.

Keywords: *Steering technologies, Direct Adaptive Steering, DAS,*

Összefoglalás

A különböző kanyarodási technológiák jelentős fejlődésen mentek keresztül az elmúlt évtizedekben. Ebben a konferenciacikkben egy tanulmányt végzünk, melynek keretében az eddig használatos, elterjedt technológiák kerülnek bemutatásra, majd bővebben tárgyaljuk az INFINITY által bevezetett közvetlen, digitális alapú adaptív kormányzást.

Kulcsszavak: *Kanyarodási technológiák, Közvetlen Adaptív Kormányzás, DAS,*

1. Introduction

The basic requirement of a vehicle's steering system is to allow the driver to easily maintain the vehicle's position in high speed or in rough road surfaces. Because of this lots of different solutions are created to help the driver change the vehicle's path without much effort. Early vehicle systems were equipped with mechanical steering systems which had very low, or 1:1 steering ratios. These did not meet the criteria above, because they were heavy to use (in low speed especially) and had problems holding the vehicle in straight line at high speed. Because of these

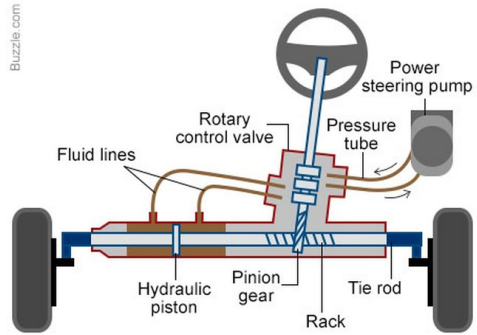
the first solution was to increase the steering ratio.

2. Steering ratio

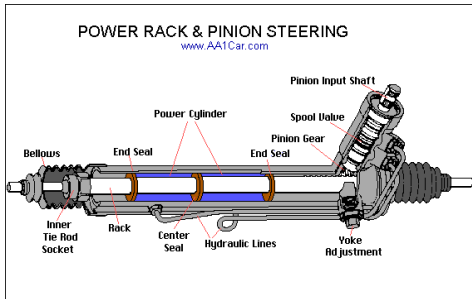
Steering ratios gives mechanical advantages to the driver. It allows the wheel to be turned more easily, overcoming the vehicles weight. In another way it means that we don't have to turn the steering wheel a so many times to move the vehicles wheels.

Steering ratio is the relationship between the steering wheels rotation and the amount of the road wheels are turned. In general the higher the steering ratio, the easier to turn

the vehicle wheels, but you need to turn the steering wheel more. The lower the steering ratio, the harder it is to turn the steering wheel, but you need to turn it less. Modern passenger vehicle with power assisted steering systems have steering ratios from 12:1 to 20:1. Most manufacturers use a steering rack and pinion to gain this ratio. When determining the final steering ratio of a new vehicle, we must take into consideration the vehicles Steering geometry, wheels and tires and the intent of use.



2. Figure Power assisted steering [2]



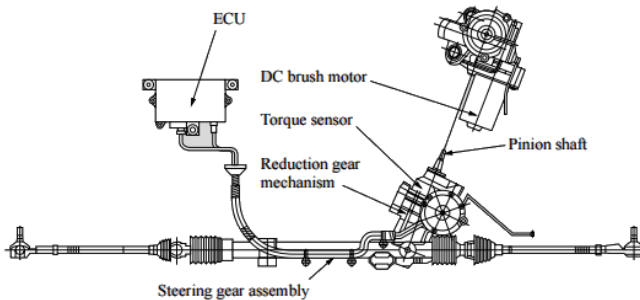
1. Figure Power rack & pinion steering [1]

2. Power Assisted Steering (PAS)

The introduction of hydraulic power assisted steering was a great breakthrough, because it allowed the vehicle manufacturers to overcome the limitations of the earlier mechanical systems. In the past years lots of improvements have made, thanks to the new electric integration components.

3. Hydraulic Speed Sensitive Power Steering (HPS)

The major disadvantage of PAS systems is that it gives few assistances to the driver. When parking or maneuvering at low speed, we need higher assistance, but when we are driving with high speed then we need less assistance from the system. With a solenoid valve and a simple control module to the basic PAS system, we can archive a variable rate of assistance system. The system gathers information from the Engine and vehicle speed information is used by the power steering control module to manage the level of steering assistance provided. The power steering solenoid valve fitted to the side of the steering valve assembly is used to regulate the amount of fluid pressure from the steering fluid reservoir and pump.



ECU: electronic control unit

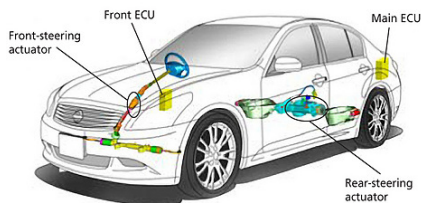
3. Figure HPS [3]

As the vehicle speed increases the voltage to the solenoid valve is reduced, limiting the oil pressure assistance to the steering rack. The rack is a fixed ratio type. For more detailed information on how the solenoid valve interacts with the internal operation of the PAS steering valve assembly, please refer to the relevant Steering Control System (STC) ESM.

4. Four Wheel Active Steering (4WAS)

The 4WAS system is able to alter the ratio of turns to the front steering and provide additional steering movement to the rear wheels. It works alongside other vehicle dynamic control systems to stabilize the car in a potential oversteer or understeer situation beyond the normally natural level of grip. It also provides an enhanced dynamic driving experience for the driver who will feel an additional level of agility in slalom type maneuvers.

By actively turning all four wheels as you steer, 4-Wheel Active Steer elevates handling and the very experience of each corner. The system adjusts steering angle and ratio to vehicle speed, creating a more responsive and fluid sense of control. With natural low-speed feel, responsive mid-speed turn-in, and precise high-speed stability, 4-Wheel Active Steer makes cornering gracefully easy.



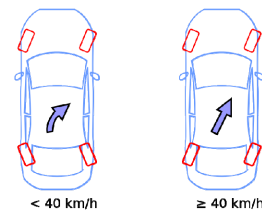
4. Figure 4WAS [4]

5. Rear Active Steering (RAS)

Rear Active Steering is similar in construction and operation to the rear wheel

steering function of the 4WAS system. It is designed to improve low speed agility while providing high speed stability. The RAS works in conjunction with the HPS system. When the driver begins to turn the steering wheel the rear wheels momentarily move in the opposite direction to the front wheels to improve the yaw rate (steering angle speed).

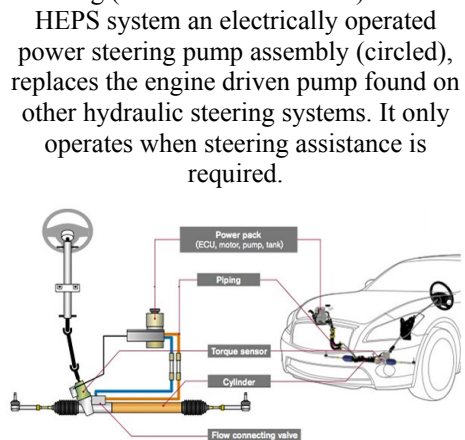
Once the necessary yaw rate (steering angle speed) has been achieved, the rear wheels are turned in the same direction as the front wheels to improve the ‘turn in’ cornering response.



5. Figure RAS operation [5]

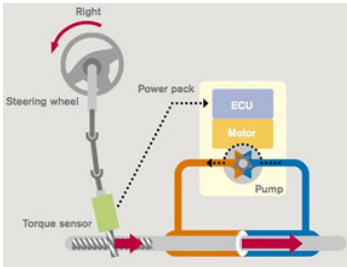
6. Hybrid Electric Power Steering (HEPS)

With the introduction of hybrid powertrain technology, a power steering system was required that could provide steering assistance without the engine running (when in electric mode). On the HEPS system an electrically operated power steering pump assembly (circled), replaces the engine driven pump found on other hydraulic steering systems. It only operates when steering assistance is required.



6. Figure HEPS [6]

The control module uses vehicle speed and torque sensor steering force information to govern the output speed of the electric motor, which in turn varies the oil pump output pressure to control the amount of steering assistance. The electric motor can be rotated in either direction, depending on the direction input signal from the steering angle sensor. The flow connection valve is a safety device that is energized in the closed position whilst ever the system is functional.



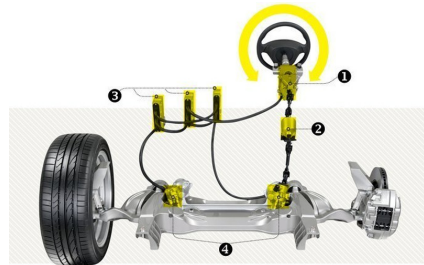
7. Figure HEPS operation [6]

7. Direct Adaptive Steering (DAS)

Direct adaptive steering is a completely new steering system, which were introduced by Infiniti. DAS removes the mechanical connection between the steering wheel and tires, allowing for instantaneous driver input that can be digitally processed and adjusted up to 1,000 times per second. It utilizes ‘steer by wire’ technology and is the world’s first application on a production vehicle. The DAS is unaffected by the kickback and forced movement of conventional steering but still gradually requires more effort with increased speed and G-forces like a conventional system.

The steering wheel is normally (fault free) disengaged from the steering rack whenever the steering clutch is activated (ignition ON). The system converts driver steering wheel inputs into electrical signals which are sent to different modules. Simulated feeling of the road is transferred to the steering wheel via the steering force actuator. If the vehicle has an active lane

control feature, then the slight correction to the gear is applied via the steering angle actuators to improve the vehicle stability, for example if the vehicle direction is affected by other forces. Angle and torque sensors fitted to the steering wheel, steering force actuator, steering rack and steering angle actuators ensure system integrity.



8. Figure ‘steer by wire’: 1. Steering force sensor; 2. Clutch; 3. Control modules 4; Steering assist motors

To ensure system integrity is maintained, the DAS system utilizes a triple redundancy protocol that enables the three DAS control modules to share each other’s information at all times via its dedicated Flex Ray communication network. The Flex Ray network data transfer speed is considerably faster than CAN and therefore gives near instantaneous processing power.

References

- [1] <http://www.aalcar.com/library/2003/bf20340.htm>
- [2] <http://www.toyotazone.co.za/how-itworks/power-steering-fault-diagnosis/>
- [3] <http://www.hitachi-automotive.us/Products/oem/DCS/Steering/index.htm>
- [4] <http://articles.sae.org/3323/>
- [5] <https://en.wikipedia.org/wiki/Steering#/media/File:4WSselect.svg>
- [6] <http://www.nissan-global.com/en/technology/overview/ehpss.html>
- [7] <http://www.caranddriver.com/features/electric-feel-nissan-digitizes-steering-but-the-wheel-remains-feature>
- [8] <http://www.infinitiusa.com/>
- [9] <http://www.nissan-global.com/>

CELLULÁRIS ANYAGOK MODELLEZÉSE DIGITÁLIS KÉPEK ALAPJÁN

MODELLING OF CELLULAR MATERIALS BASED ON DIGITAL IMAGES

Varga Tamás Antal¹, Kapusi Tibor², Mankovits Tamás³

¹Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028 Magyarország Debrecen, Ótemető utca 2-4.; +36-52-415-155/77704, varga.tamas@eng.unideb.hu

²Debreceni Egyetem, Informatikai Kar, Komputergrafika és Képfeldolgozás Tanszék, 4028 Magyarország Debrecen, Kassai út 26.; +36-20-406-12-97, haegemonia2@gmail.com

³Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028 Magyarország Debrecen, Ótemető utca 2-4.; Tel.: +36-52-415-155/77775, tamas.mankovits@eng.unideb.hu

Abstract

The geometrical modelling of cellular materials is still one of the greatest challenges of engineers. In this paper the modelling of closed-cell aluminium foam with some methods. These include geometric reconstruction, idealized models. In addition, the software will be presented a theoretical operation, which can be determined by the internal structure, and uses this data to a model building method of cellular materials.

Keywords: modelling, structure analysis, recontruction, cellular materials, foamstructure

Összefoglalás

A celluláris szerkezetű anyagok geometriai modellezése egy jelenleg is kutatott témakör. Jelen cikkben zártcellás alumíniumhabok belső szerkezetének modellezését mutatjuk be több féle módszer szerint. Ezek között szerepel a geometriai rekonstrukció, idealizált modellek. Ezen kívül bemutatásra kerül egy olyan szoftver elméleti működése, amellyel meghatározható lehet a celluláris anyagok belső szerkezete, illetve ezen adatok alapján egy modellt felépítő eljárás.

Kulcsszavak: modellezés, struktúraelemzés, rekonstrukció, celluláris anyagok, habstruktúra

1. Bevezetés

A mai korszerű anyagtudományban, számos olyan anyag előállításával foglalkoznak, amelynek a belseje celluláris kialakítású. Ezek a struktúrákat azért érdemes kialakítani, mivel a belső szerkezete úgynevezett „szivacsos” kialakításúak lesznek, ennek köszönhetően

a relatív tömegük jelentősen lecsökken, míg a mechanikai és fizikai tulajdonságaik kiválóak maradnak. Ilyen celluláris kialakítású anyagok legelterjedtebb formája a fémhabok. A következőekben a fémhabokat fogjuk elemezni, amelyek készülhetnek akár alumíniumból, vagy akár titánhabból is, amely biokompatibilis az emberi szervezettel.

A fémhab viszonylag régóta ismert anyag, de ipari és orvosi alkalmazása csak az elmúlt pár évben kezdett széles körben elterjedni. Ez annak köszönhető, hogy mára már megbízható eljárások léteznek a gyártási technológiára, amely technológia eredményeképpen szabályozható az előállításra kerülő fémhabok belső szerkezete. Köztudott, hogy a fémhaboknak kicsi a sűrűsége, de ennek ellenére kiváló mechanikai és fizikai tulajdonságokkal rendelkeznek [1-4]. Emellett számos olyan pozitív tulajdonságuk van, amelyek eredményeként nemcsak rezgés-, vagy ütközéscsillapításra alkalmasak, hanem teherviselő elemként (járműalkatrész, implantátum) is kiválóan helytállnak. Számos tanulmány számolt be alkalmazási lehetőségekről és jól látható, hogy a mérnöki és orvosi alkalmazásuk rohamosan terjed, amely a jövő egyik meghatározó anyagtipusává teszi a fémhabot. Teherviselő fémhabok esetén különösen előtérbe kerül a terméktervezési folyamat problematikája, amelynek központi kérdése a geometriai modellezés és a numerikus szimuláció. Teherviselő anyagként azt várjuk a fémhabtól, hogy az alkalmazás során rugalmasan viselkedjen, így megfelelő biztonsággal kell ismernünk, vagy képeseknek kell lennünk megbecsülni az anyagunk válaszát az adott terhelésre. Ehhez a valósághoz közeli modellt szükséges kifejleszteni, amelyre kétféle stratégiát választhatunk: idealizált modell kifejlesztése [5-8], valós geometria rekonstruálása [9-13]. Annak érdekében, hogy egy idealizált geometriai modellt tudjunk előállítani a fémhabról kellő információval kell rendelkezni annak a belső szerkezetéről, amely a fizikai és mechanikai tulajdonságait közvetlenül befolyásolja. Tekintve, hogy a fémhabok belső szerkezete meglehetősen bonyolult, így felületelemzéssel csak hiányos, sok esetben pedig félrevezető információhoz juthatunk. Leghatékonyabban CT felvételek

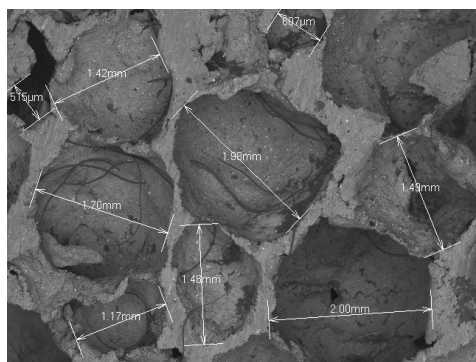
készítésével lehet feltérképezni a fémhabok belső strukturáját [9-13], amely jelenleg a legkorszerűbb eljárás.

2. Modellezési lehetőségek

A fémhab geometriai modellezését alapvetően kétféle stratégiával lehet megvalósítani. Az egyik az, amikor különböző vizsgálati módszerekkel (mikroszkópos vizsgálat, CT vizsgálat) meghatározott adatokból felépítünk egy olyan idealizált modellt, amely hasonlóan viselkedik terhelés hatására, mint az eredeti. A másik lehetőség az, hogy a legyártott fémhabról készült CT felvételek segítségével építjük fel a valós geometriai modellt. Mindkét eljárásnak van előnye és hátránya is. Az idealizált modell előnye, hogy néhány előre meghatározott adatból képesek vagyunk felépíteni egy modellt, de a nagy hátránya az, hogy csak megközelítőleg tudjuk szimulálni a fémhab reakcióját, hiszen ez a 3D-s modell nem teljesen egyezik meg a legyártott próbatesttel. A CT felvételenek nagy előnye, hogy ugyanazt a 3D-s geometriát tudjuk vizsgálni, mint a vizsgált fémhab. Hátránya, hogy a gyártástechnológiából fakadó nehéz reprodukálhatóság miatt csak a konkrét fémhab szerkezetre tudunk információt szolgáltatni. A CT felvételes eljárás nagyon költséges, illetve nehezen kivitelezhető, mert nem áll könnyen rendelkezésre ipari CT berendezés, illetve ezeknek a modelleknek óriási számítási igényük van. A fémhabok geometriai modellezése és azok végeeselemes analízise komoly mérnöki feladat, amelynek eredményeképpen a legyártásra kerülő fémhab alkatrész tervezhető és optimalizálható lesz. Az utóbbi években számos kutató foglalkozott a fémhabok modellezésével és végeeselem szimulációjával, több-kevesebb sikerrel.

2.1. Idealizált modellek

A celluláris anyagokat lehetőségünk van idealizált modellenként felépíteni. Ahoz, hogy így tudjunk modellezni anyagokat, szükségünk van pár elengedhetetlen információra az anyagunkkal kapcsolatban. Ilyenek például a modellt felépítő cellák átmérői, azoknak elhelyezkedése a térben. Ezeket lehetőségünk van meghatározni, a fémhab oldalairól készült felvételeken lemért cellák átmérőivel. Ez eljárás alapjául szolgálhat egy a próbatest oldaláról elkészített digitális kép (macro felvétel), vagy akár egy mikroszkóp által elkészített felvétel is (**1.ábra**).



1. ábra. Fémhabról készített mikroszkópos felvétel a cellaátmérőkkel meghatározva

Egy másik eljárás lehet a struktúra elemzésére egy CT berendezés által feltérképezett geometria, amelyet később egy célszoftverrel megvizsgálva meg tudjuk határozni a modell felépítéséhez szükséges adatokat. Ezen adatokból képesek vagyunk felépíteni a modellünket, amelyeket több fajta eljárással tehetünk meg. A 3D-s idealizált modelljének több fajtája is van, ezek közül a leggyakrabban alkalmazott modell a Gibson-Ashby modell, ahol az egységcella kocka. Léteznek továbbá beágyazásos és statisztikus modellek is. Az idealizált modellek általában nem túlságosan pontosak, de könnyen modellezhetőek és szimulálhatóak.

2.2. Rekonstrukciós eljárás

A rekonstrukciós eljárás alapjául is szintén digitális képek szolgálnak, amelyek szintén egy CT berendezés segítségével készültek el. A CT felvételek a 3D-s geometriát bizonyos távolságokban elvágja, amelyekről egy 2D-s felvételt készít. A rekonstrukciós eljárásunk során ezeket a 2D-s felvételeket kell összeállítanunk egy célszoftver segítségével 3D-s modellé. Ezek a modellek rendszerint, csak vizuális elemzésre szolgálnak, tehát különböző szimulációs szoftverekkel ezeket nem vagyunk képesek elemezni. Ezért elengedhetetlen, hogy ezen a geometriát tovább módosítsuk úgy, hogy ezek alapján egy CAD geometriát kapjunk, amelyekből akár végelelemes háló is készíthető. Sikeresen létre tudtunk hozni egy olyan eljárást, amellyel egy CT felvételekből álló fájlokból egy végelelem hálót tudunk létrehozni úgy, hogy a rekonstrukciós eljárás során csökkentsük az adott fájl méreteit, úgy hogy azoknak a térfogata, illetve fizikai tulajdonságai ne változzanak. Ezt az eljárást a későbbiekben kívánjuk bemutatni.

3. Következtetések

Amint látható a celluláris anyagok igazán jelentős napjainkban, mivel a relatív tömegük kicsi, míg a fizikai tulajdonságaik kiválóak. Ezeknek az anyagoknak a modellezése különböző módon lehetséges. Ilyenek lehetnek az idealizált modellek, amelyek pár meghatározó adatból képesek vagyunk felépíteni. Sajnos ezek a modellek közel sem olyan pontosak, mint a valódi geometria, de ezeket könnyen lehet modellezni, és közelítő értékeket képesek vagyunk meghatározni. Ettől már sokkal jobb a CT felvételek alapján rekonstruált geometria, mivel ez szinte teljes egészében megegyezik a valós geometriával. Ennek az eljárásnak az egyetlen legnagyobb hátránya, hogy ez az eljárás eszköz igényes, illetve

komoly rekonstrukciós eljárásnak köszönhetően eléggé számítógép igényes, amelyet egy átlagos asztali számítógépen nem lehet elvégezni.

4. Köszönetnyilvánítás

AZ EMBERI ERŐFORRÁSOK
MINISZTERIUMA ÚJ NEMZETI
KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK
TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT



Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Ashby, M.F., Evan, A.G., Fleck, N.A., Gibson, L.J., Hutchinson, J.W., Wadley, H.N.G.: *Metal Foams: A Design Guide*. Butterworth-Heinemann, 2000.
- [2] Mankovits, T., Budai, I., Balogh G., Gábora, A., Kozma, I., Varga, T., Manó, S., Kocsis, I., *Structural Analysis and its Statistical Evaluation of a Closed-Cell Metal Foam*. International Review Applied Science Engineering, 2014, 135-143.
- [3] Orbulov, I.N., *Compressive properties of aluminium matrix syntactic foams*. Materials Science and Engineering A, 2012, 52-56.
- [4] Orbulov, I.N., Májlinger, K., *Description of the compressive response of metal matrix syntactic foams*. Materials and Design, 2013, 1-9.
- [5] Kou, D.P., Li, J.R., Yu, J.L., Cheng, H.F., *Mechanical behavior of open-cell metallic foams with dual-size cellular structure*. Scripta Materialia, 2008, 483-486.
- [6] Jang, W.Y., Kyriakides, S., Kraynik, A.M., *On the compressive strength of open-cell metal foams with Kelvin and random cell structures*. International Journal of Solids and Structures, 2010, 2872-2883.
- [7] Lu, Z.X., Liu, Q., Huang, J.X., *Analysis of defects on the compressive behaviors of open-cell metal foams through models using the FEM*. Materials Science and Engineering A, 2011, 285-296.
- [8] An, Y., Wen, C., Hodgson, P.D., Yang, C., *Investigation of cell shape effect on the mechanical behaviour of open-cell metal foams*. Computational Materials Science, 2012, 1-9.
- [9] Maire, E., Fazekas, A., Salvo, L., Dendievel, R., Youssef, S., Cloetens, P., Letang, J.M., *X-ray tomography applied to the characterization of cellular materials. Related finite element modeling problems*. Composites Science and Technology, 2003, 2431-2443.
- [10] Jirousek, O., Doktor, T., Kytýr, D., Zlámál, P., Fila, T., Koudelka, P., Jandejsek, I., Vavřík, D., *X-ray and finite element analysis of deformation response of closed-cell metal foam subjected to compressive loading*. Journal of Instrumentation, 2013.
- [11] Youssef, S., Maire, E., Gaertner, R., *Finite element modelling of the actual structure of cellular materials determined by X-ray tomography*. Acta Materialia, 2005, 719-730.
- [12] Veyhl, C., Belova, I.V., Murch, G.E., Fiedler, T., *Finite element analysis of the mechanical properties of cellular aluminium based on micro-computed tomography*. Materials Science and Engineering A, 2011, 4550-4555.
- [13] Jeon, I., Asahina, T., Kang, K.J., Im, S., Lu, T.J., *Finite element simulation of the plastic collapse of closed-cell aluminum foams with X-ray computed tomography*. Mechanics of Materials, 2010, 227-236.

A MAGYAR NYELVŰ MŰSZAKI TERMINOLÓGIA A 19. SZÁZAD KÖZEPÉTŐL 1920-IG

THE HUNGARIAN LANGUAGE TECHNICAL TERMINOLOGY FROM THE MIDDLE OF THE 19TH CENTURY UNTIL 1920

Zabóné Varga Irén

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag- és Gyártástudományi Intézet, Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca, 8.; Telefon / Fax: +361-666-5386, zabone.iren@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

This study is the second article of a series consisting of three parts. In the first part of the series we presented the methods, possible analyses and linguistic approach of the terminology of technology and natural science. Using the previously established categories, in this article we closely examine the most important publications relating to the topic; journals, dictionaries, etc. from the latter half of the 19th and the first decades of the 20th century. At the end of the article we present a two-part study by Vilmos Gyáros, published in 1919, in which the author, an engineer himself, analyzes the state of the Hungarian language of technology and terminology then, based on linguistic criteria.

Keywords: *technical language, terminology, creating terms*

Összefoglalás

A tanulmány egy három részből álló sorozat második cikke. A cikksorozat első részében bemutattuk a természettudományos és műszaki szaknyelv és terminológia nyelvészeti megközelítési és elemzési lehetőségeit, módszereit. Ebben a cikkben a korábban megismert kategóriák alapján megvizsgáljuk a 19. század második felének és a 20. század első két évtizedének a legfontosabb, témába vágó kiadványait, például folyóiratokat, szótárakat, stb. A cikk végén Gyáros Vilmos 1919-ben megjelent, két részből álló tanulmányát mutatjuk be, amelyben a mérnök szerző nyelvészeti szempontok alapján elemzi a magyar műszaki szaknyelv és a terminusok aktuális állapotát.

Kulcsszavak: *szaknyelv, terminológia, terminusalkotás*

1. Bevezetés

A cikksorozat első részében alapvetően a német nyelvű szakirodalomra támaszkodva bemutattuk a természet-tudományos ill. a műszaki szaknyelv és terminológia nyelvészeti megközelítési valamint elemzési lehetőségeit, módszereit. Ebben a cikkben a korábban megismert kategóriák alapján megvizsgáljuk a 19. század második felének és a 20. század első

két évtizedének a legfontosabb, témába vágó kiadványait. Az adott időszakban a természet-tudományokat és műszaki tudományokat művelő szakemberek egyre többet foglalkoztak saját szakterületük megfelelő magyar nyelvű terminológiájának kialakításával. Ezek a munkálatok azonban sokszor nehézségekbe ütköztek. Ennek oka részben az volt, hogy a szakemberek különböző csoportjai más-más módszereket tartottak alkalmasnak az

idegen nyelvű terminusok magyar megfelelőinek kialakításakor (pl. tükörfordítással vagy szóteremtéssel képzett szakkifejezések). Másrészt nagyon kevés olyan nyomtatott folyóirat és szótár jelent meg, amelyek segítségével az azonos szakterületen dolgozó szakemberek megismerhették volna a szakterület összes, aktuálisan használt szakkifejezését. Ezek ismeretében lehetőség nyílt volna egy olyan szakmai vitára, melynek során ki tudták volna választani a minden szempontból leginkább megfelelő megnevezéseket. Bár a címben megjelölt időszakban több ígéretesnek tűnő kezdeményezés is elindult különböző szakterületeken és helyeken, de ezek sajnos nagyon csekély eredménnyel jártak.

2. Az 1860-as évek

Az 1860-as években három olyan dolog történt, amelyek hosszú ideig hatással voltak a magyar természettudományos és műszaki szaknyelv és terminológia fejlődésére.

Az egyes szakterületek szókincsével foglalkozó rendszerezett munkálatok megkezdéséhez szükség volt arra, hogy a természettudományos és műszaki szakemberek, valamint a nyelvészek közös tudományos álláspontra jussanak. A téma fontosságát jelzi, hogy a Magyar Tudományos Akadémia matematikai és természettudományi szekciójának tagjai előtt Szabó József levelező tag 1861. május 13-án előadást tartott *Magyarítás a természettudományokban, s különösen annak gyakorlati jelentősége* címmel, amely később nyomtatásban is megjelent. Sőt a téma jelentőségére tekintettel a nyelvtudományi osztály június 3-án egy egységes akadémiai állásfoglalást hozott nyilvánosságra az idegen szakkifejezések magyarra fordításával kapcsolatban: „Kívánatos, hogy minden tudományok műszavai (terminológia) a jelzendő tárgyak

jelentését szabatosan kifejezőleg s a nyelv szabályai kellő tekintetbe vételével megmagyaríttassanak. Ellenben: A tudományok terjeszthetősége érdekében nem kívánatos, hogy a tudományok műnevei (nomenclatura, onomasticon) általában megmagyaríttassanak.” [1]

A német nyelvű terminológia mellett a német műszaki szaknyelv szintaxisa is erős hatással volt a kialakuló magyar műszaki szaknyelvre. Az 1860-as években a kultúrpolitikai enyhülés következtében az addig használt német nyelvű tankönyveket rohamtempóban magyarra fordították. [2] Emiatt az új tankönyvek és az oktatáshoz használt szakirodalom a szintaxist tekintve erősen magukon viselték a német nyelv hatását

A kiegyezés évében, 1867-ben megalakult a *Magyar Mérnök Egylet*, amely 1871-től *Magyar Mérnök- és Építész-Egylet* néven működött tovább. Ez a szervezet a ma is létező Magyar Mérnöki Kamara elődje. Már az alapítás évében elindítottak egy periodikát *Közlöny* címmel. A szerkesztők a második számtól kezdve az egyes kiadványokban külön részt biztosítottak a különböző műszaki szakterületek szókincsének bemutatására *Műszók/Műkifejezések* címmel. Ennek bevezetőjében a következőket olvashatjuk: „Szabadjon tehát reménylenünk, hogy olvasóink e rovatot oly figyelemmel fogják kísérni, minőt a cél, technikai irodalmunk fejlődésének elősegítése, megérdemel, szabadjon olvasóinktól reménylenünk, hogy az észrevételek, helyreigazítások, javaslatok beküldésével a „Közlöny” szerkesztőségét olyan kellemes helyzetbe hozandják, hogy így nemsokára egy országos megállapodásra fektetett technikai magyar műszótár megjelenését fogja hirdethetni”. [3]

3. A korszak jellemző szövegfajtái

A korábban megismert Göpferich-féle szövegtipológia szinte minden szövegfajtája megtalálható a tárgyalt korszakban is.

A *jogi-szabványosító szövegek* közé tartozó szabványok 1868-tól jelentek meg írott formában. Ezek ágazati szabványok voltak, amelyekben a tárgyi szabványosítás leírására használt terminusok az adott szakterületen egyöntetűen elfogadott szakkifejezéseket voltak. Ezeket az ágazati szabványokat az adott szakterület szakemberei alkották meg ágazati egyesületek keretei között.[4] Magyar nyelven megfogalmazott szabadalmak bejegyzésére 1896-tól volt lehetőség, ebben az évben hozták létre a *Szabadalmi Hivatal* is.[5] Ezen dokumentumok esetében is szakmai konszenzuson alapuló, irányadó magyar nyelvű terminushasználatról beszélhetünk.

A *fejlődésorientált-aktualizáló szövegek* közül a szakfolyóiratokban megjelent cikkek voltak a legfontosabbak ebben a korszakban. A Magyar Mérnök- és Építész-Egylet *Közlönyének* füzetei például több tanulmányt tartalmaztak, amelyek általában műszaki újdonságokat, ezek gazdasági vetületeit és a műszaki oktatást mutatták be. A *Szemle* rovatban más magyarországi és külföldi szakfolyóiratokban megjelent cikkeket lehetett magyarul olvasni. *Vegyesek* címmel műszaki újdonságokról adtak hírt rövid beszámolók formájában. A szakemberek számára ezek a cikkek fontos szerepet játszottak saját szakterületük szaknyelvének és terminológiájának egységesítése szempontjából.

A *didaktikus-tanító szövegek* csoportjából a különböző szintű oktatási intézményekben használt tankönyvek szerepe volt a legjelentősebb a már létrejött magyar nyelvű műszaki terminológia terjesztése szempontjából. Az egyes szakterületek leendő szakemberei ezekből a tankönyvekből sajátították el a

munkájukhoz tartozó ismeretek mellett a szaknyelvet és a terminusokat is.

Az *ismeretösszefoglaló szövegek* szerepe az adott korszakban még nem nagyon jelentős. Ekkor láttak napvilágot a Pallas és a Révai Nagylexikonok, ahol tudós szerzők bevonásával készítettek eredetileg magyar nyelven a szócikkeket. Ezek a szócikkek elsősorban a laikus érdeklődők számára közvetítettek szakmai ismereteket a megfelelő terminusok használatával.

4. Szótárak

Ahogy a cikksorozat előző részében láttuk, a 19. század első felében már megjelentek nyomtatásban kisebb szótárak, amelyek egy-egy szakterület szókincsét dolgozták fel. A század második felében egyre gyakrabban merült fel az igény, hogy egy több szakterületet átfogó műszaki nagyszótár kiadására is szükség lenne. A Magyar Mérnök- és Építész-Egylet *Közlönyében* elsősorban *Lauka József* és *Ney Béla* próbálta szorgalmazni a nagyszótár mielőbbi összeállítását, ez azonban különböző indokok miatt mégsem valósult meg.

Ebből az időszakból említésre méltó *Acsády Jenő* mérnöknek közvetlenül a század elején megjelent *Műszaki szótár I., II.* című kétkötetes munkája, és *Simonyi Zsigmond* nyelvésznek, a *Magyar Nyelvőr* akkori főszerkesztőjének 1906-ban megjelent *Középkolai műszótár* című kötete.

5. Gyáros Vilmos cikkei

Korábban a *Közlönyben* általában egy adott szakterület új, magyar nyelvű szakkifejezéseit gyűjtötték össze és írtak róluk véleményt. *Gyáros Vilmosnak* 1919-ben *Szaknyelvünk magyarságáért* címmel két részes cikke jelent meg ugyanitt, amelyben mérnöki és nyelvészeti megközelítésből vizsgálja a már meglévő

terminusokat, a cikk második részében pedig konkrét javaslatokat fogalmaz meg a megfelelő terminusképzésre vonatkozóan.

Az első cikkben Gyáros olyan szempontok szerint vizsgálja meg a magyar nyelvet, amelyek fontosak a megfelelő terminusok képzéséhez, például a szavak rövidege, szóképzési lehetőségek, összetett szavak képzése. A vizsgálat összehasonlító jelleggel kiterjed más nyelvek (német, angol, francia és olasz) műszaki szakszókincsére is. A példákban bővelkedő összehasonlítás végén a szerző megállapítja, hogy a magyar nyelv alkalmas a nyelv saját szabályainak megfelelően képzett terminusok kialakítására, ezzel egyidejűleg azonban erősen kritizálja a még mindig jelentős német hatást.

Ezt követően Gyáros a szóalkotás törvényszerűségeivel kapcsolatban összefoglalóan megállapítja: „Minden kifejezésben alakot és tartalmat különböztethetünk meg. Az alaknak ismét két kategóriája van: a külső és a belső alak. A külső alak a szó nyelvtani felépítését jelenti, a belső alak pedig azt a logikai viszonylatot, mely a kifejezendő fogalom és a kifejezéshez felhasznált nyelvtani szóanyag között fennáll.”[6] A szerző a szak kifejezésekre vonatkozó legfontosabb követelményeket is felsorolja, például a szó nyelvtani szempontból kifogástalan képzésű, kifejező, könnyen felidézhető, rövid, könnyen ejthető és rövidítésre alkalmas legyen. Kifejezőnek tekinti a szerző a szakkifejezést, ha félreérthetetlenül utal egy fogalomra vagy tárgyra, azonban rögtön hozzáteszi azt is, hogy csak mondatbeli összefüggése tudja egyértelműen meghatározni az aktuális jelentését. Ez a gondolat majd csak évtizedek múlva jelenik meg a terminológiával foglalkozó nyelvészeti szakirodalomban.

Gyáros Vilmos részletes elemző és összefoglaló cikke nem csak a magyar

műszaki szaknyelv megfelelő fejlődése szempontjából fontos. A fogalom alapú megközelítés és a Gyáros által itt bevezetett kutatási szempontok és eredmények megtalálhatóak Eugen Wüster korábban említett, 1931-ben megjelent disszertációjában is, amelyet a mai napig a terminológiatudomány alpművének tekintenek.

6. Következtetések

A műszaki szakterületek jelenleg is tartó rohamos fejlődését a nyilvánosan rendelkezésre álló szótárak és terminológiai adatbázisok nem tudják követni. Ezért például a technikai újításokról szóló szövegek értelmezésekor és fordításakor a fordítónak gyakran saját magának kell a magyar szakszót megalkotni. A megfelelő szakszó létrehozásához a szakemberekkel folytatott konzultáció mellett nagyon hasznos lenne egy hasonló terminológiai kutatás elvégzése az aktuálisan használt műszaki szókincsre vonatkozóan. Ennek eredményeit jól lehetne használni a fordítás mellett az oktatásban is, és bizonyos képzési típusúak kiküszöbölhetőek lennének.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Szabó J.: *Magyarítás a természettudományokban s különösen annak gyakorlati jelentősége*. Akadémia, Pest, 1861, 3.
- [2] Klár J., Kovalovszky M.: *Műszaki tudományos terminológiánk alakulása és fejlesztésének főbb kérdései*, MTESZ, Budapest, 1955, 18-23. oldal
- [3] <http://dokutar.omikk.bme.hu/collections/mee/fajlok/1867-167-180.pdf>
- [4] Pónyai Gy.: Szabványosítás és terminológia. *Magyar terminológia*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 3. kötet 1. szám, 4.
- [5] <http://tortenet.sztih.gov.hu/xmlpatch4e95.html>
- [6] <http://dokutar.omikk.bme.hu/collections/mee/fajlok/1919-211-215.pdf>

SŰRÍTETT LEVEGŐVEL HAJTOTT TANULMÁNYAUTÓ MÉRŐ- ÉS VEZÉRLŐRENDSZERÉNEK TOVÁBBFEJLESZTÉSE

DEVELOPMENT OF MEASURING AND CONTROL SYSTEM OF PNEUMATIC DRIVEN CONCEPT VEHICLE

Zilahi Krisztián László¹, Tóth Xénia Erzsébet²

*Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Villamosmérnöki és Mechatronikai Tanszék,
4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca, 2-4,*

¹imkrisztian@mailbox.unideb.hu

²tothxeniaerzs@gmail.com

Abstract

The subject of this paper is the development of a pneumatic driven concept vehicle of the University of Debrecen, Faculty of Engineering, and the aim is to increase the number of the measured parameters in order to be able to make a more precise and energy-efficient control of the drive train. We introduce the actual drive train and its control system, the acceleration and long-distance operation modes and the function of the controller program, and the visualization interfaces for the configuration settings, as well. Based on the evaluation of the measured data, we can determine how to optimize the telemetric and the control system of the vehicle.

Keywords: *pneumobile, pneumatics, LabVIEW, PLC, data acquisition*

Összefoglalás

A dolgozatban bemutatjuk a Debreceni Egyetem Műszaki Karán fejlesztett pneumatikus hajtású tanulmányautó fő fejlesztési irányait, melyek között szerepel a mérendő paraméterek kibővítése a pontosabb és energiahatékonyabb hajtáslánc vezérlés érdekében. Ismertetjük a járművünk jelenlegi hajtásláncát és a hozzá tartozó vezérlést. Bemutatjuk a távolsági és gyorsulási üzemmódok vezérlő programjának működését, és a megjelenítő felületet, amellyel az egyes üzemmódok konfigurálását lehet elvégezni. Elvégezzük a mérési adatok kiértékelését, és ezen eredmények alapján meghatározzuk a jármű optimalizálásához szükséges lépéseket a telemetriai és a vezérlő rendszerhez.

Kulcsszavak: *pneumobil, pneumatika, LabVIEW, PLC, mérésadatgyűjtés*

1. Bevezetés, előzmények

A Debreceni Egyetem, Műszaki Karának DE – PuffAIR nevű csapata már több éve képviselteti magát az Aventics által megrendezésre kerülő Nemzetközi Pneumobil Versenyeken, melyek helyszíne minden év májusában Eger városa. A ver-

seny célja ipari pneumatikus és vezérlés-technikai eszközök és komponensek felhasználásával egy sűrített levegővel hajtott jármű készítése, mely megfelel az adott műszaki kiírásban foglalt szabályzatnak. Az elkészített járműveknek 3 fizikai versenyszámot kell teljesíteni: a távolsági, a gyorsulási és az ügyességi futamot [1].

A 2016-os év során kidolgozásra és kialakítása került egy telemetria mérőrendszer, mely a tanulmány autó menetdinamikai tulajdonságait (sebesség, gyorsulás adatok) és hajtásának különböző sajátosságait (nyomás viszonyok, tengely fordulatszámok) képes valós időben egy LabVIEW-s felületen keresztül megjeleníteni, és ezzel egyidejűleg tárolni a mért adatokat a későbbi adatfeldolgozás érdekében [2].



1. ábra. A Debreceni Egyetem Műszaki Karának DE – PuffAIR csapata

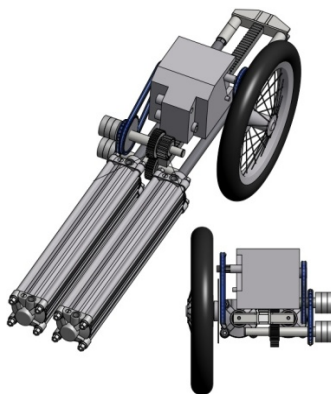
A járművet (1. ábra) elsősorban a gyorsulási versenyszámra optimalizáltuk a mérőrendszer által gyűjtött adatok kiértékelésével. A 2016. májusi versenyen csapatunk a gyorsulási kategóriában első helyezést ért el, a távolságban pedig negyedik helyezést, amely szükségessé tette a jármű vezérlésének és mérőrendszerének továbbfejlesztését.

2. A pneumobil hajtásláncja és vezérlő rendszere

A jármű hajtásának (2. ábra) alapját 2 darab Ø80 mm-es és 500 mm-es lökethosszú kétoldali működtetésű pneumatikus munkahenger biztosítja, melynek alternáló mozgását egy fogasléc – fogaskerék kapcsolat alakítja át forgómozgásra.

A létrejövő váltakozó irányú forgómozgás egyirányú csapágyak segítségével kerül egyenirányításra. A jármű pneumatikus motorjának nyomaték és fordulatszám tar-

tományának kibővítése érdekében alkalmaztunk egy 5 fokozatos motorváltót.

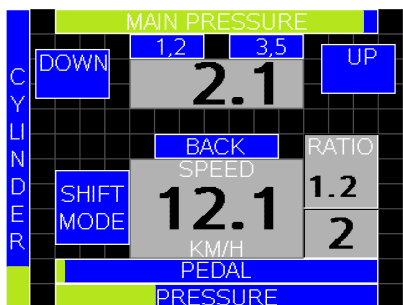


2. ábra. A pneumatikus hajtású tanulmány autó hajtásláncja

A hajtáslánc pneumatikus elemeinek vezérlését egy programozható logikai vezérlő (PLC) végzi, ezen felül ugyanezen egység feladata a járművön elhelyezett szenzorok adatainak gyűjtése és továbbítása a mérésadatgyűjtő LabVIEW alkalmazás felé. Az egyes kategóriáknak megfelelően a vezérlőrendszerbe különböző üzemmódok kerültek implementálásra, melyek egy érintőképernyős ipari megjelenítő egység (HMI) segítségével konfigurálhatóak. Ezen a megjelenítő felületeken a beállítható paraméterek mellett a pilóta számára – az adott versenyszámnak megfelelő – fontos információk jelennek meg.

3. A távolsági üzemmód

A távolsági futam célja egységnyi mennyiségű sűrített levegővel a lehető legnagyobb megtett út elérése, egy minimális átlagsebesség tartásával. Tehát itt a vezérlés feladata az, hogy a lehető legnagyobb munkát végeztesse a sűrített levegővel. Ezt egy „résztöltéses” üzemmóddal, azaz a levegő expandálásával lehet biztosítani.



3. ábra. A távolsági üzemmód HMI felülete a pilóta számára

A távolsági üzemmód működésénél fontos szempont a rendszer konfigurálhatósága (3. ábra). Az expandáltatási folyamat szabályozhatósága érdekében, a vezérlő folyamatosan monitorozza, és a pilóta számára kijelzi többek között az aktív kamra töltőnyomását (3. ábra: *pressure 0-10 bar*) és a dugattyú pillanatnyi pozícióját is (3. ábra: *cylinder 0-500 mm*).

Az üzemmód alkalmazása során meghatározó paraméter a sűrített közeg állapotváltozása, mely jelen esetben politrópikus állapotváltozás:

$$p \cdot V^n = \text{állandó} \quad (1)$$

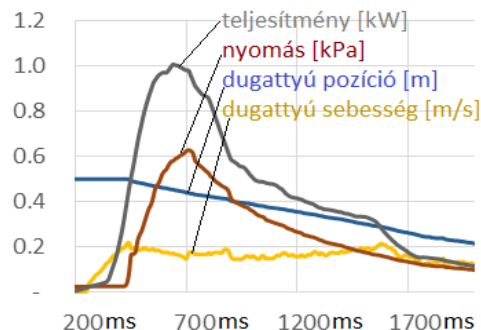
$$1 \leq n \leq \kappa \quad (2)$$

ahol p a közeg nyomása, V a közeg térfogata, n a politrópikus állapotváltozás kitevője és κ az adiabatikus állapotváltozás kitevője (2 atomos gázoknál $\kappa \approx 1,4$) [3].

Mivel a levegő hőmérsékletének mérésére jelenleg nincs lehetőség, ezért a rendszer és a környezet közötti hőcserét elhanyagolva adiabatikus állapotváltozással közelítjük az expanziós folyamatot.

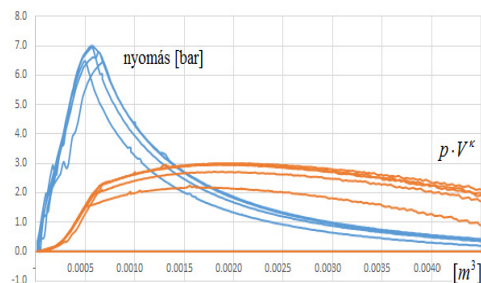
A távolsági üzemmódban a pilóta a kijelzőn megadhatja a kívánt leszellőzési nyomást (3. ábra UP and DOWN gombok, jelen esetben 2,1 bar), ezt követően a rendszer az állapotváltozási egyenlet alapján meghatározza a megadott leszellőzési nyo-

más eléréshez szükséges betöltendő levegő nyomását illetve térfogatát.



4. ábra. A pneumatikus motor expanziója

A 4. ábrán a pneumatikus motor távolsági üzemmódban történő expanziója látható. Az adiabatikus állapotváltozással történő számolás jó közelítést ad, azonban a diagram elemzése során meghatároztuk az (1) egyenletben található összefüggést minden egyes mért időpillanatra, és megállapítottuk, hogy ezen szorzat a fenti állapotjelzőket figyelve nem ad állandó értéket (5. ábra).



5. ábra. A gázegyenlet állandójának meghatározása a térfogat függvényében

A szabályozás pontos megvalósításához szükséges a vezérlő rendszert kibővíteni egy a pneumatikus munkahengerben a sűrített levegő hőmérsékletét mérő szenzorral. Ennek alkalmazásával meghatározhatóvá válik a politrópikus állapotváltozás n kitevője.

4. A gyorsulási üzemmód

A gyorsulási futam során a cél, hogy az adott távot (220 m) a lehető legrövidebb idő alatt tegye meg a jármű. Ennek elérése érdekében a pneumatikus motornak a lehető legnagyobb teljesítményt kell leadnia. Így a pneumatikus munkahengerek töltése teljes löket hosszon történik.

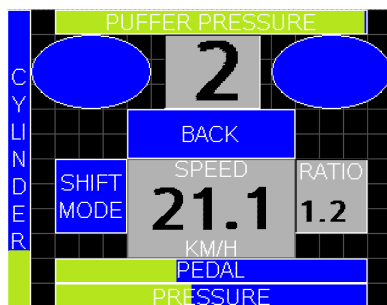
A jármű sebességével arányosan a pneumatikus munkahengerek dugattyújának sebessége nő, ennek következtében jelentősen fokozódik a légfogasztás is. Az így megnövekedett légigény kiszolgálását egy puffér tartály biztosítja, ennek eredményeképpen a tápnyomás is a maximálisan megengedett 10 bar környéki értéken tartható. Ez azért fontos, hogy a hajtás által kifejtett erőből származó gyorsító nyomaték se csökkenjen.



6. ábra. A beépített, váltást végző munkahenger

Ahhoz hogy a jármű a megfelelő gyorsító nyomatékot fejtsse ki a változó menetellenállások leküzdésére, beépítésre került egy 5 sebességes motorváltó, melynek váltását egy pneumatikus munkahenger végzi (6. ábra). A váltó bemenő és kimenő fordulatszámát egy-egy tachométerrel kerül mérésre, ezen fordulatszámok arányából meghatározható az aktuális áttétből a sebesség fokozat. A pilóta a kormányon található sebességváltó gombok segítségével válthat a fokozatok között. A pilóta számára megjelenik a kijelzőn többek között a sebesség, a váltófokozat (1-5) és a váltást visszajelző indikátorok is (7. ábra).

A hajtás munkapontjának kimérésével a jelenlegi konstrukció továbbfejleszhető egy automatizált váltási funkcióval, ahol a vezérlő rendszer határozza meg a megfelelő fokozatot.



7. ábra. A gyorsulási üzemmód HMI kijelzője

5. Összegzés, következtetések

A tanulmány során bemutatásra került a jármű jelenlegi hajtásláncának felépítése, annak alapvető működési elvei. Ismertettük a verseny során használt távolsági és gyorsulási üzemmódokat, valamint azok fejlesztési irányvonalát.

A verseny során a járműnek egy harmadik fizikai versenyszámon is meg kell felelnie, mely egy ügyességi futam, itt szlalom pályát kell a lehető legrövidebb idő alatt teljesíteni. Ehhez a versenyszámhoz szükséges létrehozni egy 3. üzemmódot is, amely a távolsági futam energiahatékonyágát ötvözi a gyorsasági üzemmódban használt motorváltó által szolgáltatott dinamikus áttétel variálással.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] *Aventics Pneumobil versenykiírás:* http://pneumobil.hu/pneumobil_2017/versenykiiras/versenykiiras_2017_hu Letöltve: 2017.02.15.
- [2] Zilahi K. L., Sipos K. B., Tóth X. E., Lovadi Gy. D.: *Pneumatikus hajtású tanulmányautó telemetriai mérőrendszerének kialakítása* EME kiadó, Kolozsvár, 2016, 445–448.
- [3] Bihari P.: *Műszaki termodinamika* BME, Budapest 2001, 82–83.

TRANSPORT ANALÓGIÁK VIZSGÁLATA ÉS ALKALMAZÁSA CSŐKÖTEGES HŐCSERÉLŐRE

TRANSPORT ANALOGIES IN SHELL AND TUBE HEAT EXCHANGER

Zsigmond Zalán, Molnár Orsolya

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Épületgépészeti és Gépészeti Eljárás technika Tanszék, Cím: 1111 Budapest, Műegyetem rkpt 3-9, Telefon: +36-1-4631106 / Fax: +36-1-4631708, zsigmond06@gmail.com

Abstract

In chemical industry, the most of production processes are based on the transfer of an extensive property. These transport phenomena may be the heat, mass, and momentum transfer. Because of the close relation among these phenomena, relation can be created between transport coefficients; these are the so-called transport analogies. In this paper relation between heat- and momentum transfer is analysed. In order to perform this analysis, measurements were made on a shell and tube heat exchanger device. Goals of our calculations are: to calculate tube side heat transfer coefficient with formulas of transport analogies; to validate these heat transfer coefficients with measured ones; finally, to find the reason of decreasing Nusselt number with increasing Reynolds number in the condenser. At the end operation of the condenser is modelled by the analogy of heat and momentum transfer.

Keywords: Shell and tube heat exchanger; transport analogy; friction factor

Összefoglalás

Az élelmiszer- és vegyiparban előforduló berendezések szinte mindegyikében valamely extenzív állapotjelzők egyidejű transzportfolyamata zajlik (hő-, anyag- és impulzusátadás). Az egyes folyamatokat hasonló egyenletekkel lehet leírni, intenzitásuk nem független egymástól. A transzport tényezők között matematikai kapcsolat írható fel, ezt a kapcsolatot analógiának nevezzük. Jelen munkában egy csőköteges hőcserélőben lejátszódó hő- és impulzusátadás közötti kapcsolat vizsgálunk és a különböző analógiák eredményét mérési adatokkal vetjük össze. Számításainknak három célja volt: a kondenzátor csőoldalán vizsgáltuk a különböző analógiák pontosságát; a legpontosabbnak bizonyuló összefüggést alkalmazva a mért hőátadási tényező és áramlási sebesség közti kapcsolat rendellenes jellegének kerestük az okát; végezetül a kiválasztott analógia segítségével modelleztük a hőcserélő működését.

Kulcsszavak: transzport analógia; egyidejű hő- és impulzus transzport, sűrűlási tényező, hőátadási tényező, csőköteges hőcserélő

f	Csősűrűlási tényező, [-]	z	Konstans, [-]
j_H	Hőátadási Colburn-faktor, [-]	α	Hőátadási tényező, [W/(m ² *K)]
k	Hőátbocsátási tényező, [W/(m ² *K)]	λ	Hővezetési tényező, [W/(m*K)]
L	Vízszint, [m]	Indexek	
Pr	Prandtl-szám, [-]	kond	Kondenzációs
Re	Reynolds-szám, [-]	mért	Mérési adatsorra utaló
St	Hőátadási Stanton szám, [-]	fal	Hőcserélő csőveinek falára utaló

1. A hő- és impulzustranszport analógiája

A transzport analógiák olyan egyenleteket takarnak, melyek arra épülnek, hogy a hő-, az anyag- és az impulzusátadás jelenségei matematikailag hasonló formában írhatók le. Mindhárom transzportfolyamat egy intenzív állapotjelző gradienseként és egy vezetési tényezőnek a szorzataként írható fel [1]. Az egyidejű hő- és impulzus transzportot leíró analógiák kapcsolatot teremtenek a hőátadási- és ellenállási tényező között. Az első és egyben legegyszerűbb analógiát Osborne Reynolds állította fel a 19. században kísérleti megfigyelései alapján:

$$\frac{f}{2} = St \quad (1)$$

Modelljében tisztán turbulens áramlást feltételezett a vizsgált térrészben, a különböző határreégeket nem vette figyelembe. A tapasztalat azt mutatja, hogy az (1) összefüggés viszonylag jól alkalmazható csőben való áramlás vagy síklap feletti áramlás esetén, ha $Pr \approx 1$ [1]. A fejlődés következő lépcsőfokát a Prandtl-Taylor analógia jelentette. E modellben a viszkózus fal réteg és a turbulens mag ellenállását sorba kapcsolva a kutatók pontosabb és szélesebb tartományban használható összefüggést alkottak.

$$\frac{f}{2} = St \cdot \left[1 + 5 \sqrt{\frac{f}{2}} (Pr - 1) \right] \quad (2)$$

A Prandtl-Taylor analógia $Pr < 2$ esetén használható [1]. Kármán Tódor az átmeneti határreteg figyelembe vételével tovább finomította a sűrűlási és hőátadási tényező kapcsolatát leíró összefüggést:

$$\frac{f}{2} = St \cdot \left[1 + 5 \sqrt{\frac{f}{2}} \left(Pr - 1 + \ln \frac{1+5 \cdot Pr}{6} \right) \right] \quad (3)$$

Thomas Chilton és Allan Colburn a Prandtl-Taylor analógiát szélesebb Pr tartományra kiterjesztve egy egyszerűbb,

empirikus összefüggést alkotott, mely már folyadékok áramlásának vizsgálatokor is igen pontos eredményt ad [2]:

$$\frac{f}{2} = St \cdot Pr^z = j_H \quad (4)$$

A Chilton-Colburn analógiát gyakran alkalmazzák termikus berendezések, pl. hőcserélők méretezésénél, optimalizálásánál [3, 4]. A Friend-Metzner analógia szintén tapasztalati alapon felállított összefüggés, mely széles Pr -szám tartományban használható:

$$\frac{f}{2} = St \cdot \left(1,20 + 11,8 \cdot \sqrt{\frac{f}{2}} \cdot (Pr - 1) \cdot Pr^{-\frac{1}{3}} \right) \quad (5)$$

Ezeket kívül még két speciálisabb összefüggést is vizsgáltunk. Az egyik a Deissler-analógia; mely főként nagyobb Pr -számú anyagok (pl. termoolajok) esetén alkalmazható [1]:

$$St = 0,111 \cdot \sqrt{\frac{f}{2}} \cdot Pr^{-\frac{3}{4}} \quad (6)$$

A Martinelli-analógia pedig főként kis Pr -számú anyagok (pl. folyékony fémek) vizsgálatára alkalmas [5].

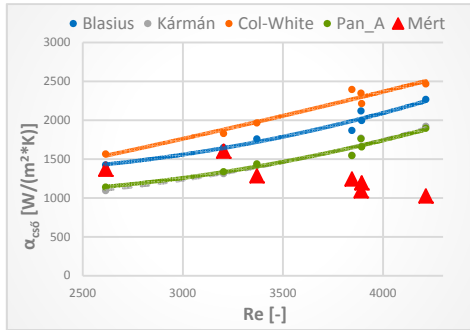
2. Az analógiák vizsgálata csőkötetes hőcserélőben

Munkánk során egy kéttetes csőkötetes hőcserélő mérőállomáson (**1. ábra**) végeztünk méréseket. Az első test csőoldalon kétjáratú, köpenyoldalon gőzzel fűtött hőcserélő. Cső oldalon vizet áramoltattunk, melyet a második testben hűtővízzel visszahűtöttünk.

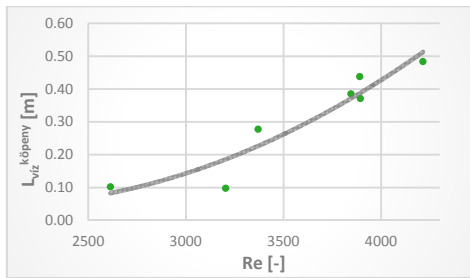
Munkánk során a kondenzátor csőoldali hőátadási tényezőjét határoztuk meg méréssel, illetve az analógiák segítségével. A hőátadási tényező kifejezhető a mért hőátbocsátási tényezővel, köpenyoldali kondenzációs hőátadási tényezővel és a fal termikus ellenállásával:

$$\alpha_{mért} = \frac{1}{\frac{1}{k} - \frac{1}{\alpha_{kond}} - \left(\frac{s}{\lambda} \right)_{fal}} \quad (7)$$

tényező és kisebb hőátadó felület tartozik. A csökkent hőátadási felületből kiszámítható a kondenzvíz feltételezett szintje a köpenytérben (3. ábra).



2.ábra. Friend-Metzner analógia



3.ábra. Kondenzvíz szintje a köpenytérben

Végül javaslatot tettünk a kondenzátor rendellenes működésének kiküszöbölésére. A problémát az jelentette, hogy a hőcserélő kondenz elvezetése és a kondenzsor között túl kicsi volt a szintkülönbség, ami miatt a kondenzátum áramlásának biztosításához kicsi volt a hidrosztatikai nyomáskülönbség. Több megoldási lehetőség közül egy kondenzátemelő szivattyú beépítését java-

soltam a kondenzvíz zavartalan elvezetésének biztosítására [7].

3. Összegzés

A vizsgálat alapján elmondhatjuk, hogy a hő- és impulzusátadás közti hasonlóságra épülő egyenletek csököteges hőcserélőben való alkalmazása eredményes volt. Az analógiák segítségemre voltak a feltételezett jelenségének vizsgálatánál, és a valós hőátadó felület nagyságának modellezésénél.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Szentgyörgyi Sándor: *Transzportfolyamatok*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1979.
- [2] Robert S. Brodkey, Harry C. Hershey: *Transport Phenomena: A unified approach*. McGraw-Hill Chemical Engineering Series, 1988.
- [3] Z. Astolfi-Filho, E. Oliveira: *Friction factors, convective heat transfer coefficients and the Colburn analogy for industrial sugarcane juices*. Biochemical Engineering Journal, 60 (2012), 111-118.
- [4] L. Jonghyeok, L. Kwan-Soo: Friction and Colburn factor correlations and shape optimization of chevron-type plate heat exchangers. Applied Thermal Engineering, 89 (2015), 62-69.
- [5] *Analogies among Mass, Heat, and Momentum* pages.upd.edu.ph/sites/default/files/tptumo/lva/files/24b.pptx
- [6] Dr. Garbai László: *Táv hőellátás*. Budapest, 2009.
- [7] <http://www.goztechnika.hu/keszletlista/pdf/561.pdf>