

A XXIII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAK ELŐADÁSAI

PROCEEDINGS OF THE XXIII-RD
INTERNATIONAL SCIENTIFIC
CONFERENCE OF YOUNG
ENGINEERS

9. MŰSZAKI
TUDOMÁNYOS
KÖZLEMÉNYEK



2018

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

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

MŰSZAKI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

PAPERS ON TECHNICAL SCIENCE

9.

ISSN 2393 – 1280

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

MŰSZAKI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

PAPERS ON TECHNICAL SCIENCE

9.

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

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

Szerkesztette/Edited by
BITAY ENIKŐ



ERDÉLYI MÚZEUM-EGYESÜLET
Kolozsvár
2018

A kötet megjelenését támogatta a Kolozsvár Polgármesteri Hivatala és Városi Tanácsa,
a Magyar Tudományos Akadémia, a Bethlen Gábor Alapkezelő Zrt. és
az EME Műszaki Tudományok Szakosztálya

The publication of this volume was supported by the Cluj Town Hall and Local Council,
the Hungarian Academy of Sciences, the Bethlen Gábor Fund and
the TMS – Department of Engineering Sciences



Copyright © a szerzők / the authors, EME/ TMS 2018

Minden jog, a kiadvány kivonatos utánnyomására, kivonatos vagy teljes másolására (fotókópia, 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 978-963-449-077-7

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/10598/30288>
DOI: 10.33895/mtk-2018.09

**A XXIII. FIATAL MŰSZAKIAK
TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAK
ELŐADÁSAI
(KOLOZSVÁR, 2018. MÁRCIUS 22.)**

**PROCEEDINGS
OF THE XXIIIRD INTERNATIONAL
SCIENTIFIC CONFERENCE
OF YOUNG ENGINEERS
(CLUJ, MARCH 22. 2018.)**

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

Ancza Erzsébet (Budapest)
Bagyinszki Gyula (Budapest)
Bata Gábor (Budapest)
Berek Lajos (Budapest)
Boros Norbert (Debrecen)
Bitay Enikő (Kolozsvar/Cluj)
Csibi Vencel (Kolozsvar/Cluj)
Csipkés Margit (Debrecen)
Czigány Tibor (Budapest)
M. Csizmadia Béla (Gödöllő)
Danyi József (Kecskemét)
Dávid László
(Marosvásárhely/Tîrgu Mureş)
Drégelyi-Kiss Ágota (Budapest)
Dobránszky János (Budapest)
Domokos József
(Marosvásárhely/Tîrgu Mureş)
Dudás Illés (Miskolc)
Eigner György (Budapest)
Erdei Timotei István (Debrecen)
Fábián Enikő Réka (Budapest)
Farkas Tibor (Budapest)
Fazekas Lajos (Debrecen)
Forgó Zoltán
(Marosvásárhely/Tîrgu Mureş)
Forizs Edit (Kolozsvar/Cluj)
Gábora András (Debrecen)
Gobesz F-Zsongor (Kolozsvar/Cluj)
Gyenge Csaba (Kolozsvar/Cluj)
Hanák László (Veszprém)
Hollandi Dénes
(Marosvásárhely/Tîrgu Mureş)
Horváth Géza (Veszprém)
Horváth Richárd (Budapest)
Kakucs András
(Marosvásárhely/Tîrgu Mureş)

Kelemen András
(Marosvásárhely/Tîrgu Mureş)
Kerekes László (Kolozsvar/Cluj)
Kocsis Dénes (Debrecen)
Kocsis Imre (Debrecen)
Kovács Dorina (Budapest)
Kovács Tünde (Budapest)
Köllő Gábor (Kolozsvar/Cluj)
Lakatos Ákos (Debrecen)
Márton László
(Gyergyószentmiklós/Gheorgheni)
Máté Márton
(Marosvásárhely/Tîrgu Mureş)
Mikó Balázs (Budapest)
Molnár Tamás (Pécs)
Nagy István (Budapest)
Pinke Péter (Nagyszombat/Trnava)
Pikorádi László (Budapest)
Pusztai László Péter (Debrecen)
Rácz Pál (Budapest)
Rajnai Zoltán (Budapest)
Réger Mihály (Budapest)
Réti Tamás (Budapest)
Roósz András (Miskolc)
Sarvajcz-Bánóczy Emese (Debrecen)
Sebestény Ferenc (Pécs)
Somogyiné Molnár Judit (Miskolc)
Szabó Péter János (Budapest)
Tolvaly-Roşca Ferenc
(Marosvásárhely/Tîrgu Mureş)
Tóth László (Debrecen/Miskolc)
Váczai Dániel (Budapest)
Váradi Károly (Budapest)
Varga Zoltán (Veszprém)
Végvári Ferenc (Kecskemét)
Veress Erzsébet (Kolozsvar/Cluj)

TARTALOM

ELŐSZÓ	19
Al-Bkree, Mahmood <i>Rezgéselemzés alapú anyagvizsgálat</i>	23
Andraws Andrew, Széll Károly <i>Karosszéria elem ponthegeesztett varratának vizsgálata</i>	27
Bagyinszky Gyula, Bitay Enikő <i>Ultrahangos hegesztés alkalmazástechnikai jellemzői</i>	31
Bakosné Diószegi Mónika <i>Fekvő elrendezésű anaerob reaktor tervezése</i>	35
Balázs Viktor, Szilágyi László, Apagyi Antal, Erdei Timotei István <i>OpenCV alapú táblafelismerő videóelemző szoftver létrehozása</i>	39
Bálint Krisztián <i>A vajdasági, szabadkai középiskolában dolgozó tanárok meglátásai az elektronikai és mechanikai iskolai védelem területén</i>	43
Bera József <i>Biztonság kontra modern környezeti probléma</i>	47
Bertók Ádám, Gonda Viktor, Széll Károly <i>Mélyhúzás végeselemes modellezésének technológiai és elméleti felhasználása</i>	51
Bocsi Róbert, Hanák László, Rippelné Pethő Dóra, Hodai Zoltán <i>A szabad folyadékfelszín párolgásának hatására létrejövő hőáram nyitott medencében</i>	55
Bodolai Henrietta, Kósa Balázs, Molnár Tamás, Szücs Gábor Arnold <i>Török fürdőkultúra Magyarországon</i>	59

Csorba Béla, Végvári Ferenc

Utángyártott fogaskerekek meghibásodása 63

Dombi Kristóf Barnabás, Tóth János

Meglévő automatizált épületek integrációja 67

Faitli Tamás, Tar József

*Robotkar inverz kinematikai feladatának megoldása „kvázidifferenciális”
fixpont transzformációs módszerrel* 71

Farkas Tibor, Hronyecz Erika

Infokommunikációs szakemberek a védelmi szférában: Szakirányú továbbképzés ... 75

Fekete Albert-Zsombor, Jakab-Farkas László

*Vákuum mérésére alkalmas rendszer fejlesztése hővezetésen alapuló érzékelő
és alacsony költségű beágyazott rendszer felhasználásával* 79

Ferencz Katalin

*Modern, Nosql adatbázisok működésének az áttekintése. Esettanulmány: Apache
Cassandra* 83

Fregán Beatrix, Kocsis István, Rajnai Zoltán

Az IPAR 4.0 és a digitalizáció kockázatai 87

**Gábora András, Sipos Kristóf Balázs, Lovadi Gyula Dávid, Szántó
Attila, Szíki Gusztáv Áron, Borzan Marian**

Pneumatikus meghajtású tanulmányautó veszteségeinek elemzése 91

Halász Gergely, Kuti János, Széll Károly

Hegesztés hőterjedésének modellezése és validálása tompa varrat esetén 95

**Hodai Zoltán, Rippelné Pethő Dóra, Horváth Géza, Hanák László,
Bocsi Róbert**

Atmoszférikus eredetű elektromágneses sugárzás hatása nyitott rendszerre 99

Horváth Fruzsina, Pokorádi László

Mérnöki feladatok megoldásainak gráf-szemléltetése 103

Horváth Richárd, Ágoston Gábor

Üvegszállal erősített műanyag (GFRP) fűrási vizsgálatai 107

Keller Katalin, Kocsi Balázs, Budai István	
<i>Acélszerkezeteket gyártó vállalat beszállítói értékelése</i>	<i>111</i>
Koçak Sinan, Pokorádi László	
<i>Defuzzifikációs módszerek összehasonlítása légkondicionáló rendszerek esetén.....</i>	<i>115</i>
Kocsis Dénes	
<i>Laboratóriumi környezetben jelentkező munkatéri zajterhelés vizsgálata (esettanulmány)</i>	<i>119</i>
Koós Dániel, Bodnár István	
<i>LED-halogén napszimulátor tervezése kisméretű napelemcellák vizsgálatához</i>	<i>123</i>
Kopenetz Lajos György, Gobesz Ferdinánd-Zsongor	
<i>Régi építmények fém anyagai és biztonsága.....</i>	<i>127</i>
Kósa Balázs, Juhász Hajnalka, Gyüre Lilla, Schmidt Olivér, Németh-Szigeti Renáta, Paczolai Kinga, Széll Attila Béla	
<i>Az utcáinkban megbúvó török</i>	<i>131</i>
Kovács Bálint Ádám, Ficzer Péter, Török Ádám	
<i>PLA anyagból készült próbadarab anyagtulajdonságainak kísérleti dinamikai vizsgálata.....</i>	<i>135</i>
Kulcsár Balázs	
<i>A megújulóenergia-termelés lakossági szegmensének eredményei Magyarországon.....</i>	<i>139</i>
Lós Réka, Bodnár Ildikó, Izbékiné Szabolcsik Andrea	
<i>Anionaktív detergens tartalom meghatározása szürkevizekben</i>	<i>143</i>
Lovas Bence	
<i>Különböző szigetelőanyagok nedvességfelvételének vizsgálata</i>	<i>147</i>
Major Róbert, Kósa Balázs, Molnár Tamás	
<i>Az Ókeresztény temető és Idrisz Baba türbéje.....</i>	<i>151</i>

Márton Loránd

A Niles-féle fogaskerék-köszörűgép korszerűsített profilozó készülékének gyémánthegey elfordító rendszere 155

Máthé Aliz Éva, Ciplea Cristian

Félmerev acélszerkezetek szeizmikus területeken..... 159

Mihalovits Roland, Gonda Viktor, Széll Károly

Zömítés végeselemes modellezése a hőfejlődés figyelembe vételével..... 163

Mislyenác Adrienn, Kósa Balázs, Molnár Tamás

Elhanyagolt műemléki épületek hasznosítása 167

Molnár Richárd, Dezső Gergely

Ultrakönnyű repülőgép szárny aerodinamikai vizsgálata..... 171

Nagy Roland, Lendvai Péter, Kothencz Réka, Bartha László

A HLD érték kőolajipari alkalmazhatósága..... 175

Németh-Szigeti Renáta, Paczolai Kinga Éva, Kósa Balázs

A pécsi világörökségi helyszínek fejlesztése..... 179

Novák János

Biztonságtudatosság növelésének eszközei a felsőoktatásban 183

Paczolai Kinga Éva, Németh-Szigeti Renáta, Kósa Balázs

A pécsi világörökségi területekhez kapcsolódó közterek rehabilitációja 187

Pécsi Levente, Pásztor Judit, Kakucs András

Nyílvesszők hajlító vizsgálata 191

Pimentel Edgar Marcial, Nagy István

Egy rövid áttekintés a termoelektromos anyagtudomány fejlődésről..... 195

Popa-Müller Izolda, Papp István

Ötoldalú térmechanizmus, gyorsulás meghatározás..... 199

Pusztai László Péter, Kocsi Balázs, Budai István, Nagy Lajos

Alapanyag áramlásának optimalizálása általánosított hálózati folyam modellel... 203

Rácz Viktor Gergely, Sipos Sándor, Farkas Gabriella <i>Forgácsleválasztási sajátosságok többirányú esztergáláskor</i>	207
Sándor Barnabás <i>Intelligens fűtési rendszer sebezhetőségének vizsgálata</i>	211
Szabó Zsolt Mihály <i>A nyugdíjfolyósítás, mint kritikus infrastruktúra</i>	215
Szántó Attila, Sziki Gusztáv Áron, Hajdú Sándor, Gábora András, Sipos Kristóf Balázs <i>Járműdinamikai szimuláció és optimalizáció</i>	219
Szauter Daniella, Kósa Balázs, Molnár Tamás <i>Átmeneti terek</i>	223
Szeszák Bence Márk, Juhász György, Sziki Gusztáv Áron, Nagyné Kondor Rita, Sütő Tamás Sándor, Veszelszki Krisztián József <i>Pneumobil gördülési ellenállásának mérése</i>	227
Szögi Gábor <i>Okos város</i>	231
Tóth Tibor <i>Napelemes hatótáv növelő kiegészítő rendszer fejlesztése</i>	235
Tóthné Laufer Edit <i>Fuzzy logika alapú keretrendszer paramétereinek meghatározása</i>	239
Tuloki Szilárd, Nagy István <i>Elektromos gépjárművek szenzorhálózatának feltérképezése és biztonsági elemzése</i>	243
Ungvári Csaba, Bodnár Ildikó, Izbékiné Szabolcsik Andrea <i>Szürkevíz minták szűréssel történő kezelési eljárásainak vizsgálata</i>	247

Uszkai Sándor, Papp Beatrix, Nemes Ádám, Erdei Timotei István

Arudino és Rapsberryi Pi alapú hibrid RFID beléptető rendszer mobil

platformmal.....251

SZERZŐK JEGYZÉKE255

CONTENT

FOREWORD	21
Mahmod Al-Bkree <i>Material Classification Based On Vibration Analysis</i>	23
Andrew Andraws, Károly Széll <i>Examination of Spot-Welded Seam of a Car Body</i>	27
Gyula Bagyinszky, Enikő Bitay <i>Application Features of Ultrasonic Welding</i>	31
Mónika Bakosné Diószegi <i>Design of a Horizontal Anaerobic Reactor</i>	35
Viktor Balázs, László Szilágyi, Antal Apagyi, Timotei István Erdei <i>The Implementation of an Opencv-Based Traffic Sign Identifier Videoanalyst Software</i>	39
Krisztián Bálint <i>Experiences of Secondary School Teachers from Subotica, Vojvodina, Regarding Electronic and Mechanical Protection at School</i>	43
József Bera <i>Safety Versus Modern Environmental Problem</i>	47
Ádám Bertók, Viktor Gonda, Károly Széll <i>Technological and Theoretical Application of Finite Element Modeling of Deep Drawing</i>	51
Róbert Bocsi, László Hanák, Dóra Rippelné Pethő, Zoltán Hodai <i>Heat transfer on the surface of an open pond by evaporation</i>	55
Henrietta Bodolai, Balázs Kósa, Tamás Molnár, Gábor Arnold Szücs <i>Turkish bath culture in Hungary</i>	59

Béla Csorba, Ferenc Végvári <i>Malfunction of Remanufactured Gears</i>	<i>63</i>
Kristóf Barnabás Dombi, János Tóth <i>Consolidating the Control of Already Automated Homes.....</i>	<i>67</i>
Tamás Faitli, József Tar <i>Solution of the Inverse Kinematic Task of a Robot-Arm Based on “Quasi-Differential” Fixed-Point Transformation Method</i>	<i>71</i>
Tibor Farkas, Erika Hronyecz <i>Info-communication Experts in the Defence Sector: Vocational Training Program.....</i>	<i>75</i>
Albert-Zsombor Fekete, László Jakab-Farkas <i>Development of a Pressure Measuring Unit Based On A Thermal Conductivity Gauge and Low Cost Embedded Solution for Mid-Range Vacuum Applications</i>	<i>79</i>
Katalin Ferencz <i>Modern, Nosql Database of the Operation Overview. Case Study: Apache Cassandra.....</i>	<i>83</i>
Beatrix Fregán, István Kocsis, Zoltán Rajnai <i>Industry 4.0 and The Risks of Digitization.....</i>	<i>87</i>
András Gábora, Kristóf Balázs Sipos, Gyula Dávid Lovadi, Attila Szántó, Gusztáv Áron Szíki, Marian Borzan <i>Losses Analyses for Pneumatic Driven Concept Vehicles</i>	<i>91</i>
Gergely Halász, János Kuti, Károly Széll <i>Heat Transfer Modelisation and Validation in Case of Butt Velding Joint</i>	<i>95</i>
Zoltán Hodai, Dóra Rippelné Pethő, Géza Horváth, László Hanák, Róbert Bocsi <i>The Effect of Atmospheric Electromagnetic Radiation on Opened System.....</i>	<i>99</i>
Fruzsina Horváth, László Pokorádi <i>Graph-demonstration of Solvings of Engineering Tasks</i>	<i>103</i>

Richárd Horváth, Gábor Ágoston	
<i>The Drilling Investigation of Glass Fibre Reinforced Plastic.....</i>	<i>107</i>
Katalin Keller, Balázs Kocsi, István Budai	
<i>Evaluation of Suppliers at a Steel Structure Manufacturer.....</i>	<i>111</i>
Sinan Koçak, László Pokorádi	
<i>Comparison of Defuzzification Methods in Case of Air Conditioning Systems.....</i>	<i>115</i>
Dénes Kocsis	
<i>Workplace Noise Examination in a Laboratory (case study).....</i>	<i>119</i>
Dániel Koós, István Bodnár	
<i>Designing Procedure of LED-halogen Hybrid Solar Simulator to Small Size Solar Cell Testing.....</i>	<i>123</i>
Lajos György Kopenetz, Ferdinánd-Zsongor Gobesz	
<i>Metal Materials and Safety of Old Buildings.....</i>	<i>127</i>
Balázs Kósa, Hajnalka Juhász, Lilla Gyüre, Olivér Schmidt, Renáta Németh-Szigeti, Kinga Paczolai, Attila Béla Széll	
<i>Turkish Secrets Hidden in Our Streets – Mosques in Pécs.....</i>	<i>131</i>
Bálint Ádám Kovács, Péter Ficzer, Ádám Török	
<i>Experimental Dynamical Analysis of Test Pieces Material Properties Made by Additive Production Technologies.....</i>	<i>135</i>
Balázs Kulcsár	
<i>The Result of Residential Segment of Renewable Energy Production in Hungary.....</i>	<i>139</i>
Réka Lós, Ildikó Bodnár, Andrea Izbékiné Szabolcsik	
<i>Determination of Anionic Detergent Content in Greywater.....</i>	<i>143</i>
Bence Lovas	
<i>Investigating the Water Absorbance of Different Insulation Materials.....</i>	<i>147</i>
Róbert Major, Balázs Kósa, Tamás Molnár	
<i>The Early Christian Burial Sites and The Türbe of Idris Baba.....</i>	<i>151</i>

Loránd Márton

*The Diamond-Pin Turning System of the Modernized Niles Grinding
Machine Wheel Dressing Device..... 155*

Aliz Éva Máthé, Cristian Ciplea

Semi-rigid Steel Frames Located in Seismic Areas 159

Roland Mihalovits, Viktor Gonda, Károly Széll

Finite Element Modeling of Upsetting Considering Heat Generation..... 163

Adrienn Mislyenác, Balázs Kósa, Tamás Molnár

Utilization of Neglected Monumental Buildings 167

Richárd Molnár, Gergely Dezső

Wings of Ultralight Aircraft Aerodynamics Examination..... 171

Roland Nagy, Péter Lendvai, Réka Kothencz, László Bartha

Application of the HLD Value in the Petroleum Industry..... 175

Renáta Németh-Szigeti, Kinga Éva Paczolai, Balázs Kósa

The Development of UNESCO World Heritage Area in Pécs..... 179

János Novák

The Tools of the Increasing of Safety Awareness in the Higher Education 183

Kinga Éva Paczolai, Renáta Németh-Szigeti, Balázs Kósa

*Rehabilitation of Public Squares Connected to the World Heritage Areas
of Pécs..... 187*

Levente Pécsi, Judit Pásztor, András Kakucs

Testing Arrows Bending..... 191

Edgar Marcial Pimentel, István Nagy

*A Short Review of the Latest Developments in Science of Thermoelectric
Materials..... 195*

Izolda Popa-Müller, István Papp

Five-sided Mechanism, Determination of Acceleration..... 199

László Péter Pusztai, Balázs Kocsi, István Budai, Lajos Nagy <i>Material Flow Optimization with the Application of Generalized Network Flow Model</i>	203
Viktor Gergely Rácz, Sándor Sipos, Gabriella Farkas <i>Chip Removal Specialities in Multi-Directional Turning.....</i>	207
Barnabás Sándor <i>Vulnerability Analysis of a Smart Heating System.....</i>	211
Zsolt Mihály Szabó <i>Pension Payment as a Critical Infrastructure.....</i>	215
Attila Szántó, Gusztáv Áron Sziki, Sándor Hajdú, András Gábora, Kristóf Balázs Sipos <i>Vehicle Dynamics Simulation and Optimalization.....</i>	219
Daniella Szauter, Balázs Kósa, Tamás Molnár <i>Transition Spaces.....</i>	223
Bence Márk Szeszák, György Juhász, Gusztáv Áron Sziki, Rita Nagyné Kondor, Tamás Sándor Sütő, Krisztián József Veszelszki <i>Measuring the Rolling Resistance of Pneumobile.....</i>	227
Gábor Szögi <i>Smart City.....</i>	231
Tibor Tóth <i>Range Extension with Solar Panel</i>	235
Edit Tóthné Laufer <i>Parameter Determination of a Fuzzy Logic-Based Framework.....</i>	239
Szilárd Tuloki, István Nagy <i>Mapping and Security Analysis of Sensor Network for Electric Vehicles</i>	243
Csaba Ungvári, Ildikó Bodnár, Andrea Izbékiné Szabolcsik <i>Analysis of Greywater Samples Treated by Filtration</i>	247

Sándor Uszkai, Beatrix Papp, Ádám Nemes, Timotei István Erdei
*Arduino and Rapsberry Pi Based Hybrid RFID Access Control System with
Mobile Platform.....* 251

LIST OF AUTHORS..... 255

ELŐSZÓ

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

A *Fiatal műszakiak tudományos ülősszaka* 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 huszonhárom éve ösztönöz a magyar műszaki nyelv ápolására, a műszaki tudományosság magyar nyelven való terjesztésére, közlésére. Mindemellett a fórum szakmai kapcsolatokat épít s tart fenn.

A tudományos tevékenységek mozgatórugójaként intézményünk folyamatosan figyeli, segíti, ösztönzi a műszaki kutatás tevékenységeit, külön figyelmet szentelve az eredmények bemutatására, közlésére, terjesztésére is. Ugyanakkor igyekszünk a nemzetközi vérkeringésbe is eljuttatni ezen eredményeket. Az idei évtől újdonságnak számít, hogy a tanulmányokat angol nyelven is bekértük, s ezek online felületen lesznek megjelenítve, terjesztve. A közlésre szánt tanulmányok továbbra is megjelennek a megszokott (nyomtatott) kötet formájában, magyar nyelven (rövid angol kivonattal); ezek tükörmása, online felületen, angol nyelven is, a Papers on Technical Science sorozatban. A két változat külön ISSN számmal rendelkezik, melyek egymáshoz kötöttek, s egy publikációnak (közlésnek) számítanak. Az online angol nyelvű publikációkat a De Gruyter Open – a vele kötött szerződés értelmében – széles körben fogja terjeszteni. Ezek így indexelve lesznek a nemzetközi szakmai adatbázisokban és a szakmai online könyvkereskedésben is.

A jelen kiadvány a Műszaki Tudományos Közlemények sorozat kilencedik száma (MTK, 2018. 9. szám). A 2018. március 22-i *XXIII. Fiatal műszakiak tudományos ülősszakon* elhangzott hetvenegy előadás válogatott ötvennyolc írását tartalmazza.

A 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 jelen kiadvány összesen 115 szerző az első szerzők nevének sorrendjében a közlésre javasolt 58 írását tartalmazza, felöleli valamennyi műszaki szakterületet (anyagtudományok, biztonság tudomány, informatikai alkalmazások, gépészet és gyártástudomány, vegyészet, építészet, mechatronika és robotika, alkalmazott fizika), a műszaki oktatást, az interdiszciplináris kutatás eredményeivel is kiegészülve. A szerzők közül négyen a versenyszférából érkeztek, ily módon az ipart, míg a többiek 12 egyetemet 4 kutatóintézetet képviselnek.

A kötet és a tanulmányok külön-külön is elérhetők online módon az Erdélyi digitális adattárban: <http://eda.eme.ro/handle/10598/30288>.

Köszönetet mondunk mindazoknak, akik a tudományos ülés szakon vállalták az aktív részvételt, s érdekesítő, nívós 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, 2018 márciusában

Bitay Enikő
akadémikus, az MTA külső tagja,
az Erdélyi Múzeum-Egyesület
Műszaki Tudományok Szakosztályának elnöke

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 three years there has been an urge to take care of Hungarian technical language, to spread the results of technical sciences in Hungarian. Besides the forum creates and promotes professional connections.

Our department is continuously motivating and promoting technical research, paying special attention to the presentation, publication and dissemination of the results. The Department of Technical Sciences of the Transylvanian Museum Society considers the safeguarding of scientific regards written, published and scientifically discussed in Hungarian one of its most important tasks. At the same time we try to make these results internationally available. The novelty of the present year is that the papers have been presented also in English and the English versions will be available online. The papers will be published in a printed volume in Hungarian (followed by a short abstract in English) as usual, the loan translations will be available only in the online series of *Papers on Technical Science*. The Hungarian and the English versions have separate but linked ISSN, so they are considered one publication. The online English version will be widely disseminated by DeGruyter Open, according to our agreement. So they will be indexed in international scientific data base and online book trading.

The present volume is the 9th issue of the *Papers on Technical Science (Műszaki Tudományos Közlemények, MTK, 2018. 9.)* It contains fifty-eight selected papers read at the XXIIIrd Scientific Session of Young Technical Researchers on 22 March 2018.

Co-publisher of the conference volume is the Óbuda University, which represents the trans-border co-operation of several years, resulting in joint research projects and publications.

The present volume contains 58 papers of altogether 116 authors, covering all technical fields (material sciences, security sciences, IT applications, engineering and manufacturing science, chemistry, architecture, mechatronics and robotics, applied physics, etc.), the results of technical education, as well as interdisciplinary research are represented, too. The authors come from 12 universities, 4 research institutes and 4 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/10598/30288>.

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 2018

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

MATERIAL CLASSIFICATION BASED ON VIBRATION ANALYSIS

REZGÉSELEMZÉS ALAPÚ ANYAGVIZSGÁLAT

Mahmod Al-Bkree

Óbuda University, Bánki Donát Faculty of Mechanical and Safety Engineering, Institute of Mechatronics and Vehicle Engineering. H-1081, Hungary, Budapest, Népszínház u, 8; Phone: (+36-1) 666-5349, Fax: (+36-1) 666-5485, albkri@stud.uni-obuda.hu

Abstract

In this paper we investigate the rule of object's vibration in identifying its material of construction. A simple vibration test is performed to classify different types of materials. The test is done by performing small hammer excitation on the object then records its vibration using one acceleration sensor. Four different materials were tested (steel, hardwood, softwood, and plastic). The vibration signal was analyzed using MATLAB based model. The trained model was able to recognize the testing samples of each material. The advantages of this method are that it is accurate, fast and simple and it could be performed on-site as well as it is relatively inexpensive.

Keywords: vibration analysis, material identification, real-time recognition, acceleration sensors, impact hammer.

Összefoglalás

Ebben a tanulmányban különböző anyagú tárgyak, mint objektumok, anyagszerkezeti felépítését vizsgáljuk rezgéstani vizsgálatokkal. Egyszerű rezgésvizsgálatokat végzünk a különböző típusú anyagok osztályozására. A vizsgálatokat egy rezgésgerjesztő kalapáccsal végezzük az anyagokon, majd rögzítjük a próbaanyag rezgéseit egy gyorsulásérzékelővel. Négy különböző anyagot vizsgáltunk: acél, keményfa, puhafa és műanyag. A rezgésjelet MATLAB alapú modell segítségével elemezzük. A kifejlesztett modell képes volt felismerni az egyes anyagok vizsgálati mintáit. Ennek a módszernek az előnye, hogy aránylag pontos, gyors és egyszerű, helyszíni kivitelezéssel elvégezhető és nem utolsó sorban viszonylag olcsónak tekinthető.

Kulcsszavak: vibrációs analízis, anyag meghatározás, valós idejű felismerés, gyorsulási szenzor, rezgető kalapács.

1. Introduction

Material classification has many industrial and commercial applications, As well as in real-time recognition for the self-autonomous machines and robots. The proposed testing method is using small hammer which could easily be attached to a robotic arm to provide it with real-time recognition of surrounding materials.

The field of non-destructive testing (NDT) of materials is a wide area, including any technique that extracts information about the condition of a material specimen without altering its physical and/or chemical properties (see, e.g., [1] for a survey of different NDT methods).

1.1. The experiment setup

An acceleration sensor (Type SCA610) has been attached to a hammer, the sensor output signal is connected to the computer through data acquisition unit (DAQ) and MATLAB software is used to record the signal and process it and provide recognition as shown in the following figure 1.



(A)



(B)

Figure 1. (A) a photo showing the connection Hammer to (DAQ) to the laptop. (B) is showing the sensor attached to the Hammer.

1.2. Measurement

4 objects with different material were tested, 5 vibrations recorded for each, the vibration waveform produced by an impact is a transient (short duration) energy transfer event. The spectrum is continuous, with a maximum amplitude at 0 Hz and

decaying amplitude with increasing frequency. **Figures 2.**

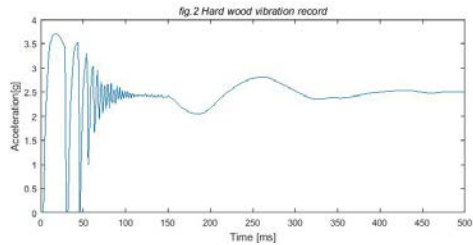


Figure 2. the vibration signal of Hardwood.

1.3. The Signal Processing

For analysis each vibration signal was sampled, the sampling frequency (F_s) = 1 kHz, and the cutoff frequency of the accelerometer integrated circuit is about 70 Hz.

The signal is impulse in nature and while Fast Fourier Transform is an industry standard to process the signal sequences, we have decided to perform a similar estimation of Welch Power Spectral Density (WPSD) together with Histogram, see Figure 3, also the Mean and the standard deviation values were calculated for each signal.

4 processed signals of each material are used to train the machine learning algorithms on MATLAB Classification Learner Model. and the fifth record was used to test the recognition after the training.

1.4. Machine Learning

The MATLAB Classification Learner app was used to train our model to classify the processed vibration data. The automated training models are compared to find the best classification model type, including decision trees, discriminant analysis, support vector machines, logistic regression, nearest neighbors, and Gaussian kernel classification.

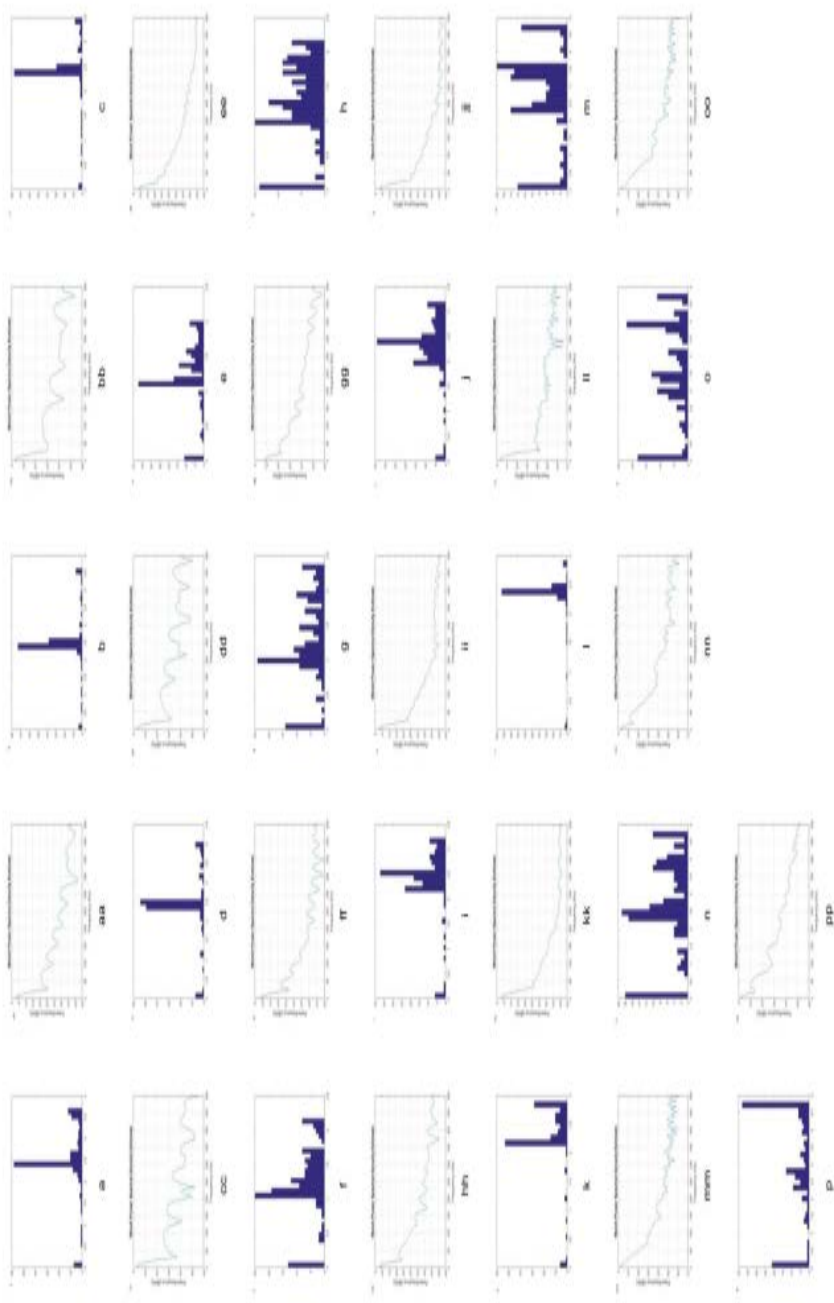


Figure 3. Histogram and (WPSD) graphs for the total 16 signals that used for training the MATLAB Classifier.

1.5. Result and Discussion

The classifier identified the different pattern of the processed signals, and a scatter representation was produced as shown in Figure 4.

The hardwood and the steel signals were near of overlapping, which suggests that more signal processing is needed.

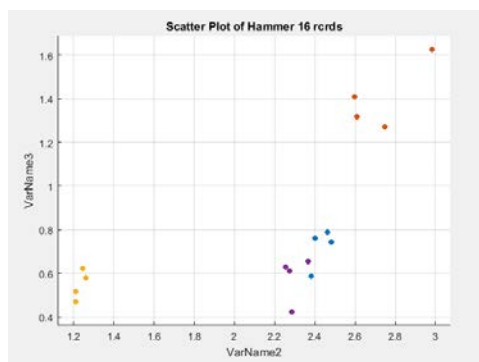


Figure 4. Scatter plot from MATLAB Classifier showing the four Materials in colors, softwood in yellow, hardwood in purple, steel in blue, and plastic in red.

The derivatives of the first peak was suggested to be performed to have more distinguished results, some other signal processing tools (see [2-8]) could enhance the result.

2. Conclusions

This experiment is a part of ongoing project and it is used to proof the concept. Classifying different material based on their vibration signal analysis using tools on MATLAB could be useful in many applications.

The vibration test is fast and portable and not expensive.

A larger dataset is needed to determine the accuracy, and an expanded set of material to be investigated in future work.

MATLAB is a powerful tool and its machine learning algorithms could be used in any data analysis project to classify different patterns.

References

- [1] Hola J., Bien J., Sadowski L., Schabowicz K. *Non-destructive and semi-destructive diagnostics of concrete structures in assessment of their durability*. Bull. Pol. Acad. Sci. Tech. Sci. 2015;63:87-96.
- [2] M. Al Janaideh, P. Krejčí: *Inverse Rate-Dependent Prandtl-Ishlinskii Model for Feedforward Compensation of Hysteresis in a Piezomicropositioning Actuator*, IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, Vol. 18, Number 5, 2013.
- [3] W. Zhenyan, Z. Zhen, Z. Kemin: *Precision Tracking Control of Piezoelectric Actuator using a Hammerstein-based Dynamic Hysteresis Model*, 35th IEEE Chinese Control Conference, 27-29, China, 2016.
- [4] Y. P. A. Yong, N. J. Hurley, G. C. M. Silvestre: *Single-trial EEG classification for brain-computer interface using wavelet decomposition*. Dept. of Computer Science, University College Dublin.
- [5] V. N. Shahid, N. Perraudin, V. Kalofolias, G. Puy, P. Vandergheynst: *Fast robust PCA on graphs*. IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing, vol. 10, no. 4, pp. 740–756, 2016.
- [6] V. Kalofolias, *How to learn a graph from smooth signals*. In: International Conference on Artificial Intelligence and Statistics AISTATS, Cadiz, Spain, vol. 13, 2016.
- [7] C. Zhang, D. Florêncio, P. A. Chou: *Graph signal processing— a probabilistic framework*. Microsoft Res., Redmond, WA, USA, Tech. Rep. MSR-TR-2015-31, 2015.
- [8] Le Fur Y, Cozzone P J.: *FID modulus: a simple and efficient technique to phase and align MR spectra*. MAGMA 2014; 27:131–148.

KAROSSZÉRIA ELEM PONTHEGESZTETT VARRATÁNAK VIZSGÁLATA

EXAMINATION OF SPOT WELDED SEAM OF A CAR BODY

Andraws Andrew¹, Széll Károly²

¹Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar Cím: 1081 Magyarország Budapest, Népszínház utca 8; Telefon / Fax: +36-1-666-5386, tigris9494@hotmail.com

²Óbudai Egyetem, Alba Regia Műszaki Kar Mérnöki Intézet 8000 Magyarország Székesfehérvár, Budai út 45. K. épület 37. Tel: +36-22-200499, szell.karoly@amk.uni-obuda

Abstract

Spot welding is widely used in car industry to create a cheap and light body and chassis. Engineers tend to use spot-welding in order of reducing the production costs, also lowering the stress intensity which can cause failure and fractures of the body or chassis. Our goal here is to examine spot-welding of a car body with different tests and find out later if there is a possibility of using a different technology that can produce a better seam that can be automated with industrial robots.

Keywords: *car body, spotwelding, seam examination.*

Összefoglalás

A ponthegesztést széles körben használják az autóiparban az olcsó és könnyű test és alváz létrehozása érdekében. A mérnökök előnyben részesítik a ponthegesztést, a gyártási költségek csökkentése érdekében, csökkentve ezzel a vetemedést és a maradó feszültségek kialakulását is, ami meghibásodást, a karosszéria vagy az alváz törését okozhatja. Célunk, hogy egy adott karosszéria elemen ponthegesztése vizsgálatát végezzük el különböző módszerekkel, hogy megtudjuk milyen változások történnek a hegesztett pont hőhatásövezetében. Későbbiek során ajánlást teszünk, olyan technológia alkalmazására, amely a vizsgált elemek esetében szintén alkalmazható, automatizálható ipari robotokkal.

Kulcsszavak: *karosszéria, ponthegesztés, varrat vizsgálat.*

Bevezetés

Az ellenállás ponthegesztés olyan eljárás, amelyben a fémeket az érintkezési felületnél az anyag ellenállásából keletkező Jule hő megolvasztja és az összeszorító erő hatására kohéziós kapcsolatot hoz létre [1].

1. A ponthegesztés

A munkadarabokat az elektródák által kifejtett nyomás fogja össze. Jellemzően, a

lemezek 0,5 és 3 mm vastagsági tartományban hegeszthetők. Az eljárás során acélok hegesztésére két alakított rézötövezet anyagú elektródát alkalmazunk, hogy a hegesztési áramot egy koncentrált "pont" -ra összpontosítsa, és egyidejűleg összenyomja a lapokat. Az acéllemezek ellenállása miatt keletkező hő az érintkezési ponton megolvasztja a fémeket, és az összeszorító erő hatására kialakul a varrat.

1.1. Alkalmazás

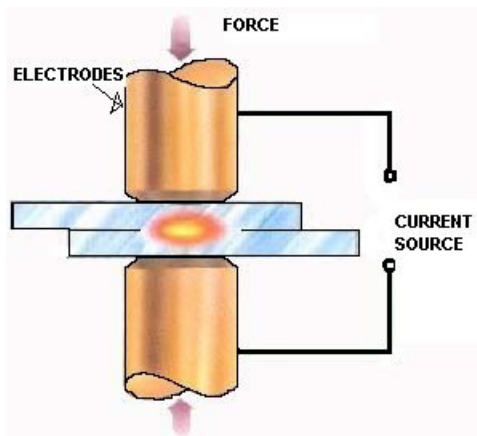
A ponthegesztést általában fémlemezek, dróthálók hegesztésére használják.

A ponthegesztés legelterjedtebb alkalmazása a járműgyártó iparágban van, mivel ez a legtöbbet használt módszer az autóknál használt fémlemezek hegesztésére. Ez is egyike a két fő felhasználási területe a gyártósor ipari robotok a ponthegesztés teljes automatizálására.

1.2. Eljárás

A ponthegesztés egy olyan eljárás, amelyben két vagy több fémlemez hegesztünk hegesztőanyag használata nélkül, nyomás és hő alkalmazásával a hegesztendő területre. Ezt a folyamatot a lemezanyagok összekapcsolására használják, és alakított rézötvözet elektródákat használnak nyomás alkalmazásához és a villamos áram átadására a munkadarabokon keresztül.

Az elektródák a lemezeket összenyomják. Ezután megolvad, összekapcsolva a lemezek közötti felületet. Az áramot kikapcsolva, de az összeszorító erőt nem feloldva a "varrat" megszilárdul a kötést kialakítva.



1. ábra. A ponthegesztés elve [2]

A keletkező hő függ a fém ellenállása és hővezető képességétől, és a hegesztési időtől, amelyre áram alá kerül.

$$E = I^2 * R * t \quad (1)$$

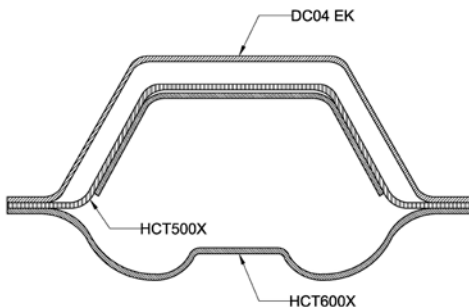
A keletkező hő az (1) összefüggésalapján fejezhető ki, ahol E a hőenergia, I az áram, R az elektromos ellenállás és t a hegesztési idő, amelyre áram alá kerül.

1.3. Ponthegesztéshez alkalmas anyagok

Az acélok viszonylag könnyen hegeszthetők, mivel nagyobb elektromos ellenállással és alacsonyabb hővezető képességgel rendelkeznek, a ponthegesztéshez az alacsony széntartalmú acélok alkalmazása célszerű.

2. Kísérlet előkészítése

Kísérletünkben kivágtuk egy autó B oszlopát, és levágtuk a hegesztett három lemez egy darabját, hogy elemezzük a kémiai összetételt, és meghatározzuk, milyen acélokat használtunk



2. ábra. A B-oszlop keresztmetszete

Ezután előkészítettük a hegesztett varratot és mikroszkópi csiszolatot készítettünk, majd megmarattuk, hogy láthatóvá tegyük a varratot és a hőhatás övezetét. Ezután keménységet mérünk a varratban, hőhatás övezetben és az alapanyagon.

2.1. Kémiai összetétel

Energiadiszperzív spektroszkópia segítségével meghatároztuk a lemezek összetételét, és az alapján határoztuk meg. Az

eredmények a következő **(1-3. táblázat)** táblázatokban látható:

1. táblázat. Az 1-es lemez alacsony széntartalmú DC04 EK

DC04 EK		
C	0.04	max 0.08
Fe	99.69	
Mn	0.12	
Al	0.15	
100		

2. táblázat. Az 2-es lemez duál fázisú HCT500X

HCT500X		
C	0.14	max 0.14
Si	0.8	max 0.8
Mn	1.94	max 2
Fe	97.12	
100		

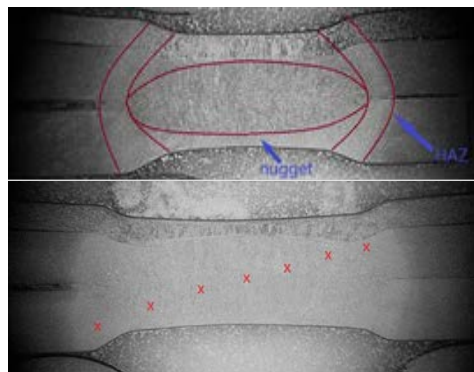
3. táblázat. Az 3-as lemez szintén duál fázisú viszon HCT600X

HCT600X		
C	0.17	max 0.17
Si	0.8	max 0.8
Mn	2.2	max 2.2
Fe	96.8	
100		



3. ábra. A minta kivágása B-oszlopból az elemzésre

Az eredmények alapján kijelenthetjük, hogy a felhasznált anyagok alacsony széntartalmú acélok voltak. Az 1-es lemez egy alacsony széntartalmú Al-al csillapított, ötvöztelen acél volt, valószínű azért, mert az ipar előnyben részesíti az Al-al csillapított acélokat horganyzás esetén [3]. Az alacsony Mn tartalom pedig szintén dezoxidáló. A 2-es és a 3-as lemez szintén alacsony széntartalmú, duál fázisú Mn-al és Si-al ötvöztött acél volt, amelyekben a mangán és szén aránya különbözött.



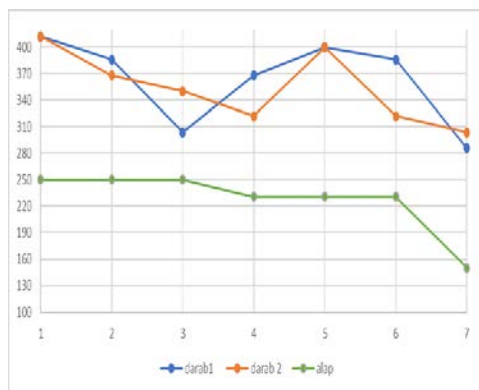
4. ábra. A hőhatásövezet és a varrat határa / A keménység mérés helyei (balról jobbra jelölve a képen)

2.2. Keménységmérés

Az anyagok azonosítása után a varrat mikroszkópi metszete alapján látható hogy a DC04 EK nem olvadt össze a többi lemezzel, amelyeknél a varrat látható.

A keménység mérést a hőhatás övezet kezdetétől a varraton keresztül átlóban készítettünk 7 mérés darabonként [4, 5].

A kapott eredmények **(1. diagram)** alapján megállapítottuk, hogy a lemezek keménysége a hőhatás övezet szélén majdnem duplázódott, így ezekben a pontokban ridegebbek a lettek.



1. diagram. A keménység mérés eredményei

3. Következtetések

Az irodalom és a kísérlet eredményeit feldolgozva megállapítottuk, hogy:

- A varratban keménysége magasan megugrott és ridegebbé vált a lemezekben ezekenél a pontoknál,
- A DC04 EK lemez felület határa nem olvadt össze a hegesztés során és ez jelenthelt problémát karosszéria elemeknél.

Az ismertett eredmények alapján a felmerülő problémák elkerülése érdekében más technológia alkalmazásával jobb eredményeket kaphatunk. Az általunk javasolt technológia, ami a további kutatásokban jobb eredményeket hozhat, és hatékonyan helyettesíteni tudja az ellenállás ponthegeesztést, a lézeres hegesztés, amely kisebb hőhatás övezetet okoz, és jobb varratot alakít ki a tapasztalatok és az irodalmi hivatkozások alapján a különböző anyagminőségű lemezek hegesztésénél.



5. ábra. A varrat metszete

4. Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak Dr. Kovács Tündének és Huszák Csengének a kutatás támogatásában.

A szerzők ezúton kívánnak köszönetet mondani munkánkhoz nyújtott anyagi támogatásért – az EFOP-3.6.1-16-2016-00010 számú projekt keretében – a Magyar Államnak és az Európai Uniónak.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Larry F. Jeffus: *Welding: Principles and Applications*. Cengage Learning, 2002, 694.
- [2] Bagyinszki Gyula, Bitay Enikő: *Hegesztéstechnika II. Berendezések és mérések*. EME kiadó, Kolozsvár, 2010.
- [3] Kovács-C. T., Vajdics D.: *A TRIP acél ponthegesztésének hatása*, Műszaki Tudományos Közlemények 2, EME kiadó, Kolozsvár, 2015, 227-234.
- [4] T. Kovács-C., E. Bitay: *The hardness control in the coated surface layer*, Materials Science Forum 729, 2013, 415-418.
- [5] Szilágyi G., Pinke P., Kovács-C. T.: *A hegesztés hatása az alapanyagra* Műszaki Tudományos Füzetek XXIV, EME kiadó, Kolozsvár, 2014, 373-376.

ULTRAHANGOS HEGESZTÉS ALKALMAZÁSTECHNIKAI JELLEMZŐI

APPLICATION FEATURES OF ULTRASONIC WELDING

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, Műszaki és Humántudományok Kar, Románia, 540485 Marosvásárhely (Koronka), Segesvári út 1.C., ebitay@ms.sapientia.ro

Abstract

The technological advantages of ultrasonic welding: no need for any filler metal; small electrical transient resistance contacts can be made; thin materials can also be welded to thick materials; results in a helium-solid weld seam; the computer configuration of the welding parameters can easily be solved; clean and safe workflow (no sparks, flame and smoke); can be integrated into the production line. This article deals with some of the additional application features of this welding process.

Keywords: pressure welding, ultrasound, sonotrode, parameters, process variants

Összefoglalás

Az ultrahangos fémhegesztés alkalmazástechnikai előnyei: nem kell semmilyen hozaganyag; csekély elektromos átmeneti ellenállású kontaktusok készíthetők; vékony anyagok hegeszthetők vastag anyagokhoz is; hélium-tömör hegesztési varratot eredményez; a hegesztési paraméterek számítógépes beállítása egyszerűen megoldható; tiszta és biztonságos a munkafolyamat (nincs szikra, láng és füst); gyártósorba integrálható. Jelen cikk ezen hegesztési eljárás néhány további alkalmazástechnikai jellemzőjével foglalkozik.

Kulcsszavak: sajtoló hegesztés, ultrahang, szonotróda, paraméterek, eljárásváltozatok

1. Fizikai alapok és eszközök

A mikrosúrlódási (nagyfrekvenciájú, mikrométeres nagyságrendbe eső amplitúdójú rezgésből származó) energiát – az érintkező munkadarabok közötti, a szonotróda (mint hegesztő-szerszám) alakjának ill. méretének megfelelő kiterjedésű felületen („interfészen”) – hasznosító ultrahangos hegesztést tulajdonképpen a dörzshegesztés rezgetéssel (nem forgatással) megvalósított speciális esetének is tekinthetjük (1. ábra).



1. ábra. Ultrahangos hegesztés, mint nagyfrekvenciás rezgő dörzshegesztés

Az 50 Hz-es hálózati elektromágneses rezgés (váltakozó feszültség ill. áram) által bevitt energia 20...40 kHz-es frekvenciájú mechanikai rezgéssé (ultrahanggal) ill. energiává alakul át. Ezt az energiaátalakítást egy rezonátor végzi, mely – a pozitív vagy negatív longitudinális magnetostrikció, mint a ferromágneses testek mágnesezettsége és mechanikai feszültségi állapota közti kapcsolat egyik megnyilvánulása

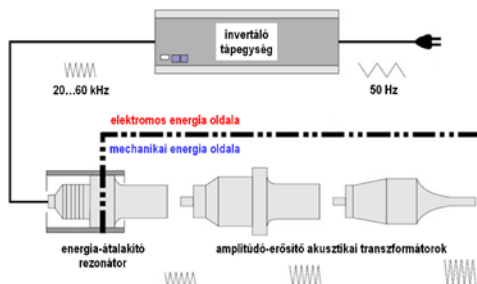
– vagy az elektrostrikció, mint reciprok piezoelektromos hatás jelenségén alapul.

A magnetostrikció alkalmazásakor az elektromos hálózati kis frekvencia nagy frekvenciássá alakításával és annak tekercsbe táplálásával létrehozott váltakozó axiális mágneses tér erő mechanikai rezgésként (kis amplitúdójú hosszirányú rugalmas alakváltozásként) nyilvánul meg a mágneses mezőben célszerűen elhelyezett ferromágneses anyagban. A váltakozó árammal táplált tekercs ferromágneses anyagú (vas)mágja erőteljes hosszrezgéseket végez, azaz ultrahang-hullámokat bocsájt ki, ha annak sajátfrekvenciája megegyezik a váltakozó áram frekvenciájával.

Az elektrostrikció az ún. aktív dielektrikumok sajátossága, ami váltakozó elektromos tér (feszültség) hatására jelentkező rugalmas deformáció, mechanikai rezgés, különösen nagy frekvencia esetében ultrahang. Ezen mechanikai rezgés amplitúdója rezonancia folytán akkor a legnagyobb, ha az elektromos tér rezgéseinek frekvenciája megegyezik a dielektrikum test valamelyik sajátfrekvenciájával.

Az ultrahangos hegesztésnél alkalmazott mechanikai rezgés egy szontródára kerül, hangolt akusztikus transzformátor(ok)on keresztül (2. ábra). A nyomóerő hatása alatt lévő alkatrészekre továbbított rezgés bontja a felületi szennyező- és oxidhártyákat, így tiszta, szabályozott diffúziós varratot hoz létre. Mivel az atomok a hegesztendő részek között kémiaiilag kapcsolódnak, így valódi kohéziós kötés keletkezik.

lódnak, így valódi kohéziós kötés keletkezik.



2. ábra. Ultrahangos hegesztő berendezés főbb részekeségei

2. Hegesztési paraméterek

Az ultrahangos hegesztés kölcsönhatásban lévő fő technológiai paraméterei: a rezgés-időtartam, a rezgés-amplitúdó és a rezgés-irányra merőleges (normál) erő. A rezgéskeltés és -fenntartás teljesítmény-igénye:

$$P = F \cdot A \cdot f = S_{mh} \cdot p_t \cdot \eta \cdot A \cdot f \quad (1)$$

ahol P a teljesítmény [W], F az erő [N], A az amplitúdó [μm], f a frekvencia [Hz], S_{mh} a pneumatikus munkahenger keresztmetszeti területe [m^2], p_t a sűrített levegő nyomása [Pa], η a mechanikai hatásfok [-]. Ezzel az energiaigény egy hegesztési ciklusra:

$$E = P \cdot \Delta t = F \cdot A \cdot f \cdot \Delta t = S_{mh} \cdot p_t \cdot \eta \cdot A \cdot f \cdot \Delta t \quad (2)$$

ahol E az energia [J], Δt a ciklus-időtartam vagy hegesztési idő [s]. Ez az időtartam a legtöbb kötéshez kevesebb, mint egy másodperc. Ha több energiára van szükség, és minden más technológiai paramétert változtatlanul tartanak, a hegesztési időt kell növelni.

Jó minőségű hegesztett kötések létrehozásához szükséges, hogy az összekapcsolandó felületek tiszták legyenek. A nagyfrekvenciás súrlódás (összenyomás melletti rezgetés) jól tisztítja a kötendő felületeket a

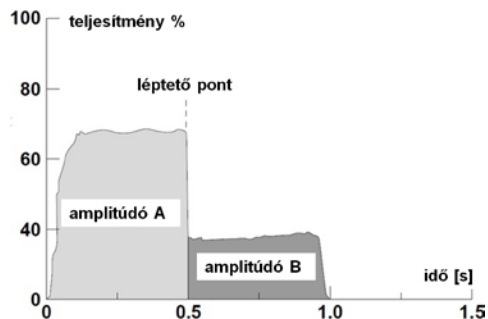
hegesztési folyamat elején. Ultrahangos fémhegesztéskor a felületállapotban (szervetlen nemfémes oxidréteg, szerves zsír- vagy olajszennyezés) elforduló különbségeket az energiaérték módosításával – az időtartam állítása révén – lehet kompenzálni.

A rezonátor–akusztikai transzformátor–szonotróda egység terheletlen állapotban minimális elektromos energiát igényel a rezgőmozgás megindításához és fenntartásához. A mechanikai terhelés növekedésével a mechanikai rezgés fenntartásához szükséges teljesítményigény növekszik. A nyomás hatására fellépő súrlódás eredményezi a hegedést az alapanyagok diffúziója ill. lokális „kavarása” által.

A nyomás növelésével – a többi paraméter állandó értéken tartása esetén – a hegesztési zóna mechanikai terhelése növekszik, így a vibráció fenntartásához szükséges erő- ill. teljesítményigény is nő. A megnövelt erő- ill. teljesítményszint miatt kevesebb időre van szükség a megfelelő energia beviteléhez, de figyelembe kell venni a tápegység terhelhetőségét is.

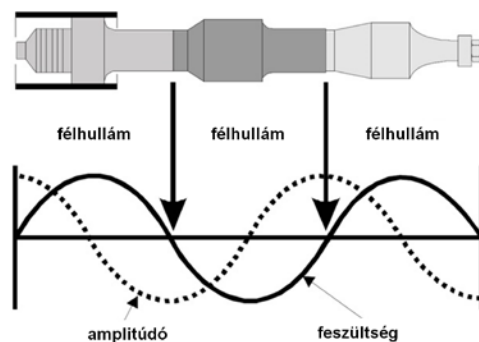
Az ultrahangos berendezés egy rezonáns akusztikai eszköz. Az amplitúdója a hosszirányú kiterjedés és összehúzódás különbsége (5...35 μm), amellyel a szerszám aktívan vibrál. Ez az amplitúdó megfelel a hegesztési felületen a sűrűlátsási úthossznak. Ha az amplitúdó nő, a rezgés növekvő sebességének fenntartásához szükséges teljesítményigény is növekszik. Ezáltal kevesebb időre van szükség ugyanazon energia bevételéhez.

Az általános gyakorlatban a súrlódási amplitúdó egy hegesztési ciklus alatt állandó marad. Azonban a technikai fejlesztések lehetővé teszik a szonotróda felület amplitúdójának megváltoztatását a hegesztési ciklus folyamán. Ezt az amplitúdó profilozást vagy -léptetést (**3. ábra**) leginkább alumínium hegesztésénél használják a kötésszilárdság növelésére és a szerszám-tapadás megakadályozására.



3. ábra. Amplitúdó-profilozás ultrahangos hegesztés során

Az ultrahangos eszközök használatakor a rezgések az akusztikus eszközön át terjednek, harmonikus rezonancia keletkezik, ami csomópontokból és „anti-csomópontokból” áll. Ez eredményezi, hogy a rezonáns hullám átkerül a szerszáma **(4. ábra)**.



4. ábra. Harmonikus rezonancia ultrahangos eszközben

A rezonáns hullám-átvitel hatékonysága a rezonátor–akusztikai transzformátor–szonotróda egység rezonancia frekvenciájától függ, és két fő tényező határozza meg:

- a hang (rezgés) sebessége az anyagban,
- az akusztikus egység geometriai alakja.

Lehetséges az amplitúdó és/vagy a nyomás növelésére olyan pontig, ahol a rendelkezésre álló teljesítmény már nem elegendő a rezgés keltéséhez vagy fenntartásához az adott mechanikai terhelés alatt. Ezen a ponton a tápegység megáll, ami túl-

terheléses állapotot eredményezne. A rendszer elektronikus áramkörei megvédik a tápegységet, ha ilyen túlterhelési állapot bekövetkezik.

Az ultrahangos hegesztés a rugalmas hiszterézis, az illesztési súrlódás és a képlékeny deformáció kombinált hatásai folytán lokalizált hőmérséklet-emelkedést eredményez. A hegesztési felületek megközelítőleg a fémek olvadási hőmérsékletének 1/3-át éri el, így a hegesztett anyagok fizikai tulajdonságai gyakorlatilag nem változnak meg. Mivel az ultrahangos hegesztési folyamat exoterm (hőtermelő) reakció, a hegesztési idő növelése a hegesztési hőmérsékletet is növeli.

3. Eljárásváltozatok

Az ultrahangos ponthegesztés során a rezgőmozgást az átlapoltan illesztett darabok közül a vékonyabbra (0,005...3 mm) közvetítik. A darabok összenyomását biztosító erővel terhelt szonotróda ezzel a darabbal együtt rezegve hoz létre hegesztett kötést. Fontos, hogy a munkadarabok között jöjjön létre relatív elmozdulás, ne pedig a szonotróda és a felső munkadarab között. Lehetőség van azonos vagy eltérő anyagminőségű lemezek és huzalok összekötésére.

Az ultrahangos vonalhegesztés folyamatosá tett ponthegesztés, amelynél a tárcsaképzésű, folyamatos forgómozgást végző szonotróda és üllő között áthaladó, átlapolat vékony lemezek között alakul ki a hegesztett kötés.

Ultrahangos kör(vonal)hegesztéskor a csőalakú szonotróda tengelye körüli alternáló mozgását pl. három rezgő egység biztosítja és így a hegesztés során a szonotróda csőszerű homlokfelületével közel megegyező méretű és alakú varrat jön létre.

4. Összegzés

Egy ultrahangos fémhegesztési feladat a hegesztendő anyagminőség és annak vastagsága által definiált. Ezekhez kell – a rendelkezésre álló berendezést alapul véve – a mechanikai (ill. az elektromos) teljesítményt, a frekvenciát, az amplitúdót, a nyomóerőt és a hegesztési időt meghatározni, tekintettel az anyag rezgéscsillapító képességére is.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Szunyogh László (főszerk.): *Hegesztés és rokon technológiák Kézikönyv*, Gépipari Tudományos Egyesület, Budapest, 2007, - 3.6.2. *Ultrahangos hegesztés*, 299–303.
- [2] Bitay Enikő – Bagyinszki Gyula: *Robotok és a sajtoló hegesztések fejlesztései*, XXI. Fialat Műszakiak Tudományos Ülésszaka, Kolozsvár, 2016. március 17.; 5. Műszaki Tudományos Közlemények - Erdélyi Múzeum-Egyesület, 101–104.
- [3] Szilágyi Mihály – Kovács Tünde: *Ultrahang hegesztés alkalmazása alumínium lemeznél*, Proceedings of 8th International Engineering Symposium at Bánki, Paper 55, 2016
- [4] *Welder Touchscreen Controller – Instruction Manual – 2.5 Ultrasonic Theory*, Branson Ultrasonic Corporation, Danbury, 2017
- [5] Budó Ágoston: *Kísérleti fizika I-III.*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1985

FEKVŐ ELRENDEZÉSŰ ANAEROB REAKTOR TERVEZÉSE

DESIGN OF A HORIZONTAL ANAEROBIC REACTOR

Bakosné Diószegi Mónika

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Gépészeti és Biztonságtudományi Intézet, Cím: 12345678, Magyarország, 1081 Budapest, Népszínház utca 8.; Telefon / Fax: +36-30/268-3519, dioszegi.monika@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

The economics of biogas plants have an impact on the justification of the industrial unit. The conditions of high-yielding high-quality biogas production are estimated on the basis of laboratory fermentation studies. In designing the laboratory fermenters working conditions must be modeled. However, the biggest problem of the biological model is in its size, because the magnitude less than in industrial applications and therefore extremely sensitive to environmental influences. During the design an important aspect was that the periodic mixing of the raw material can be done in the reactors like in the industry. Based on the article shows the development steps of a lab equipment based on empirical research.

Keywords: *mixing, anaerobic fermentation, design, implementation*

Összefoglalás

A biogáz üzemek gazdaságossága kihat az ipari egység létjogosultságára. A nagy hozamú, jó minőségű biogáz termelés körülményeit a laboratóriumi fermentációs vizsgálatok alapján becslik. A laboratórium fermentorainak kialakításakor törekedni kell az üzemi körülmények modellezésre. A biológiai modell legnagyobb problémája annak mérete, mert jóval kisebb az ipari reaktoroknál, így érzékenyebb a környezeti hatásokra. Emiatt a tervezés során nagyon fontos szempont például a nyersanyag rendszeres keveredése a reaktorban, hasonlóan az ipari fermentorokhoz. Ezek alapján a cikk egyempirikus kutatómunkára épülő laboreszköz fejlesztés lépéseit mutatja be.

Kulcsszavak: *keverés, anaerob fermentáció, tervezés, kivitelezés*

1. Bevezetés

Az Óbudai Egyetem biogáz laboratóriumában függőleges elrendezésű batch rendszerekkel dolgoznak, melyek kialakítására jellemző a kevert és a keveretlen kivitel. A batch eljárás során a reaktorba egyszerre adagoljuk be az összes alapanyagot. Ezt követően sem rátáplálás sem anyagelvétel nem történik a rendszeren belül. A gázképződés lassan indul meg, majd folyamatosan

növekszik, végül csökken és leáll. Az üzemi rendszerekben folyamatos vagy szakaszos keverést szoktak alkalmazni az erjesztő térben keletkező úszó kéreg és leülepedett iszap miatt. [1] A kutatóműhely több batch reaktor egységei közül a legprofesszionálisabb a 3db Fermac 320-as 5 literes bioreaktor (**1. ábra**).

Az egységek teljesen automatizáltak, távoli eléréssel is irányíthatók, naplózzák a pH változását, a hőmérséklet és a keverés

paramétereit. Használatuk még sem kedvelt, mert a gyárilag kapott keverőlapátokkal a gyakran vizsgált kísérleti alapanyag (növényzet) keverésére, homogenizálására alkalmatlan.



1. ábra. FERMAC 320 egységei

Ez alapján célként tűztük ki a FERMAC automatizált tulajdonságaira építve egy egyedi horizontális elrendezésű reaktor megtervezését és kivitelezését. A tervezett majd legyártott berendezés működését empirikus és összehasonlító módszerrel ellenőriztük.

2. A keverés a bioreaktorban

A keverés lényege, hogy nem engedi leülepedni a folyadék közegben a szárazanyagot, valamint homogenizálja a közeget és intenzifikálja a biológiai folyamatokat. Így a gáz termelésért felelős baktériumok számára nagyobb az elérhető felület, több biogáz képződik.

A Dán Műszaki Egyetem Környezet és Energetikai karán végeztek batch kísérletet 55°C-on a keverés intenzitásának (minimális, gyenge, erőteljes) hatásairól. Kimutatták, hogy ha túlterhelik a rendszert (túl magas szubsztrátum tartalom) akkor a minimális keverés a leghatékonyabb. Folyamatos rendszernél pedig, betáplálás előtt 10 percig történő minimális keverés volt az ideális. [2]

A bioreaktorok mechanikus úton történő keverése a leggyakoribb módszer ipari méretekben. A függőleges síklapú keverőket (Rushton), elsősorban magas fordulatszámú keveréshez használják. Ez baktérium kultúrák keverésénél ideális, de növényi sejtek keverésénél már kevésbé hatékony. A FERMAC 320-as rendszer is ezzel felszerelt. Növényi hulladék keverésénél hatékonyabb a különböző dőlés szögű propellerek használata, melyekkel axiális irányú keverés is megvalósítható. [3]

3. Horizontális reaktor kialakítások

A horizontális dob reaktor egyik típusa, mikor maga a reaktortestként funkcionáló dob szerkezet forog. Az ehhez erősített lapátok és emelő csigák végzik a szükséges keverést, a dobtestet pedig villanymotorokkal hajtott görgőkkel forgatják.

A második csoportba azok a reaktorok tartoznak, melyek rögzített tartályok, és valamilyen keverő berendezés üzemel a belső terükben. A laboratóriumi méretű berendezések esetében számos különböző konstrukciójú keverővel találkozhatunk. Ipari méretekben általában axiális irányú spirál keverőkkel vagy csiga keverőkkel dolgoznak. A tartály jellegű reaktorok keverése általában folyamatos.

4. A horizontális, keveréssel ellátott bioreaktor tervezése

Az irodalomkutatás és a labor igények alapján rögzített testű belső keverésű reaktor tervezése volt a cél. Kialakításkor felhasználtuk a FERMAC 320 több paraméterét és elemét is, ezzel kompatibilissé téve az új rendszert a forgalomban kapható egységgel. Nem csak a belső térfogat, de a fizikai méretek is, mint külső-, belső átmérő és magasság (a fekvő esetében hossz) is meg-

egyeznek. A reaktor legfontosabb alkotó eleme maga a test. A gyári egységek temperált üvegből készülnek. A szerves anyagok fermentálásánál ez nem ideális, mert az optimális biogáz képződés egyik alapfeltétele a baktériumok fénytől történő elzárása.

A tervezett reaktor minden eleme korrózióálló acélból készült. Az 5 literes működő térfogatú reaktortest három részből áll. A központi elem egy 3.5 mm falvastagságú korrózióálló acél cső. Ennek mind a két oldalára furatokkal ellátott peremek lettek hegesztve. A henger alakú reaktortest elfordulását a talp gátolja meg. Ez egy gumis belső felületű csőbilincs, melyre M8-as toldó anyákat hegesztettünk. A megfelelő hosszúságú csavarokkal állítható a reaktor dőlésszöge a vízszinteshez képest. A kísérletnél a reaktor vízszintes helyzetben volt.

A fermentációs egység másik oldalát egy plexi lappal fedtük le. A plexi lap polisziloxán alapú tömítő anyaggal ragasztott a peremhez, majd csavarokkal rögzített a végleges pozíciójában. A plexi lap segítségével betekintést nyerhetünk működés közben a reaktorba.

A reaktor másik fő eleme a keverő. Ennek az egységnek a feladata az iszaplerakódás, leülepedés, valamint a rendszerbe adagolt szárazanyag felúszásának megakadályozása. Egy malomkerék szerű kialakítást választottunk, ami a reaktor majdnem teljes hosszában képes keverni a belsejében lévő folyadékot. A keverőt hat lapáttal terveztük 60°-ban egymástól elhelyezve. A keverő 1 mm vastagságú korrózióálló acélból készült. A lapátokat négy gyűrű és egy véglap tárcsa tartja pozícióban. A keverő külső átmérője csupán 5 mm-el kisebb, mint a reaktor belső átmérője, annak érdekében, hogy a lehető legtöbb, a reaktor fenekére leülepedett szárazanyagot legyen képes megmozgatni. A rögzítési pontot a hőmérséklet szondához a lehető legközelebb helyeztük el, ezzel is csökkentve a tengely kihajlását. A keverőlapát modellje **2.a.**, a fedéllel összeállított és szondákkal feltüntet-

tett elrendezés a **2.b.**, míg az összeszerelt egység modelljét a **2.c. ábra** szemlélteti.



2. ábra. A keverő modellje és az elkészült egység

A Fermac több elemét is felhasználtuk az elkészült reaktorhoz. A legfontosabb ilyen egység a fedél. Ebben beépítve található a reaktor főtengelye, ami csapágyazva és szigetelve van, így nem történik folyadék vagy gázszivárgás keverés közben. Ezen elem tartalmazza a pH szonda befogási helyét, valamint a hőmérsékletmérő is itt került elhelyezésre. A keverő állandó fordulatszámáról a főtengely végén rögzített elektromotor gondoskodik, aminek beállítása a vezérlő egységen keresztül történik.

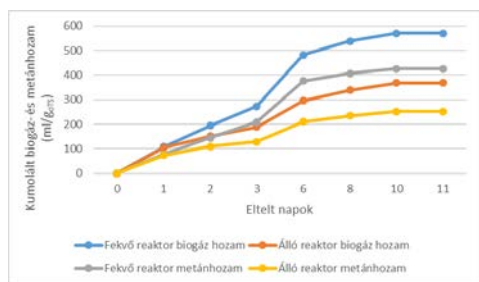
A fűtés a reaktortestre erősített elektromos ellenállásos fűtőköpennyel biztosított. A reaktor folyamatos naplózás mellett üzemelt. Minden kísérlet során a tervezett és a gyárilag kialakított reaktorban egyszerre indítottunk párhuzamos összehasonlító vizsgálatot.

5. A kontroll kísérletek eredménye

A kísérletekben oltóiszapként Dél-pesti szennyvíztisztító telepről származó fermentlevet használtuk. A kísérleti alapanyag pedig 2 mm alatti búzaszalma frakció volt. A fermentáció a VDI 6430 Szerves anyagok fermentálása irányelv [4] alapján zajlott. A naplózott értékeket a kísérlet

teljes ideje alatt figyelemmel kísértük. A keverés beállított értéke a tervezett és a gyári reaktor esetében is 10 fordulat/perc volt. [5]

A kísérlet alatt nagy különbséget figyelhettünk meg a hőmérséklet alakulásakor a két reaktor között. Az üveg gyorsabban melegszik át és közli a hőt a folyadékkal, de sajnos az előre beállított értékhez képest túlfűti a rendszert. Megközelítőleg 42-44 °C-ra melegíti a folyadékot, ami már nem a mezofil tartomány részét képezi. Ezt követően egy lehűlési szakasz látható, ami jó közelítéssel 37°C-on stabilizálódik. A 37°C-os hőmérséklet eléréséhez közel 5 órára volt szükség. További állandó ingadozás tapasztalható a gyári reaktor hőmérséklet diagramján, hiszen az üveg gyorsan veszít a felvett hőből. Ezért a fűtőköpeny óránként 2-3-szor kapcsol ki-be. Minden bekapcsoláskor 1-2°C-al túlfűti a rendszert mielőtt kikapcsol, és csak akkor kapcsol be ismét, ha a folyadék már 35-36°C-osra hűlt. A fémtestű reaktor esetében nincs túlfűtési szakasz. Az itt megfigyelhető hőingadozás óránként csupán 0.3 °C pozitív és negatív irányban a beállított értékhez képest.



3. ábra. Kumulált biogáz- és metánhozamok felfutási görbéi

A tervezett fermentációs egység keverője a feladatot tökéletesen ellátta. A horizontális reaktor kumulált gázhozama 54%-al, a kumulált metánhozama pedig 64%-al ma-

gasabb lett, mint a vertikális egységé. (3. ábra)

6. Összegzés

A kísérlet során bebizonyosodott, hogy az általunk tervezett reaktor megfelelően üzemel nagyobb szemcseméretű, növényi alapanyag betáplálásakor. A hőmérséklet tartása, az alapanyag sikeres homogenizációja, mind meghozta a várt eredményt, a stabil és magas gázhozamot. Elmondható, hogy a tervezett horizontális elrendezésű laboratóriumi bioreaktor, megfelelően alkalmazható laboratóriumi körülmények közt történő anaerob rothasztási kísérletekhez.

7. Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Dr. Czupy Imre, Vágvolgyi Andrea- Mezőgazdasági (növénytermesztés, állattartás, erdészeti) hulladékok kezelése és hasznosítása http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Mezogazdasag_hulladekai/ch04s05.html
- [2] Prasad Kaparaju, Inmaculada Buendia, Lars Ellegaard, Irini Angelidakia - Effects of mixing on methane production during thermophilic anaerobic digestion of manure: Lab-scale and pilot-scale studies
- [3] <http://www.biologydiscussion.com/bioreactor/s/bioreactors-types-top-3-types-of-bioreactors/12213>
- [4] VDI 4630 – Szerves anyagok fermentálása - A szubsztrátum jellemzése, mintavételezés, lényeges adatok gyűjtése, fermentációs tesztek, Verein Deutcher Ingenieure, Düsseldorf, 2006
- [5] https://www.electrolabtech.co.uk/Bioreactor_Fermenters/Fermac_320.aspx

Acknowledgement

A közleményben ismertetett kísérletek és fejlesztés Misi Ádám közreműködésével és az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-4-I. kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával” készült.

OPENCV ALAPÚ TÁBLAFELISMERŐ VIDEÓELEMZŐ SZOFTVER LÉTREHOZÁSA

THE IMPLEMENTATION OF AN OPENCV-BASED TRAFFIC SIGN IDENTIFIER VIDEOANALYST SOFTWARE

Balázs Viktor¹, Szilágyi László², Apagyi Antal³, Erdei Timotei István⁴

¹Debreceni Egyetem, Informatikai Kar, Debrecen, Magyarország, grootlue@gmail.com

²Debreceni Egyetem, Informatikai Kar, Debrecen, Magyarország, szil610@gmail.com

³Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Mechatronikai Tanszék, 4028 Magyarország, Debrecen, Óttemető utca 2-4., (52) 415 155, apagyi.toni@gmail.com

⁴Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Mechatronikai Tanszék, 4028 Magyarország, Debrecen, Óttemető utca 2-4., (52) 415 155, timoteierdei@gmail.com

Abstract

Nowadays, accidents tend to happen because our attention is being split up by the ever-growing influx of information, losing the focus from the driving, traffic signs, and other signals. The consequences of these minor or major accidents weight down on our shoulders. During our project, we tried to eliminate, or help this issue, using present technology, improving upon that, trying to avoid these accidents. Our task consisted on implementing a software, that could identify traffic signs from any video streams.

Keywords: OpenCV, C++, traffic signs, video, computer vision, Industry 4.0.

Összefoglalás

A napjainkban történt autóbalesetek sok esetben azért történnek/történhetnek meg, mivel figyelmünket a folyamatosan növekvő információáradat túlzottan megosztja, így nem vagyunk képesek teljesen a vezetésre, útjelző táblákra, egyéb jelzőskere koncentrálni. Az így bekövetkezett kisebb koccanások, vagy súlyos balesetek következményei minket terhelnek. Erre a problémára próbáltunk megoldást találni projektünk során, felhasználva a már meglévő technológiát, és azokat tovább fejlesztve törekedjünk ezen eseményeket elkerülni. A feladat során szoftverünkkel közúti jelzőtáblákat felismerni bármilyen videófelvételtől.

Kulcsszavak: OpenCV, C++, jelzőtábla, videó, gépi látás, Ipar 4.0.

1. Bevezető

A Debreceni Egyetem, Műszaki Karán kialakított, Épületmechanikai Kutatóközpont biztosította az infrastruktúrát a képelemzési rendszerek megalkotásához, az elmúlt években [11]. A térfigyelő rendszerek kialakítása kulcsfontosságú vagyonnvé-

delem szempontjából, bűncselekmények megelőzése érdekében [12].

A mai világban a képfeldolgozás nagy lépéseket tett fejlődés terén, ezért is választottuk ezt a projektet. A kezdeti kiindulási pont az alakzatdetektáló szoftver volt, amely képekről háromszög, kör, illetve sok-

szög alakokat ismert fel és jelölt meg különböző színekkel, valamint előre gondolva a további fejlesztésekre megkülönböztette a piros háromszög és a piros kör alakokat is [13].

Távlati céljaink között szerepelt, hogy ezt a szoftvert egy önvezető traktorban alkalmazva, azt városban, és közúton egyaránt képessé tenni közlekedésre, illetve táblák mellett elterjedt szőlőbetegségeket is észlelni tudjunk a szoftver segítségével.

A program fejlesztése során motivációként szolgált, hogy a Google, a Tesla, az Uber és nagyobb autógyártó cégek önjáró autók folyamatos tervezését és tesztelését végzik, amelyek egy része már forgalomban is debütált. A Google önjáró autóflottája – ami Waymo néven fut – már több mint 3 millió mérföldet tett meg [1].

2. Tervezési fázis és működési elv

A projekt kezdetén az eddigi fejlesztések alatt elkészült program egésze felhasználásra került volna, de a tervezetése és az ötletek megbeszélése során, teljesen új feature-ek kerültek hozzá adásra és néhány átdolgozásra.

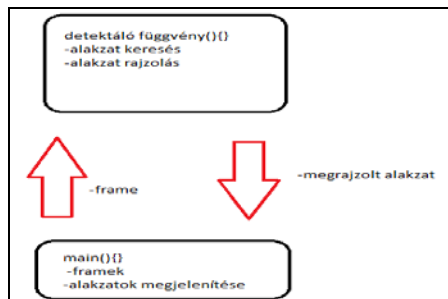
A jelenlegi képelemző rendszerek egy része gépi tanulást alkalmaznak, mások előre elkészített képi adatbázisból [14] keresik ki és jelölik meg a mozgóképen látott objektumokat [3]. A szoftverek kidolgozása során sokszor figyelembe veszik az emberi idegrendszer és az agy feldolgozó képességét is [4].

Az elkészített program a beolvasott videófájlt framenként dolgozza fel, így olyan mintha gyors egymás után egy-egy fényképet elemezne. Ezeken a képeken párhuzamosan fut le a háromszög, kör illetve négyszög felismerő függvény.

A sokszögeket felismerő függvények a kapott képen található kontúrokkal dolgoznak, amíg a kör felismerése Hough-transzformáció segítségével történik. Az alakzat felismeréshez előzőleg a kapott képet bináris képpé kell alakítani, ame-

lyekre így már ráengedhető az alakzatdetektáló függvény rész.

A programba meghívott videofelvétel a teljesítmény miatt 640x360 felbontásra és 30képkocka/másodperces video formátumra lett konvertálva Freemake Video Converter használatával [5].



1. ábra. Működési elv

3. Felhasznált hardware és software

A nagy számítási teljesítmény miatt, a projekt kidolgozása egy ASUS X550C típusú notebook-on lett végrehajtva. A számítógép Intel(R) Core(TM) i5-3337U @ 1.80GHZ CPU-val, 8GB DDR3 1600 MHZ memóriával és egy NVIDIA GeForce GT 720M videokártyával rendelkezik és maximum 1366 x 768 felbontást tud megvalósítani. A feladat elvégzése szempontjából kulcsfontosságú a VGA alapú képelemzés.

A számítógépen 64 bites Microsoft Windows 10 Home operációs rendszer futott. A program pedig Visual Studio 2015 fejlesztői környezetben C++ nyelven íródott az OpenCV képfeldolgozó könyvtár segítségével [6]. Különböző video konvertáló szoftverek is alkalmazásra kerültek, hogy a megfelelő video bemenetet elő tudjuk állítani. Az OpenCV programot a használatához minden újonnan kezdet project file-ba integrálni kell. Ez a project *Properties* menüjében történik, ahol a C/C++ menüpontban meg adjuk az OpenCV fájlokat tartalmazó mappa elérési útját, valamint a Linker menüpont alatt beállítjuk, hogy az elérési útvonalon melyik library fájl kerül felhasználásra.

Továbbá az operációs rendszerünk globális környezeti változói között a PATH menüben szintén csatolni kell az OpenCV mappa elérési útvonalaát.

4. Fő program működése

A megfelelő header fájlok beolvasása után a fő program feladata, hogy az inputként kapott videófájlt lebontsa frame-kre a további feldolgozás céljából. A videó elemzés és képfeldolgozáshoz az OpenCV cv.hpp, core.hpp, highgui.hpp és video.hpp header fájllai kerültek megnyitásra.

A videófájl beolvasása egy cvCapture típusú változóba történik, ami az OpenCV egy, a mozgóképek kezelésére szolgáló adattípusa.

Az így deklarált változóba a cvCreateFileCapture() függvényben megadott elérési út alapján történik a beolvasás. A framek a cvQueryFrame() metódus segítségével „vágódnak ki” a videófelvételtől. Feldolgozásuk egy ciklusban történik, itt azonban fontos megemlíteni, hogy a projekthez választott gép ugyan relatív erős hardware-el rendelkezik, de még így sem alkalmas az összes frame kezelésére egyidejűleg, ezért csak minden 10-dik frame kerül elemzésre.

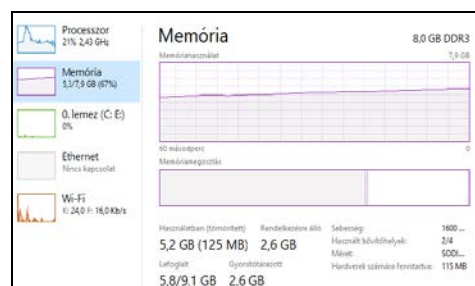
A videóból kivágott képek átméretezésre kerülnek, hogy a felesleges képterületek kiessenek a feldolgozás alól. Ez azért lehetséges, mivel a forgalomjelző táblák többnyire a jobb oldalon találhatóak, ezért elég-séges, ha a képünk jobb részét vetjük elemzés alá. Ezt a cvSetImageROI() függvény-nel hajtjuk végre(Region of Interest). A framek IplImage strukturában vannak tárolva, ami az Intel Image Processing Library formátumnak felel meg. Egy frame-t 3 ilyen strukturában tároljuk, hogy a párhuzamos feldolgozás során mind a 3 képre külön meg tudjuk hívni az egyik elemző függvényt. A főprogramban a cikluson belül, minden egyes szátra meghívjuk az adott függvényt, valamint az azok által visszaadott képet egy előre felrajzolt ablakban megjelenítjük. A párhuzamosság az

<omp.h> header fájl segítségével valósítható meg. A program csak akkor jeleníti meg az ablakot, ha a függvény talált alakzatot, így is javítva a teljesítményt. A megjelenítendő ablakok a cvShowWindow metódussal jelennek meg a lépernyőn, amíg a cvMoveWindow funkcióval a paraméterként megadott x, y koordinátákra irányíthatjuk azokat.

A futás végén ezek az ablakok, illetve a foglalt memória helyek egy gombnyomásra lebontódnak és felszabadulnak.

5. Teljesítmény és működés

A program egy 5 perces videofelvétel használatával lett tesztelve, amely során kisebb nagyobb hibával ismerte fel a különböző közlekedési táblákat. Megfigyelhető, hogy a video kis felbontása ellenére, és hogy folyamatosan bontódnak le a képek az 5 perc végére a program így is több mint 2GB memóriát használ fel. Emellett a processzor kihasználtsága nem emelkedett 25% (2,50 GHz) felé. Ez a memória igény a video hosszával és felbontásával tovább nőhet.



2. ábra. Teljesítmény a futás végén

A program a futás során a tesztfelvételtől a közlekedési jelzőtáblák körülbelül 70%-os (69.1%) pontossági rátával ismerte fel és rajzolta körbe. Ez statisztikailag jó arány, amit a további algoritmusok bevonásával és nagyobb felbontású video anyagok felhasználásával tovább növelhető. Viszont ronthat a feldolgozási arányon, ha nagy sebesség mellett felvett videofelvételeket elemzünk le vele, mivel így nagy arányban közbe szólhat a kép elmosódása, valamint

az autóban és a környezetben megjelenő csillogások is.

Az alábbi képeken látható, hogy a program futásakor a megjelenő ablakok a `cvMoveWindow()` metódusban paraméterként beállított *x* és *y* koordinátákon jelennek meg, valamint megtörténik a körberajzolás is.



3. ábra. Test II.

6. Összegzés

Feladatunk eredményeként a közúti jelzőtábla felismerő szoftver elkészült. A program az elérési úton megadott videót elemzi, adott pontossági rátával felismeri, és kis ablakokban megjeleníti a mozgóképen látható jelzőtáblákat a felhasználónak.

A tervezés során felmerült, hogy a jelenlegi generációs hardware eszközök már rendelkeznek komoly számítási kapacitással, így egy Raspberry PI 3 –as is alkalmas lehet paramétereit révén „redukált” képfeldolgozási feladat ellátására.

További fejlesztési lehetőség lehetne, ha a szoftver, olyan szintet érne el, amellyel már felhasználhatóvá válna egy fejlesztésben lévő önjáró traktor részegységeként is.

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Szakirodalmi hivatkozások

[1] Waymo: <https://waymo.com/ontheroad/> (2017)
 [2] Kichun Jo, Junsoo Kim, Dongchul Kim, Myoungho Sunwoo: *Development of Autonomous Car—Part I: Distributed System Architecture and Development Process*, IEEE

Transactions on Industrial Electronics 61(12):7131-7140, December 2014
 [3] Matthew Russel, Scott Fischhaber, *OpenCV based road sign recognition on Zynq*, Industrial Informatics (INDIN), 11th IEEE International Conference, 2013.
 [4] C. Y. Fang, C. S. Fuh, P. S. Yen, S. Cherng, and S. W. Chen, *An Automatic Road Sign Recognition System based on a Computational Model of Human Recognition Processing*, Computer Vision and Image Understanding, Vol. 96, Issue 2 (November 2004), 237–268.
 [5] *Freemake Video Converter*, (2017, May 14). <http://www.freemake.com/hu/downloads/>
 [6] OpenCV, <http://opencv.org/releases.html> (2017).
 [7] C. Bahlmann, Y. Zhu, V. Ramesh, M. Pellkofer, T. Koehler, *A System for Traffic Sign Detection, Tracking, and Recognition Using Color, Shape, and Motion Information*, Proceedings of the 2005 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, Las Vegas, 6–8.06.2005.
 [8] H. X. Liu, and B. Ran, *Vision-Based Stop Sign Detection and Recognition System for Intelligent Vehicle*, Transportation Research Board (TRB) Annual Meeting Jan. 7–11, 2001.
 [9] *Raspberry PI3 specifications*, <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/> (2017, May 14).
 [10] *BoofCV*, http://boofcv.org/notwiki/images/benchmark_surf/overall_all_speed.gif (2017).
 [11] G. Husi, T. I. Erdei, Zs. Molnár, *A Novel Design of an Augmented Reality Based Navigation System & its Industrial Applications*, 15. IMEKO TC10 – Technical Diagnostics in Cyber-Physical Era Budapest, 6–7.06.2017.
 [12] G. Husi, *Minőségmenedzsment-rendszerek módszereinek alkalmazása a Magyar Köztársaság Rendőrségénél*, Megjelenés/Fokozatszerzés éve: 2006, 120.
 [13] A. Husam, A. S. Adila, Zs. Molnár, T. I. Erdei, G. Husi, *Reviewing the notable progress of effective techniques in the development of stroke hand rehabilitation* XXII. FMTÜ, 2017.
 [14] N. C. Obinna, T. I. Erdei, Zs. Molnár, G. Husi, *LabVIEW Motion Planning and Tracking of an Industrial Robotic Manipulator (KUKA KR5 arc): Design, Modelling, and Simulating the Robot's Controller Unit*, XXII. FMTÜ, 2017.
 [15] T. I. Erdei, Zs. Molnár, N. C. Obinna, G. Husi, *AGV cyber physical navigation system*, XXII. FMTÜ, 2017.

A VAJDASÁGI, SZABADKAI KÖZÉPISKOLÁBAN DOLGOZÓ TANÁROK MEGLÁTÁSAI AZ ELEKTRONIKAI ÉS MECHANIKAI ISKOLAI VÉDELEM TERÜLETÉN

EXPERIENCES OF SECONDARY SCHOOL TEACHERS FROM SUBOTICA, VOJVODINA REGARDING ELECTRONIC AND MECHANICAL PROTECTION AT SCHOOL

Bálint Krisztián

*Óbudai Egyetem, Biztonságtudományi Doktori Iskola, Cím: Magyarország,
Budapest, Népszínház utca 8., balint.krisztian@phd.uni-obuda.hu*

Abstract

Adequate security measures at schools are essential, not only in Vojvodina, but in all secondary schools. This work outlines the opinion of secondary school teachers about the mechanical and electronic protection of secondary school institutions. The present research aims to shed light on the significance of school security, and problems caused by its lack, as well as offer suggestions towards increased security and protection.

Keywords: *mechanical protection, electronic protection, school security, access control system, security camera system.*

Összefoglalás

A középiskolák megfelelő szintű védelme nem csak a vajdasági régióban szükségszerű, hanem minden egyes középiskolában. Jelen kutatás azt hivatott feltárni, hogy a határon túli vajdasági középiskolákban dolgozó tanárok hogyan vélekednek a mechanikai és az elektronikai iskolavédelemről. A kutatás célja, hogy rávilágítson az iskolai biztonság fontosságára, feltárja azok hiányosságait, valamint, hogy javaslatot tegyen a biztonság fokozása érdekében.

Kulcsszavak: *mechanikai védelem, elektronikai védelem, iskolai biztonság, beléptetőrendszer, biztonsági kamerarendszer.*

1. Bevezető

A biztonság köznapi értelemben valakinek vagy valaminek a veszélytől, kártól, jogtalan beavatkozástól, bántódástól védett állapota, helyzete. [1] Ahhoz, hogy az oktatási intézmény zavartalanul tudjon működni, megfelelő biztonságra van szükség. A középiskolai oktatás nélkülözhetetlen napjainkban, ugyan úgy,

mint az elektronikai és a mechanikai iskolavédelem is. A tanulók biztonsága elsődleges szempont kell, hogy legyen.

2. Mechanikai védelem

Az oktatási intézmények esetében nem elegendő az elektronikai védelem, hanem ajánlatos azt kibővíteni mechanikai védelmi megoldásokkal is. A mai modern iskolák

számos technikai eszközökkel rendelkeznek, úgy mint:

- számítógépek,
- projektorok,
- professzionális nyomtatók,
- tabletek, okos telefonok.

Ezeket az eszközöket azonban védeni kell, hiszen a számítógépek számos fontos adatokat tartalmazhatnak, amelyek az iskola működésében nélkülözhetetlenek, úgy mint:

- elektronikus naplók,
- a tanulók és ott dolgozók személyes adatai,
- adminisztrációs nyilvántartások.

2.1. Kültéri mechanikai védelem

A mechanikai védelem már az objektum előterében megkezdődik. A kültéri vagyonvédelmi megoldások és eszközök késleltetik, illetve akadályozzák az illetéktelen behatolót az őrzött területre, valamint objektumba való bejutásban. [2] Az iskolákat gyakran veszik körül kerítések. Ezek a kerítések az oktatási intézmények esetében hatalmas jelentőséggel bírnak. Az iskolaudvaron játszó tanulók védelme kiemelkedő fontosságú.

A média gyakran számol be emberrablásokról, drogárusításról és drogfogyasztásról. Mivel az iskolák nagy része a sűrűn lakott területek közelében találhatóak, ezért ezeknek a veszélyeknek a tanulók is ki vannak téve. A kerítések, a jól zárható kültéri ajtók jelentősen növelni tudják a tanulók biztonságérzetét és a biztonságát.

2.2. Mechanikai tárgyvédelem

A kutatásban részt vett iskolák közül mindegyikében megtalálható a tárgyvédelem tipikus eszköze a széf.

A széfeket egyébként zártípus szerint lehet csoportosítani: létezik kulcsos széf, mechanikus számszáras széf, elektronikus számszáras széf, valamint ezek kombinációi. Zár szempontjából biztonságilag nincs jelentős különbség a komolyabb széfek

között, azt kell eldönteni, mi a kényelmesebb megoldás a használatnak- a kulcsot magánál tartani, vagy a kódot nem elfelejteni. A kevésbé komoly kategóriás széfek elektromos zárjait, kulcsos vésznitási lehetőséggel látják el, ennek akkor van jelentősége, ha elfelejtik a kódot, mert ilyenkor a vésznitő kulcs segítségével, ki lehet nyitni a széfet. A mai modern széfeket műszaki szempontból magasan fejlett technológia jellemez. [3]

2.3. Építményvédelem

Az épületek leggyakoribb behatolási pontjai az ajtók és az ablakok, melyek részben, vagy egészben üvegezettek. Ezen üvegfelületek védelmére sikeresen alkalmazhatóak a biztonsági fóliák. Melyek olyan többrétegű, laminált, műanyag alapú védőelemek, amelyeket az üvegfelületre utólag felerősítve (kasírozva, ragasztva, applikálva stb.) megakadályozzák annak támadás esetén történő azonnali összeesését. Az üvegfelületet egyben tartva, késleltetik a behatoláshoz szükséges nyílás kivágását, és a támadó számára a szilánkképződéssel nagymértékű balesetveszélyt okoznak. A biztonsági fóliák csökkentik az ultraviola sugárzást, színező réteggel is bevonható. [2]

A biztonsági fóliák alkalmazása az általános iskolákban célszerű megoldás, hiszen az ablakráccsal történő megerősítése nem biztos, hogy a lehető legjobb megoldás. Előnyös, ha az oktatási intézmények kellemes benyomást keltenek, olyat, ahol a tanuló jól érzi magát, hiszen a nap nagy részét az oktatási intézmény falain belül tölti. [7]

3. Elektronikai védelem

3.1. Iskolai tűz- és füstjelző berendezések

A tűzvédelem területén az evakuálás során jelentkeznek leginkább az emberi tényező hatásai. A veszélyre felkészült tűzoltókkal ellentétben a tanácstalan

áldozatok nem tudják, hogy milyen irányban és módon kell menekülni az épületből. Tűz esetén az emberek általában nem tudják, hogy mi a helyes magatartás. [4]

Az iskolákban azonban a tanulókkal be lehet gyakoroltatni azokat a kiürítési gyakorlatokat, amelyek tűz esetén akár életeket menthetnek. Ehhez nincs szükség külön anyagi támogatásra, mindössze szervezés kérdése az egész. A tűzriadó alkalmával a tanulók ez által tudni fogják, hogy mi a helyes magatartás és szükség esetén rendezetten el tudják hagyni az oktatási intézményt.

3.2. Biztonsági kamerarendszerek

A biztonsági kamerarendszerek fontos szerepet töltenek be a középiskolákban, hiszen mindenki tudja, az oktatási intézményekben mikor zajlik a tanítás, illetve mikor van az iskolaszünet, amikor is szinte üres az egész épület.

Megkülönböztethetünk kültéri és beltéri kamerarendszert. A kültéri megfigyelő rendszer által az iskola környékét, valamint az udvart lehet szemmel tartani. Az iskolai kamerarendszerek kiépítésénél számos szempontot kell figyelembe venni. Biztonságtechnikai CCTV rendszerek esetén a WLAN hálózatok használta igen nagy rugalmasságot biztosít mind a tervező és kivitelező, mind az üzemeltető részére. Meglévő hálózat bővítése egy jól megtervezett helyen telepített Access Point-tal a meglévő IP alapú CCTV rendszerünk bővítése megoldható. Ezen a ponton a hálózatfejlesztéshez szükséges sávszélesség számítás igen nagy jelentőségűvé válik. Nem pontos, vagy helytelen kalkuláció esetén előfordulhat, hogy a telepítésre szánt kamera (annak paramétereitől, és beállításától függően) által biztosított video stream nem lesz képes folyamatosan eljutni a DVR-hez, mert a hálózat túlterheltsége miatt egyre több, és több lesz az ún. csomagütközés, amely jelentősen lelassítja a hálózat adatforgalmát. [5]

A biztonságot szem előtt tartva természetesen az informatikai hálózatok esetében használatos titkosítások a kábelnélküli rendszereknél is használhatóak, de azzal számolni kell, hogy a titkosítás meglete növeli a szükséges sávszélességet. [6]

3.3. Beléptetőrendszerek

Napjainkban, a középiskolákban is fontos szempont lehet az ellenőrzött beléptetés. A beléptetőrendszerek célja, hogy kiszűrjék az illetéktelen személyeket, időben felhívják erre a bent dolgozó személyzet figyelmét, valamint, hogy már a bejáratnál megakadályozzák azok bejutását olyan helyekre, ahova nem jogosultak. Tudvalevő azonban, hogy egy minőséges beléptető rendszer kiépítése komoly beruházásnak számít az iskolák számára, ezért a kutatásban részt vett iskolák közül egyikben sem működik ilyen rendszer. [8] [9]

4. Empirikus kutatás

A vizsgálati mintában 2 határon túli vajdasági középiskola (Bosa Milićević Közgazdasági Középiskola, Vegyészeti-technológia Középiskola) 31 tanára vett részt.

4.1. Hipotézis

Feltételezhető, hogy a kutatásban részt vevő középiskolai tanárok egyaránt fontosnak tartják a mechanikai és az elektronikai védelmet.

A kutatásban részt vevő tanárok, iskoláktól függetlenül (χ^2 próba: $p=0,062$) arra a kérdésre, hogy melyik védelmet tartják fontosabbnak a mechanikai illetve az elektronikai védelmet a következő válaszokat adták, amelyet az **1. táblázat** szemléltet.

A kutatás feltárta, hogy a középiskolai tanárok a mechanikai védelmet fontosabbnak tartják az elektronikai védelemnél. Fontos azonban megjegyezni,

hogy a két válasz között nagyon kis különbség mutatkozik.

1. táblázat. *Ön a mechanikai, illetve az elektronikai védelmet tartja fontosabbnak az általános iskolákban? (n=31)*

Iskolák	Mechanikai védelem	Elektronikai védelem
Bosa Miličević Közgazdasági Középiskola	54%	46%
Vegyészeti-technológia Középiskola	51%	49%

A tanárok a válaszaikat azzal indokolták, hogy egy zárat, vagy ajtót megerősíteni a meglátásaik szerint kevesebb költséggel jár, mint egy modern iskolai elektronikai biztonsági rendszert kiépíteni, holott erre is nagy igény mutatkozna. Továbbá a válaszaikban kifejtették, hogy a véleményük szerint az iskolák szerény anyagi költségvetéssel gazdálkodnak. A kutatásban részt vett iskolák közül egyikében sincs telepítve biztonsági kamerarendszer, azonban a tűzvédelmi előírásoknak megfelelően füst és tűzjelző berendezések igen.

5. Következtetések

A kutatás feltárta, hogy a középiskolában dolgozó tanárok a mechanikai és az

elektronikai védelmet is fontosnak tartják. Sajnálatos módon azonban modern biztonsági rendszereket nem tudnak kiépíteni az iskolák a szerény anyagi költségvetésükből kifolyólag, holott ők lehetőség függvényében növelnék a jelenlegi biztonsági szintjüket.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Kiss Sándor: *A biztonságtechnika kialakulásának történetéről*. Hadmérnök 10.4 (2015): 24–29.
- [2] Berek Lajos: *Biztonságtechnika*. (2014).
- [3] Rác László István: *Objektumvédelem, különös tekintettel a szállodavédelemre*. Hadmérnök 5.1 (2011).
- [4] Schüller Attila: *Az emberi tényező és a technikai megvalósítások vizsgálata tűzriadók során*. Hadmérnök 2012. 2. Szám, 37–46.
- [5] Horváth Tamás: *Kábelek, hálózatok, CCTV rendszerek*. Hadmérnök 6.3 (2011).
- [6] Horváth Tamás: *IP alapú CCTV rendszer?* Hadmérnök 6.2 (2011).
- [7] Berek Tamás, Imre Elek: *Zárszerkezet, mint a mechanikai védelem sebezhető pontja* Műszaki Katonai Közlöny XXV. 3., 47–58 (2015)
- [8] Berek Tamás: *ABV (CBRN) analitikai laboratórium beléptetőrendszere a biztonságos üzemeltetés szolgálatában*. 21–36. Hadmérnök 6. 2. (2011).
- [9] Berek Lajos, Dávidovits Zsuzsanna: *Vízázisvédelem, ivóvízbiztonság*. Bolyai szemle 21. 2., 27–38. (2012)

BIZTONSÁG KONTRA MODERN KÖRNYEZETI PROBLÉMA

SAFETY VERSUS MODERN ENVIRONMENTAL PROBLEM

Bera József

Fonometro Környezetvédelmi Kutató és Oktatástámogató Bt., Magyarország, Budapest, Szabadság út 142., +3630 2544220, info@fonometro.hu

Abstract

With the wide application of engineering technologies, the environmental aspects increasingly focus the attention to safety. Reducing environmental impacts also affects operational safety, and because of the adverse effect, there is a dual situation in the relationship of these two areas. On one side, maintaining the acceptable environmental status is closely related to the secure operation of the technologies, on the other side, by ensuring safety, the risks of the new environmental impacts shall be managed. Such risks prevent the development of the environmental system in dynamic balance. Based on the examination of both the environment uses and the operational conditions, we have reached the conclusion that we will analyze environmental risk management in the context of safety. In the first phase of the research we reviewed the relations between safety and the modern environmental problem.

Keywords: *safety, environment protection, environmental risk.*

Összefoglalás

A műszaki technológiák széles körű alkalmazásával a környezetvédelmi szempontok fokozottan irányítják rá a figyelmet a biztonságra. A környezeti hatások csökkentése a működési biztonságot is érinti, az ellenhatás miatt kettős helyzet alakult ki a két terület kapcsolatrendszerében. Egyrészt az elfogadható környezeti állapot fenntartása összefügg a technológiák biztonságos működtetésével, másrészt a biztonság megvalósításával új környezeti hatások kockázatait kell kezelni. Ezek a kockázatok akadályozzák a dinamikus egyensúlyban lévő környezetvédelmi rendszer kialakulását. A környezethasználatok és az üzemeltetési feltételek együttes vizsgálatával jutottunk arra a következtetésre, hogy a továbbiakban a környezeti kockázatkezelést a biztonságra kiterjedően elemezzük. A kutatás első fázisában a biztonság és a modern környezeti probléma közötti összefüggéseket tekintettük át.

Kulcsszavak: *biztonság, környezetvédelem, környezetvédelmi kockázat.*

1. Bevezetés

A modern környezetszennyezés alapja, hogy az egyének és a társadalmak az élet szükségzerű részének tekintik a humán környezethasználatot. Miközben az ember a történelme során az anyagi műveltség magas szintjére ért, szembe kell néznie a társadalmi és gazdasági fejlődés újkori feltételével is, a környezeti fenntarthatósággal [1].

A kibocsátások csökkentését az innovatív technológiák segítik, léteznek már eredmények. Az új megoldások azonban a biztonság több szegmensét érintve ellenhatást váltanak ki. Másik tapasztalat, hogy a biztonság a környezet igénybevitelével valósul meg, ami az ellenhatást erősíti. Elérkezett az idő, amikor a biztonság és a környezetvédelem közötti kapcsolatot kell a kutatásaink középpontjába helyeznünk.

2. Biztonság és környezetvédelem

Környezetvédelmi mérések eredményei alapján jutottunk arra a következtetésre, hogy több korábbi ténymegállapítást is át-gondoljunk a kutatás keretében. Ezért azok-nak az összefüggéseknek a feltárásával kezdtük a vizsgálatokat, melyek alkalmazá-sa a célkitűzés megvalósításához szükséges, értelmezésük azonban számos kérdést vetett fel a kutatás elején.

2.1. A biztonság

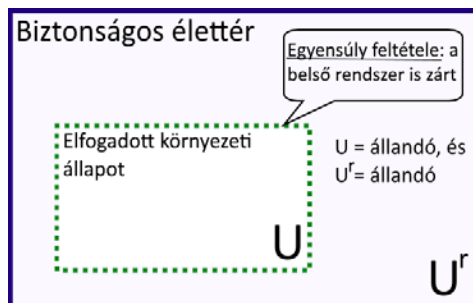
A biztonság egy komplex meghatározás, ami területenként sajátos jelentéstartalmat hordoz, ezért fogalmát nem lehet valamen-nyi területre megkülönböztetés nélkül kiter-jeszteni. Meghatározásnál célszerű a lénye-gi tartalomra koncentrálni, és aszerint gon-dolkodni, hogy a *biztonság egy pillanatnyi veszélymentes, bántódásmentes állapot* [2].

A biztonság ugyanakkor a komplexitás-ból adódóan meghatározza az élő szervezet és a környezet közötti kapcsolatot, aminek lényeges eleme a hajlandóság. A problé-mamegoldáshoz kötődő hajlandóság páro-sul a bizalommal.

A bizalom kialakulását a tudat teszi le-hetővé számunkra, ami szűkebb értelme-zésben a logikus és absztrakt gondolkodás, a valóság megismerése. Tágabb értelemben a tudathoz tartozik az érzékelés és az érze-lem is, ami befolyásolja az akaratot, a cse-lekvés mozgatórugóját. A biztonság és a tudat alapján rögzítjük a tudati biztonság fogalmát. *Tudati biztonság: a valóság meg-ismerésén és érzékelésén alapuló, szándé-kos figyelemmel vezérelt cselekvéssorozat, ami az életfeltételek biztosítására, az élet megszűnéséhez vezető károsodások elleni védelemre, valamint a létfenntartásra és konfliktusok elhárítására irányul.*

A biztonság megítéléséhez nyújt segít-séget a biztonságérzet. A biztonságérzet olyan tudatállapot, melynél a környezetből érkező input jelek nyugalmi helyzet kiala-kulásához vezetnek, ezáltal az élettér és az

elfogadott környezet kényszerű megváltoz-tatására nem alakul ki igény. A *biztonságér-zet a biztonság mérőszáma*. A biztonságér-zet alkotóelemeit, a közöttük fennálló kap-csolattal az **1. ábrán** mutatjuk be.



1. ábra. Biztonságérzet alkotóelemei és a közöttük fennálló kapcsolat

A biztonság területeit az alapfunkciók és az élethelyzetek szerint az **1. táblázatban** foglaltuk össze.

1. táblázat. A biztonság területei a funkció és az élethelyzet szerint

jogi biztonság gazdasági biztonság létbiztonság	Kiemelt csoportok	politikai biztonság
	környezetbiztonság	
	ellátási biztonság	
	közlekedési biztonság	
	működési biztonság	
	közműbiztonság	
	nukleáris biztonság	
	ökológiai biztonság	
	szociális biztonság	
	élet- és vagyonbiztonság	
	közbiztonság	
	katonai biztonság	

Különböző technológiák – ide értve a gyártást, a közlekedést és az energiatermelést – kibocsátásvizsgálata alapján jutottunk arra a következtetésre, hogy a környezeti igénybevétel a biztonság megítélésének alkotóeleme, közvetlen hatást gyakorol a tudati biztonságra és ezáltal a biztonságérzetre. Ezért a továbbiakban a környezetvédelem helyzetét is át kell tekintenünk.

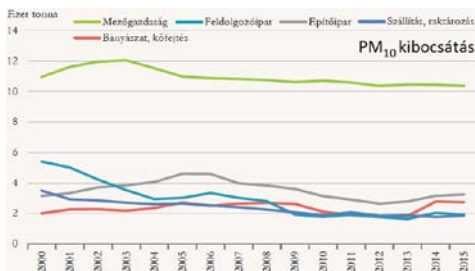
2.2. A környezetvédelem

A környezetvédelem napjainkra kialakult helyzetét azokra a fő okokra vezetjük vissza, melyek az energiaszükséglettel és az egyéb környezethasználatokkal, valamint a biztonsággal vannak összefüggésben.

A fő okok összefoglalása:

- a fosszilis energiahordozók rendelkezésre állása véges;
- a fosszilis energia felhasználása mérhető és kimutathatóan káros hatást gyakorol a környezetre;
- előtérbe került az energiabiztonság és az energiafüggőség kérdése;
- jelentősen növekedett a világ vízigénye, miközben a források csökkennek, és vízhiányos területek alakulnak ki;
- megjelent a vízhiánnyal összefüggő félelem.

Mi sem szemlélteti jobban a környezet jelenlegi állapotát, mint a levegőbe kibocsátott szennyezőanyagok mennyisége. A levegőterhelés (kibocsátás) mértékét a magyar nemzetgazdaság vonatkozásában a 2. ábrán szemléltetjük.

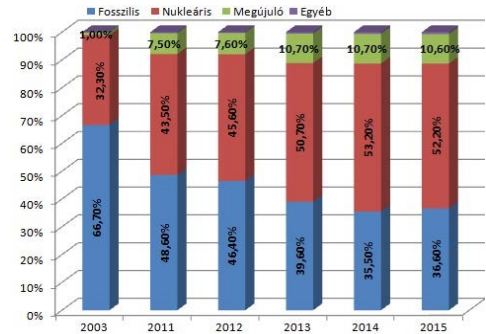


2. ábra. Szilárdanyag kibocsátás jelentősebb nemzetgazdasági ágazonként (forrás: KSH)

A víz jelentősége a háztartások és az egyének ivóvízellátása mellett az energia-termelésben is meghatározóvá vált, napjainkban már kevés az olyan gazdasági tevékenység, ahol ne lenne szükség vízre. A víz az energiahordozók mellett kritikus elemmé vált, ezáltal üzleti és egyben biztonsági kockázatot is jelent. A fosszilis energiával

működő erőművek vízforgalma például 10-70 millió m³/év között mozog, de jelentős a vízforgalom a vas- és acélgyártásnál is.

A fosszilis energia rendelkezésre állása, valamint a káros környezeti hatások csökkentésére irányuló törekvés összefügg a megújuló energiával. Az energiahordozók felhasználásában kimutatható tendenciát a villamosenergia termelés vonatkozásában a 3. ábrán mutatjuk be.



3. ábra. Energiaforrások szerinti megoszlás az energiatermelésben (forrás: KSH)

3. Modern kor és a környezet

A modern kor egyik vívmánya a technikai eszközök szükségszerű alkalmazása. Kialakult a modern környezetszennyezés, a tudati biztonság révén a folyamat új követelmény, a biztonság megjelenését jelenti a környezeti kibocsátások terén.

3.1. Biztonság kibocsátásai

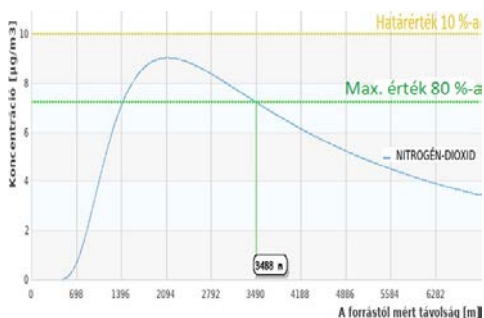
Ahhoz, hogy a tudati biztonság valós cselekvéssorozat legyen, minden biztonságterületen erősíteni kell azokat a folyamatokat, melyek kielégítik a funkcióknak megfelelő igényeket. E körből most emeljük ki az ellátási biztonságot.

Az ellátási biztonság tágabb értelmezésben kapcsolódik valamennyi biztonságterülethez, egyben a különböző iparágak és technológiák, illetve a rendszerek és alkalmazások meghatározó jellemzője. Ebből az okból szervesen kapcsolódik a környezetvédelemhez, gátló és segítő tényező.

A humán tevékenységek alapvető jelentőséget kapnak az ellátási biztonság terén. A közlekedési rendszerek fenntartása, az energiaellátás, az anyagi javak előállítása és rendelkezésre bocsátása mind ide tartozik. A fenntartás kiegészül a fejlesztéssel és az építéssel, ezek összetartozó rendszert alkotnak az ellátási biztonság szempontjából.

A modern kor meghatározó területe az adatvédelem és az informatikai biztonság, valamint az összegyűjtött adatvagyon műszaki és technikai védelme. Az elektronikus adatfeldolgozás ma már a hétköznapi élet része, szorosan kapcsolódik hozzá az adathordozók működtetése. Könnyű azonban belátni, hogy „a kevesebb papír több megmaradó fa” elvét csak jelentős informatikai háttér létrehozásával érvényesíthetjük.

A nagy szerverparkok és a hőtermelés miatt a működtetésükhöz szükséges hűtőgépek szintén elektromos energiával működnek. A villamos energia előállításával összefüggő szennyezőanyag kibocsátások miatt a biztonság közvetett módon, a modern környezetszennyezés aktív elemeként vezet a környezetterhelés kialakulásához. Az erőművi levegőterhelés hatásterülete a **4. ábra** alapján akár több km is lehet.



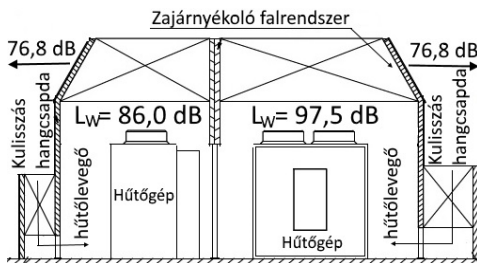
4. ábra. Levegőszennyezettség erőmű környezetben

3.2. Környezetvédelem hatásai

A környezeti hatások csökkentéséhez a feltételek megteremtése jelenti az elsődleges feladatot, amit szintén a tudati biztonságra vezetünk vissza. A károsodások elleni

védelem, a létfenntartás és a konfliktusok elhárítása ebben a vonatkozásban is kiemelt szerepet kap.

A biztonsághoz szükség van technológiák telepítésére és működtetésére, kiszolgáló rendszerekre. Milyen összefüggésekre gondolunk ezen a téren? A környezetvédelem követelményeket támaszt a biztonság létesítményeivel szemben, a biztonság sem vezethet környezeti konfliktus kialakulásához. Példaként nézzük az informatikai infrastruktúra védelmét, ahol a szerverparkok speciális kialakítása olyan mértékű hűtést igényel, ami jelentős zajkibocsátással valósulhat meg. Ilyen esetben a környezetvédelmi megfelelés zajcsökkentéssel teljesül, amire az **5. ábrán** mutatunk példát.



5. ábra. Szerverpark hűtőgépek zajcsökkentése

4. Következtetések

A humán környezethasználatok vonatkozásában a biztonságot a modern környezetszennyezés ambivalens alkotóelemének tekintjük. Az ambivalencia mértékét a biztonságérzet, mint a biztonság mérőszáma és a környezeti igénybevétel együttesen határozza meg. A környezetvédelmi megoldások igénylik az ambivalencia műszaki területen történő bevezetését.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Bera J., Pokorádi L.: *Közlekedés a környezetvédelmi rendszerhatáron innen és túl*, Közlekedéstudományi Konferencia 2016 Kiadvány, Győr, 2016, 116-143.
- [2] Csutorás G.: *Biztonságtudomány, Környezetvédelmi Tudástár XXIX. kötet*, Pannon Egyetem, Veszprém, 2013, 12-14.

MÉLYHÚZÁS VÉGESELEMES MODELLEZÉSÉNEK TECHNOLÓGIAI ÉS ELMÉLETI FELHASZNÁLÁSA

TECHNOLOGICAL AND THEORETICAL APPLICATION OF FINITE ELEMENT MODELING OF DEEP DRAWING

Bertók Ádám¹, Gonda Viktor², Széll Károly³

^{1,2}Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,
1081 Budapest, Népszínház utca 8.

³Óbudai Egyetem, Alba Regia Műszaki Kar, 8000 Székesfehérvár, Budai út 45.

¹adambertok94@gmail.com; ²gonda.viktor@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

For metal forming problems, even for a simple forming technology, finite element analysis can provide a solution for calculating deformations, determining stress and strain distributions. The aim of this study is to create a parametric finite element model for deep drawing technology, by which technological optimization as well as theoretical problems can be solved. By performing parameter studies, numerous cases can be analyzed.

Keywords: metal forming, finite element modeling, deep drawing.

Összefoglalás

A képlékeny alakítási feladatok esetén még az egyszerűbb technológiák vizsgálatánál is nagy segítséget nyújt a végeselemes modellezés az alakváltozások és feszültségek analizéséhez. Célunk a mélyhúzás technológiájára vonatkozóan egy olyan végeselemes alapmodell megalkotása volt paraméteresen, aminek a segítségével technológiai és elméleti problémák is megoldhatóvá válnak, a paraméterek változtatásával könnyen és gyorsan több eset vizsgálata is lehetővé válik.

Kulcsszavak: képlékeny alakítás, végeselemes modellezés, mélyhúzás.

1. Bevezetés

A mélyhúzás az egyik legelterjedtebben alkalmazott lemezalakító művelet, mely során a sík lemezből üreges test állítható elő. A mélyhúzás technológiájának vizsgálatánál is nagy segítséget nyújt a végeselemes modellezés az alakváltozások és feszültségek analizéséhez, és ezekből származtatható technológiai paraméterek számításához. Célunk a mélyhúzás technológiájára vonatkozóan egy olyan végeselemes alapmodell megalkotása volt paraméteresen, aminek a segítségével tech-

nológiai és elméleti problémák során előforduló paramétervizsgálatok könnyen elvégezhetők. Jelen dolgozatban a tengelyszimmetrikus végeselemes modell felépítését, mutatjuk be, majd a modell felhasználását egyrészt egy technológia tervezési példán keresztül, másrészt pedig az elméleti húzási fokozat becslésén keresztül, melyhez a csészehúzó vizsgálat modellezését használtuk fel.

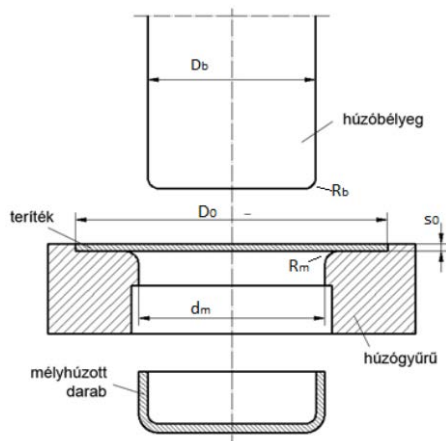
2. A végeselemes modell felépítése

Az alapmodellt ráncgátló nélküli mélyhúzás szimulációjához készítettük, ahol

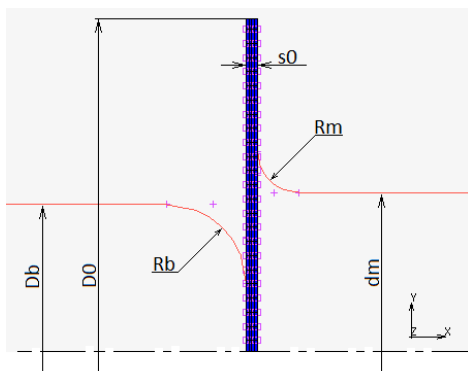
bélyeg, matrica és a teríték található meg, melynek elméleti vázlata az **1. ábrán** látható. A bélyeg és a matrica lekerekítési sugarait tervezési segédletben ajánlott optimális értékek közé vettük [1].

A modellezéshez a MSC MARC Mentat programot használtuk. Ahhoz, hogy a végeselemes szimulációt elvégezhessük, először a vizsgálni kívánt modell geometriáját kellett megalkotnunk. A tengelyszimmetriát kihasználva síkbeli modellt hoztunk létre (**2. ábra**). Az alapmodellt paraméteresen építettük fel, így elősegítve a későbbi könnyebb felhasználhatóságot.

A lemezt rugalmas-képlékenynek kezmenyedőnek modelleztük. Az a lemez anyagát a modellben DC03-as minőségű lemezacélnek adtuk meg. Táblázatos formában adtuk meg a folyásgörbe függvényét a lemez anyagára vonatkozóan. A tengelyszimmetrikus modellben az anyagot izotrópnek tekintettük. A szerszámelemeket merevnek modelleztük. A mozgó szerszámelemhez, azaz a bélyeghez, táblázatos formában egy egyszerű lineáris függvényt rendeltünk hozzá, amivel a szerszámmozgás időfüggvényét írtuk le.



1. ábra. Mélyhúzás elméleti vázlata



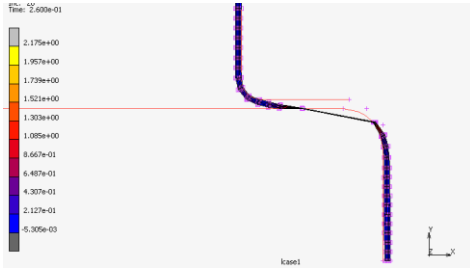
2. ábra. A végeselemes modell felépítése

A modell megalkotásával párhuzamosan egy úgynevezett eljárás (procedure) fájlt is létrehoztunk azért, hogy az alapprogramunkat könnyebben tudjuk aktualizálni a konkrét feladatokhoz. Ezzel könnyedén módosíthatunk a geometrián, továbbá felgyorsította az eredmények kiértékelését.

3. A modell alkalmazása

3.1. Technológia tervezés

A kiinduló esetben a terítékátmérőt $D_0 = 82,5$ mm, a bélyeg átmérőjét pedig $D_b = 27$ mm értékkel modelleztük. A számítást lefuttatva, az eredményeket vizsgálva látható, hogy a peremet ezzel a geometriával nem lehet teljesen behúzni, a csésze palástjának fenékhez közeli részén található elem megnyúlik, majd elkezdi vékonyodni, a valóságban a fenék leszakadása itt megtörténik (**3. ábra**). A perem behúzásakor annak anyaga felkeményedett, ezáltal a behúzásához szükséges erő úgy megnőtt, hogy a fenék közelében a palást már nem tudta ezt átvinni, a perem „rögzült”. A fenék leszakadna, de a szimulációban nincs tönkremeneteli feltétel, ezért a perem irreális vékonyodását figyelhetjük meg.



3. ábra. Fenékl szakadás esete

Ezt az esetet az elméleti húzhatósági határnak tekinthetjük és meg kell különböztetnünk attól a fenékl szakadástól, ami a behúzás során ébredhet, amikor a palástban a feszültség eléri a szakítószilárdságot.

A következő próbánál növeltük az alakítandó csésze belső átmérőjét $D_b = 49$ mm-re, ezzel együtt a matrica átmérőjét is növeltük, de a többi geometriai adaton (húzóerés, lekerekítések) nem változtattunk.

A szimulációt lefuttatva, a perem behúzása megtörtént. Itt számítható a húzási fokozat (egyszerűsített számítással a bélyegátmérő és terítékátmérő hányadosaként):

$$m = \frac{D_b}{D_0} = \frac{49}{82.5} = 0.59 \quad (1)$$

Ezt követően különböző technológiai adatokat vizsgáltunk meg. Ilyen a húzás erő karakterisztikája. Ehhez a bélyeg erő-út diagramját kirajzoltattuk (4. ábra). Az ábráról leolvasott maximális erőigény:

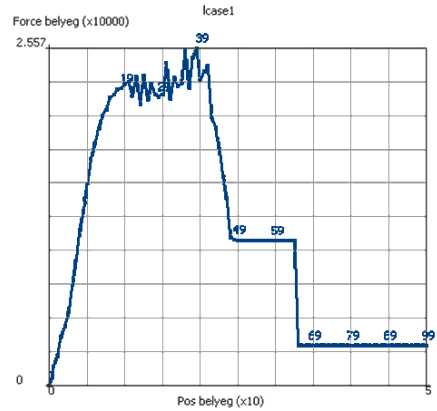
$$F_{\max} = 25570 \text{ N} \quad (2)$$

A fenékl szakadáshoz tartozó kritikus erő (F_{krit}) ebben az esetben becsülhető az alábbi képlettel:

$$F_{\text{krit}} = A \cdot R_m = 25658 \text{ N} \quad (3)$$

ahol:

- A : a palást keresztmetszeti felülete [mm^2],
- R_m : szakítószilárdság, 330 [MPa].



4. ábra. A mélyhúzás erő karakterisztikája ($D_0 = 82,5$ mm; $D_b = 49$ mm)

Mivel:

$$F_{\max} < F_{\text{krit}} \quad (4)$$

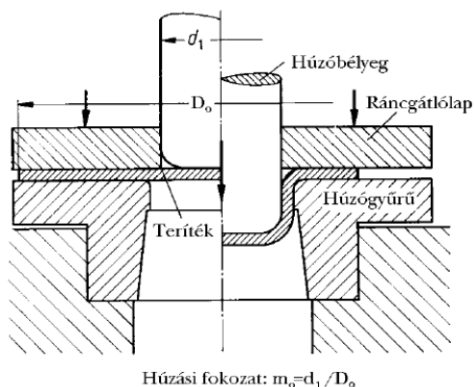
ezzel a paraméter kombinációval elvégezhető a húzás.

Az elvégzett vizsgálatokkal a technológiai tervezés egy lehetséges megoldását mutattuk be.

3.2. Csészehúzó vizsgálat

A csészehúzó vizsgálat a mélyhúzás technológiai próbája. A vizsgálatot az MSZ 5731 szabvány írja le [2]. A vizsgálat tulajdonképpen kísérleti húzásnak tekinthető. Az 5. ábrán a csészehúzó vizsgálat modelljét láthatjuk.

A vizsgálat elvégzésének a menete, hogy egy adott lemezanyagra vonatkozóan, abból több különböző átmérőjű terítékekkel elvégezzük a mélyhúzó próbát, és meghatározzuk azt a legnagyobb csészeátmérőt, ami még károsodás nélkül kihúzható. A vizsgálatból a húzási fokozat számítható, így jellemezhető az adott vastagságú, adott anyagú lemez mélyhúzhatósága.



5. ábra. A csészehúzó vizsgálat sematikus ábrája

1. táblázat. Az csészehúzó vizsgálat szimulációjának eredményei a két lemezvastagságra

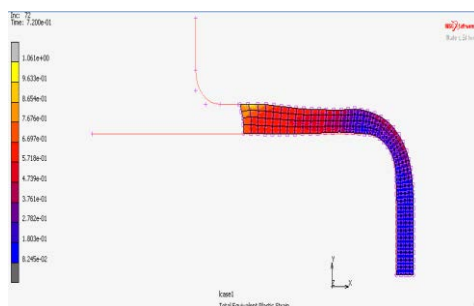
	Még húzható átmérő	Húzási fokozat (m)
Vékony lemez	68 mm	0,49
Vastag lemez	66 mm	0,5

A vizsgálat modellezésével az elméleti húzási fokozat értéke becslhető egy adott folyási görbével rendelkező, adott vastagságú lemezanyagra vonatkozóan.

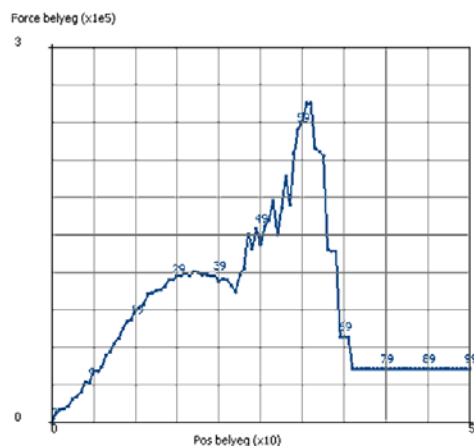
A vizsgálat modellezését egy adott anyagminőségű, két különböző vastagságú (0,5 mm; 3 mm) lemezzel végeztük el. Előzetes várakozásunk az, hogy a vastagabb lemez jobb húzhatósággal rendelkezik ezért nagyobb terítékátmérő lesz behúzható.

A csészehúzó vizsgálat szimulációjának eredményei a két lemezvastagságra az 1. táblázatban láthatók. Az eredmények alapján a várakozással ellentétesen a vékonyabb lemez bizonyult jobban húzhatónak, mivel itt nagyobb a még behúzható terítékátmérő. Ennek oka a húzás során a perem nagymértékű megvastagodása a 3 mm-es terítés esetében, mely a mély csésze esetén olyan mértékű, hogy az anyag kitölti a húzórést, sőt a perem vasalása is létrejön. Ez jól megfigyelhető a 3 mm-es lemez csészehúzásának szimulációja során (5. ábra). Továbbá érdemes még az éppen húzható átmérők

esetén a béllyegre ható erőket megvizsgálni, az erőkarakterisztika csúcsosodása jól mutatja a vasaláshoz szükséges erő többlet megjelenését (7. ábra).



6. ábra. A perem vasalása



7. ábra. A béllyegerő a 3 mm-es lemez behúzása során

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-I-OE-779/15 pályázati támogatásának, valamint az EFOP-3.6.1-16-2016-00010 pályázati támogatásnak.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Horváth László: *Mélyhúzás technológia tervezése*, Oktatási segédlet, Óbudai Egyetem, 2009.
- [2] Sárvári József: *Képlékeny hidegalakítás*. Nemzeti Tankönyvkiadó.

A SZABAD FOLYADÉKFELSZÍN PÁROLGÁSÁNAK HATÁSÁRA LÉTREJÖVŐ HŐÁRAM NYITOTT MEDENCÉBEN

HEAT TRANSFER ON THE SURFACE OF AN OPEN POND BY EVAPORATION

Bocsi Róbert¹, Hanák László², Rippelné Pethő Dóra³, Hodai Zoltán⁴

¹Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék, H-8200, Magyarország, Veszprém, Egyetem utca 10. Telefon: +3688624-000, 6181-es mellék, H-8201 Veszprém, Pf. 158. E-mail: bocsirobert@almos.uni-pannon.hu

²Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék, H-8200, Magyarország, Veszprém, Egyetem utca 10. Telefon: +3688624-000, 6180-as mellék, H-8201 Veszprém, Pf. 158. E-mail: hanakl@almos.uni-pannon.hu

³Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék, H-8200, Magyarország, Veszprém, Egyetem utca 10. Telefon: +3688624-000, 6182-es mellék, H-8201 Veszprém, Pf. 158. E-mail: pethod@almos.uni-pannon.hu

⁴Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék, H-8200, Magyarország, Veszprém, Egyetem utca 10. Telefon: +3688624-000, 6180-as mellék, H-8201 Veszprém, Pf. 158. E-mail: hodaiz@almos.uni-pannon.hu

Abstract

Modelling heat transfer problems often carried out by using experimental data not only pure analytical methods. These solutions affected several parameters, so the deduction of formulas based on complicated interactions that cannot be solved without theoretical base studies. Our goal is on base of similarity theory building a model of heat transfer properties of an open pond that installed in climate of Hungary. In our work we have calculated heat transfer on the surface of an open pond by evaporation for the base of future studies.

Keywords: heat transfer, evaporation, open pond

Összefoglalás

A hőátviteli problémák megoldása gyakran nem analitikai úton történik, hanem a modellalkotás megalapozásához kísérleti módszereket használnak. Ezek az eredmények sok paramétertől függenek, így a bonyolult kölcsönhatások eredményeként az empirikus számítási képletek levezetése elméleti alapok nélkül nem lehetséges. A hasonlóságelmélet alapján, egy Magyarországon telepített nyitott medence hőforgalmának becslésére egy összetett modell összeállítását céloztuk meg. A cikkben a nyitott medence hőforgalmának egyik fontos komponensét, a folyadékfelszín párolgásának hatását vizsgáltuk meg, amelyet a teljes hőforgalom szempontjából fontos számításba venni. A későbbiekben ezen alapozó számításokat használjuk fel egy üzemelő rendszer leírásához.

Kulcsszavak: hő átszármaztatás, párolgás, nyitott medence

1. Bevezetés

Gyakorlati hőátviteli problémák megoldása gyakran nem analitikai úton történik, hanem a modellalkotás megalapozásához kísérleti módszerek használatosak. Ezek a tapasztalati adatok sok paramétertől függenek, így a bonyolult kölcsönhatások eredményeként az empirikus számítási képletek levezetése elméleti alapok nélkül nem lehetséges. Ezért használják ezen a területen a hasonlóságelméletet. A hőátvitel alapvető összefüggései alapján megállapítják a hasonlósági kritériumokat, amelyek tartalmazták azon mennyiségeket, amelyeket a kísérletek során mérni kell. Ezt követően a differenciálegyenlet megoldását a hasonlósági kritériumok függvénykapcsolataként állítják elő.

A szabad folyadékfelszín és a felette levő levegő közötti átadásos hőáram két tagból becsülhető:

1. A két fázis közötti hőmérsékletkülönbség okozta hőáram $/Q_{FA}/$, itt a hajtóerő a hőmérsékletkülönbség.
2. A két fázis közötti fázisváltozással kapcsolatos hőáram $/Q_{FP}/$, ebben az esetben a hajtóerő a vízgőz koncentrációk különbsége, az adott hőmérsékletű folyadékfázissal egyensúlyt tartó gázfázisban a vízgőz koncentrációja és a felette levő gázban, levegőben az aktuális vízgőz koncentrációjának különbsége.

1.1. A hőmérséklet különbség hatása a létrejövő hőáram

Kifejezeten szennyvíztisztító medencék jellemző sajátosságaira, körülményeire javasolják az alábbi összefüggést:

$$Q_{FA} = \rho_{lev.} \cdot c_{p,lev.} \cdot h_v A (T_{sz} - T_{lev.}) \quad (1)$$

ahol

$\rho_{lev.}$ a levegő sűrűsége, $[kg/m^3]$,
 $c_{p,lev.}$ a levegő fajhője, $[J/kgK]$,
 h_v „vígőz” átadási tényező, $[m/s]$

$$h_v = 392 A^{-0.05} W / 3600 \times 24 \quad (2)$$

ahol W szélesség, a levegő áramlási sebessége $[m/s]$ [1]

A közleményekben megjegyzik, hogy a hőátadási tényező jó közelítéssel megegyezik a gőz átadási tényezővel, mivel a levegőre vonatkozó Prandtl-szám hasonló a hőátadási és a párolgási műveletnél és ezen túl mind a kettő a szélesség függvénye is.

A szél nagyon változékonny meteorológiai elem. Ez érvényes irányára és nagyságára is. Magyarországon a szélesség éves átlaga $2-5 m/s$ között van (a felszíntől $10 m$ magasságban).

A szélesség aktuális értékét nagymértékben a lokális tényezők határozzák meg. A szélesség a makro-léptékű tényezőkön kívül a domborzattól, a felszínborítottságtól és az adott hely környezetében levő egyéb akadályoktól (épületek, fák, fasorok stb.) is függ, ezért az előzőek miatt lokálisan ettől jelentősen eltérő értékek is mérhetők, megfigyelhetők.[2]

1.2. A szabad folyadékfelszín párolgásának hatására létrejövő hőáram

Ha hőtranszport vizsgálatát egy szennyvíztisztító medencében levő szabad felszíni folyadékfázis és a felette levő, mozgó levegő között vizsgáljuk, első sorban a vízgőz koncentrációk különbségének /hajtóerő/ a hatására létrejövő hőáramot kell számításba vennünk.

Becslésére hasonlóságelméleti alapon, dimenziómentes számok megadásával általánosan szennyvíztisztító medencékre alkalmazható összefüggést használhatunk:

$$Q_{FP} = \frac{D_{víg,lev.}}{L} 0,037 Re^{4/5} Sc^{1/3} A (C_{T_{sz}}^* - C_{T_{lev.}}) h_{páro} lg. \quad (3)$$

ahol

Q_{FP} - a folyadékfelszín párolgásával kapcsolatos hőáram, $[W]$,

$D_{\text{v}\ddot{\text{z}},\text{lev.}}$ - a vízgőz diffúziós állandója levegőben, $[\text{m}^2/\text{s}]$

L - jellemző geometriai paraméter, a medence átmérője, m ,

Re - Reynolds-szám

Sc - Schmidt-szám

C_{Tsz}^* - a teített vízgőz koncentrációja a folyadékfelszín hőmérsékletén, $[\text{kg}/\text{m}^3]$,

$C_{\text{Tlev.}}$ - a vízgőz koncentrációja a környező levegőben, $[\text{kg}/\text{m}^3]$

h_p - a víz párolgáshője, $[\text{J}/\text{kg}]$. [3]

Magyarország légkörében a jellemző relatív nedvességtartalmak eloszlását az Országos Meteorológiai Szolgálat által rögzített adatok alapján havi klimatikus adatok alapján vettük figyelembe 5 m/s szélesebség mellett. [4]

A szélesebségnek jellegzetes évszaknak megfelelő intenzitáscsúcsa van. Legszelebb időszak a tavasz első fele, míg a legkisebb szélesebségek általában ősz elején tapasztalhatók.

$$Q_{\text{Fp}} = \frac{4,18}{3600 \cdot 24} \cdot \Phi \cdot e^{0,0604 T_{\text{lev.}}} \cdot W A^{0,95}$$

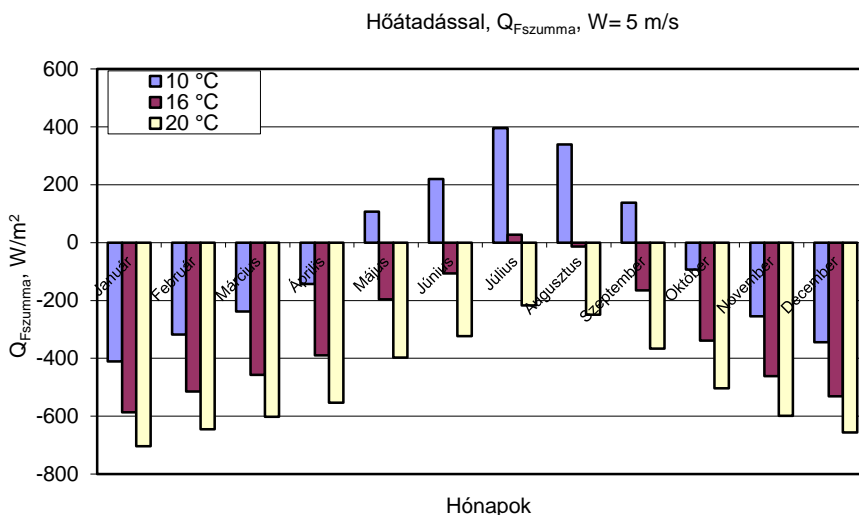
$$\Phi = \left(1,145 \cdot 10^6 \left(1 - \frac{r_h}{100} \right) + 6,86 \cdot 10^4 (T_{\text{sz}} - T_{\text{lev.}}) \right) \quad (4)$$

ahol

r_h - a „belépő” levegőáram relatív nedvességtartalma, $[\%]$

W - szélesebség, $[\text{m/s}]$,

A - a vízfelszín felülete, $[\text{m}^2]$.



1. ábra. A nyitott medence felületén létrejövő átadási hőáramsűrűség éves alakulása 1000 m^2 szabad vízfelszín mellett

2. A rendelkezésre álló adatok kiértékelése

Mivel a fenti összefüggésekben szerepel a szennyvíz felülete $/A/$, választottunk egy 1000 m^2 felületű medencét, amely jó közellítéssel egy kis kapacitású szennyvíztisztító biológiai medencéjének megfelelő méret.

Így:

$A = 1000 \text{ m}^2$, a szennyvíztisztító medence szabad vízfelülete,

$\rho_{\text{lev.}} = 1,2 \text{ kg}/\text{m}^3$, a levegő sűrűsége,

$c_{p,\text{lev.}} = 1014 \text{ J}/\text{kgK}$, a levegő fajhője,

$W = 5 \text{ m/s}$ szélesebség,

T_{sz} $10 \text{ }^\circ\text{C}$, $16 \text{ }^\circ\text{C}$, $20 \text{ }^\circ\text{C}$, a medencevíz hőmérséklete,

$T_{lev.}$ a levegő havi átlaghőmérséklete.

Az eredményül kapott átadási hőáramot $/QFÁ, W/$ ha elosztjuk a felülettel $/A/$, megkapjuk az átadási hőáramsűrűséget W/m^2 -ben.

A + előjel hővesztéséget, a – előjel pedig hőnyereséget jelent a medence számára.

A számítások eredményét az **1. ábrán** mutatjuk be.

A november és február között tapasztalt minimumok nem csak a környezeti hőmérséklet és az átlagos szélesebség együttes hatásának köszönhetők.

3. Összegzés

A nyitott medencék vízfelszínén létrejövő hőforgalom meghatározásához sok folyamatot figyelembe kell venni. Munkánk során, a felszínen elszámolható folyamatok közül a nyugvó felszínen létrejövő párolgás okozta hőátvitel meghatározását valósítottuk meg. Ez a teljes hőforgalom szempontjából egy kritikus pont.

A változók között csak környezeti paramétereket hagytunk meg, amelyek szezonális változásukból adódóan jelentősen befolyásolja a folyamat eredményét.

A munka folytatásának olyan modell megalkotását céloztuk meg, amely segítségével a Magyarországra jellemző klimatikus viszonyokra telepített rendszerek leírását lehet pontosabban megvalósítani.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Novotny, V. and Krenkel, P.A. (1973). *Evaporation and heat balance in aerated basins*. AIChE Symp. Series, Water, 70(136), 150-159.
- [2] Søren Brønd, Jan Scherfig: *Dynamic temperature Changes in nutrient removal plants*, Water Science and Technology Jul 1994, 30 (2) 205-208;
- [3] Argaman, Y. and Adams, C.F. Jr. (1977). *Comprehensive temperature model for aerated biological systems*. Progress in Water Technology, 9(1/2), 397-409.
- [4] Magyarország éghajlati atlasza, Országos Meteorológiai Szolgálat, 2001.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a „A Vízbázis védelem, moduláris, mobil vízkezelő rendszerek és szennyvízkezelő technológiák fejlesztése a Pannon Egyetem bázisán hazánk dinamikus export növekedésének elősegítése érdekében GINOP-2.3.2-15-2016-00016.” c. projekt keretébe valósul meg.

TÖRÖK FÜRDŐKULTÚRA MAGYARORSZÁGON

TURKISH BATH CULTURE IN HUNGARY

Bodolai Henrietta¹, Kósa Balázs², Molnár Tamás³, Szücs Gábor Arnold⁴

¹ Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar Vizualis Ismeretek Tanszék,
 Cím: Magyarország, 7624 Pécs Boszorkány út 2.; Telefon: +36-30-333-6838,
 Magyarország, 7400 Kaposvár Toponári út 74., bodolai.henrietta.heni@gmail.com

² Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar Vizualis Ismeretek Tanszék,
 Cím: Magyarország, 7624 Pécs Boszorkány út 2.; Telefon: +36-30-539-9616 ko-
 sa.balazs.84@gmail.com

³ Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar Vizualis Ismeretek Tanszék,
 Cím: Magyarország, 7624 Pécs Boszorkány út 2.; Telefon: +36-70-338-3183
tmolnar@mik.pte.hu

⁴ Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar Vizualis Ismeretek Tanszék,
 Cím: Magyarország, 7624 Pécs Boszorkány út 2.; Telefon: +36-30-570-9349,
 Magyarország, 8400 Veszprém Haszkovó utca 35/D.,
szucs.gabor.arnold@gmail.com

Abstract

Just like at the Romans, the bath was the main venue of everyday life for the Turkish people as well. Besides that woman exchanged recipes, they gave advices to each other, the man disputed important issues and often kept pre-arranged marriages here. You were only allowed to pray, when you are properly cleaned. Of course, it is not negligible that the construction of baths was in many cases intended to promote material well-being, as they were usually built by senior executives who influenced the satisfaction of their followers in a very positive direction. Generally speaking, these baths were free for the reasons mentioned above, indicating to everyone that the builder was a wealthy man.

Keywords: *turkish,, Pécs, monumental building, ilidzse, hammam.*

Összefoglalás

Ahogy a rómaiaknál, úgy a török népnél is a fürdő a mindennapi élet fő színhelye volt. Mindamellett, hogy a nők recepteket cseréltek, tanácsokat adtak egymás számára, a férfiak fontos kérdéseket vitattak meg és nagyon sokszor elrendelt házasságokat kötöttek ezeken a helyeken, vallási szempontból is jelentőséggel bírtak. Imádkozni ugyanis, csak tisztán volt szabad. Természetesen az sem elhanyagolható tény, hogy a fürdők építése sok esetben az anyagi jómódot volt hivatott hirdetni, hiszen általában magasabb vezetői pozícióban lévők építették őket, mely követői elégedettségét rendkívül pozitív irányba befolyásolta. Általában ezek a fürdők az előbb említett okokból adódóan ingyenesek voltak, ezzel is jelezve mindenki felé, hogy az építtető tehető volt.

Kulcsszavak: *török, Pécs, műemléki épület, ilidzse, hammam.*

1. Történelmi áttekintés

A víz már az ősidőktől kezdve jelen volt az emberek életében, hiszen a vízben rengeteg élőlényt találhatunk, amiket őseink táplálék gyanánt ismertek, ezenkívül tökéletes közlekedési felület is. Már az ókori kultúrszokban jelentős szerepe volt. Szinte minden vallás megemlíti, használja a fürdést. Legtöbbször a test mellett a lélek megtisztulását jelképezi és talán pont ez az, ami elindította a fürdőkultúrát. Tehát az oka, amiért az emberek kezdetekben elkezdtek mosdani, az a víz tisztelete, természetfeletti erőt tulajdonítottak neki, rituális mosdásokhoz használták. Wirth István így ír róla *Fürdőkultúra* című publikációjában: „A fürdők az ókori keleten kultikus és gyógyászati szerepet töltöttek be. A legismertebb a bibliai Betesda Jeruzsálemben a tó fölő, melyet a gyógyító víz táplált őt oszlopcsarnokot építettek, a betegek itt feküdtek és várták, hogy a tóra leszálló Úr angyala felkavarja a vizet és az elsőként vízbőlépők meggyógyultak. Talán az időnként újra és újra feltörő víznek tulajdonítottak nagyobb hatást. A hagyomány szerint itt fürdették az áldozati bányákat a templomi szertartás előtt. Az időszámítás kezdetén már szent helyként tartották számon. Itt végezte Jézus a nyomorék ember gyógyítását.”[1] Ma már természetesen kinőtte magát és nem csak a különböző vallásról szól. Jelenünkben ott van a szórakozásban, kikapcsolódásban, sportban, gyógyításban, úgy alapvetően a mindennapjainkban.

Kialakulásuk történelmében jelentős szerepe van a török kultúrának. Mai napig sok ilyen jellegű fürdővel találkozhatunk ország majdnem minden területén. Nem megszokott kinézetük miatt könnyen észrevehető, a mai rohanó világban mégis legtöbbször elsétálnak mellettük, ezért döntöttük amellet, hogy egy ilyen gyöngyszemet kiemelünk városunk, Pécs házrengetegei közül.

Alapvető szabálya a török fürdőknek – sok helyen még napjainkban is így üzemel – hogy a nők és a férfiak nem tartózkodhattak egyszerre az épület területén, így két eshetőség volt elképzelhető. Az egyik, hogy a hetet beosztva adott napokon csak a hölgyek, más napokon a férfiak látogathatták az ilyen típusú intézményeket, a másik pedig, hogy ún. ikerfürdőket hoztak létre. Ilyen volt a pécsi Memi pasa fürdője is, amellyel tanulmányunkban később részletesen is foglalkozunk. Kétféle típusát különböztetjük meg felépítésük és funkciójuk szerint a török fürdőknek. Egyik az ilidzse, azaz termál, a másik pedig a hamam, azaz gőzfürdő. Lényegében, hogy melyik típusról eshet szó egy adott fürdőnél azt a körülötte lévő környezeti adottságok határozzák meg. Ha volt a közelben termálvízű forrás, akkor általában ilidzse kapott helyet. Ilyenkor nem csak a fal- és padlófűtés vezetékeiben keringették ezt a vizet, ezzel befűtve a fürdőt, hanem a kör, szabályos sokszög alakú forró helyiségben medencét építettek be. Ahol nem állt rendelkezésre efféle forrásvíz, ott kénytelenek voltak kazánnal fűteni és az ott keletkező forró levegőt keringették a rendszerben. Itt nem volt medencére lehetőség. Falikutakat és mosdó medencéket építettek, amikből folyó vízzel sokszor felloccsolták a padlót, hogy a forróságot a keletkező gőzzel ellensúlyozzák. Felépítésük szerint egy ilyen fürdő három részből épült fel: A bejárat maga az öltöző terem volt. Ez után következett az átmeneti helyiség, ahol általában körben padok voltak kialakítva, megszakítva néhány falikkal, ami saját testük locsolására, illetve a felmelegedett falak, padlózat locsolására használtak. A tradicionális gőzfürdők következő helyisége a forró terem volt, ahol a rituálék folytak. Itt a terem közepén egy köldökkő elnevezésű kőlapot fektetnek le, amire ráfeküdve a kliensek megkapták a fürdőmesterektől a masszázsokat, kezeléseket. Ezenkívül a falak mentén szintén megtalálhatóak voltak padok és falikutak hűtésre. A gőz-

fürdőknél a termálvíz hiánya miatt, szükség volt afféle kazánház, víztároló kialakítására, ez általában fürdőtértől elválasztva állt, ahonnan a forró levegő a padló alatt elhelyezkedő fűtőrendszerbe áramlott.

1.1. Memi pasa fürdője – történet

Evlia cselebi történetmondó, aki rengeteget utazott az akkori török hódoltság területein 1663-ban Pécsen is járt. *„Fürdője három van... A Szigetvári kapun belül Memi pasa dsámija közelében van Memi pasa fürdője, kellemes, szép épületű meleg fürdő, melynek fürdőszolgái, mint a nap, olyan tenyerűek.”* [2] Leírásaiban három fürdőt említ meg itt Pécsen, egyik Ferhád pasa fürdője (ma már nem látható), másik Kászim pasa fürdője (szintén nem maradt fent) és egy harmadikat, Memi pasa fürdőt. Ez utóbbi kb. az 1880-as években elpusztult, de később, amikor feltárták az akkori Sallai utca teresedését, akkor bukantak rá az ikerfürdő egy részére. Ez hamamként, azaz gőzfürdőként funkcionált, mivel a közelben nincs meleg vizű forrás. Körülbelül a 16. század második felében épülhetett, Memi pasa küllijének (több épületből álló komplexum) része volt. A szigeti kapu közelében a városfalon belül helyezkedett el, közvetlenül a Ferences templom (akkori Memi pasa dzsámi) szomszédságában. A feltárást Gerő Győző végezte: *„Memi pasa fürdőjének feltárt maradványa kelet-nyugati irányban elhelyezkedő hosszanti téglalap alaprajzú építmény melynek hossza 29,13 m, ismert legnagyobb szélessége pedig 11,60 m.”*[3]. A részleges rekonstrukciót Dr. Bachman Zoltán készítette, ahol a megtalált falakat, eredeti padlózatot, és egyéb hozzátartozó részeit szerették volna bemutatni. Az előtérben például egy hatszögletű csorgó kutat is megjelenítettek. A falak mellett megtalálhatóak azok az ülöpadok, szófák, amiken pihenhettek. A langyos helyiségben a falikút és ugyancsak az imént említett ülöalkalmosságok. A legbelső, azaz a forró helyiség

padlózata nem maradt fent. A feltárás során, a falakon kirajzolódott vonalából, illetve a padlófűtés téglapillérjeiből tudták mindössze megállapítani, hogy is lehetett és azt az állapotot állították helyre. Ezen kívül itt is szintén találhatóak voltak falikutak, mosdómedencék, amiből folyó vízzel felforrt testüket hűtötték le, és a legfontosabb, a nyolcszög alakú köldökkő a padlózaton, ahol az akkori vendégeket masszírozták. A fürdőhelyiségek mellett a kazánház és a fűtőhelyiség részletei is felszínre kerültek. Ez a későbbiekben kiállítóterként funkcionált. Ezeket a helyiséget kupola fedte, amiket szabályos hatszög alakú nyílások lyuggattak ki. Ez szimbolizálta a csillagos eget számukra.

2. Fejlesztési koncepció

Az épület romjainak pontos dokumentálása, geometriai felmérésén túl, feladatunknak éreztük, hogy egy állagmegóvó és újra hasznosító munkát is elvégezzünk, koncepcionális szinten. Fontosnak gondoltuk egy olyan hozzáépítés tervének elkészítését, ami, mint egy burok védi a maradványokat, nem túl agresszív, de mégis kellően határozott tömegformálású ahhoz, hogy felhívja a figyelmet a Ferencesek utcájában szunnyadó műemlékre. Koncepcionális szempont volt az is, hogy mindenki számára egyértelmű legyen az adott műemlék keletkezésének kora, így jellegzetes motívumokban és tömegkialakításban gondolkodtunk. Ebből adódóan egy fém szerkezet került az üvegsipka alá, amelyek a falakon lévő védőbeton rétegre terhelnek rá, ezzel egy olyan homlokzatot képezve, ami figyelemfelhívó, mégis diszkrét. A szerkezet alapmotívumát egy hétköznapi iszlám mintából finomítottuk, képeztük le. Az egész szerkezetet homok fúvott üvegburokkal borítottuk, ezzel védelmet adva a romoknak és sejtelmességével a hamam jellegére, hangulatára igyekeztünk utalni. Ha már elértük, hogy a járókelők meg akarják ismerni a

fürdő maradványait, bemenjenek a megmaradt falai közé, szükségünk volt egy megfelelő információs közegre. Járófelületének egy nyomásérzékelőkkel ellátott üvegfüdémeket képzelünk el, ahol a lépések hatására bekapcsolnak a LED-éghős él-világítók egy-egy mezőben és így láthatóvá válik több nyelven információ a fürdőről, amely anyagában mart, homokfúvással készült üveg volna. A víztiszta üveg lehetővé teszi, hogy a meglévőség jól látható maradjon mindezek ellenére. Ezen eszközök segítségével olyan hatást szeretnénk volna elérni, amely nyomot hagy az emberekben, és más ehhez hasonló műemlékeket is szívesen megismer később.



1. ábra. Ötletterv éjszakai látványa (saját készítés)

3. Következtetések

Véleményünk szerint megismervén ezeknek a fürdőknek a történelmét, hogy az őskor óta mit miért teszünk, mennyi féle-fajta okból használjuk a mosdást már értékesnek mondanánk a kutatásunkat. A törté-



2. ábra. Ötletterv belső látványa (saját készítés)

nelme összehasonlítva az elmúlt időkkel észrevettük, hogy nem is olyan nagy a különbség a mai kor fürdőkultúrája körül. Látván a megmaradt fürdőket milyen nagy becsben tartották az elmúlt évszázadokban és a mai napig is, amelyiket lehet, megmen-tik és felújítják. Érezhetjük, hogy a mai kor emberének is épp úgy fontosak. Természe-tesen ma már a fürdőkultúra fogalma eléggé kitárult és belépett a társadalmunk minden-napjai közé. Azt gondoljuk, meglévő török fürdő épületeinket pont ezért kell felújítgat-ni, hisz ugyan egy más nép tollvonása, de a mi papírunkon.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Wirth I.: *Fürdőkultúra*. Szent István Egyetem, 2011, 2.
- [2] Evlia Cs.; Karácson I.: *Evlia Cselebi török világutazó magyarországi utazásai 1660–1664*. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 1904, 201.
- [3] Gerő Gy.: *A pécsi Memi pasafürdő*. Műemlékvédelem, 1987, 112.

UTÁNGYÁRTOTT FOGASKEREKEK MEGHIBÁSODÁSA

MALFUNCTION OF REMANUFACTURED GEARS

Csorba Béla¹, Végvári Ferenc²

^{1,2}Neumann János Egyetem, GAMF Műszaki és Informatikai Kar, Magyarország, Kecskemét, Izsáki út 10 Tel: +36-20/371-41-64

¹Természet- és Műszaki Alaptudományi Tanszék, csorba.bela@gamf.uni-neumann.hu,

²Anyagtechnológiai Tanszék, vegvary.ferenc@gamf.kefo.hu

Abstract

Gears are required for piece produced or gearboxes to be refurbished. Adequate consideration must be given to the material selection and heat treatment of these gears. Inappropriate material selection or heat treatment will lead to premature failure of the manufactured gears or early refurbishment. In our publication, we present a number of practical failures that can be traced back to the wrong material selection or heat treatment operation.

Keywords: material selection for gears, heat treatment for gears, gears failure.

Összefoglalás

Egyedi gyártású hajtóművekben, illetve felújítandó hajtóművekben szükség van fogaskerekre. Ezen fogaskerek anyagmegválasztására és hőkezelésére kellő figyelmet kell fordítani. A nem megfelelő anyagmegválasztás, vagy a helytelen hőkezelés a gyártott fogaskerek idő előtti ismételt meghibásodásához, illetve a korai újbóli felújítás igényéhez vezetnek. Publikációnkban olyan a gyakorlatban előforduló hajtómű meghibásodásokat mutatunk be, amelyek visszavezethetők a helytelen anyagmegválasztásra, illetve a nem megfelelő hőkezelési műveletre.

Kulcsszavak: fogaskerek anyagmegválasztása, fogaskerek hőkezelése, fogaskerek meghibásodása.

1. Fogaskerek tönkremenetele

Műszaki életben szükség van gyakran egyedi fogaskerkes hajtóművek tervezésére, kivitelezésére, illetve az évek óta használt, kopott fogaskerkes hajtóművek felújítására. Ha a gyártás és a felújítás nem tükrözi a kellő szakértelmet, az a legyártott hajtóművek idő előtti meghibásodásához vezet.

2. Anyagmegválasztás

A gyártási művelet első lépése a kiinduló anyag megválasztása. Az anyagmegválasztásnál figyelembe kell venni a gyártandó fogaskerék méreteit, a modul nagyságát, az igénybevétel módját, illetve a gyártandó darabszámot is. Míg egy kevésbé igénybevett fogaskeréknek megfelelhet egy ötvözetlen acél is, az igénybevétel növekedésével szükségessé válik a króm-, mangánöt-vözesű acélok közül választani. Erős dina-

mikis igénybevételnek kitett fogaskereknek esetén az előző ötvözőkön túl még szükség lehet nikkellel is ötvözött acélt választani. Az alábbiakban bemutatunk olyan meghibásodásokat, amelyek helytelen anyagmegválasztásból eredtek.

2.1. Ötvözetlen szerkezeti acél választása

Egyik nagyon súlyos hiba, ha a kiinduló alapanyagként ötvözetlen szerkezeti acélt választanak. Régi jelölésekkel A50, A60, újabb jelöléssel S355J2. Ez az acél nem tartozik a hőkezelhető acélok közé. Az így gyártott fogaskerék legfeljebb geometriára lehet helyes, de igénybevételre, általában nem felel meg. Egy általános rendeltetésű szerkezeti acélból készített, idő előtt tönkrement kúpfogaskerék látható az **1. ábrán**. A fogak rövid használat után erősen koptak, kihegyesedtek.



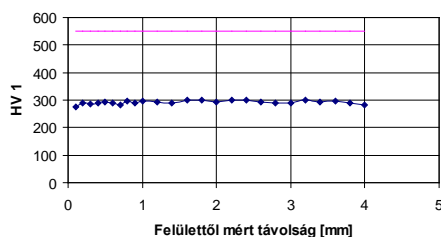
1. ábra. Szerkezeti acélból készült gyorsan koptott fogaskerék

Jobb minőségű, hőkezelhető acélok alkalmazásánál is jelentkezhetnek problémák, ha a hőkezelést elhagyják, vagy helytelenül hajtják végre. A **2. ábrán** egy 132 kW-os, Flender KENW 320 szivattyú hajtóművének meghibásodott fogaskerekét mutatjuk be, ahol az üzemidő mindössze 159 óra volt [1]. A **2. ábrán** látható fogaskerék C60 anyagminőségéből készült. A kéregvastagság keresése miatt a fogfelületre merőlegesen keménységmérést végeztünk, amely eredményeit a **3. ábrán** mutatjuk be. Az ábra szerint látható, hogy a felületen kéreg nem volt. A mért 300HV1 keménység egy nor-

malizált, esetleg egy nagyon visszaeresztett szövetszerkezetet jelenthetne.



2. ábra. C60 acélból készült hőkezeletlen fogaskerék 159 óra üzemidő után



3. ábra. Látható, hogy a C60 acélból készült fogaskeréken nincs keménysített kéreg

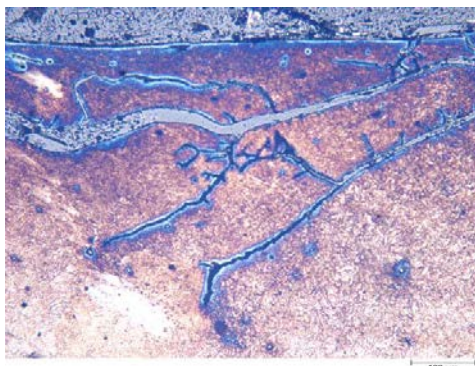
2.2. Ötvözött szerkezeti acél választása

A fogaskereknek készülhetnek ötvözött nemesíthető acélból is. A **4. ábrán** az előző hajtóműből származó nagyobb igénybevételnek kitett 42CrMo4 acélból készült ferdefogazatú fogaskerék tönkremenetelét mutatjuk, amely a 159 óra üzemidő alatt következett be.



4. ábra. 42CrMo4 acélból készült hőkezeletlen fogaskerék tönkremenetele 159 óra üzemidő alatt

A fogaskeréken kéregvastagság itt sem volt felfedezhető. A keménység ennél is 300HV1 volt. A fogak felületén nagymértékű kipattogzás található, amely a nagy felépő feszültség (Hertz-feszültség) következtében bekövetkezett felületi kifáradás következménye. Ezt jól bizonyítják a felületre merőleges metszeten látható, kifáradásból bekövetkezett repedések is (5. ábra).



5. ábra. Felületi kifáradásból keletkező repedések

3. Hőkezelés

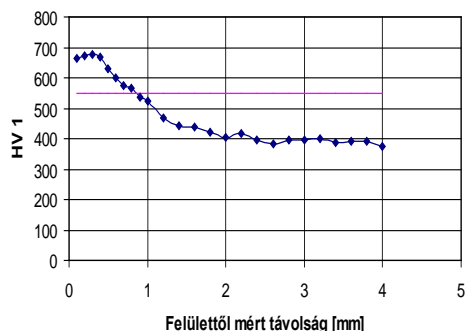
A helyes anyagmegválasztás után a legyártott fogaskerekeket hőkezelni is kell. A műveletet megfelelő gondossággal és körültekintéssel kell elvégezni.



6. ábra. 16MnCr5 acélból készült betétezett nyeleskerék tönkremenetele egy hét üzemidő alatt

A 6. ábrán egy betétben edzhető 16MnCr5 anyagból készült, betétezett

nyeleskerék tönkre menetele látható. Az alkatrész folyamatosan működve nem érte el meghibásodás nélkül az egy hetet. A betétezés során elért kéregvastagságot meghatároztuk (7. ábra), amely méréseink szerint 0,85 mm-re adódott.



7. ábra. 16MnCr5 acélból készült betétezett nyeleskerék kéregvastagsága

A fenti nyeleskerék nagy felületi nyomásnak volt kitéve, a felületen ébredő feszültség valószínű, hogy meghaladta a Hertz feszültségre megengedett értékét, így az ismétlődő igénybevétel miatt erősen kigödrösödött. A fogaskeréken lévő kéregvastagság az 5 - 6 modulra javasolt kéregvastagság alsó határán van (0,8 – 1,2 mm). A nagyobb felületi feszültség létrejöttében szerepet játszott az is, hogy pontatlan gyártás, vagy szerelés következtében a fogak nem terhelődtek egyenletesen a teljes hosszuk mentén. A nyomaték átvitele csak a fogak hosszának ~felére terhelődött.

4. Felújítás

A mezőgazdasági gépek sok esetben igen mostoha körülmények között üzemelnek. A fogaskerék hajtások sok esetben ki vannak téve az időjárás körülményeinek, csapadéknak, pornak stb. Kenés hiányában a kopás gyorsan jelentkezik (8. ábra). Sokszor a védettebb helyen lévő fogaskerekek is jelentősen poros környezetben üzemelnek.

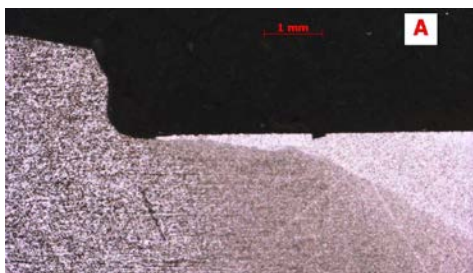


8. ábra. Mezőgazdasági gép szabadban üzemelő fogaskerekei [3]

A mezőgazdasági gépek fogaskerekeinek felújítása is hiányolja esetenként a szakértelmet, vagy a felelősséget. A 9. ábrán bemutatott bordás tengely bordái pár órás üzemidő után kihegyesedtek. Az alkatrészről készült csiszolatból kiderült, hogy a meghibásodott bordázat javítása hegesztéssel történt (10. ábra). A felhegesztett rész keménysége csak 220 – 230HV0,2.



9. ábra. Mezőgazdasági gép felújítás után kihegyesedett fogazott tengelye



10. ábra. A fogazott tengely javítása hegesztéssel történt

5. Következtetések

- A kis sorozatba, vagy felújításra gyártandó fogaskerekek anyagának betétben edzhető vagy nemesíthető acélt kell választani.
- A jól megválasztott anyagminőség esetén is hőkezeléssel kell a megfelelő vastagságú cementált vagy kéregedzett kérget biztosítani.
- Fogaskerekek felújításánál a hőbevitel kilágyulással jár.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a kutatás támogatásáért, amely az EFOP-3.6.1-16-2016-00006 „A kutatási potenciál fejlesztése és bővítése a Neumann János Egyetemen” pályázat keretében valósult meg. A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával, a Széchenyi 2020 program keretében valósul meg.

Acknowledgement

This research is supported by EFOP-3.6.1-16-2016-00006 "The development and enhancement of the research potential at John von Neumann University" project. The Project is supported by the Hungarian Government and co-financed by the European Social Fund.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Bernáth, M.; Végvári, F: *Flender KENW 320 szivattyú hajtóművének meghibásodása*. MECH-TECH Hőkezelő Bt Szakvélemény 2011.
- [2] Bernáth, M.; Végvári, F: *Kukorica betakarító kombajn csőtörő adapter tönkremenetelének vizsgálata*, MECH-TECH Hőkezelő Bt Szakvélemény 2014.
- [3] <https://hu.wikipedia.org/wiki/Fogasker%C3%A9k>

MEGLÉVŐ AUTOMATIZÁLT ÉPÜLETEK INTEGRÁCIÓJA

CONSOLIDATING THE CONTROL OF ALREADY AUTOMATED HOMES

Dombi Kristóf Barnabás¹, Tóth János²

Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Mechatronikai Tanszék, 4028 Magyarország, Debrecen, Ötmető utca 2-4., (52) 415 155,

¹ *kristof_barnabas1996@yahoo.com*

² *tothjanos@eng.unideb.hu*

Abstract

Nowadays, the number of smart homes is increasing steadily. People tend to do anything for better comfort for their family, or simply themselves. We spend roughly half of our lives at home, so It's only logical, to focus, and pursue higher comfort levels for our homes. This phenomenon opens enormous potential for automation, let that may be automatic garage doors, motorized shutters, access control systems, HVAC systems, or anything beyond that to serve our well-being. In this project, I implemented some automation tasks, using a PLC (Programmable Logic Controller). This approach is different from conventional automation, thanks to the ability of the PLC to control everything in a building, thus, condensing three, or even four floors into one central unit.

Keywords: *PLC, smart home, control, feedback control.*

Összefoglalás

Napjainkban az „okos” épületek száma egyre jobban gyarapszik. Az ember mindent megtesz a maga, s családja kényelméért. Az emberek nagyjából életük felét otthonaikban töltik, így teljesen érthető, logikus az az igény, hogy az minél kényelmesebb és komfortosabb legyen. Ez viszont az automatizálásnak nyit nagy teret. Automatizált garázkapuk, automatizált redőnyök, beléptető rendszerek, világítás, hűtés-fűtés és még megannyi kényelmünket szolgáló dolog. A projektben jó pár automatizálási feladatot oldottam meg egy PLC-vel (Programmable Logic Controller). Ez a megoldás eltérő a meglévő automatizált épületekétől abban, hogy egy vezérlő irányít mindent. Egy nagy épület automatizálásához 3, akár 4 szint is lehet a vezérlésben. A legelső a DDC (Direct Digital Control) amelyek kommunikálnak egymással is.

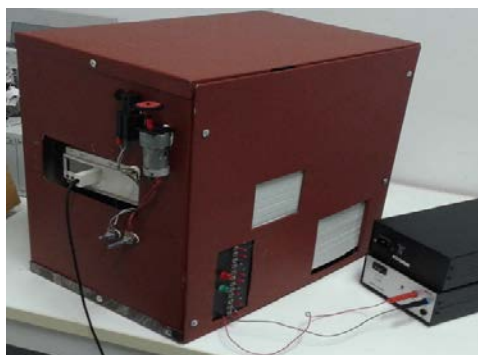
Kulcsszavak: *PLC, okos otthon, irányítás, szabályzás.*

1. Nyomógombok felhasználása

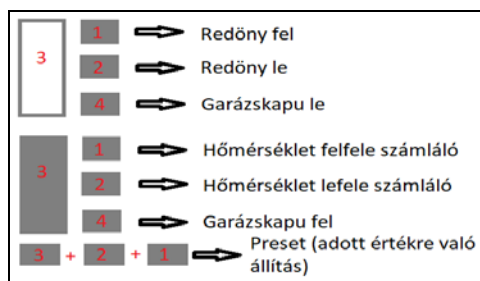
A PLC négy nyomógommbal rendelkezik (Z1, Z2, Z3 és Z4). Ezekkel a nyomógombok felhasználásával 7 vezérlési feladatot kellett ellátni. A 2. ábra jól szemlélteti a működési elvet. A képen a kitöltött négy-

szögek a benyomott állapotát jelzik a gomboknak, míg a kitöltetlen négyszög az alap helyzetére utal, amikor is nincs benyomva. A Z3-as nyomógomb önmagában nem indít el semmilyen folyamatot. A Z3-as nyomógomb megnyomása vagy épp elengedése a többi nyomógombról van hatással. Működése hasonlít a SHIFT nyomógomb működéséhez.

sére. Mivel a Z3-as nyomógomb kombinációja nem volt elegendő, így kellett még egyet találni. Az utolsó kombináció a Z3, Z2 és Z1. A megnyomás sorrendjére az vonatkozik, hogy először mindig a Z3-at kell lenyomni, aztán következhet a többi, azok sorrendje már lényegtelen. Amíg a Z3 és Z1 kombináció a beállított hőmérséklet értékét növeli eggyel, addig a Z3 és Z2 kombináció ugyanezt az értéket csökkenti eggyel. Így nagyon rövid ideig módosítunk egy jelet, de mivel hőmérsékletről van szó, ami lassú lefolyású, így semmi lényegeset nem változtatunk.



1. ábra. Modellezett okos otthon

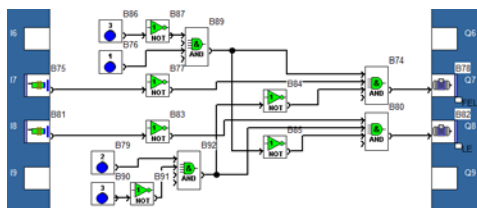


2. ábra. Nyomógombok felhasználása

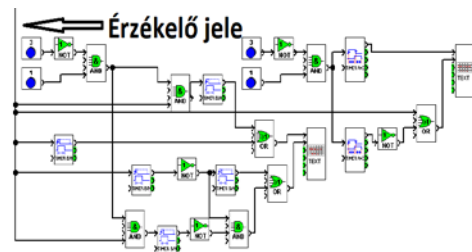
2. Redőny irányítás

Két nyomógomb segítségével vezérelhető a szerkezet. Akármelyik irányba való működtetésekor, csak addig szabad mozgást végezzen a redőny amíg a nyomógomb le van nyomva vagy épp egy véghelyzetet

nem ért el. Így a redőny a „FEL gomb” megnyomására emelkedik, míg a „LE gomb” megnyomására pedig süllyed. A motor csak addig emeli/süllyeszti a redőny-szerkezetet, amíg a FEL/LE gomb meg van nyomva. Ez azt biztosítja, hogy bármilyen helyzetében meg lehet állítani a redőny-szerkezetet. A feladat részét képezi az is, hogy amikor elért véghelyzetbe, de a kezelő az irányító gombot nem engedték el, akkor a motor működése leálljon. Ha ez nem így lenne, akkor a szerkezetben valami tönkre mehet. A fel-lemozgatást egy motor végzi, ami azt vetíti előre, hogy H híd került beépítésre, a forgásirány váltás megvalósításához. A H híd relés. A H híd fizikailag nem tartalmazott kizáró vagy feltételt, azaz a megtervezett áramkörbe nem voltak beépítve az NC (Normally close) érintkezők. Ahhoz, hogy mégse lehessen rövidre zárni az áramkört a programba lett beágyazva a feltétel. Az általunk megalkotott modellünkben egyik legfontosabb dolog az, hogy felhasználóbarát legyen. Így bárki számára könnyen kezelhető bármelyik része a programnak. Ehhez olyan programkódot írtunk, hogy bármilyen mozgást, változást a kezelő nyomon tudjon követni. [1]



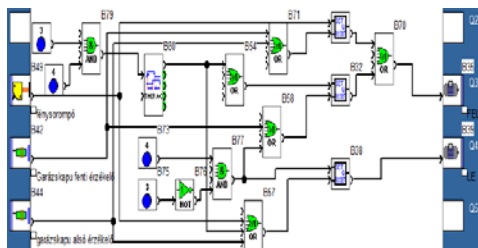
3. ábra. Redőny irányítás programja



4. ábra. Redőny állapotjelző programja

3. Garázskapu irányítása

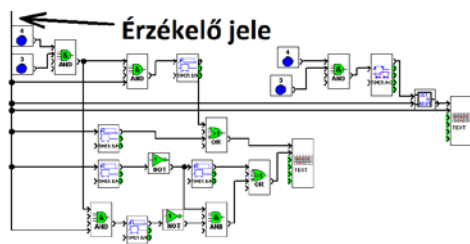
Két nyomógombbal működtetjük. A nyomógombok megnyomása után csak két véghelyzetben áll meg a kapu. A feladat részét képezi az is, hogy amikor elért véghelyzetbe, de a gombot nem engedték el, akkor a motor működése leálljon. Ha ez nem így van, akkor a szerkezetben valami tönkre mehet. Ezen felül egy fénysorompó van beépítve, ami nem engedi, hogy a kapu egy gyerekre, kocsira vagy a kapu útjába kerülő bármilyen dologra rázáródjon. Amikor a fénysorompó elé kerül valami akkor az elektromos jelet szolgáltat, ami megfordítja a motor forgásirányát és így az éppen záródó kapu kinyit, ezzel elkerülve a balesetet. A fel-le mozgatót egy elektromotor végzi H híd relés kizáró vagy feltétellel. [2]



5. ábra: *Garázs FBD programja*



6. ábra. *Garázskapu irányítási állapotai*



7. ábra. *Garázs állapotjelző programja*

4. Beléptető rendszer

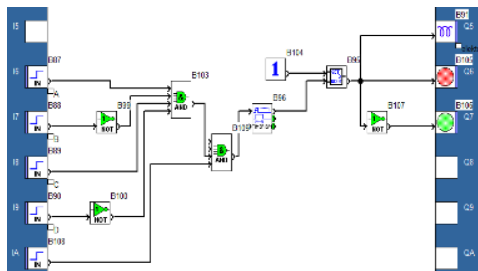
A megvalósításra váró feladat az volt, hogy a létrehozott beléptető rendszer kódja egy bitsor legyen. Minél hosszabb egy bitsor annál több variációt eredményez. A bekötött mechanikus kapcsolók feleltek meg a biteknek. Mivel nem rendelkeztem nagyon sok bemenettel (a programban mindössze 5 kapcsolót kötöttem be a kapcsolósorból), így „fake”, álkapcsolókat is használtam, ami azt a célt szolgálja, hogy szinte ugyanúgy növeli a lehetséges variációkat, mint a bekötött kapcsolók. Ez azért van így, mivel egy külső szemlélő nem tudja azt, hogy a kapcsolósorból melyik kapcsolónak a jele szolgáltat információt a vezérlőnek vagy éppen melyik nem. Ezzel kiküszöböltük azt a problémát, hogy túl könnyű legyen belépő „kódot” feltörni. Amint az **8. ábrán** is fel van tüntetve, a programomban 5 kapcsolót használtam fel (amelyeken nincs piros megkülönböztető műanyag) a tizenkettőből, ezek jelentik a kódot a belépéshez. Ahhoz, hogy ne legyen könnyen feltörhető a csak logikai 1-est tartalmazó bitsort ki kell zárni a lehetőségek közül, ami eredményezi azt, hogy logikai szinteket negálni kell a programban.



8. ábra. *Beléptető rendszer kódsor*

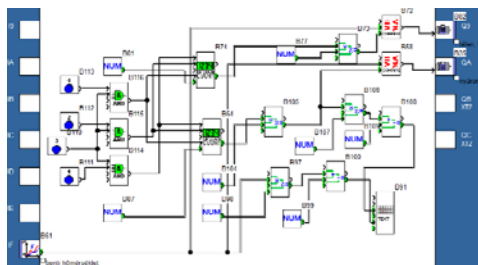
A negált lábak jelentik majd a logikai 0 jelet, így azok átváltásakor így rossz lesz a kódsor. Amennyiben alaphelyzetben maradnak, logikai 0-át szolgáltatva a vezérlőnek és a másik 3 kapcsolót ($2^4, 2^2, 2^0$) átkapcsoljuk, akkor az elektromágnes, ami addig zárva tartotta az ajtót elenged. Ahhoz, hogy az ajtó ne maradjon nyitva abban az esetben sem, hogyha a kapcsolósor nem kerül alaphelyzetbe, időzítőt állítottam be,

ami mindössze pár másodpercig tarja nyitva csak az ajtót. Az idő letelte után újra zár az elektromágnes.



9. ábra. Beléptető rendszer FBD programja

A Hűtés-Fűtés a belső hőmérséklet mérése alapján működik. A belső hőmérsékletet hasonlítja össze a felhasználó által beállított, „kívánt” értékkel, ami természetesen bármikor változtatható. Kellott egy átlagos hőmérsékleti érték, amit egy gombnyomásra fel/le lehet állítani. Ez az értéket 20 °C lett és a PRESET gombbal (ID bemenet) lehet visszaállítani bármikor. Az IB bemenet az UP counter (felfele számláló), míg az IC a DOWN counter (lefele számláló). A felfele- és lefele számlálóval egyszeri megnyomás esetén, egy fokot lehet a kívánt értéken változtatni. A fűtésre az igaz, hogy addig kell bekapcsolva legyen, míg a beállított értéknél nagyobb nem lesz a kívánt hőmérséklet, a hűtésre pedig épp az ellenkezője.



10. ábra. Hűtés-Fűtés FBD programja

Ahhoz, hogy felhasználóbarát legyen a PLC kijelzőjére ki van írva a beállított- és pillanatnyi, „jelenlegi” hőmérséklet.



11. ábra. A hőmérsékleti beállítása

6. Konklúzió

Végkövetkeztetésképp elmondhatjuk, hogy sikerült egy PLC-vel, kevés bemeneti-kimeneti egység ellenére, nem költséges anyagi beruházásokkal megépíteni egy olyan automatizált modell házat, amelyben komfortosabban élhetünk az automatizált rendszerek nyújtotta „szolgáltatás” miatt.

7. További fejlesztési törekvések

Elsősorban minél több automatizálási feladat ellátása a cél, egy háztartáson belül, és persze az energia-hatékony szabályozás megvalósítása. Sok esetben az épületgépész rendszerek jó szabályozása energia megtakarítást eredményez. Mindenképpen egy olyan rendszert kell megvalósítani, amivel az egyedi rendszerek központilag irányíthatóvá tehetők. Ezzel lehet biztosítani az új elvárásokat, mellyel az épületek magasfokú automatizálásával komfortosabb, hatékonyabb rendszerek valósíthatók meg. AZ IoT (Internet of Things) elv terjedésével ez lassan az ipar, a gyártás minden területén elvárás lesz a hatékonyság fokozása céljából. [3]

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Balázs László: *Automatika*. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 2005, 113-133.
- [2] Chiara Stein: *Selbst intelligente Steuerungstechnik im Haus installieren* Compact Praxis – Do It Yourself. Compact Verlag GmbH, München, 2001, 74-83
- [3] Szerk.: Kalmár Ferenc: *Fenntartható energetika megújuló energiaforrások optimalizált integrálásával*. Akadémiai kiadó, Budapest, 2014, 119-143.

ROBOTKAR INVERZ KINEMATIKAI FELADATÁNAK MEGOLDÁSA „KVÁZIDIFFERENCIÁLIS” FIXPONT TRANSZFORMÁCIÓS MÓDSZERREL

SOLUTION OF THE INVERSE KINEMATIC TASK OF A ROBOT-ARM BASED ON „QUASI-DIFFERENTIAL” FIXED- POINT TRANSFORMATION METHOD

Faitli Tamás¹, Tar József²

¹Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 1034 Magyarország, Budapest, Bécsi út 96/B; Tel. +36-1-666-5300, faitlit@gmail.com

²Óbudai Egyetem, Bejczy Antal iRobottechnikai Központ, 1034 Magyarország, Budapest, Bécsi út 96/B; Tel. +36-1-666-5543, tar.jozsef@nik.uni-obuda.hu

Abstract

While the forward kinematic task of robots can be solved easily through homogenous transformation matrices, the inverse kinematic task leads to difficulties as the construction of the system gets more complex. In this paper, a solution has been worked out for a three Degree-of-Freedom robot-arm based on recent researches, by the use of a novel, fixed-point transformation based technique.

Keywords: robot-arm, inverse kinematics, fixed-point theorem, „quasi-differential” solution.

Összefoglalás

Míg egy robotkar direkt kinematikai feladata általában homogén transzformációs mátrixok segítségével egyszerűen megoldható, addig az inverz kinematikai feladat a rendszer felépítésétől függően rendkívül bonyolulttá válhat. Jelen dolgozatban egy nemrégii kutatásra alapozva, fixpont transzformáción alapuló közelítő numerikus megoldás került kidolgozásra egy három szabadsági fokú robotkar inverz kinematikai feladatának megoldására.

Kulcsszavak: robotkar, inverz kinematika, fixpont, „kvázidifferenciális” megoldás.

1. Bevezetés

Nyílt láncú robotkarok inverz kinematikai feladata, vagyis, hogy a kar végpontjának egy adott helyzetét milyen csuklóállásokkal tudjuk elérni sokszor egy rendkívül bonyolult feladat. Egy redundáns, néhány szabadsági fokú rendszerrel is végtelen számú „pózban” elérhető a végpontnak egy kívánt pozíciója. A hagyományos megközelítések ezen feladat megoldására többnyire magukba foglalnak egy mátrix invertáló

műveletet, ami a robot kinematikailag szinguláris pontjainál kiszámíthatatlan. A mozgás során, ez hirtelen „rángásokat” eredményezhet, ami egyaránt magára és a környezetre is veszélyes. [1]-ben, egy új eljárás került kidolgozásra, ami a feladatot egy fixpont feladattá alakítja, ami nem tartalmaz mátrix invertáló műveletet, így elkerülhető a szinguláris pontoknál, vagy azok közelében, az ún. rosszul kondicionált esetekben adódó probléma.

1.1. A „Kvázidifferenciális” fixpont transzformációs módszer működéséről röviden

Vegyük $q \in \mathbb{R}^n, n \in \mathbb{N}$ tömböt, ami egy n szabadsági fokú nyílt kinematikai lánc csuklóinak koordinátáit tartalmazza, valamint $x \in \mathbb{R}^m, m \in \mathbb{N}$ tömböt, ami a robotkar egyes pontjainak Descartes műhelykoordinátáit foglalja magába. Továbbá vegyük $s \in [s_i, s_f] \subset \mathbb{R}$ paramétert, ami vagy egybeesik magával az idővel, vagy annak függvénye, így, $x(s)$ a nominális mozgást írja le.

Tegyük fel, hogy adott egy $f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$, mint $x = f(q)$ nemlineáris, differenciálható valós függvény, ahol a feladat az adott x értékhez a q változó megtalálása. Ez [2]-ben a következőképp lett átalakítva egy fixpont problémára. Vegyünk egy $F(\xi): \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ valós differenciálható függvényt, aminek van egy „attraktív fixpontja” $F(\xi_*) = \xi_*$. Az $F(\xi)$ függvény használatával egy sorozat alkotható az ismétlődő jelekből:

$$q_{s,i+1} = [F(A \| f(q_{s,i}) - x \| + \xi_*) - \xi_*] \frac{f(q_{s,i}) - x}{\|f(q_{s,i}) - x\|} + q_{s,i}, \quad (1)$$

amiben a normált kifejezés Frobenius formulával számítható, az $A \in \mathbb{R}$ pedig egy konstans paraméter. Amennyiben egy adott k iteráció során, ahol $q_{s,k} = q_*$ értéke kielégíti az $x = f(q_*)$ feltételt, az (1) egyenlet $q_{s,k+1} = q_{s,k}$ egyenletbe torkollik, amiből egyértelműen látszik, hogy q_* megoldás egyben a függvény fixpontja is lesz. Amennyiben (1) konvergenciája garantálható, egy aktuálisan elérni kívánt $x(s)$ betáplálásával az algoritmus néhány iteráció után megközelíti a függvény fixpontját, vagyis $q_{s,i}$ a probléma megoldásába fog tartani, ami alapján megkapjuk a szükséges q_s csuklóállásokat.

A konvergencia eléréséhez fontos paraméter az A konstans érték, melynek több-

nyire egy kis, jól megválasztott előjelű érték szükségeltetik. A működéshez még fontos megemlíteni, hogy a módszer feltételezi, hogy a rákövetkező $s+1$ időpillanatban az (1) egyenletben $q_{s,i}$ a fixpont közelében tartózkodik, ami belátható abból, hogy kezdetben ismerjük a robot helyzetét, utána pedig kis lépésekben haladunk tovább.

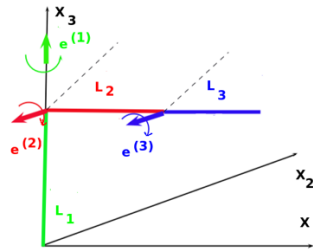
A módszer továbbá egy közelítő Jacobi mátrix használatát javasolja a konvergencia garantálásához, ami mellesleg elkerüli azon eseteket is, mikor a konstrukció miatt egy robotkar Jacobi mátrixa nem négyzetes alakot vesz fel. A javaslat szerint x helyett egy módosított $\tilde{x} \equiv J^T(q)x = J^T f(q)$ kifejezés alkalmazása szükséges.

2. Implementáció

A módszer implementálása és eredményeinek vizsgálata jelen dolgozatban szimulációs úton történt, elérhetősége, és egyszerűsége miatt.

2.1. A vizsgált rendszer

A vizsgált robotkar modellje az 1. ábrán látható. A robotkar részletesebb leírása és annak levezetése [3]-ban található.



1. ábra. A vizsgált robotkar kinematikai modellje az „alappozícióban”

Amennyiben a 3. karrész végpontja pályájának követése a cél, az implementáláshoz elegendő a végpont Descartes-koordinátáinak ismerete. Ezeket a direkt kinematika alapján egyszerűen megkaphatjuk. (Az áttekinthetőség kedvéért vezessük be a $c_i \equiv \cos(q_i)$, valamint a $c_{ij} \equiv$

$\cos(q_i + q_j)$ jelöléseket, valamint hasonló eljárással az s_i, s_{ij} szinusz változatukat.)

$$\begin{pmatrix} x_{3v} \\ y_{3v} \\ z_{3v} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L_3 c_1 c_{23} + c_1 c_2 L_2 \\ L_3 s_1 c_{23} + s_1 c_2 L_2 \\ -s_{23} L_3 - s_2 L_2 + L_1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

(2)-ben a megfelelő tagok parciális deriválása után megkapjuk a robot Jacobi mátrixát, vagyis a $J =$

$$\begin{pmatrix} -L_3 c_{23} s_1 - L_2 c_2 s_1 & -L_3 c_1 s_{23} - L_2 c_1 s_2 & -L_3 c_1 s_{23} \\ L_3 c_1 c_{23} + c_1 c_2 L_2 & -L_3 s_1 s_{23} - s_1 s_2 L_2 & -L_3 s_1 s_{23} \\ 0 & -L_3 c_{23} - L_2 c_2 & -L_3 c_{23} \end{pmatrix} \quad (3)$$

2.2. Szimuláció

A szimuláció az *fmtu_simulation.jl* „julia” programnyelven íródott szkript segítségével lett végrehajtva.

Az (1)-ben szereplő $F(\xi)$ függvény a szimulációban az $F(\xi) = \frac{\xi}{2} + D$ függvény-nel valósult meg. A további paramétereket az 1. táblázat tartalmazza.

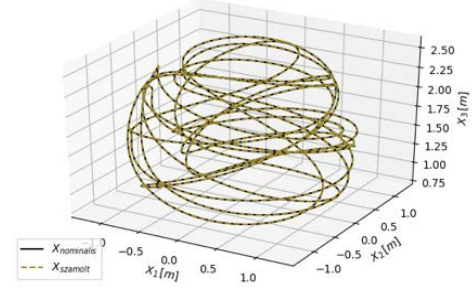
1. táblázat. A szimuláció paraméterei

1. szegmens hossza L_1 [m]	1.5
2. szegmens hossza L_2 [m]	0.8
3. szegmens hossza L_3 [m]	0.5
A	-1.0
D	0.3

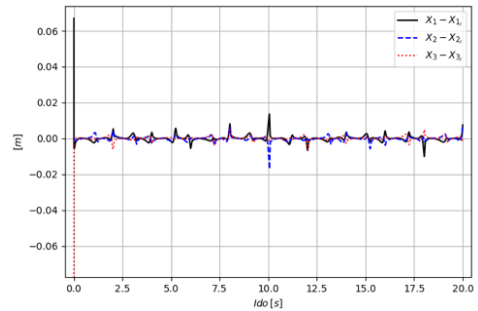
A nominális pályák egyszerű szinuszfüggvényekkel lettek generálva, vagyis a robotkar a rendelkezésre álló munkatérben folyamatosan pásztázik. A direkt kinematika segítségével egy előzetes ciklusban először tárolásra került ez a generált „nominális” pálya, amit aztán bevezetünk a fentebb bemutatott algoritmusba, mint elérni kívánt pálya, és hagyjuk, hogy az megállapítsa magától a szükséges csuklóállásokat. Ezek szintén tárolásra kerülnek, amit a végén ábrázol a program.

2.3. Eredmények

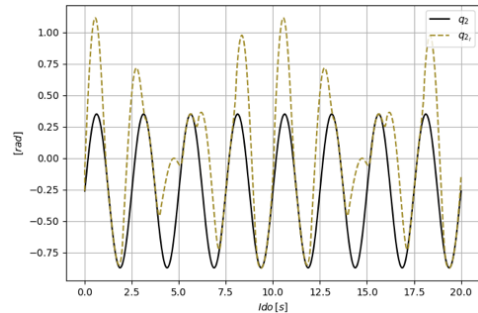
Az szimuláció eredményei a következő ábrákon láthatók.



2. ábra. A nominális és a számolt Descartes-koordináták 3D-s ábrázolása



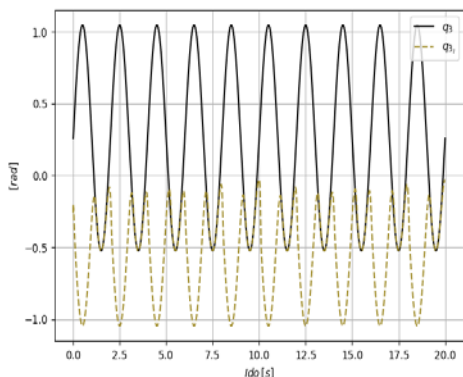
3. ábra. Trajektóriakövetési hiba



4. ábra. A nominális és a számolt q_2 csuklókoordináták

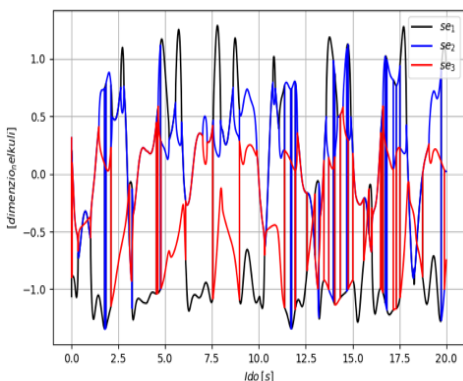
Jól látható, hogy a Descartes műhelykoordináták követése meglehetősen pontos, miközben a csuklókoordináták helyenként eltérnek az eredeti, nominális értékektől. Ez annak felel meg, hogy a követett pálya egyes részei különböző kar-konfigurációkkal is elérhetők: a megoldásként adott

mozgás más kar-konfigurációnak felel meg, mint az a mozgás, amivel a követendő pályát létrehoztuk. A kétféle út közti szétválás a szinguláris pontokban lehetséges.



5. ábra. A nominális és a számolt q_3 csuklókoordináták

Érdeemes megnézni továbbá a Jacobi mátrix sajátértékeit a szimuláció során. Ez minimális bővítéssel a programkódban már hasonlóan ábrázolható.



6. ábra. A Jacobi mátrix sajátértékeinek valós része

Látható, hogy több pontban is 0 értéket vesz fel a Jacobi mátrix valamely sajátértéke, azaz a robotkar a mozgás során többször is áthalad kinematikailag szinguláris pontokon.

3. Következtetések

A dolgozat tárgyát képző módszer egyszerűen implementálható, annak paramétereit szimulációs úton könnyedén beállíthatók, ami végül meglehetősen jó pályakövetést eredményez még a szinguláris pontokban és azok környezetében is.

Amennyiben a számolt csuklókoordinátákon pontosítani szeretnénk, az x tömböt, valamint annak alapján a Jacobi mátrixot kibővíthetjük a robotkar további pontjaival, így elősegíthetjük, hogy az automatikusan választott megoldás közelebb legyen az általunk kívánt megoldáshoz.

Köszönetnyilvánítás

A jelen közlemény az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-1-I kód-számú Új Nemzeti Kiválósági Programjának, valamint az NTP-HHTDK-17-0047 kódszámú programjának támogatásával készült.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] B. Csanádi; J.K. Tar; J.F. Bitó: *Matrix inversion-free quasi-differential approach in solving the inverse kinematic task*. In Proc. of the 17th IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI 2016), 17-19 November 2016, Budapest, Hungary, 61–66.
- [2] A. Dineva; J.K. Tar; A. Várkonyi-Kóczy; V. Piuri: *Adaptive control of underactuated mechanical systems using improved "Sigmoid Generated Fixed Point Transformation" and scheduling strategy*. In Proc. of the 14th IEEE International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics, January 21-23, 2016, Herl'any, Slovakia, 2016, 193–197.
- [3] T. Faitli: *Robotkar dinamikai szabályozásának szimulációs összehasonlító vizsgálata "Fixpont Transzformációs Adaptív" és "Fixpont Transzformáció Alapuló Modell Referenciás Adaptív (MRAC)" szabályozóval*. TDK dolgozat, ÓE-BGK Kari TDK Konferencia, 2017. nov. 15.

INFOKOMMUNIKÁCIÓS SZAKEMBEREK A VÉDELMI SZFÉRÁBAN: SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS

INFO-COMMUNICATION EXPERTS IN THE DEFENCE SECTOR: VOCATIONAL TRAINING PROGRAM

Farkas Tibor¹, Hronyecz Erika²

¹Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Katonai Üzemeltető Intézet, Híradó Tanszék; Magyarország, 1101 Budapest, Hungária krt. 9-11.; +36-1-432-9000 (29-289), farkas.tibor@uni-nke.hu

²Óbudai Egyetem, Biztonságtudományi Doktori Iskola; Magyarország, Budapest, 1081 Budapest, Népszínház utca 8.; +36-1-666-5375, hronyecz.erika@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

Nowadays, the international and national events clearly point out the need for cooperation between different defense organizations in crisis and emergency situations (disaster events, migration issues, and other emergencies) for successful tasks. The fundament of the cooperation is always the command and control activity supported by modern technical equipment that ensures the coordinated implementation of tasks. The key, human element of info-communication support is the preparation and training of the well-trained professionals. In this paper, the authors intend to present the importance of the vocational training.

Keywords: IT, communication, defence sector, education, vocational training.

Összefoglalás

Napjainkban mind a nemzetközi, mind pedig a nemzeti események jól alátámasztják, hogy az egyes válsághelyzetekben, veszélyhelyzetekben (katasztrófa események, migrációs kérdések, egyéb vész-helyzeti események) a különböző védelmi szervezetek együttműködése nélkülözhetetlen a sikeres feladat-végrehajtás érdekében. Az együttműködés alapja minden esetben a korszerű technikai eszközökkel támogatott vezetés és irányítási tevékenység, amely biztosítja a feladatok összehangolt végrehajtását. Az infokommunikációs támogatás kulcsfontosságú, humán eleme a megfelelően felkészített szakállomány felkészítése és kiképzése. Jelen közleményben a szerzők a szakirányú továbbképzés kialakításának fontosságát kívánják bemutatni.

Kulcsszavak: IT, kommunikáció, védelmi szféra, oktatás, szakirányú továbbképzés.

1. Bevezetés

A nemzeti és nemzetközi válsághelyzetek és katasztrófa-helyzetek folyamatosan bebizonyítják, hogy csak jól összehangolt együttműködéssel és határozott vezetési

tevékenységgel lehet csak és kizárólag sikeresen végrehajtani azok felszámolását és az eredeti állapot visszaállítását.

Ennek érdekében az információk megosztása, feldolgozása és a vezetés részére történő rendelkezésére bocsátása kiemelten

fontos feladat, amely végrehajtása nehézségek elé állítja az infokommunikációs támogatás tervezésében és végrehajtásában résztvevő szakállományt. [1]; [2]

Ebből is látható, hogy az infokommunikációs szakállomány hangsúlyos szerepet kap a technikai eszközök mellett az eredményes tevékenység végrehajtása során.

Ennek megfelelően a szakállomány képzése valamint továbbképzése nélkülözhetetlen és releváns feladat a jövőbeni stratégiák meghatározása során.

2. A szakirányú továbbképzés kialakításának háttere

A válsághelyzetek elhárítása során számos szervezet hajtja végre az adott tevékenységet központi irányítás alatt. Ennek érdekében minden szervezet a saját információs rendszerét alkalmazza a tevékenység eredményes támogatása érdekében. Meglátásunk szerint a szélesebb körű együttműködés feltétele, hogy az infokommunikációs szakállomány (továbbiakban: szakállomány) ismerje az együttműködő szervezetek infokommunikációs rendszereit, képességeit. Természetesen ezt csak egy jól megtervezett és megszervezett képzés kialakításával lehet megvalósítani, amely biztosítja a különböző rendvédelmi és egyéb szervezetek szakembereinek felkészítését.

A felkészítés mindezek mellett biztosítaná a szakállomány szervezetek közötti beosztásváltásának megvalósítását, hasonlóan a Nemzeti Közszolgálati Egyetem (továbbiakban: NKE) különböző karain végzett hivatásos állomány későbbi, esetleges közszolgálati (civil) területre történő elhelyezkedéséhez.

Tehát ez lehetővé teszi, hogy azt is, hogy a huzamosabb ideig a közsférában dolgozó infokommunikációs szakemberek kiáramlása visszaszoruljon, ezzel biztosítva a terület stabilitását.

2.1. Az infokommunikációs fejlesztések nemzeti irányvonalai

Magyarország „digitális megszilárdítása” mind kormányzati, mind társadalmi területen kiemelt fontosságú eleme a nemzeti fejlesztéseknek. Ennek érdekében kidolgozásra került a „Nemzeti Infokommunikációs Stratégia 2014-2020” (NIS) dokumentum, amely az infokommunikációs szektor fejlesztésének irányvonalait, lehetőségeit és területeit mutatja be. Jelen közleményünkben nem az általános társadalmi digitális kompetencia előmozdítását vizsgáljuk, hanem a védelmi szervezetek szakállományának továbbképzését. Ettől függetlenül fontosnak tartjuk, hogy a továbbképzés kialakítása az infokommunikációs stratégia irányelveit szem előtt tartsa. A tárgyalt dokumentum az alábbiak szerint fogalmazza meg a célokat: *„Jelen stratégia célja, hogy koherens képet adjon a magyar információs társadalom jelenlegi viszonyairól, és ez alapján a 2014-20-as uniós tervezési ciklussal egybeeső időtávra meghatározza az infokommunikációs területre vonatkozó fejlesztési irányokat, közpolitikai, szabályozási és támogatási teendőket, és számba vegye az ezek megvalósításához szükséges eszközöket/erőforrásokat.”* [3].

A stratégia alapvetően határozza meg mindazon területeket, amelyek jelentősen befolyásolják az elérni kívánt célt. Ennek megfelelően négy alappillért különít el a következők szerint:

- digitális infrastruktúra;
- digitális kompetenciák;
- digitális gazdaság;
- digitális állam.

Ezek együttesen határozzák meg a legfontosabb kritériumokat, folyamatokat és jellemzőket, amellyel a fejlesztési cél elérhetővé válik. Emellett három horizontális pillér is meghatározásra került, mint az:

- e-befogadás;
- K+F+I;

– biztonság.

Jelen közleményben az elemzés során elsősorban a digitális infrastruktúra és a digitális állam bír kiemelt jelentőséggel, valamint a biztonság, mint horizontális tényező. Ezek azok a részterületek, amelyekkel párhuzamot lehet állítani a szakállomány felkészítésével kapcsolatban.

A fejlesztés hatékonysága egy felülvizsgálattal került elemzésre, amelynek eredménye, hogy bár a fejlesztések az EU átlag felett zajlanak, de a NIS-ben meghatározott pillérek alapján megvalósuló szolgáltatások és igénybevételek továbbra is jelentős elmaradást mutatnak. [4]

2.2. A továbbképzés bázisa

Jelenleg a védelmi szféra, a hon- és rendvédelmi szervezetek szakembereinek képzése az NKE különböző karain folyik, amely biztosítja az „egyenruhás” és a civil szakemberek felkészítését BSc, MSc, PhD és egyéb szakmai továbbképzések keretén belül, különböző szakterületeken. Az NKE az oktatás és a képzés területe mellett jelentős feladatot vállal a kutatás területén is, amely a közsféra egyes területeinek fejlesztését is biztosítja. A legfontosabb kutatási irányvonalakat és kapcsolódási pontokat az NKE két kutatási kollégiuma (Egyetemi Kutatási Tanács Hadtudományi Kollégiuma; Műszaki Tudományok Kollégiuma) egy-egy összefoglaló közleményben határozta meg. [5]; [6] Az infokommunikációs fejlesztések és kutatások mindkét dokumentumban megjelennek, de elsősorban a műszaki területen kerül hangsúlyosabban kiemelésre a terület jellegéből adódóan. Mindez, valamint az egyetem Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Stratégiájában meghatározottak jól alátámasztja azt a kiinduló felvetést, hogy a szükséges továbbképzés első számú bázisa az NKE lehet.

3. A szakirányú továbbképzés és az azt meghatározó szabályzók

A védelmi szféra egyes szervezeteinél dolgozó infokommunikációs szakemberek (különböző szintű vezetők és felelős beosztású személyek) alapvető ismereteit a különböző felsőoktatási intézmények, különböző szintű képzésein sajátítják el. Ezt követően a többéves szakmai tapasztalattal és a különféle továbbképzésekkel bővítik ki ismereteiket, de csak a saját szervezetükön belül.

3.1. A továbbképzés alapvető területeinek meghatározása

Az előzőekben leírtak alapján is látható, hogy szükséges más közszolgálati, védelmi szervezetek infokommunikációs rendszereinek, hálózatainak és technológiáinak (digitális kompetencia és digitális infrastruktúra) elsajátítása szervezési és tervezési elvek alapján. Ennek érdekében meg kell határozni azokat az infrastruktúrákat és rendszer elemeket, amelyek az ismeretek alapját szolgálják. Ezek az alábbi területek lehetnek:

- védelmi műveletek és támogatásuk alapjai;
- infokommunikációs infrastruktúrák;
- infokommunikációs rendszerek szervezése és tervezése;
- a kormányzati célú hálózatok (188/2016. (VII. 13.) Korm. rendelet; a 346/2010. (XII. 28.) Korm. rendelet alapján);
- a rendészeti szervezetek hírközlő hálózatai;
- kormányzati célú elkülönült hírközlő hálózatok (MH KCEHH)
- közigazgatási hálózatok és rendszerek;
- fejlesztési és stratégiai irányok;
- információbiztonság kérdésköre.

3.2. A továbbképzés kialakítását meghatározó dokumentumok

Ennek érdekében minden esetben figyelembe kell venni a különböző szabályzókat,

amelyek közül a teljesség igénye nélkül a legfontosabbak:

- 2011. évi CCIV. törvény a nemzeti felsőoktatásról;
- 10/2006. (IX. 25.) OKM rendelet a szakirányú továbbképzés szervezésének általános feltételeiről;
- szakirányú továbbképzések képzési és kimeneti követelményeinek tájékoztatója
- NKE TVSZ; SZMSZ
- Szakirányú továbbképzési szak létesítése (képzési és kimeneti követelményeinek nyilvántartásba vétele)
- Szakirányú továbbképzések tájékoztatója; Általános tájékoztató a szakirányú továbbképzések létesítésének és indításának folyamatáról;
- Nyilvántartásba vett képzés adatainak (képzésfelelős, specializáció, szakirány, tudományterület/-ág, meghirdethetőség, képzési és kimeneti követelmények) módosítása, törlése.

4. Következtetések

A kialakítható szakirányú továbbképzések, amelyek az Nftv. szerinti képesítést adnak, nagymértékben hozzájárulnak a szakemberek folyamatos továbbképzéséhez, esetleges átképzéséhez, ezáltal az állami infokommunikációs szektor hatásfokának növeléséhez. Az infokommunikáció területén meglátásunk szerint ez nem áll rendelkezésre teljes mértékben, így ezt a területet is erősíteni kell a *tudás-kompetenciaszint tovább növelése érdekében*. Mindez tovább erősíti az NKE, mint közszolgálati oktatói bázis hozzájárulását a *közszolgáltatások innovációjához*. Az ilyen irányú szaktudás megléte tovább erősíti annak lehetőségét, hogy a közszolgálati infokommunikációs szektor egyes szegmensei könnyebben

együttműködjenek, valamint elősegíti, megkönnyíti a szakemberek esetleges, szükségessé váló „áramlásának” lehetőségét az állami szektoron belül. Ezek alapján szem előtt kell tartani az értékteremtést és produktivitást, amely a szakemberek továbbképzésének megvalósításával, a képességalapú felkészítés megteremtésével, és a törvényi szabályozásnak eleget téve kerülhet megvalósításra.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Farkas T., Hronyecz E.: *Basic information needs in disaster situations (capabilities and requirements)*. In: Bitay Enikő (szerk.) A XXI. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka előadásai, Kolozsvár 2016., 452.
- [2] Farkas T.: *A katasztrófavédelmi és válságkezelési tevékenységek általános elemzése az irányítás és az infokommunikációs támogatás tükrében*, Hadmérnök XI:(3) 2016, 135-148.
- [3] *Nemzeti Infokommunikációs Stratégia 2014-2020*. (Az infokommunikációs szektor fejlesztési stratégiája (2014-2020) v7.0), 2014.02.04., 11.
- [4] *Nemzeti Infokommunikációs Stratégia 2016. évi monitoring jelentése*, 2016, 162. http://www.kormany.hu/download/d/22/21000/NIS_monitoring_v%C3%A9gleges.pdf (letöltve: 2017.12.10.)
- [5] Bleszity J. [et al.]: *Műszaki kutatások és hatékony kormányzás*. Hadmérnök 10. évf. 3. szám (2016. szeptember), 221-242.
- [6] Boda J. [et al.]: *Fókusz és együttműködés. A hadtudomány kutatási feladatai*. Honvédségi Szemle 144. évf. 3. szám (2016/3.), 3-19.



„Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-4-III-NKE-76 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült”

VÁKUUM MÉRÉSÉRE ALKALMAS RENDSZER FEJLESZTÉSE HŐVEZETÉSEN ALAPULÓ ÉRZÉKELŐ ÉS ALACSONY KÖLTSÉGŰ BEÁGYAZOTT RENDSZER FELHASZNÁLÁSÁVAL

DEVELOPMENT OF A PRESSURE MEASURING UNIT BASED ON A THERMAL CONDUCTIVITY GAUGE AND A LOW COST EMBEDDED SOLUTION FOR MID-RANGE VACUUM APPLICATIONS

Fekete Albert-Zsombor¹, Jakab-Farkas László²

^{1,2}*Sapientia – Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Marosvásárhelyi Kar, 540485, Románia, Marosvásárhely, Segesvári út 1C; Tel. +40-766-649950, e-mail: ¹zsombor.fekete@tetronic.ro, ²jflaci@ms.sapientia.ro.*

Abstract

The study presents the development of a pressure measuring unit based on a Pirani gauge and a dedicated embedded system, incorporating a simple, low cost practical solution for reducing significantly the various measurement altering factors, such as drifts and offsets. This is achieved by eliminating the conventional differential analogue signal processing stage and by replacing it with a high resolution analog to digital converter. Therefore the goal was to minimize the number of the electronic components whose operation is influenced by the variation of the ambient temperature.

Keywords: *vacuum pressure, thermal conductivity gauge, low cost embedded solution, high resolution analog to digital converter, network connectivity.*

Összefoglalás

A tanulmány egy hővezetésen alapuló érzékelő és egy dedikált beágyazott rendszer segítségével megvalósított nyomásmérő rendszer tervezési lépéseit ismerteti, amely egy egyszerű, alacsony költségű gyakorlati megoldást biztosít a mérést befolyásoló drift és offset tényezők jelentős csökkentésére. A javasolt megoldás a hagyományos analóg differenciális jelfeldolgozó egységnek egy nagy felbontású analóg-digitális átalakítóval történő helyettesítését feltételezi. A kitűzött cél minimálisra csökkenteni azon elektronikai alkatrészek számát, amelyeknek működését befolyásolja a környezeti hőmérséklet változása.

Kulcsszavak: *vákuum-nyomás, hővezetésen alapuló érzékelő, alacsony költségű beágyazott rendszer, nagy felbontású analóg-digitális átalakító, hálózati kapcsolat.*

1. Bevezetés

A vákuum berendezések egyik legfontosabb eleme az evakuálási rendszer, melynek rendellenes működése a berendezés nem kívánt leállításához és esetenként a használt szivattyúk végérvényes meghibásodásához

vezethet. Ennek elkerülése érdekében, a vákuum-berendezések [2] működtetésének egyik legfontosabb feladata a nyomás megfelelő mérése és a vákuumszint felügyelete.

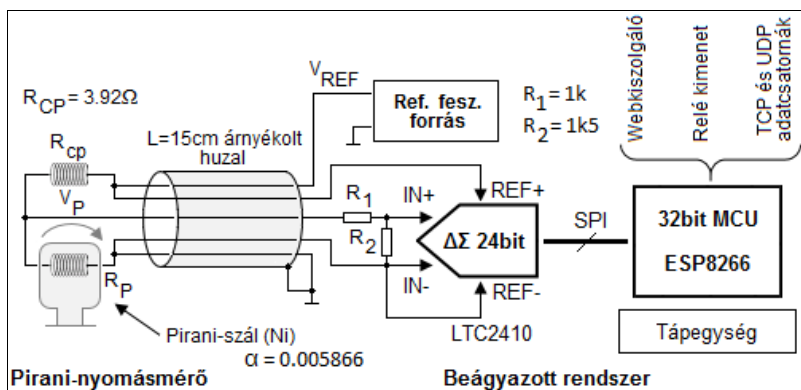
2. Hővezetésen alapuló érzékelő

A turbomolekuláris és a rotációs szivattyúk között lévő vákuumvonalak esetében rendszerint Pirani-nyomásmérőt alkalmaznak.

Az érzékelő működése a hőátadási és hővezetési tényezők nyomásfüggésén alapszik [1]. Az érzékelő fűtött izzószálának hőmérséklete egy egyensúlyi hőmérséklet, amelyet a termelt és leadott hőmennyiségek egyensúlya határoz meg. A gáz hővezető

képessége csökken a nyomáscsökkenéssel, így megváltozik a termikus egyensúlyi hőmérséklet és ezáltal a fűtőszál ellenállása is. Ez az ellenállás változás a nyomásváltozásnak tulajdonítható, ezért indirekt módon jelzi a nyomás értékét [1,4].

A mérőeszköz viszonylag széles nyomástartományban ($5 - 1 \cdot 10^{-4}$ Torr) használható. Az egyszerű és robusztus felépítésének köszönhetően minimális karbantartást igényel.

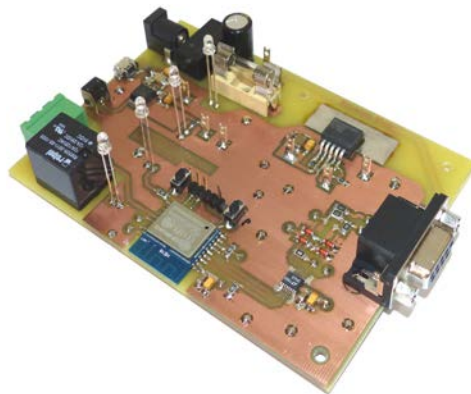


1. ábra. A mérőáramkör és a beágyazott rendszer egyszerűsített tömbrajza

3. A beágyazott rendszer

A cél egy alacsony költségű beágyazott rendszer (2. ábra) kialakítása volt, amely közvetlenül kapcsolódik a FAN Pirani mérőfej nikkel izzószálára (R_P) egy LTC2410 szigma-delta típusú [6] analóg-digitális átalakítóval (ADC). Ez a megközelítés (1. ábra) kiküszöböli a hagyományos differenciálerősítő fokozatot, minimalizálva az aktív komponensek számát, amelyek offsetet és driftet okozhatnak. Az átalakító hibahatára ebben az esetben csak 2.5ppm, míg a maximális bemeneti hőmérsékleti feszültség drift $10\text{nV}/^\circ\text{C}$ [6].

Az ADC egy szinkron soros interfészen (SPI) keresztül egy 80 MIPS-es, 32 bites ESP8266 típusú mikrovezérlőhöz (MCU) [5] csatlakozik. A mintavételi idő 500ms, és minden átalakítást az MCU kezdeményez.



2. ábra. A beágyazott rendszer prototípusa

A beágyazott rendszer vezeték nélküli hálózati kapcsolódást biztosít, lehetővé téve TCP és UDP adatcsatornák révén a távoli hozzáférést [2].

4. Mérések és kalibráció

A kalibrálási eljárást egy Pfeiffer Vacuum PKR251 [7] típusú teljes tartományú nyomásmérővel végeztük, melynek globális pontossága $\pm 30\%$. Mindkét mérőeszközt egy szabályozható nyomású vákuumkamrához illesztettük. A méréseket $q_{N_2}=4\text{SCCM}$ és $q_{Ar}=6\text{SCCM}$ hozamokkal kialakult gázkeverék, valamint 16bittes ADC felbontás mellett végeztük el. A különböző gázok hőkapacitása és hővezetési képessége eltérő [3], ezért a kalibrálási folyamatot célszerű a használt gázok jelenlétében végezni.

Figyelembe véve az ellenállás hőmérséklettől való függését, valamint a bemutatott áramkör feszültségegyenleteit, megbecsülhető a fűtőszál hőmérséklete (1) és a hőmérsékletváltozás felbontása (3) egy adott egyensúlyi állapotban.

$$T = \frac{V_P \cdot R_{CP}}{V_{REF} - V_P} + R_P' (\alpha \cdot T' - 1) \quad (1)$$

$$\alpha \cdot R_P'$$

ahol az R_P' ($3,72\Omega$) a Pirani-szál referenciaellenállása $T'=30\text{C}^\circ$ -on, α a nikkel

ellenállás hőmérsékleti együtthatója, míg V_P a feszültség az izzószálon (2)

$$V_P = \frac{ADC \cdot 0.5 \cdot V_{REF} \cdot (R_1 + R_2)}{R_2 \cdot (2^{16} - 1)} \quad (2)$$

A (3)-as összefüggés értelmében a felbontás növelhető a V_{REF} növelésével.

$$\Delta T = \Delta V_P \cdot \frac{R_{CP}}{V_{REF} \cdot \alpha} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{V_P}{V_{REF}}\right)^2} \quad (3)$$

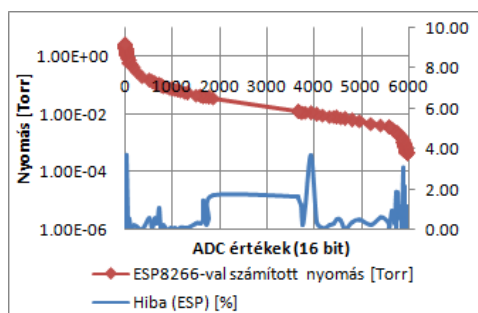
Gyakorlati úton meghatároztuk a V_{REF} értékét úgy, hogy a nyomástartomány alsó részén az AD konverzió kvantuma $\Delta p=1.5 \cdot 10^{-5}$ Torr nyomásváltozásnak feleljen meg. Ezáltal a $4 \cdot 10^{-4}$ Torr értékű végvákuum és a fent leírt eljárással kapott 194mV-os referenciafeszültség mellett az izzószál hőmérséklete (1) 95°C . Olajjal tömített rotációs szivattyúk esetében az olajgőzök a meleg Pirani-szál felületén lerakodnak, megváltoztatva a hőátadási paramétereit, ezért ajánlatos a lehető legalacsonyabb hőmérsékleten működtetni.

1. táblázat. Nyomás kalibrációs függvények FAN Pirani érzékelő számára 194mV-os referenciafeszültség, 16bittes felbontás, valamint Ar és N₂ gázkeverék használata esetében

Nyomás- tartomány [Torr]	Kalibrációs függvények: $p=f(x)$ [Torr], ahol $x=\text{ADC}$ érték – statikus offset	Átlaghi ba [%]	σ^2 [%]	Felbontás [Torr]
$2 \div 1$	$7.8046 \cdot 10^{-4} x^2 - 6.5190 \cdot 10^{-2} x + 2.5216$	1.25	0.74	$5.64 \cdot 10^{-2}$
$1 \div 8 \cdot 10^{-1}$	$-9.5460 \cdot 10^{-3} x + 1.4252$	0.25	0.01	$8.41 \cdot 10^{-3}$
$8 \cdot 10^{-1} \div 6 \cdot 10^{-1}$	$-5.1364 \cdot 10^{-3} x + 1.1067$	0.26	0.05	
$6 \cdot 10^{-1} \div 3 \cdot 10^{-1}$	$1.0198 \cdot 10^{-5} x^2 - 5.5330 \cdot 10^{-3} x + 1.0323$	0.18	0.01	
$3 \cdot 10^{-1} \div 1 \cdot 10^{-1}$	$4.5231 \cdot 10^{-7} x^2 - 7.4903 \cdot 10^{-4} x + 4.0840 \cdot 10^{-1}$	0.48	0.03	
$1 \cdot 10^{-1} \div 7 \cdot 10^{-2}$	$1.0020 \cdot 10^{-7} x^2 - 2.7747 \cdot 10^{-4} x + 2.4969 \cdot 10^{-1}$	0.08	0.01	$7.30 \cdot 10^{-5}$
$7 \cdot 10^{-2} \div 4 \cdot 10^{-2}$	$3.6922 \cdot 10^{-8} x^2 - 1.4581 \cdot 10^{-4} x + 1.8102 \cdot 10^{-1}$	0.24	0.02	
$4 \cdot 10^{-2} \div 1 \cdot 10^{-2}$	$4.4449 \cdot 10^{-9} x^2 - 3.7522 \cdot 10^{-5} x + 8.9687 \cdot 10^{-2}$	1.35	0.79	
$1 \cdot 10^{-2} \div 3 \cdot 10^{-3}$	$6.8013 \cdot 10^{-10} x^2 - 1.0591 \cdot 10^{-5} x + 4.1463 \cdot 10^{-2}$	0.37	0.05	
$3 \cdot 10^{-3} \div 1 \cdot 10^{-3}$	$-1.247 \cdot 10^{-8} x^2 + 1.3696 \cdot 10^{-4} x - 3.7305 \cdot 10^{-1}$	1.47	0.81	$5.03 \cdot 10^{-6}$
$1 \cdot 10^{-3} \div 6 \cdot 10^{-4}$	$-8.9454 \cdot 10^{-6} x + 5.3825 \cdot 10^{-2}$	0.53	0.06	$1.51 \cdot 10^{-5}$
$6 \cdot 10^{-4} \div 4 \cdot 10^{-4}$	$-6.9886 \cdot 10^{-8} x + 5.3825 \cdot 10^{-2}$	0.51	0.01	

Adott rendszerparaméterek mellett, a 12 részre osztott nyomástartomány mindenikében első, vagy másodrendű polinomfüggvénnyel közelítettük meg az AD konverzió kísérletileg meghatározott eredményét a nyomás függvényében (1. táblázat).

Meghatároztuk a beágyazott rendszeren implementált függvények kiszámításának pontosságát, valamint a különböző nyomástartományokban érvényes felbontásokat. Az átlaghiba, valamint a szórásnégyzet (σ^2) a számolt nyomás és a kalibráló mérőeszköz által mért nyomás közti eltérést adják meg. A kapott eredményeket az 1. táblázat és a 3. ábra tartalmazza.



3. ábra. ESP8266 típusú beágyazott rendszerrel számolt nyomás és az elért pontosság

5. Szoftver kialakítás

Bár az MCU egy 32 bites architektúrát tartalmaz, a fejlesztési környezet úgy a *double*, mint a *float* változótípust 7 tizedesre korlátozza. Ez azt eredményezi, hogy a különböző kalibrációs függvények pontossága jelentősen lecsökken.

A javasolt megoldás egy dedikált könyvtár [8] használatát feltételezi, amely a tizedesek számát 16-ra növeli. Ezzel arányosan megemelkednek a rendszerkövetelmények is. A maximális tapasztalt végrehajtási idő 4ms, amely 0.8%-a a mintavételi időnek.

6. Következtetések

A kifejlesztett rendszer egy viszonylag egyszerű és alacsony költségű megoldást kínál Pirani nyomásmérők működtetésére. Lehetőség nyílik a működési paraméterek optimalizálására az alkalmazási terület és a nyomástartomány ismeretében.

Ugyanakkor létfontosságú biztonsági elemként is szolgál, amely képes érzékelni a nyomásvesztést és az evakuálási rendszer egyes működési rendellenességeit.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti Szöllösi Istvánt és a *Thin Solid Films Research Group* (TSFRG) munkatársait a fejlesztési munka során nyújtott segítségükért.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] P. K. Weng and J. S. Shie: *Micro-Pirani vacuum gauge*. Review of Scientific Instruments, vol. 65, pp. 492-499, 1994.
- [2] A.-Z. Fekete, A. Kelemen, and L. Jakab-Farkas: *Multilevel Distributed Embedded System for Control of the DC Magnetron Sputtering Process*. Acta Universitatis Sapientiae Electrical and Mechanical Engineering, vol. 9, pp. 43-55, 2017.
- [3] K. Toshio, H. Tadahiko, N. Yohta, and T. Hiroyuki: *Sensitivity Coefficients of Pirani Gauge for Various Atoms and Molecules* Japanese Journal of Applied Physics, vol. 37, p. 369, 1998.
- [4] T. Brun, D. Mercier, A. Koumela, C. Marcoux, and L. Duraffourg: *Silicon nanowire based Pirani sensor for vacuum measurements*. Applied Physics Letters, vol. 101, p. 183506, 2012.
- [5] Espressif: *ESP-WROOM-02*. ESP8266 adatlap, 2017 (verzió: 2.5).
- [6] Linear Technology: *24-Bit No Latency $\Delta\Sigma$ ™ ADC with Differential Input and Differential Reference*. LTC2410 adatlap, 2000 (REV A).
- [7] Pfeiffer Vacuum: *Compact Full Range™ Gauge*. PKR251 adatlap, 2008-04.
- [8] N. Gammon: *BigNumber* könyvtár: <https://github.com/nickgammon/BigNumber> (2018.02.10).

MODERN, NOSQL ADATBÁZISOK MŰKÖDÉSÉNEK AZ ÁTTEKINTÉSE. ESETTANULMÁNY: APACHE CASSANDRA

MODERN, NOSQL DATABASE OF THE OPERATION OVERVIEW. CASE STUDY: APACHE CASSANDRA

Ferencz Katalin

*Sapientia EMTE Marosvásárhelyi Kar, Villamosmérnöki tanszék, Számítástechnika szak, 540485, Románia, Marosvásárhely/Koronka, 1/C szám;
 ferenczkatalin@yahoo.com*

Abstract

The spread of IoT devices make possible to collect an enormous amount of data. Traditional SQL (structured query language) database management systems are not suitable for storing this type of data. For this task, distributed database management systems are the most appropriate. Apache Cassandra is an open source, distributed database server software that stores large amounts of data on low-coast servers, providing high availability. The Cassandra uses the gossip protocol to exchange information between the distributed servers. The query language used is the CQL.

In this paper I present an alternative solution to traditional SQL-based database management systems, the so called NoSQL type database management systems, I summarize the main types of these systems and I provide a detailed description of the Apache Cassandra open source distributed database server installation, configuration and operation.

Keywords: *database, NoSQL, distributed, Cassandra, CQL.*

Összefoglalás

Az IoT eszközök elterjedése hatalmas mennyiségű adatbegyűjtésre ad lehetőséget. A hagyományos SQL (Structured Query Language) alapú adatbáziskezelő rendszerek nem megfelelőek az ilyen típusú adatok tárolására. Ehhez a feladathoz az osztott adatbáziskezelő rendszerek a legmegfelelőbbek. Az Apache Cassandra egy nyílt forráskódú elosztott adatbázisszerver szoftver, amelyet arra terveztek, hogy nagy mennyiségű adatot tároljon alacsony költségű szervereken, magas rendelkezésre állást szolgáltatva. A Cassandra gossip protokollt használ arra, hogy az osztott rendszert alkotó szerverek információt osszanak meg egymással. Lekérdezőnyelve a CQL.

A jelen dolgozatban bemutatom a hagyományos, SQL alapú adatbáziskezelő rendszerek egy alternatíváját, a NoSQL típusú adatbáziskezelő rendszereket, összefoglalom ezeknek a rendszereknek a fő típusait illetve részletesen kitérek az Apache Cassandra nyílt forráskódú elosztott adatbázisszerver telepítésére, konfigurálására és működésére.

Kulcsszavak: *adatbázis, NoSQL, elosztott, Cassandra, CQL.*

1. Bevezetés

A mai gyorsan fejlődő világunk legfontosabb jellemzője, hogy a minket körülvevő

környezetet folyamatosan megfigyeljük, információkat gyűjtünk, tárolunk el és dolgozunk fel. A környezetünk feltérképezésére különböző intelligens szenzorokat és

Internetre csatlakoztatott eszközöket használunk. Ezek folyamatosan küldenek adatokat, melyeket a felhasználók szemszögéből “valahol” a “felhőben” tárolunk. Az ilyen alkalmazásokat fejlesztő szakemberek számára azonban jelentős kihívást jelent a “felhőben” való tárolás hatékony megtervezése és gyakorlati megvalósítása.

A kutatás során fő célunk beüzemelni egy több számítógépből álló, osztott adatbázis rendszert és naplózni különféle IoT eszközök szenzoradatait. Gyakorlatban is igazolni szeretnénk, hogy egy olyan informatikai rendszer fejleszthető, amely alkalmas a nagy mennyiségű adatok tárolására és megfelelő feldolgozására.

2. Adatbáziskezelő rendszerek

Az IoT gyors fejlődési szakaszának indulása előtt a legelterjedtebb adatbáziskezelő rendszerek SQL alapú rendszerek voltak. Viszont ez a fejlődés magával hozta az adatbázisok továbbfejlesztését is. Így a 2000-es évek elején kezdtek fejleszteni a NoSQL (Not only SQL) lekérdező nyelvet, mely az SQL alapú adatbázisoktól az adatok tárolásában és lekérdezésében különbözik. A NoSQL főként osztott adatbázisnak nevezhető, és megoldja az SQL adatbázisok azon problémáját, hogy az adatokat csak egy számítógépen lehet tárolni, így lehetőséget ad a felhőben való tárolásra. Nagyon fontos tulajdonsága, hogy dinamikus sémája van a struktúrálatlan adatok számára és horizontálisan skálázható, ami azt jelenti, hogy újabb gépek és szerverek hozzákapcsolásával nagyobb forgalmat is akadálymentesen tudnak kezelni.

A NoSQL adatbázisok esetében az adatok tárolására négy különböző módot lehet alkalmazni:

- **kulcs/érték tárolók**, melyek a kulcsokat és a hozzájuk rendelt értékeket tárolják;
- **dokumentumtárolók**, melyekben félig strukturált adatokat tudunk tárolni;

- **oszloptárolók**, melyek a táblán belül egymás után tárolják a sorokat;

- **gráf tárolók**, melyek esetében az adatok gráfként jól modellezhetőek és az adatok határozatlan számú kapcsolattal vannak összekötve.

Az internet általános elterjedésével, a szenzorok megjelenésével a Big Data korát éljük, vagyis nagyszámú felhasználó hozhat létre és férhet hozzá hatalmas nagy mennyiségű információhoz. Emiatt a Big Data alkalmazásoknak három kihívása van, melyre a NoSQL próbálja megadni a megoldást. Ezt a probléma hármast 3V-nek is szokták nevezni, vagyis: volume – velocity – variety.

1. táblázat. A legelterjedtebb NoSQL típusú adatbáziskezelő rendszerek [1]

Név	Adatmodell	Használja
Cassandra	Kulcs-érték és oszlopos adatmodell hibrid; Cassandra lekérdező-nyelv;	CERN, eBay, Netflix, GitHub
Redis	Kulcs-érték pár, összetett típusok	Twitter, GitHub, Flickr, Stack Overflow
Voldemort	Összetett kulcs-érték objektumok	LinkedIn
DynamoDB	Dokumentum és kulcs-érték modell	Amazon, BMW
Allegro Graph	RDF-Resource Description Framework, gráf adatbázis	Stanford, IBM, Ford, Siemens, NASA
Memcached	Nincs replikáció és perzisztencia	Wikipédia

A NoSQL típusú rendszerek lemondanak az azonnali konzisztenciáról (következetesség, ellentmondás-mentesség), mert az a fő koncepciójuk, hogy több számítógép legyen egy adatbázishoz hozzárendelve. Ha

meghibásodik valamelyik szerver, akkor átkapcsolnak egy másik szerverre, így maximális rendelkezésre állás van biztosítva. A CAP teóriával próbálják leírni a NoSQL tulajdonságait: consistency – availability – partition tolerance.[2]

A napjainkban legelterjedtebb NoSQL típusú adatbáziskezelő rendszereket az

1. táblázatban van összefoglalva.

A táblázatba foglalt adatbáziskezelő rendszerek közül a kutatásom során az Apache Cassandra rendszert használjuk, mivel széles körben elterjedt, nyílt forráskódú, jól dokumentált és számos API van már hozzá fejlesztve.

3. Apache Cassandra

Az Apache Cassandra egy C/C++ nyelven fejlesztett, nyílt forráskódú elosztott adatbázisszerver szoftver, melynek az a célja, hogy nagy mennyiségű adatot tároljon alacsony költségű szervereken, magas rendelkezésre állást biztosítva. A Cassandra fejlesztését az Amazon DynamoDB fejlesztőjeként ismert Avinash Lakshman és Prashant Malik kezdte a Facebook-nál, így nem meglepő, hogy főleg az Amazon DynamoDB architektúráját és elképzelését követi. 2009. márciustól az Apache inkubátor tagja. [3]

A Cassandra támogatja a több adatközponton működő fürtök (klaszter) működését. A struktúrájában használt adatmodell a kulcs-érték és az oszlopos adatmodell hibridje. Két kulcs pontja van egy Cassandra rendszernek: az adat partíció és az adat modell.

Az adatbiztonság miatt az adatok több gépen is tárolásra kerülnek, így az egyik gépről a másikra át kell szinkronizálni az adatokat.

Az Apache Cassandra fő tulajdonságai:

- Elosztott rendszer: több számítógép van a hálózatban, és ezek össze vannak kötve.
- Decentralizált: nagyon fontos tulajdonsága a Cassandrának, mivel ez különbözteti

meg a többi adatbáziskezelőtől. Ennek értelmében nem master-slave alapú, nincs Single Point Failure, vagyis ha egy része megsérül, a teljes rendszer nem omlik össze és elérhetőek lesznek az adatok. Ez annak köszönhető, hogy gyűrű topológia jellemzi, adatközpontok vannak, és egy adatközponton belül minden csomópont (node) azonos értékű.

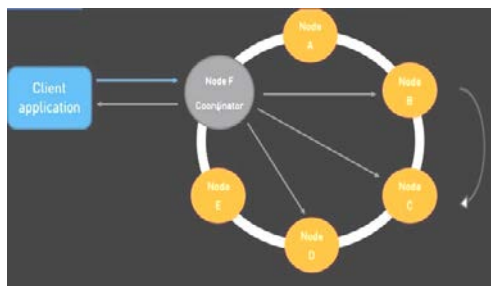
- Hibatűrő: az adatok legalább 3 számítógépen tárolva vannak, így nincs adatvesztés.
- Magas rendelkezésre állás.
- Rugalmasan skálázható: ha megnövekszik a terhelés egy rendszeren és bővíteni kell, ezt észrevétlenül meg tudjuk oldani, úgy, hogy új node-ot adunk hozzá.
- Lineárisan skálázható: ha a node-ok számát megduplázzuk, az adatbáziskezelő áteresztőképessége is megduplázódik.
- Hangolható konzisztencia: a rendelkezésre állás rovására lehet erősíteni a konzisztenciát.

Egy Cassandra klaszter kialakítható több fizikai számítógépből vagy több virtuális gépből, melyeket hálózatba kapcsolunk. Mivel a hálózatban más számítógépek is lehetnek, a klaszter tagjai a rajtuk megtalálható konfigurációs állomány beállításai alapján fogják tudni, hogy melyik node tartozik a klaszterbe. A klaszter tagjai Gossip protokollt használnak az egymással való kommunikáció lebonyolítására. A klaszter konfigurációjának a kialakítására egy másik protokollt is használnak: ez a Snitch, melynek segítségével megadható, hogy egy adott node a klaszterből melyik adatközponthoz és rack-hez tartozik.

Miután a Gossip és a Snitch protokoll beállításainak segítségével felépül a klaszter, annak érdekében, hogy a rendszer hibatűrő és magas rendelkezésre álló legyen, definiálni kell az adatok elhelyezkedését, vagyis meg kell határozzuk, hogy egy adatok melyik node-on vagy node-okon legyenek eltárolva. A magas rendelkezésre állás

érdekében az szükséges, hogy egy adat több node-on is el legyen tárolva.

A hibátűrés és a magas rendelkezésre állás abból következik, hogy replikáljuk az adatokat, általában minimum három replika kell legyen. Ez azt jelenti, hogy kiszámoltunk egy adott token-t az adott partíciós kulcshoz, ezzel meghatároztuk, hogy melyik node fogja azt a partíciót tárolni, viszont a gyűrűben az óramutató járásával megegyező következő két (ha a replication_factor: 3) node is fogja tárolni ezt a partíciót.



1. ábra. Cassandra replikáció

Az ábrán látható, hogy a kliens ír egy adatot az adatközpontba és mivel az adott adatért a B node a felelős, így a mellette lévő 2 node is tárolni fogja. Megfigyelhetjük, hogy a kliens alkalmazás az F node-al kommunikál, így ő lesz most a koordinátor, de bármelyik másik node-al kommunikálhatna, abban az esetben az a node válna koordinátorrá, mivel a node-ok egyenrangúak.

Egy másik fontos tulajdonsága a Cassandra-nak, hogy tudjuk szabályozni a konzisztencia szintet, mely segítségével azt határozzuk meg, hogy a replikák közül hány kell sikeres legyen írásnál vagy olvasásnál. Alapértelmezetten három értéket vehet fel:

- ONE: elegendő, ha egy node visszajelez;
- ALL: minden node-nak választ kell adni;
- QUORUM: a többség választ kell adjon.

Azonnali konzisztencia abban az esetben érhető el, ha az írás és olvasás konzisztencia szintek összege nagyobb, mint a replikációs faktor.

A Cassandra Query Language (CQL) az elsődleges nyelv, amely segítségével kommunikálni tudunk az Apache Cassandra adatbázissal. A Cassandra-val való interakció legegyszerűbb módja a CQL shell, a **cqlsh**. Ennek használatával kulcstereket és táblákat hozhatunk létre, beszűrhatunk új információkat és lekérdezhethetünk táblákat, valamint még sok más műveletet végrehajtható.

A CQL számos beépített adattípust kínál, beleértve a gyűjteménytípusokat is. Ezeken kívül lehetőséget ad a felhasználónak saját, egyedi adattípusok létrehozására is.

4. Összegzés

Munkánk eredményeként egy olyan ismeretanyagot állítottunk össze, amely segítségével könnyen meg lehet tanulni a CQL lekérdezőnyelvet, meg lehet érteni a Cassandra NoSQL adatbázis működését, illetve ki lehet alakítani egy néhány node-ból álló Cassandra klasztert. Ezt az oktatási célokra kidolgozott ismeretanyagot felhasználva könnyedén elvégezhetőek a szokásos adatbázis műveletek: létrehozás, beírás, lekérdezés, módosítás, törlés.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] N.Q.Mehmood, R.Culmone, L. Mostarda: *Modeling temporal aspects of sensor data for MongoDB NoSQL database*, J Big Data (2017) 4:8
- [2] <https://en.wikipedia.org/wiki/NoSQL>
- [3] <http://cassandra.apache.org>

AZ IPAR 4.0 ÉS A DIGITALIZÁCIÓ KOCKÁZATAI

INDUSTRY 4.0 AND THE RISKS OF DIGITIZATION

Fregan Beatrix¹, Kocsis István², Rajnai Zoltán³

¹Nemzeti Közsolgálati Egyetem, fregan.beatrix@uni-nke.hu

^{2,3}Óbudai Egyetem, Biztonságtudományi Doktori Iskola, Budapest,

²kocsis.instvan@phd.uni-obuda.hu

³rajnai.zoltan@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

Itt Industry 4.0 is considered as the digital transformation of manufacturing. Changes due to digitalization are running at a continuously accelerating speed, developments change our whole world, including production and labor market completely. An overview of labor market effect of overall digitalization is provided. Predictions, and forecasts for labor market phenomena due to robotization is given in terms of overall changes of employment. Changes in employment structure are influenced by several factors of computerizability of the individual work activities of various jobs.

Keywords: Industry 4.0, digitalization, automation, robotization, artificial intelligence, human resources, labor market, education.

Összefoglalás

A digitalizáció átalakítja a világot. Az Ipar 4.0, a gyártás digitalis átalakulása átalakítja a munkaerőpiacot. A negyedik ipari forradalom gyors műszaki fejlődése hatalmas kihívások elé állítja a társadalmat és a politikai vezetőket.

Azzal kell-e szembenéznünk, hogy az intelligens automatizáció, a robotizáció, vagy hosszabb távon a mesterséges intelligencia csökkenti a foglalkoztatást, és végül versenyképtelenné teszi az emberi munkaerőt a gépekkel szemben?

Kulcsszavak: Ipar 4.0, digitalizáció, automatizálás, mesterséges intelligencia, emberi erőforrás, munkaerőpia, oktatás.

1. Bevezetés

Az Ipar 4.0 típusú megoldások a fejlett gazdaságokban a munkahelyek egyre nagyobb részét érintik. A jövő gyártási módszerei, folyamatai és a digitális gazdaság az emberi erőforrások iránti szükségletet gyökeresen átalakítják. Jelentősen csökken,

vagy éppen megszűnik a kereslet számos munkakör iránt. Feltételezhető azonban, hogy ezzel egyidejűleg az új műszaki környezet, az új üzleti modellek és az új társadalmi kihívások nem csak a jelenlegi munkahelyeket és munkaköröket alakítják át, hanem új munkahelyeket is teremtenek. Ezen folyamat során új típusú, korábban

nem létező munkakörök és szerepek létrejötte is várható.

A digitalizáció által húzott gyorsan és állandóan változó világ feltételei között lehetetlen ezen folyamatok hosszú távú egyensúlyát megjósolni. Ezért ebben a környezetben a hosszú távú előrejelzéseken alapuló döntéshozatal ezért nem oldhatja meg sem a munkaerőpiac kérdéseit, sem a társadalmi kihívásokat. A társadalom jellemzően sokkal lassabban alkalmazkodik a változásokhoz. Ennek következtében egy legalább egyensúly közeli állandósult dinamikus egyensúlyi állapot fennmaradása is kérdéses lehet, illetve ennek fenntartása a komoly zavarok, vagy éppen az összeomlás elkerülésére is komoly kihívást jelent.

A termelésnek a fejlett országokból a fejlődő országok való kihelyezése az európai munkahelyek számának csökkenéséhez vezetett. Nyugat-Európában a 15%-osra becsült GDP-arányos ipari termelés szintjén mintegy 5 millió ipari munkahely szűnt meg az elmúlt 15 év során [1].

2. A digitalizáció hatásai

A digitalizáció eredményeképpen az információ globálisan nagy mennyiségben, nagyon kis késleltetéssel rendelkezésre áll. A globális jelenségek sokkal erősebben hatnak a piaci versenyre, mint bármikor korábban.

A munkaerőpiaci polarizáció erősödését jelzi, hogy a foglalkoztatás az alacsony, illetve a magas bérkategóriájú munkakörökben növekszik, és a közepes bérek szegmensében csökken [2]. A nehezen helyettesíthető munkatársak magas béreket tudnak kiharcolni. Az alacsony bérezésű munkákat gyakorlatilag bárki elvégezheti.

3. Előrejelzések

A történelmi tapasztalat azt mutatja, hogy a társadalom a termelőerők jelentős átrendeződését, az ipari forradalmakat csak hosszabb idő alatt tudja követni. Ez a kö-

rülmény gazdasági és társadalmi válságokhoz, esetleg összeomláshoz vezetett.

Az Európai Bizottság tanulmánya [3] szerint a digitalizáció munkaerőpiaci hatásai a következő tényezők alapján vizsgálhatók: a munkaerőpiac dinamikája; munkakörülmények változása; a szükséges ismeretek; az EU és a tagállamok politikái. Új munkahelyek létrejöttét többek között a következő tényezők eredményezhetik: új termékek, termelőeszközök és szolgáltatások kifejlesztése; a versenyképesség javulása.

Az Ipar 4.0 a versenyképességnek olyan új modelljét hozhatja, melynek mozdulatrugói az automatizáció és a robotizáció, vagyis belföldön is elkerülhetővé válhatnak a magas bérköltségek. Az új műszaki megoldásokba, új termékekbe és szolgáltatásokba való befektetés eredményezheti a pozitív hatásokat, melyek mintegy 10 millió új munkahelyet hozhatnak létre Németországban. Vagyis a felállított modell előrejelzése szerint az Ipar 4.0 megoldások növekvő bevezetése mellett kismértékű pozitív mérleget lehet felállítani. [4]

A BCG modellszámításai szerint, amennyiben az Ipar 4.0-nak köszönhetően mintegy 0,5 és 1,5 százalék közötti bevétel-növekedési forgatókönyvekkel számolnak, az ipari foglalkoztatás változása az 1,8 milliós csökkenés és a 6 milliós növekedés között prognosztizálható Németországban a 2015 és 2025 közötti időszakban.

4. Válaszok a vállalati emberi erőforrás-gazdálkodásban

A gyors és újszerű munkaerőpiaci változásokra a vállalatoknak az emberi erőforrásaikkal kapcsolatos intézkedéseik során reagálniuk kell. A vállalatok számára javasolt munkaerőpiaci stratégia és intézkedési terv legfontosabb elemei az alábbiak:

- Az emberi erőforrások stratégiai tervezése.
- Az Ipar 4.0-ra irányuló munkaerő toborzása.
- Felkészülés a tehetség iránti versenyre.

- A munkatársak megtartása és átképzése.
- Új szervezeti és munkavégzési modellek kialakítása.

4.1. Oktatás és képzés

A munkaerőpiaci követelmények és az elérhető munkaerő között tudásban, képzettségben jelentős szakadék van. A becslések alapján informatikai szakemberekből különösen nagy hiány tapasztalható: EU szinten 850 000, Németországban 120 000, Magyarországon mintegy 22 000 informatikus hiányzik a munkaerőpiacról.

A digitalizáció következtében várható változásokra válaszul az oktatási rendszert az alábbi intézkedésekkel javasolják átalakítani. [5]

- A matematikai, természettudományos, mérnöki és informatikai (MTMI, amerikai használatú betűszóval STEM) szakokon való oktatás erősítését, mindenek előtt a hallgatói létszámok növelését ezeken a szakokon.
- Rugalmasabb, szélesebb körű tudás és készségek kialakítása az oktatási rendszerben, hogy a végzett szakemberek jobban alkalmazkodhassanak a változó és sok esetben összetett munkahelyi szerepekhez.
- Új képzések indítása, a meglévő tananyagok rendszeres frissítése, beleértve az interdiszciplináris szakokat is.
- Új képzési formák bevezetése, beleértve az élethosszig való tanulási modellt; nyílt és on-line képzéseket; az oktatási és a vállalati szféra együttműködésével folyó oktatást;

4.2. Most és 2030 után

A jelenlegi elképzelések, stratégiák, tervek, becslések és jóslatok időtávlatai általában 2025-ig, 2030-ig terjednek. Milyen megfontolásokat vethetünk fel az ezt követő időkre?

Hagyományosan az ember és ember közötti verseny az olcsó munkaerő iránti

igényből indult ki, mely a munkaerő regionális és globális területi átrendeződéséhez vezet. A folyamat természetesen területi egyenlőtlenségeket hoz létre.

A magas képzettségű, a legújabb technológiákat ismerő, azokban gyakorlott munkatársak iránti igény átrendezi a jövedelmek eloszlását. A társadalmi rétegek és csoportok közötti jövedelemegyenlőtlenségek feszültségeket gerjesztenek, társadalmi és politikai problémákat okoznak.

A gépeknek az emberrel folytatott versenye azzal kezdődött, hogy erősebbekké és gyorsabbakká váltak az embernél. Pontosak, sosem betegek, nincsenek személyes igényeik. Ahogyan az a történelemből ismert, az embernek gépekkel való helyettesítése a fizikai munkában számos esetben társadalmi problémákhoz vezetett. De továbbra is megőrizte az ember az intelligens munkát, mint saját, kizárólagos területét.

Ha azonban a gépek intelligensebbekké válnak az embernél, a szellemi munka végzése is jelentős mértékben áttevődhet az emberről az intelligens gépekre, az emberi munka végső esetben feleslegessé válhat. A mesterséges intelligencia fejlesztése nagy lehetőség és komoly fenyegetés egyben:

“A mesterséges intelligencia lesz az utolsó találmányunk?” (J. Barratt)

“Nagyon oda kell figyelnünk a mesterséges intelligenciára, mert az több veszélyt rejt, mint az atomfegyverek” (Elon Musk, Tesla Motors)

A szingularitás az időpont, amikor a mesterséges intelligencia meghaladja az emberi intelligenciát. Az eddigi becslések ezt az időpontot 2040 és 2100 közé helyezték.

Egy, az Oxford Martin Program keretében az Egyesült Államokban végzett felmérés [6] azt kutatta, hogy egyes szakmák munkahelyeit mennyire veszélyezteti a számítógépesítés (és automatizálás). 702 szakma számítógépesíthetőségének valószínűségi listáját állították össze, és azonosították a számítógépesítés által leginkább

fenyegetett foglalkozásokat. A felmérés összefoglaló eredménye szerint a következő 10-20 évben az Egyesült Államok munkahelyeinek 47 százaléka kerülhet veszélybe. A gépek általi helyettesíthetőség ellen a felmérés szerint az adott foglalkozást az védheti legjobban, ha annak végzése során finom érzékelés és mozgás; kreatív intelligencia (eredetiség, művészet); társadalmi intelligencia (érzékenység, tárgyalási gyakorlat, együttműködési készség) szükséges.

Az eredményt csak a tudomány és a technológia jelenlegi színvonalán lehet értelmezni. A helyes kérdésfeltevés valószínűleg nem az, hogy az ember helyettesíthető-e egy adott munkaterületen. Valószínűleg csak idő kérdése.

Láttuk, hogy az előrejelzések új típusú munkahelyek létrejöttét is jósolták. A gyakorlati kérdés az, hogy a létrejövő munkahelyek száma kiegyenlíti-e a megszűnő munkahelyekét, fenntartható-e ez az egyensúly folyamatosan, illetve fenntartható-e ez a munkahelyteremtő folyamat a robotok folyamatosan javuló versenyképessége mellett is.

5. Összegzés

Az Ipar 4.0 és a digitalizáció új típusú foglalkozásokat teremt és a jelenlegi munkaköröket is megváltoztatja. Az automatizáció előretörése és a termelékenység javulása munkahelyek megszűnését, illetve más régiókba való áthelyeződését is eredményezi. Megbízható előrejelzést készíteni a gyorsan változó, és a változások szabályszerűségeit is változtató környezetben lehetetlennek tűnik, de modellek kidolgozása segíthet a folyamatok mélyebb megértésében.

A digitalizáció a műszaki fejlődéssel párhuzamosan az egyes ágazatokban és az egyes szakmákban eltérő sebességgel zajlik.

A munkaerőpiacon az előrejelzések alapján várható, hogy a legmagasabb kép-

zettséget, illetve egyes speciális készségeket igénylő foglalkozásokban az emberi munkaerő intelligens gépekkel történő helyettesítése jelenleg a legkevésbé valószínű, illetve ezeken a területeken várható a foglalkoztatás növekedése is. A közepes bérkategóriákban legnagyobb az emberi munka helyettesítésének valószínűsége, illetve a foglalkoztatás ezeken a területeken csökken, vagy stagnál.

A digitalizáció, és hosszabb távon kifejezetten a mesterséges intelligencia nagy lehetőségeket, kihívásokat és kockázatokat rejt. A digitális átalakulással jellemezhető versenynek lehetnek nyertesei és vesztesei minden szinten: az egyének, a vállalatok, a foglalkozások, az ágazatok, az országok, a kormányok, a társadalom szintjén. A kihívások és a kockázatok kezelése minden érdekelt közös felelőssége.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Roland Berger consultants: *The Industry 4.0 transition quantified Think Act. Beyond the mainstream.* (Roland Berger GmbH., München, Németország, 2016)
- [2] Autor, D.H.: *Polanyi's Paradox and the Shape of Employment Growth* (NBER Working Paper 20485. National Bureau of Economic Research. US. 2014)
- [3] *Employment and skills aspects of the Digital Single Market strategy.* ISBN 978-92-823-8377-3 (Európai Bizottság, DG for Internal Policies. 2015)
- [4] The Boston Consulting Group: *Man and Machine in Industry 4.0 – How will technology transform the industrial workforce through 2025?* (Boston Consulting Group. 2015)
- [5] *The future of work: Digitalisation in the US labour market* ISBN 978-92-823-9002-3 (Európai Bizottság, DG for Internal Policies. 2016)
- [6] Frey, C.B., Osborn, M.A.: *The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation?* (Oxford Martin Programme, Oxford University. 2013)

PNEUMATIKUS MEGHAJTÁSÚ TANULMÁNYAUTÓ VESZTESÉGEINEK ELEMZÉSE

LOSSES ANALYSES FOR PNEUMATIC DRIVEN CONCEPT VEHICLES

Gábora András¹, Sipos Kristóf Balázs², Lovadi Gyula Dávid³, Szántó Attila⁴, Szíki Gusztáv Áron⁵, Borzan Marian⁶

¹Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca, 2-4; Telefon: +36-52-415-155/77813, +36-30-9696952 andrasgabora@eng.unideb.hu

²Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca, 2-4, siposk94@gmail.com

³Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca, 2-4, lovadidavid@gmail.com

⁴Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca, 2-4, szanto.attila93@gmail.com

⁵Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Műszaki Alaptárgyi Tanszék, 4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca, 2-4, szikig@eng.unideb.hu

⁶Kolozsvári Műszaki Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gépgyártástechnológiai Tanszék, 400671, Románia, Kolozsvár, B-dul Muncii 103-105, mborzan@yahoo.com

Abstract

The Faculty of Engineering, University of Debrecen has a more than ten-year-long experience in developing vehicles with pneumatic drive. It is an increasing challenge for the teams to improve the performance of the vehicles with rules becoming stricter and stricter year after year. Recently a student team of the Faculty of Engineering started to develop a telemetric system to support the other student teams taking part in this or other competitions and improve the possibility of their successful racing in this way.

Keywords: *pneumobile, pneumatics, losses, telemetry.*

Összefoglalás

A Debreceni Egyetem Műszaki Karán több mint tíz éve készítenek pneumatikus meghajtású tanulmányautókat. Minden évben egyre nagyobb kihívásokat jelent az, hogy a folyamatosan szigorodó szabályok mellett a csapatok javítani tudjanak a pneumobilok teljesítményén. Az idei évben a Műszaki karon egy hallgatócsapat elkezdett kidolgozni egy új koncepciót, melynek célja, hogy egy telemetriai rendszerből és laboratóriumi mérési eljárásból álló támogató feladatot lássanak el, amivel a versenyen és más versenyeken résztvevő többi csapatok sikerességét tudják javítani.

Kulcsszavak: *pneumobil, pneumatika, veszteség, telemetria.*

1. Pneumobil versenyek bemutatása

2008 óta minden évben megrendezésre kerül az Aventics által szervezett nemzetközi Pneumobil verseny [1]. Ezen a versenyen a Debreceni Egyetem Műszaki Karának hallgatói minden évben képviseltetik magukat. A verseny három különböző típusú versenyszámból épül fel. Az ügyességi versenyszámban mindig más kialakítású pályán kell a versenyzőknek teljesíteni. A távolsági futamon mindenkinek azonos mennyiségű energiával kell a lehető legnagyobb távolságot megtenni úgy, hogy az átlagsebességük 15 km/h felett legyen. Az utolsó versenyszám a gyorsasági futam, ahol 220 méternyi távolságot a lehető legrövidebb idő alatt kell teljesíteni a csapatoknak. Minden versenyszámhoz a csapatoknak egy 10 liter térfogatú, 100 bar nyomású levegővel vagy nitrogénnel töltött palack áll a rendelkezésükre. Az elmúlt több mint tíz évben hatalmas fejlődést mutattak a csapatok mindhárom versenyszámban úgy, hogy a versenyen rendelkezésükre álló energia mennyisége nem változott. Minden versenyszámban hatalmas fejlődést mutattak az induló csapatok. A távolsági futamban az első években az átlagos megtett távolság 3-4 km között alakult a csapatoknál, mára a rekordot 12990 m-el a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem csapata tartja. Mivel a verseny során a csapatoknak azonos mennyiségű energia áll a rendelkezésre, ezért a veszteségek pontos ismerete elengedhetetlen a sikeres versenyzés érdekében. Ezeknek a veszteségeknek a meghatározásához széleskörű mérnöki ismeretek szükségesek köszönhetően a pneumobilok komplex felépítésének.

2. Pneumatikus meghajtású tanulmányautó bemutatása

A további vizsgálatokhoz fontos, hogy megismerjük a pneumobilok általános fel-

építését. A bemutatásra kerülő pneumobil a Debreceni Egyetem Műszaki Karán készült a 2015-ös tanévben. A jármű tervezésénél figyelembe vettük, hogy a korábbi versenyeken milyen kialakítású járművek szerepeltek jól, illetve a legeredményesebben. A rendelkezésre álló statisztikai adatok alapján megállapítható, hogy általában a legeredményesebb pneumobilok PLC vezérlésűek, és motorjuk alternáló felépítésű, szerkezeti kialakítását tekintve két kormányzott kerékkel rendelkeznek, és hátsó-kerék meghajtásúak [2]. Ezeknek a paramétereknek a figyelembevételével a hallgatók által elkészült pneumobil jármű paraméterei és kialakítása az alábbi táblázatban és ábrán látható.

1. táblázat Pneumobil paraméterek

Magasság	930 mm
Szélesség	1100 mm
Hosszúság	2150 mm
Tengelytáv	1350 mm
Tömeg (pilóta nélkül)	100 kg
Hajtás típusa	fogasléces



1. ábra. Pneumobil kialakítása

3. Veszteségtényezők feltárása

Mint azt korábban említettük a pneumobil járművek felépítése rendkívül komplex, ezért a szakirodalom széleskörű

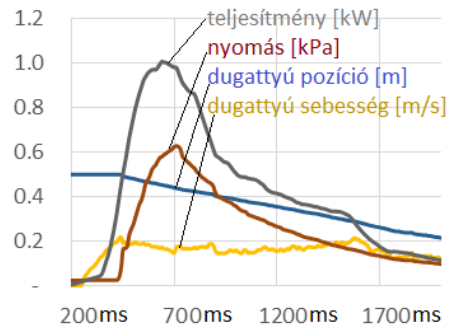
áttekintése szükséges a veszteségek meghatározásához. Hagyományos felépítésű autókkal a szakirodalom részletesen foglalkozik, azonban ezeknek a mérési eljárásoknak az átültetése egy pneumobilra csak egy bizonyos fokig lehetséges. Ennek az az oka, hogy az autó teljes hajtása egyedi kialakítású. Egy pneumatikus kör segítségével lineáris mozgást állítunk elő két munkahenger segítségével, amit egy egyedi tervezésű fogasléc – fogaskerék hajtáslánc alakít át forgó mozgássá. Ennek a felépítésnek köszönhetően külön kell vizsgálni azt, hogy melyek azok a paraméterek, amik megfelelnek egy hagyományos kialakítású autónak. Ezekre a paraméterekre felül pedig meg kell vizsgálni, hogy milyen egyedi veszteségeket eredményez a pneumatikus kör és a hajtáslánc fogaskerék – fogasléc kapcsolata.

3.1 Általános veszteségtényezők

Bár a hajtás megoldásai egyedülállóak a verseny követelményei miatt, a jármű felépítése bizonyos szempontból teljesen hagyományosnak is tekinthető. A tanulmányban bemutatott jármű egy négykerékű autó melynek két első kereke kormányzott. A fékrendszer egy kétkörös mechanikus elven működő fékrendszer. A pneumobilok különlegessége, hogy általában egy kerék hajtással rendelkeznek, a mi esetünkben a bal hátsó kerék a hajtott kerék. Ennek köszönhetően az általános felépítésű autókra jellemző több menetdinamikai tulajdonság is meghatározható a pneumobilra is. Azonban a pneumatika munkaközegének köszönhetően az ebből kapott mérési eredmények rendkívül jellegzetesek lesznek.

Az **2. ábrán** látható, hogy nagy dugattyú sebesség esetén a nyomás csökken ezért a pneumatikus teljesítmény is csökken. Amik veszteséget eredményezhetnek, és ezért a mi vizsgálatunk szempontjából is fontosak, azok a következők: gördülési ellenállás, légellenállás, gyorsítási ellenállás [3]. Ezeket a paramétereket kisebb változtatások is jelentősen befolyásolják és értékük

laboratóriumi körülmények között meghatározható [4].



1. ábra. Teljesítmény mérési eredmények [2]

3.2 Fogaskerék-hajtás veszteségei

A fogaskerék-hajtások rendkívül széles körben elterjedtek. Az általunk elkészített pneumobilban két különböző fogaskerék-hajtás található, az első a fogasléc lineáris mozgását alakítja át forgó mozgássá, a második pedig a váltóban található. A két rész közötti kapcsolatot egy lánchajtás adja. A fogaskerék és lánchajtások is jó hatásokkal rendelkeznek amennyiben a karbantartással rendszeresen és megfelelően foglalkozunk. Mivel ezeknek hajtásoknak a változtatása csak költséges úton és bonyolultan lehetséges ezért ezekkel a veszteségekkel részletesebben nem foglalkozunk.

3.3 Pneumatikus kör veszteségei

A pneumatikus veszteségek meghatározásával foglalkozó legtöbb szakirodalom hangsebesség feletti áramlás melletti vizsgálati módszert ír le [5]. Az autó pneumatikus körében fellépő áramlási sebesség függ az aktuális versenyszámtól. Ez könnyen belátható, hiszen a távolsági futam alkalmával akár több mint 10 km-es távolság alatt használnak el a csapatok 10 liter 100 bar nyomású levegőt, míg a gyorsasági futamon ugyan ez a mennyiség csupán 220 méter megtételére elegendő. Ennek köszönhetően több különböző áramlási paraméter

mellett is szeretnénk vizsgálni a pneumatikus elemek működését. Az Aventics széles termékpalettához biztosít a csapatoknak hozzáférést. Ennek köszönhetően több különböző termékcsalád összehasonlításával kiválaszthatják a csapatok a számukra legmegfelelőbbet. Ez nagy rugalmasságot biztosít a pneumatikus kör kialakításában. Azonban ahhoz, hogy pontosan meghatározhassuk a pneumatikus körön fellépő veszteségeket egy jó telemetria rendszer kialakítása szükséges. Ezt a hallgatók már részben megvalósították azonban folyamatos áramlás és hőmérséklet mérésre még nincs lehetőségünk.

4. Összegzés

Körüljártuk azokat a nagyobb témaköröket, amelyek segítségével az apró veszteségeken is tudunk csökkenteni azért, hogy a későbbiekben még sikerebben versenyezhessünk. Jelenleg azon dolgozunk, hogy ezeket a veszteségtényezőket pontosan fel

tudjuk tární és mértéküket meg tudjuk határozni. Ez nagy kihívásokat jelent, ugyanis nem csak a telemetria rendszer átalakítása szükséges hozzá, hanem sok laboratóriumi mérés elvégzése és kidolgozása.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] <http://www.pneumobil.hu/bemutatk/tortenet>
- [2] Zilahi K. L., Tóth X. E.: *Sűrített levegővel hajtott tanulmányautó mérő- és vezérlőrendszerének továbbfejlesztése*, XXII Fialat Műszakiak Tudományos Ülésszak előadásai, EME kiadó, Kolozsvár, 2017, 407–410.
- [3] Zomotor Á.: *Gépjármű menetdinamika*, IbB Mérnöki Szakértői Iroda Budapest, 2003, 20–33.
- [4] Gáspár P., Szabó Z., Bokor J., *Járműdinamika és irányítás*, UNIVERSITAS-GYŐR Nonprofit Kft., Győr, 2014, 33–54.
- [5] MSZ ISO 6358:1995 *Pneumatikus energiaátvitel. Összenyomható munkaközeggel működő elemek. Áramlási jellemzők meghatározása*.

HEGESZTÉS HŐTERJEDÉSÉNEK MODELLEZÉSE ÉS VALIDÁLÁSA TOMPA VARRAT ESETÉN

HEAT TRANSFER MODELLISATION AND VALIDATION IN CASE OF BUTT WELDING JOINT

Halász Gergely¹, Kuti János², Széll Károly³

^{1,2} Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar Anyag-technológiai Intézeti Tanszék, 1084 Budapest, Népszínház u. 8.; +36-1-666-5386, gerryhalasz@gmail.com, kuti.janos@bgk.uni-obuda.hu

³ Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Kar, Mérnöki Intézet, 8000, Magyarország, Székesfehérvár, Budai út 45. K/37; +36 (22) 200-499, szell.karoly@amk.uni-obuda.hu

Abstract

Aim of our work to compare the results of the virtual model with the measured heat transfer data. The primary goal to compare the real time measured with the program simulated data. The copy of the virtual model is the real product (like a prototyping process this sample also exists). Before beginning of any production process this model is tested and experimented under loads. One of the testing procedures is the joining. In case of many parts the joining process is a key technology, it needs to know the welding heat effect for the microstructure in the heat affected zone and the joint.

Keywords: welding, heat affected zone, heat transfer, model validation.

Összefoglalás

Kutatásunk célja, hogy összehasonlítsuk a virtuális modellben kapott szimulált értékeket a valódi, hegesztés közben mért hőterjedési értékekkel. Elsődleges cél, az egyes időpillanatokban mért hőmérsékleti értékek összehasonlítása a programban szimulált értékekkel. A virtuális modell pontos mása a készterméknek (akárcsak a prototípus, csak ez valójában nem létezik). Még mielőtt bármit gyártanának, előtte ezt a virtuális modellt vizsgálják, tesztelik és igénybevételeknek teszik ki. Ezen modellek vizsgálatának egy fontos részét képezi a kötéstechológia. Sok alkatrész elkészítésénél kulcsfontosságú a hegesztés, és tudnunk kell, hogy ez milyen hatásokkal jár az alapanyagunk belső szerkezetében, a hőhatásövezetben és a kialakuló varratban.

Kulcsszavak: hegesztés, modell, hőterjedés, modell validálás.

1. Hőterjedés

Ha valamely testnek és környezetének a hőmérséklete különböző, közöttük hőcsere indul meg és a hőmérsékletük idővel kiegyenlítődik. A hőátadási együttható a tárgy és a környezete között az az időegységen-

ként és felületegységenként kicserélődő hőmennyiség, amely a felületre merőlegesen belép a testbe, vagy abból kilép. Ez a hőcsere hővezetéssel, hőáramlással és hősugárzással megy végbe.

1.1. Hővezetés

Hővezetés során a hőcsere a szomszédos, nyugalomban lévő részecskék között megy végbe, tehát a szilárd testekre jellemző. Folyadékban vagy gázban akkor terjed a hő vezetéssel, ha az anyag részecskéi nyugalomban vannak. A fémek hővezető képessége függ:

- az összetételtől,
- a szerkezeti állapottól,
- a hőmérséklettől.

2. Hőmérő eszközök

A hegesztések alatt a hőmérsékletek validálásához szükségünk volt hőmérő eszközökre, amelyek segítségével egy adott pontban mérni tudtuk a hőmérsékletet. A kísérletekhez három hőmérsékletmérési módszert vettünk fontolóra: a hőkamerát, a termoelemet és az infrahőmérőt. Ezek közül számunkra a termoelem volt az optimális.

3. Kísérleti munkadarabok előkészítése

Az alapanyag S355 anyagminőségű, hidegen hengerelt általános rendeltetésű szerkezeti acél. A próbadarabokat Messer Hungarogáz Kft. biztosította. A lemezek mérete 8x100x250mm. A próbatestek méretre vágva és leélezve érkeztek meg az egyetemi hegesztőlaborba. A leélezés minden darab esetében 15°-os, az előkészítés összesen 30°. 4 előkészített lemezbe a leélezett peremtől 20mm-re, a varrattal párhuzamosan 5 darab egyenként 6mm mély és 1,7mm átmérőjű zsákfuratokat fűrtünk egymástól 40mm távolságra.

Ezek a furatok biztosítják, hogy a termoelemek metszetben helyes hőmérsékleti értékeket adjanak. A furatok távolsága az összes darabnál egységes: a varrattól 20mm, a szélétől és egymástól 40mm.

4. Hegesztési eljárás

A kísérleti hegesztéseket az egyetem ívhegesztő laboratóriumában végeztük el. Az

egyszerűbb kivitelezés kedvéért egy lineáris hegesztőgép segítségével készítettük el a varratokat, így a hegesztési sebesség állandó volt, és a hegesztő személyzetből származó hibákat kiküszöböltük. A hegesztést huzalelektrodás, aktív védőgázos ívhegesztéssel, ismertebb nevén MAG (Metal Active Gas welding) hegesztéssel végeztünk. Az alkalmazott védőgáz szabványos M21-es gáz volt (Ar+18% CO₂).

4.1. Hegesztőgép ismertetése

A hegesztő hibájának kiküszöbölésére lineáris hegesztőgépet alkalmaztunk. Az egyetemi hallgató által tervezett egyedi gépnek köszönhetően a hegesztést egyenletes sebességgel és huzalelőtollással tudtuk elkészíteni. A gép munkaterülete 1000x660x600mm. Segítségével biztosítva volt, hogy a sebesség, a pisztolytartás és a hegesztési áramerősség minden mérésnél megegyezzen.

5. Kísérlet leírása

A próbahegesztések alatt meghatároztuk a huzalelőtollás sebességének változtatásával a hegesztési áramot és az alkalmazandó hegesztési feszültséget. A megfelelő kötés kialakítását, a hegesztési áram és a feszültség kiválasztott értékei mellett a 14 cm/perc-es hegesztési sebesség biztosította. A kísérletek alatt a következő állandó paraméterekkel dolgoztunk: hegesztési sebesség: 14 cm/perc; áramerősség: 180A; feszültség: 23V.

Az első próbatestet alátámasztás nélkül a munkapadra helyeztük, a furatokba beillesztettük az öt termoelemet, és a gép segítségével meghegesztettük. Közben figyeltük az áram és a hőmérséklet változását. A hegesztés befejezésével dokumentáltuk az elkészült varratot, és megvártuk, amíg 100°C alá hűl a próbatest. Ezután kivettük a termoelemeket, megjelöltük a darabot, és a gyökoldalt is dokumentáltuk. A második próbatestet vékony huzallal támasztottuk

alá a végein, hogy minél kisebb legyen a hőelvonás. Az alátámasztásból fakadó jóval kisebb hőelvonás a termoelemmel mért hőmérséklet értékein is jól látszik. A hegesztés végeztével a gyökoldalt is dokumentáltuk.

A második próbatest után már nem változtattunk a kezdeti feltételeken, minden ugyanaz maradt a harmadik és negyedik mérésnél is.

A kapott alapadatok segítségével a MSC Marc Mentat programban elkészítettem a hegesztett varratot metszetben, megközelítő méretben és alakban.

6. Modell bemutatása

Az MSC Marc Mentat programban a hegesztett varrat megközelítő alakját modelleztük le. A hőterjedést metszetben vizsgáltuk, ezért a modell is két dimenzióban ábrázolja a varratot. A leélezést figyelembe véve készítettük el a kötést, a varrat közelében a pontokat sűrűn helyeztük el, hogy a lehető legpontosabb mérési eredményeket kapjuk.

A negyedik mérésnél már minden problémát ki tudtunk szűrni, a hegesztőgép a méreteknak megfelelően a lehető legjobb beállításon üzemelt.

Szélességében a modell mérete nem éri el a próbatest méreteit. Ezen probléma kiküszöbölésére mind a két oldalon hőelvonást állítottunk be, amely reprezentálja a további anyag hőelvonását. Ezután következett a modell parametrizálása. A hegesztés tulajdonságai, fluxus, anyag tulajdonságok, kezdeti és határfeltételek megadása.

6.1. Anyagtulajdonságok

A hőfolyamat futtatásához speciális anyagfüggvények felvételére nincs szükség, az alábbi jellemzőket használtuk:

- fajhő: $576 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$,
- anyagsűrűség: 7850 Kg/dm^3 ,
- hővezetési tényező: $0.04 \text{ W/mm}^\circ\text{C}$.

6.2. Határfeltételek megadása

A termikus peremfeltétel beállításához felvettünk egy pont fluxust. Mivel az elekt róda és a munkadarab között az elektromos ív egy bizonyos pontban záródik, így itt keletkezik a legnagyobb hőmérséklet.

6.3. Kiinduló feltételek megadása

Az alapanyag hőmérséklete a hegesztés megkezdése előtt a környezeti hőmérséklet értékével egyezik meg.

6.4. Igénybevételek megadása

Itt határoztuk meg a teljes folyamat időtartamát. Mivel számunkra a hőterjedés csak a hegesztési varratra merőleges metszetben érdekes, ezért a próbatestet érő hő fluxust csak egy rövid időre kell működtetni. Viszont a hőterjedést a teljes hegesztés alatt figyelniünk kell, mert több időbe telik még a hőelvonás megtörténi.

A feltételek megadása után pedig lefutattuk a programot. A három megadott szakasz jól láthatóan elkülönül a modell lefuttatásakor (**2. ábra**). Az első szakaszban, amikor az ív éppen elhalad, az ömledék hőmérséklete még olvadáspont fölött van.

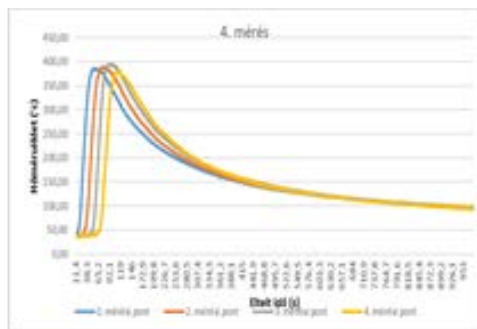
A második szakaszban a hő szétterjed a darabban. A varrat és a környezete még különböző hőmérsékleten izzik. A hőhatás övezetben is megugrik a hőmérséklet.

A harmadik szakaszban, - ami a leghosszabb szakasz, így itt a pontok felvétele is nagyobb időközökkel történt - a hőelvonás látható. A próbatest szépen lassan visszahül. A varrat környékén még viszonylag meleg azonban a varratól távolabb már közelít a szobahőmérséklethez.

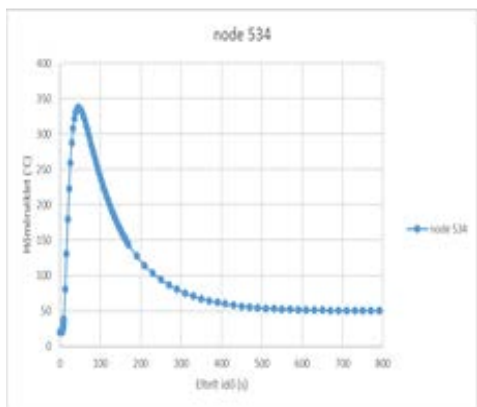
7. Eredmények, összefoglalás

A mért és számított eredmények összehasonlításához mind a négy darab mérési adatait felhasználtuk, és a négy mérési pont eredményeit kiértékeljük. Ezen mérési pontokat diagramokba foglaltuk, hogy átláthatóbbak legyenek. Ezek közül itt csak egyet ismertetek (**1. ábra**). Összehasonlítva a

modellben kapott eredményekkel látszik, hogy a görbék irányultsága sok hasonlóságot mutat, azonban a maximális hőmérséklet nem egyezik meg (2. ábra). Az adatok alapján megállapítható, hogy a modell nem tükrözi teljes mértékben a valóságos hegesztés eredményeit. Az eltérés igen nagy, megközelítőleg 50°C, a maximum és a lehűlési pont között. Ez valószínűleg azért van, mert a modellnél megadott hőelvonási értékek a valósághoz képest kisebbek.



1. ábra. A termoelemekkel mért hőmérsékleti értékek



2. ábra. A modellből származtatott hőmérsékleti értékek

A méretek miatt a hőelvonás értékeit nekem kellett megbecsülni, a következő szimulációnál ez a hőelvonás érték korrigálható a mért eredmények alapján, ez várhatóan közelebb hozza a szimuláció értékeit

a valósághoz. Valószínűbb, hogy a szoftver további beállításai sem voltak elég pontosak. A korlátozott időtartam miatt előfordulhat, hogy a modellezésnél bevitt paraméterek és az elkészült geometria hibájából fakad az eltérés. Az adatok megközelítőleg jók, de mindenképpen további vizsgálatokat igényelnek.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők ezúton kívánnak köszönetet mondani munkánkhoz nyújtott anyagi támogatásért – az EFOP-3.6.1-16-2016-00010 számú projekt keretében – a Magyar Államnak és az Európai Uniónak.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Komócsin M.: *Gépipari anyagismeret*, Okom Mérnökiroda Kft., Miskolc, 1997.
- [2] Szombatfalvy Á.: *A hőkezelés Technológiája*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985, 9–12.
- [3] Hütte: *A mérnöki tudományok kézikönyve*, Budapest; Berlin; Heidelberg; New York; London; Paris; Tokyo; Hong Kong; Barcelona, Springer-Verlag, 1993.
- [4] Horváth Károly, Simonyi Alfréd, Zobory István: *Mérnöki fizika*, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1992.
- [5] Gremesberger G., Marti S., Rejtő F.: *Ívhegesztő áramforrások*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1987.
- [6] Marc® 2013 Volume A: *Theory and User Information*, MSC Software Corporation, 2013, 270.
- [7] Csengeri Pintér Péter: *Mennyiségek, mértékegységek*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1987.
- [8] Mikló István: *Hegesztő szakmai ismeret 2.*, Szakmunkásképző iskolai tankönyv 2. kiadás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1991.
- [9] *Termoelem-hőmérők*, BME Energetikai Gép- és Rendszerek Tanszék, elektronikus jegyzet, ftp.energia.bme.hu/pub/Energetikai_merek_I/3_Termoelem-homerok.pdf
- [10] Harangozó József: *Hegesztett tompa- és sarokvarratok hőfolyamatainak vizsgálata véges elem módszerrel*, TDK dolgozat, Budapest, 2013, 12.
- [11] Tállai Kristóf Csaba: *Lineáris hegesztőgép tervezés*, Budapest, 2017

ATMOSZFÉRIKUS EREDETŰ ELEKTROMÁGNESES SUGÁRZÁS HATÁSA NYITOTT RENDSZERRE

THE EFFECT OF ATMOSPHERIC ELECTROMAGNETIC RADIATION ON OPENED SYSTEM

Hodai Zoltán¹, Rippelné Pethő Dóra², Horváth Géza³, Hanák László⁴, Bocsi Róbert⁵

¹Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék, H-8200, Magyarország, Veszprém, Egyetem utca 10. Telefon: +36(88)624-132, H-8201 Veszprém, Pf. 158. E-mail: hodai@almos.uni-pannon.hu

²Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék, H-8200, Magyarország, Veszprém, Egyetem utca 10. Telefon: +36(88)624-177, H-8201 Veszprém, Pf. 158. E-mail: pethod@almos.uni-pannon.hu

³Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék, H-8200, Magyarország, Veszprém, Egyetem utca 10. Telefon: +36(88)624-450, H-8201 Veszprém, Pf. 158. E-mail: horvathg@almos.uni-pannon.hu

⁴Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék, H-8200, Magyarország, Veszprém, Egyetem utca 10. Telefon: +36(88)624-132, H-8201 Veszprém, Pf. 158. E-mail: hanakl@almos.uni-pannon.hu

⁵Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék, H-8200, Magyarország, Veszprém, Egyetem utca 10. Telefon: +36(88)624-268, H-8201 Veszprém, Pf. 158. E-mail: bocsirobert@almos.uni-pannon.hu

Abstract

Opened systems with liquid-phase (eg open-source bioreactors for different purposes) can produce very significant temperature extremes can be generated. The operation of the system is impaired, possibly completely inhibited (too low, too high temperature values). For the avoidance and optimum operation of thermodynamic inhibition thus formed, an analytical description of the heat flow of the system is necessary. The aim is to examine the possibilities of auxiliary energy in the system of heat exchange. The estimated values quantify the effects of atmospheric electromagnetic radiation on an open system. Based on the model developed in this way, increasing the complexity of the method, it may become appropriate to describe the heat flow of open systems to an appropriate level to explore the energy integration possibilities.

Keywords: atmospheric, electromagnetic radiation, heat flow, heat balance, opened system.

Összefoglalás

Folyadék fázisú nyitott rendszerekben (pl. különböző célú nyitott bioreaktorok) igen jelentős hőmérsékleti szélsőértékek alakulhatnak ki, ami a rendszer működését rontja, esetleg teljes mértékben gátolhatja is (túl alacsony, túl magas hőmérsékletértékek). Az így kialakuló termodinamikai gátlás elkerülésének és optimális üzemének érdekében szükséges a rendszer hő forgalmának analitikus leírása. Cél a rendszeren belüli hőcsere lehetőségeinek, segédenergia igényének vizsgálata. A becsült értékek számszerűsítik az atmoszférikus elektromágneses sugárzás hatásait egy nyitott rendszerre. Az ilyen módon kialakított modell alapján, a módszer komplexitását növelve, alkalmassá válhat nyitott rendszerek hőforgalmának megfelelő szintű leírására, az energiaintegrációs lehetőségek feltárására.

1. Bevezetés

Általánosan megállapítható, hogy a termodinamikai rendszerekbe belépő hőáramok mínusz a kilépő hőáramok a műveleti egységben a hőmennyiség változását adják.

Vizsgált, nyitott rendszerünket tekintsük tökéletesen kevert üstnek (az üstben lévő folyadék hőmérséklete megegyezik a kilépő folyadékáram hőmérsékletével, (1)).

$$Q_{be} + Q_{nyer.} - Q_{ki} - Q_{veszt.} = \frac{dQ_{medence}}{dt} \quad (1)$$

ahol Q_{be} : a belépő folyadék hőárama [J/s], Q_{ki} : a kilépő foly. hőáram [J/s], $Q_{nyer.}$: a medencébe belépő hőáram [J/s], $Q_{veszt.}$: a medencéből kilépő hőáram, hővesztesség [J/s], $Q_{medence}$: a medencében levő foly. hőmennyisége [J]. A környezetből felvett és a környezetbe leadott hőáram ($Q_{nyer.}/Q_{veszt.}$) tartalmazza a mechanikai energiával bevitt, a tartályban zajló folyamatok által termelt, valamint a bevitt, közölt-/elvont hőáramokat egyaránt.

Ezek alapján definiálható nyereségek: Q_s : a Naptól érkező rövidhullámú sugárzás, Q_M : a mechanikai energiával (keverés, levegőztetés) bevitt hőáram és Q_B : biokémiai exoterm, oxidációs, reakcióban keletkező hőáramok. Továbbá a hőáram-nyereségek vagy -vesztések a körülményektől függően a következők: Q_A : atmoszférikus, hosszuhullámú elektromágneses sugárzás, Q_{FP} : a medence szabad folyadékfelszínének párolgásával kapcsolatos hőárama, Q_{FA} : a szabad folyadékfelszínének hőátadással kapcsolatos hőárama, Q_L : a medence levegőztetésével kapcsolatos hőáram, Q_H : a medencében levő folyadékkal közölt/elvont hőáram, Q_F : a medence falain történő hőtranszport.

2. Elektromágneses sugárzással kapcsolatos kölcsönhatások

A hőátadás különleges megnyilvánulási formája a hősugárzás. A Naptól érkező rövidhullámú elektromágneses sugárzást mo-

dellünk a teljesség igénye nélkül következőképp veszi figyelembe: nyitott rendszerünk folyadékfelszínén elnyelt globál sugárzást jó közelítéssel a (2) összefüggéssel becsülhetjük [1]:

$$Q_s = Q_{s,0} (1 - 0,0071 C_c^2) A_{sz} \quad (2)$$

ahol Q_s , 0 fajlagos solár sugárzás derült égbolt esetén, hőáramsűrűség, [W/m²], C_c felhőborítottság (10-es skálán), A_{sz} a medence felülete [m²], Q_s az elnyelt globál sugárzásból származó hőáram [W].

2.1. Atmoszférikus, hosszuhullámú elektromágneses sugárzás

A felmelegített földfelszín és folyadékfelszín, jó közelítéssel a felszíni hőmérsékletüknek megfelelően, az infravörös (hosszuhullámú) tartományban sugároznak. Hasonlóan a rövidhullámú sugárzáshoz, a felszíni hosszuhullámú kisugárzásának egy részét a légkörben lévő gázok és aeroszol részecskék részben elnyelik, illetve visszasugározzák. A gázok hosszuhullámú elektromágneses sugárzásra vonatkozó abszorpciója és emissziója szelektív. A legtöbb egy és kétatomos gáz a hősugarakra nézve „átlátszó”. Viszont sok három- és több atomos gáz egyes hullámsávokban a hősugarakat elnyeli, így ezen sávokban emisszióra is képes. A nyitott rendszerünk légköri környezetében fontosabb ilyen gázok, gőzök vannak jelen: széndioxid, ammónia, kén-dioxid, vízgőz [2-5].

A felszíni hosszuhullámú kisugárzásra vonatkozó összefüggés [6] a medence folyadékfelszínéről a világűr felé a (3) összefüggéssel vehető figyelembe [13]:

$$Q_{ki} = \varepsilon_{foly.} \sigma (T_{sz} + 273)^4 \quad (3)$$

ahol $\varepsilon_{foly.}$ a foly. felszínének relatív emisszióképessége, σ a Stefan-Boltzmann állandó [5,67 *10⁻⁸ W/m²/K⁴] és T_{sz} a szennyvíz hőmérséklete [°C] [7].

A légköri visszasugárzás a vízszintes síkra a felső légterből érkező összes hosszuhul-

lámú sugárzás. Az atmoszférából visszasugárzott és a rendszerünk foly. felszínén elnyelt hőáramsűrűség (4) [6, 7]:

$$Q_{atm.} = (1 - \lambda) \epsilon_{\text{égbolt}} \sigma (T_{\text{égbolt}})^4 \quad (4)$$

ahol λ a folyadék felületének relatív sugárzás-visszaverő képessége, $\epsilon_{\text{égbolt}} = 1$, mert az égbolt abszolút fekete testként viselkedik [1], $T_{\text{égbolt}}$ a sugárzó „test” felületi hőmérséklete [K].

Az előző közelítő összefüggés „csak” a felhőborítottságot veszi figyelembe, pedig egyéb légköri jellemzők is befolyásolják a hosszuhullámú visszasugárzás intenzitását. A felhőborítottságon túlmenően a felhők magassága, minősége, a levegő összetétele, különösen az üvegházhatást okozó gázok koncentrációja, a vízgőz parciális nyomása, füst, köd, stb. [3-5] szintén befolyásolja a hosszuhullámú visszasugárzás intenzitását.

A kapcsolódó közlemények jelentős részében ezért javasolnak egy atmoszférikus sugárzási faktor $|\beta|$ bevezetését, amely az aktuális atmoszféra „összetételére” jellemző [1-3]. A β értéke 0,75—0,95 intervallumban változik [1] a leggyakoribb meteorológiai és környezeti körülmények között. A környező levegő által visszasugárzott és a folyadék felszínén elnyelt hőáramsűrűséget így az (5) összefüggéssel becsülhetjük [1]:

$$Q_{vissza} = (1 - \lambda) \beta \sigma (T_{\text{lev.}} + 273)^4 \quad (5)$$

ahol λ a foly. felületének relatív sugárzás-visszaverő képessége (0,03), β atmoszférikus sugárzási faktor (0,75-0,95) [1], $T_{\text{lev.}}$ a környező levegő hőmérséklete [$^{\circ}\text{C}$].

3. A teljes elektromágneses sugárzási egyenleg

A vizsgált rendszerben a medence számára hőnyereséget jelentő tagokat (globálsugárzás, légköri visszasugárzás) pozitívnak, a veszteséget jelentő tagokat (légköri kisugárzás) negatívnak vesszük (6).

$$Q_{st} = Q_s + Q_{vissza} - Q_{ki} = Q_s - Q_A \quad (6)$$

4. Eredmények

A fenti (1)-(6) összefüggések (komplex egyenletrendszer sarokpontjai a teljesség igénye nélkül) alapján már elvégezhetőek a modellszámítások a fajlagos, 1m^2 folyadék felületre.

A számoláshoz szükséges legfontosabb paraméterek értékei: σ Stefan-Boltzmann állandó [$5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2/\text{K}^4$], $\epsilon_{\text{foly.}}$ a folyadék felszínének relatív emisszióképessége [0,97], λ a szennyvíz felületének relatív sugárzás-visszaverő képessége [0,03], β atmoszférikus sugárzási faktor [0,75] értékeknek választva végezzük számításainkat.

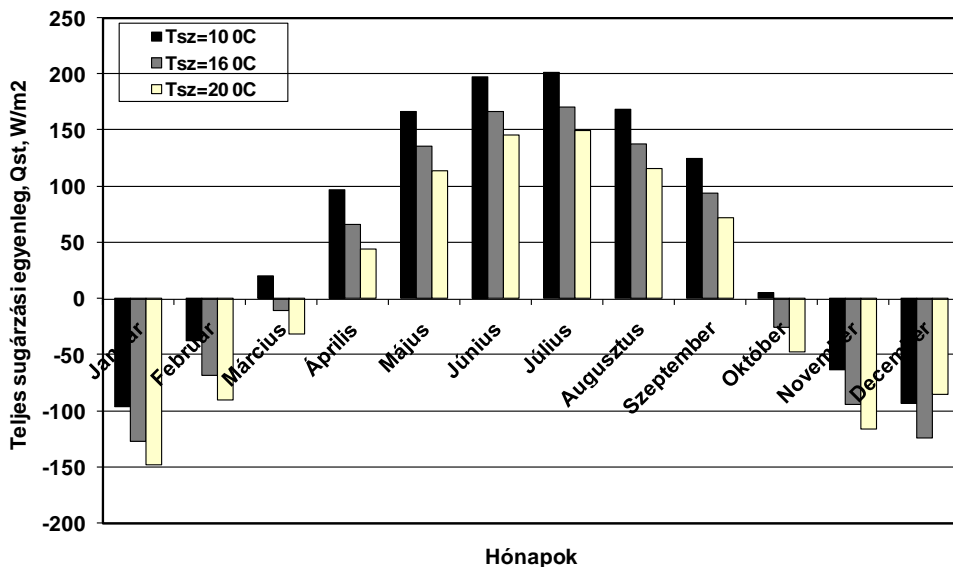
A jelen dolgozatban bemutatott modell 10, 16 és 20 $^{\circ}\text{C}$ -os folyadékhőmérsékletek esetére számítja ki felületek teljes elektromágneses sugárzási egyenlegeit a különböző, Magyarországot jellemző meteorológiai adatok figyelembe vételével.

A kialakított modell általi eredményt az **1. ábra** mutatja.

A becsült értékek számszerűsítik az atmoszférikus elektromágneses sugárzás hatásait nyitott rendszerekre. 1. ábrán jól látható az évszakok szerint ilyen módon várhatóan kialakuló hő veszteség és többlet, amelyet kezelni szükséges. A modell komplexitását növelve (hőátadás, folyadékfelszín párolgása miatti hőáram, levegőztetés hőárama, reakciós hők, falon keresztüli hőáramok, mechanikai hőáram), alkalmassá tehető a rendszer hőforgalmának megfelelő szintű leírására, az enrgiaintegrációs lehetőségek feltárására.

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 valósult meg.



1. ábra. Teljes sugárzási egyenleg, havi átlag adatai, $T = 10, 16$ és $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ valamint $\beta=0,75$ érték esetén

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] S. N. Talati and M. K. Stenstrom, Member, *Asce Aeration-Basin Heat Loss*, Journal of Environmental Engineering, 116(1) 1990, 70–87.
- [2] Jacobs, A.F.G., Heusinkveld, B.G., Berkowicz, S.M.: *Passive dew collection in a grassland area*, The Netherlands. Atmospheric Research. 87., 2008. 377–385.
- [3] Kiehl, J.T. és Trenberth, K.E.: *Earth's Annual Global Mean Energy Budget*. Bulletin of American Meteorological Society. 78., 1997. 197–208.
- [4] Mészáros, R., Horváth, L., Weidinger, T., Neftel, A., Nemitz, E., Dämmgen, U., Cellier, P., és Loubet, B.: *Measurement and modelling ozone fluxes over a cut and fertilized grassland*. Biogeosciences. 6., 2009. 1987–1999.
- [5] Mileta, M., Beyens, D., Nikolayev, V., Milimouk, I., Clus, O., és Muselli M.: 2007. *Fog and Dew Collection Projects in Croatia*. Proc. International Conference on "Water Observation and Information System for Decision Support". (BALWOIS 2006), Ohrid, Republic of Macedonia, 23–26 May 2006.
- [6] Argyelán J.: *Transzportfolyamatok*, Pannon Egyetemi Kiadó, Veszprém, 2009. 159–174.
- [7] H. Faltin: *Műszaki hőtan*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1970. 342–357.

MÉRNÖKI FELADATOK MEGOLDÁSAINAK GRÁF-SZEMÉLTETÉSE

GRAPH-DEMONSTRATION OF SOLVINGS OF ENGINEERING TASKS

Horváth Fruzsina¹, Pokorádi László²

¹ Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar Műszaki Biztonságtudományi Szakműhely, Magyarország 1081 Budapest, Népszínház u. 8.; +36 30 9251751, hvt.fruzsina@gmail.com

² Óbudai Egyetem Mechatronikai és Járműtechnikai Intézet, egyetemi tanár, Magyarország 1081 Budapest, Népszínház u. 8.; +36 30 9194929 pokoradi.laszlo@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

During technical education it is a very difficult and essential task to develop good logical engineering thinking of students or pupils. One main part of this thinking is to determine the optimal set of required input parameters of the calculation task mentioned above. The LogTreeMM (Logical Tree of Mathematical Modelling) method can help to solve this task. The aim of this paper is to show development of this method to determine required parameters of a mathematical model by a simple case study.

Keywords: *mathematical model, logical graph, STEM education.*

Összefoglalás

A mérnöki tantárgyak oktatása, tanulás közben fontos feladat, az oktatott ismeretanyag elsajátításán túl, a hallgatók logikus műszaki problémamegoldó gondolkodásának kialakítása. Ezt segítheti elő jelen tanulmány szerzőinek egyike által nemzetközi folyóiratban publikált LogTreeMM – Logical Tree of Mathematical Modelling (a matematikai modellezés logikai fája) feladatelemző módszer. A cikk ezen eljárást továbbfejlesztését szemlélteti egy egyszerű fizikai példán keresztül.

Kulcsszavak: *matematikai modell, logikai gráf, STEM képzés.*

1. Bevezetés

A mai technológiailag fejlett világunkban különösen fontos szerep jut a műszaki tanulmányoknak. Hogy ezt a világot megértsük, és boldogulni tudjunk benne, átfogó és kellőképpen mély műszaki ismeretekkel kell rendelkezelnünk. Már a tanulmányaik során is komplex problémákkal és feladatokkal

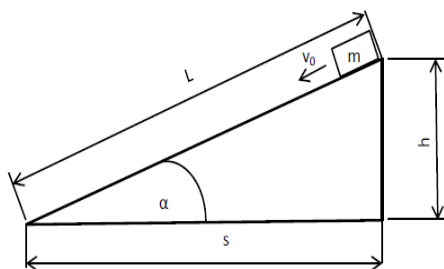
találkoznak a hallgatók, melyek a bennük rejlő mélyebb összefüggések feltárását igényli. Ezeket a célokat az úgynevezett STEM education (Science, Technology, Engineering and Mathematics) összegzi. A STEM pedig nem más, mint egy új irányelveket valló oktatási szemléletmód [3], Tanulmányunkban a [4] irodalomban leírt LogTreeMM módszernek, vagyis a Logical Tree of Mathematical Modelling (a matematikai modellezés

logikai fája) módosítását mutatjuk be, mely a műszaki tárgyak oktatása illetve tanulása során is eredményesen alkalmazható. A javasolt módszer a jól ismert gráf alapú elemzések közé tartozik. A módszer lépésenként, szisztematikusan haladva tárja fel a feladat megoldásának egyes pontjait, miközben a lépések közti összefüggéseket is bemutatja. Szemléletesen ábrázolja az adott mérnöki feladat megoldásának logikai-szakmai felépítését, így vizuálisan is könnyen áttekinthetővé, értelmezhetővé teszi a hallgatók számára az összetettebb problémák megoldási lehetőségeit.

2. Esettanulmány

A metódust egyszerű fizikai példán keresztül mutatjuk be és szemléltetjük, amivel könnyen nyomon követhetővé és elsajátíthatóvá válik az eljárás. Szemléltető feladat a Bera, Pokorádi szerzőpáros által írt [1] cikkben bemutatott feladat adaptációja, mely Gelencsér [2] tankönyvéből származik. A feladat megoldásának logikájában nem történt változás, azonban a szemléltetést más módon oldottuk meg. Fontos megemlíteni, hogy a módszer nem csak a mechanika tárgyon belül alkalmazható, hanem bármilyen feladatra ráhúzhatjuk a sémát,

Adott egy m , tömeggel rendelkező pont, melyet a lejtő felső pontjától v_0 kezdősebességgel indítanak el (**1. ábra**). Kérdés: Mekkora ennek a tömegpontnak mozgási energiája a lejtő alján?



1. ábra. A mintapéllda szemléltetése

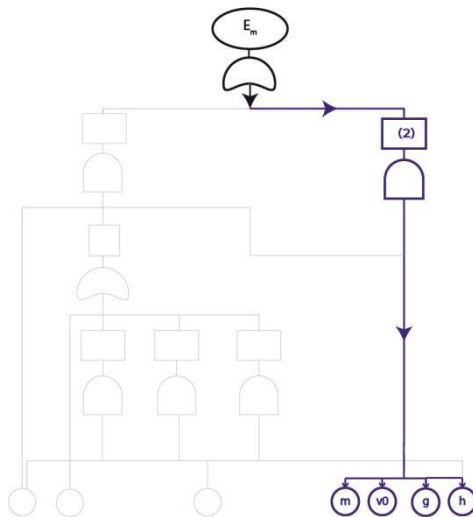
A feladat megoldásának első lépéseként át kell gondolnunk milyen összefüggések segítségével tudunk eljutni a helyes válaszig, azaz a központi problémáig.

Jelen esetben két fizikai összefüggés is alkalmasnak mutatkozik arra, hogy meghatározhassuk vele a mozgási energiát:

$$E_m = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgL\sin\alpha \quad (1)$$

$$E_m = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgh \quad (2)$$

A két összefüggés közül elegendő egy a megoldáshoz, így köztük **VAGY** logikai kapcsolat található. Mint látjuk, két fizikai összefüggés áll rendelkezésünkre, tehát ezen a ponton rajtunk áll, hogy melyik számítási módot választjuk, illetve azon, hogy milyen kiinduló adataink vannak, mit tudunk felhasználni ezekből.



2. ábra. A (2) „kék” megoldási útvonal

Amennyiben a (2) összefüggés **kék** ágán haladunk tovább, össze kell gyűjtenünk azokat a változókat, melyek feltétlenül fontosak az egyenlet megoldásához.

Ezek jelen esetben: m tömeg **ÉS** v_0 kezdősebesség **ÉS** g nehézségi gyorsulás **ÉS** h lejtőmagasság **ÉS** α lejtő hajlásszög. Mivel a paraméterek közül az összesre szükségünk van, ezért ezeket **ÉS** logikai kapuval kell bevezetni.

A további megoldási utak mindegyike az (1) összefüggés ágán „közelíti meg” a problémát.

Itt azonban különbséget kell tennünk az egyes változók között: az m , g , L , h , v_0 -t alapváltozóknak nevezzük, ugyanis ezek mérésrel vagy empirikus úton közvetlenül meghatározhatók. Az α -t, azaz a lejtő hajlásszögét azért kell megkülönböztetnünk a többi paramétertől, mivel azt megkaphatjuk közvetlenül, mérésrel (ekkor alapváltozónak tekinthetjük) vagy a lejtő geometriai jellemzői és különböző szögfüggvények segítségével. Ezen a ponton válnak el az egyes útvonalak az (1) összefüggés ágán.

Miután ezt végiggondoltuk, fel kell írunk az egyes összefüggéseket (3), (4), (5), (6) melyek megadják α számításának matematika formuláját azokra az esetekre, amennyiben az α -t nem kezeljük alapváltozónak.

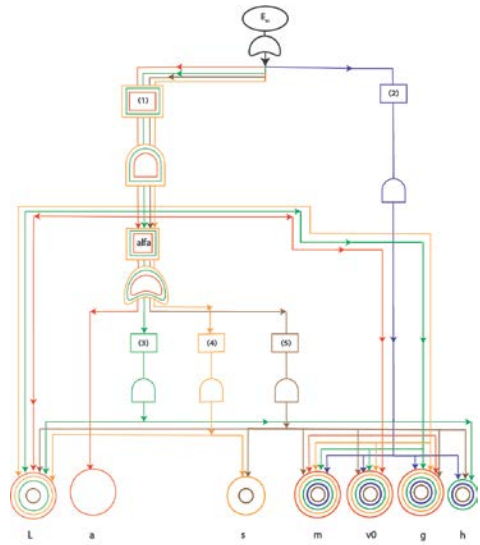
$$\alpha = \arcsin \frac{h}{L} \quad (3)$$

$$\alpha = \arccos \frac{s}{L} \quad (4)$$

$$\alpha = \arctg \frac{h}{s} \quad (5)$$

$$\alpha = \operatorname{arcctg} \frac{s}{h} \quad (6)$$

A **piros** színnel jelölt megoldási mód az (1) egyenletet használja fel, amelyhez mindenképp tudnunk kell az m , g , L , v_0 , α paramétereket. Ebben a megoldási verzióban α -t is alapváltozóként kezeljük, ezért itt a vagy kapu után közvetlenül megkapjuk, és nem kell használnunk egyéb összefüggéseket.



3. ábra. A mintafeladat logikai hálójá

A **zöld** színű útvonal esetében viszont már nincs olyan egyszerű dolgunk, itt fel kell használnunk az (3) összefüggést is az (1) egyenleten felül. Az ezekhez szükséges paraméterek az m , g , L , v_0 és h .

A **narancssárga** változatnál az (1) egyenlet után az (4) összefüggés ágán haladunk tovább, ezekhez szükségünk van az m , g , v_0 , L , és s változókra.

Míg az utolsó, azaz **barna** típushoz az (5) egyenletet kell alkalmaznunk az (1) egyenlet után. A szükséges paraméterek az m , g , L , v_0 , s és h . Ezzel az ábrával azonban a (6) egyenletet felhasználó megoldási mód is szemléltethető, hiszen az arcus cotangens szögfüggvény megoldásához is az s és h paraméterek szükségesek.

Miután számba vettük külön-külön az egyes megoldási verziókat, tekintsük meg az összesített ábrát, melyen az összes útvonal látható, és gondoljuk át, hogy milyen következtetéseket vonhatunk le belőle. A 3. ábrán a legszembetűnőbb, és a leglátványosabban az a tény látszik, hogy 5 különböző módot alkalmazhatunk a feladat megoldása céljából, amennyiben a (6)

egyenletet nem tekintjük külön megoldásnak.

Az is jól látszik a **3. ábrán**, hogy a legrövidebb és a legegyszerűbb útvonal a **kék** színű verzióhoz tartozik, ahol elég 4 alapváltozót tudunk. Ezzel szemben a **barna** színű megoldáshoz már 6 változó kell feltétlenül ismernünk és használunk az feladat sikeres teljesítéséhez. Ezek a változók a v_0 , g , m , L , a , h , s , amiből könnyen levonhatjuk azt a következtetést, hogy ez az útvonal igényli a legtöbb paramétert, ezért ez a leghosszabb mindközül.

Ezen kívül az ábrán még az is jól látszik, hogy a v_0 , g , m paraméterek mind az öt alakalommal szükségesek a megoldáshoz, hiszen ezeket a változókat az összes megoldási út használja. Mivel alapváltozóról van szó, emiatt már a feladat leírásából ismernünk kell őket, illetve a g , nehézségi gyorsulás nemzetközileg elfogadott alapértékét, mint fizikai állandó ismeretére is feltétlenül szükségünk van.

3. Összegzés

Tanulmányunkban a LogTreeMM módszer átdolgozott változatát mutattuk be egy egyszerű mechanika példán keresztül szemlélítve.

Úgy gondoljuk, hogy ez a módszer igen jól illeszkedik a STEM szemléletű oktatásmód irányelveihez, melynek fő célja az oktatási rendszer sikeresebbé tétele. Tanulmányaink alatt kiemelten fontos, hogy ne csak a tananyag felületes elsajátítására törekedjünk, hanem a megtanult ismeretek helyes alkalmazására is a tanulási folyamat során, amihez az általunk bemutatott módszer nyújt segítséget.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1]Bera, B., Pokorádi, L.: *A LogTreeMM szemléltetése*, A XX. Fiatal Műszaki Tudományos Ülésszak Előadásai (2015), 75–78.
- [2] Gelencsér, E.: *Mozgástan zárthelyi feladatok* BSc, Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő:2014. 124.
- [3] Horváth F.: *Mérnöki számítások megoldásainak gráf-szemléltetése*, TDK dolgozat ÓE. BGK, Budapest, 2017. (Konzulens: Pokorádi László)
- [4] Pokorádi, L.: *Logical Tree of Mathematical Modeling*, Theory and Applications of Mathematics & Computer Science 5 (1) (2015) 20–28.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmányunk az **Új Nemzeti Kiválóság Program (ÚNKP-17-1)** támogatásával, az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar **Műszaki Biztonságtudományi Szakműhely – $\mu\beta\sigma$** – keretében készült.



ÜVEGSZÁLLAL ERŐSÍTETT MŰANYAG (GFRP) FÚRÁSI VIZSGÁLATAI

THE DRILLING INVESTIGATION OF GLASS FIBRE REINFORCED PLASTIC

Horváth Richárd¹, Ágoston Gábor²

¹²Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag- és Gyártástudományi Intézet, H-1081, Magyarország, Budapest, Népszínház u. 8., horvath.richard@bgk.uni-obuda.hu, agostongabe@gmail.com

Abstract

Nowadays the usage of glass fiber-reinforced plastics (GFRP) is increasing. Cutting of these materials is including several problems, e.g.: the strong abrasive wear effect of the glass fibers or delamination effects. In this paper, we examined the results of drilling experiments of a 10 mm thick GFRP, which included 26 layer. The cutting parameters were changed in a wide range. During the experiments, we measured the mean surface roughness parameter (R_a). After the tests we examined the effect of the cutting parameters on the measured roughness values. Two types of predictive models were created to estimate the roughness parameter and compared their applicability.

Keywords: GFRP, drilling, average surface roughness, response surface method.

Összefoglalás

Az üvegszállal erősített műanyagok (GFRP) felhasználása napjainkban egyre növekszik. Az ilyen anyagok forgácsolása számos problémát rejt magában pl.: üvegszálak erős koptató hatásása, sorja és delamináció jelensége. Ebben a cikkben egy 26 rétegből álló, 10 mm vastag egymásra merőleges réteg elrendezésű GFRP fúrási vizsgálatainak eredményét mutatjuk be. A fúrási kísérletek alatt a forgácsolási paramétereket széles tartományban változtattuk. A kísérletek közben mértük a felületi érdesség átlagos értékeit (R_a). A vizsgálatok után kiértékeljük a forgácsolási paraméterek hatását a mért érdességi értékekre. Kétféle prediktív modellt hoztunk létre a mért paraméter becslésére a vizsgált forgácsolási tartományon belül és hasonlítottuk össze azok alkalmazhatóságát.

Kulcsszavak: GFRP, fúrás, átlagos felületi érdesség, válasz felületek módszere.

1. Bevezetés

Az üvegszállal erősített műanyagok elterjedése azok kiemelkedő tulajdonságainak köszönhető, a nagy szilárdság és kis súly mellett, költséghatékonyságukból fakadóan egyre többet használják az iparban. Az ilyen anyagoknak a készremunkálása méretpontosság, vagy megkívánt geometriai alak miatt történhet forgácsolással. A GFRP anyagok forgácsolása sok problémát vet fel. A túl magas hőmérséklet megelőzhető a

mátrix anyagot, viszont az esetleges nedvességfelvétel (epoxi mátrixú kompozitokban) miatt az hűtés-kenés nem ajánlott. Valamint a forgácsoláskor fellépő delamináció és sorja jelenséget minimalizálni szükséges.

Okutan és társai [1] GFRP fúrási vizsgálatait végezték száraz forgácsolási körülmények között. A forgácsolási kísérletekben a forgácsolási sebességet konstans értéken tartották, míg négy különböző átmérőjű

fúrót használtak és az előtolást is négy szinten változtatták. A forgácsolt felületeket elektronmikroszkópos vizsgálatoknak vetették alá valamint hatványkitevős modelleket konstruáltak az előtolás irányú erő és a nyomaték becslésére.

Vankanti és Ganta [2] optimális forgácsolási paramétereket állapítottak meg GFRP fúrásakor. Az optimalizált paraméterek a forgácsoló sebesség, az előtolás, valamint a szerszám geometriája volt. Következtetéseket vontak le a forgácsolási paraméterek és a szerszámgeometria hatásáról az előtolási erőre, a nyomatékra, a forgácsolt felületi érdességre, valamint a köralakúságra.

Gyorsacél és kétféle keményfém fúrót hasonlított össze vizsgálataiban Kumar és Sing [3]. Kutatásukban a bemenő paraméterek a 3 féle fúró volt, valamint 3 szinten változtatták a forgácsolási paramétereket is. Eredményeikből másodrendű modelleket állítottak fel a delaminációs tényezőre, a felületi érdességre valamint az előtolás irányú erőre. Kutatásukból kiderül, hogy a delamináció értéke növekszik a növekvő előtolás irányú erő hatása miatt. A felületi érdesség növekszik a forgácsolási sebesség növelésével.

Parida és társai [4] válaszfelületek módszerét alkalmazta GFRP fúrásához. Vizsgálataikban három féle gyorsacél fúrót alkalmaztak valamint három szinten változtatták a forgácsoló sebesség és előtolás értékeit. Munkájukban egy másodrendű prediktív modellt készítettek, valamint optimális forgácsolási paramétereket állapítottak meg. Vizsgálataikból kiderül, hogy a felületi érdességre a forgácsoló sebességnek van a legnagyobb hatása aztán a fúró átmérőnek, míg az előtolás hatása elhanyagolható.

Átfogó tanulmányt közöltek Khashaba és El-Keran [5] GFRP fúrásával kapcsolatosan. A kísérleteik során három szinten változtatták a forgácsoló sebességet és két szinten az előtolást. Tanulmányukban mérték a hőmérsékletet, az előtolás irányú erőt,

a felületi érdességet valamint foglalkoztak a delamináció jelenségével.

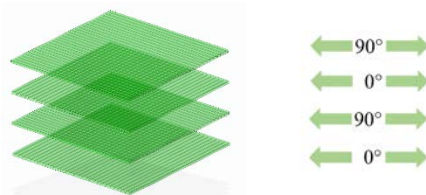
Velaga és Cadambi [6] a forgácsolási paraméterek hatását vizsgálták GFRP-s anyagok fúrásánál. Kísérleteikben gyorsacél fúrót használtak és három szinten változtatták a forgácsolási sebesség és előtolás értékeit. Vizsgálták a delaminációs jelenségeket, és végelemes vizsgálatokat végeztek és optimális forgácsolási paramétereket állapítottak meg a delamináció minimalizálásához.

Mohan és társai [7] Taguchi módszerrel vizsgálták GFRP-s anyagok fúrását. Kísérleteikben négy szinten változtatták a bemenő paramétereket melyek a következők: GFRP anyag vastagsága, fúró átmérő, és a forgácsolási paraméterek. Részletesen foglalkoztak a delaminációval valamint a forgácsolási paraméterek hatásával delaminációs jelenségekre.

Ebben a cikkben egy 10mm vastag üvegszál erősítésű műanyag fúrási vizsgálatainak eredményeit mutatjuk be. Elemzésre kerül a fúrt felületek érdességi paramétere (Ra) a forgácsolási paraméterek függvényében.

2. Kísérletben felhasznált anyagok és módszerek

A kísérletekhez használt GFRP-ben az üvegszálak egymásra merőlegesen (1. ábra) 26 rétegben lettek elhelyezve.



1. ábra. Üvegszálak szálrendezése a munkadarabban

Az üvegszállal erősített műanyagoknál jelentősebb a szerszámkopás ezért ott gyémánt vagy gyémánt bevonatú szerszám javasolt. Ezek alapján a kísérletekhez a DreamDrills termékcsalád Ø 10 mm-es

gyémánt bevonatos fúróját használtuk [8]. A kísérleteket MAZAK VCN 410A-II szer-
számgépen végeztük, a felületi érdességet
Mitsutoyo SJ-301 érdességmérővel mértük.

2.1. Prediktív modellek

Célszerű létrehozni olyan fenomenoló-
giai modelleket, melyekkel a forgácsolt
felület vizsgált paraméterei (esetünkben az
átlagos felületi érdesség) a vizsgált forgá-
csolási paraméter tartományon belül megfe-
lelő pontossággal becsülhetők. Alapvetően
kétféle megközelítés szokás. Egyik esetben
az ún. másodrendű függvény modell [1, 4]
(1), mely tartalmazza a forgácsolási para-
métereket azok négyzetes hatását illetve
kereszthatásukat (továbbiakban I. modell):

$$Y = b_0 + b_1 \cdot v_c + b_2 \cdot f_z + b_{11} \cdot v_c^2 + b_{22} \cdot f_z^2 + b_{12} \cdot v_c \cdot f_z \quad (1)$$

Valamint az úgynevezett hatvány kitevős
modell [3] (továbbiakban II. modell), mely
az alábbi alakban kereshető (2):

$$Y = c_0 \cdot v_c^{c_1} \cdot f_z^{c_2} \quad (2)$$

amelyekben Y a vizsgált paraméter, $b_0, b_i \dots b_{ij}, c_0, c_i \dots c_{ij}$ számított koef-
ficiensek, v_c, f_z pedig a bemenő (forgácsolási) paraméterek.

A felületi érdesség prediktív modelljeit
és azok vizsgálatát a fenti két módon hatá-
roztuk meg.

2.2. Kísérleti pontok meghatározása

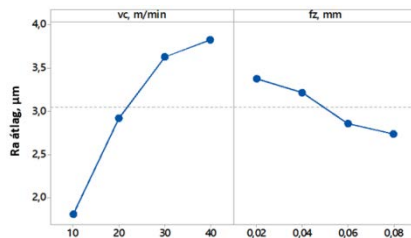
A szakirodalom alapján minél szélesebb
forgácsolási paraméter tartományt kíván-
tunk megvizsgálni. A forgácsoló sebességet
 $v_c = 10-20-30-40$ m/min az előtolást $f_z = 0,02-0,04-0,06-0,08$ mm között változtat-
tuk. A forgácsolási kísérleteket minden
paraméter kombinációban vizsgáltuk.

3. Eredmények

3.1 Forgácsolási paraméterek hatása a felületi érdességre

Az 2. ábra az R_a változását mutatja a
forgácsolási paraméterek függvényében. Az

ábrákból látható, hogy az R_a paraméter
növekszik a forgácsoló sebesség növelésé-
vel, míg az előtolásnak nincs ilyen megha-
tározó hatása.



2. ábra. R_a főhatás ábrái

3.2 Prediktív modellek

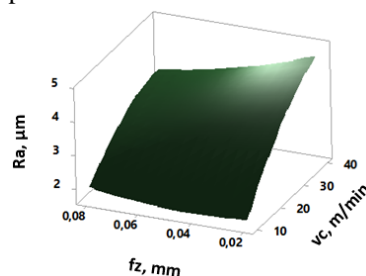
A furatok R_a érdességi paramétereire az
(1) és (2) alapján prediktív modelleket
hoztunk létre. A másodrendű válaszfüggvé-
nyek az alábbiak:

$$R_a = 0,184 + 0,1971 \cdot v_c - 5,5 \cdot f_z - 0,001703 \cdot v_c^2 + 164 \cdot f_z^2 - 0,759 \cdot v_c \cdot f_z \quad (3)$$

A hatványkitevős modellek pedig:

$$R_a = 0,3383 \cdot v_c^{0,562} \cdot f_z^{-0,1385} \quad (4)$$

A 3. ábra a (3) egyenlet alapján szemlélteti
a forgácsolási paraméterek hatását az R_a
paraméterre.

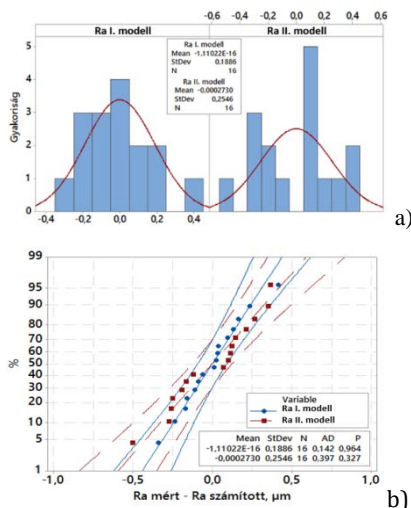


3. ábra. A (3) egyenlet grafikus ábrázolása

3.3 Modellek ellenőrzése, vizsgálata

A prediktív modellek akkor megfelelőek,
ha a mért és a számított értékek közötti eltéré-
sek (reziduumok) minél kisebbek, várható
értékük nulla körüli, és szórásuk minél kisebb.
A 4. ábra az R_a értékek reziduumjait ábrázol-

ja hisztogrammal és normalitás hálón. A két ábrából látható, hogy az I. modell reziduumjainak eloszlása jobban közelíti a várt normális eloszlást. Az eltérések $-0,337 \mu\text{m}$ és $0,41 \mu\text{m}$ közötti értékűek, a szórásuk pedig $0,1886 \mu\text{m}$. Ezzel szemben a II. modell hasonló paraméterei nagyobb eltérést és nagyobb szórást mutatnak. A hibák eltérései $-0,5 \mu\text{m}$ és $0,36 \mu\text{m}$ közötti a szórásuk pedig $0,2546 \mu\text{m}$.



4. ábra. Ra reziduumok vizsgálata.

a) Reziduumok hisztogrammja;

b) Reziduumok ábrázolása normalitás hálón.

4. Következtetések

Ebben a cikkben egy 10 mm vastag, 26 rétegű GFRP anyag fúrási vizsgálatait végeztük el. A fúrások után mértük az átlagos felületi érdességet. Kétféle prediktív modellt hoztunk létre az érdesség becslésére. A vizsgálatokból az alábbi következtetések vonhatóak le:

- az átlagos felületi érdességre (Ra) a forgácsoló sebesség van nagy hatással, míg az előtolás értékének nincs ilyen meghatározó szerepe;
- bár mindkét prediktív modell a technológiai előtervezéshez szükséges megfelelő pontossággal becsli az Ra értékeket, de az egyenletek vizsgálata azt mutatja, hogy az

I. modell pontosabb, a hibák eloszlása jobban közelíti a normális eloszlást, valamint a hibák szórása is kisebb.

Köszönetnyilvánítás

„Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-4-I-OE-779/60 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült”

Köszönet illeti a GranTOOL Kft.-t, hogy biztosította a vizsgálatok elvégzéséhez szükséges szerszámokat, valamint az KANDSI Kft.-t (AKOBEZ), hogy biztosította az egyedileg gyártott munkadarabokat.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Okutan, E., Karabay, S., Sımazçelik, T., & Avcu, E. (2013). A Study on Derivation of Parametric Cutting Force Equations In Drilling of GFRP Composites. *Srojniški vestnik-Journal of Mechanical Engineering*, 59(2), 97–105.
- [2] Vankanti, V. K., & Ganta, V. (2014). Optimization of process parameters in drilling of GFRP composite using Taguchi method. *Journal of Materials Research and Technology*, 3(1), 35–41.
- [3] Kumar, D., & Sing, K. K. (2017). Experimental analysis of Delamination, Thrust Force and Surface roughness on Drilling of Glass Fibre Reinforced Polymer Composites Material Using Different Drills. *Materials Today: Proceedings*, 4(8), 7618–7627.
- [4] Parida, A. K., Routara, B. C., & Bhuyan, R. K. (2015). Surface roughness model and parametric optimization in machining of GFRP composite: Taguchi and Response surface methodology approach. *Materials Today: Proceedings*, 2(4-5), 3065–3074.
- [5] Khashaba, U. A., & El-Keran, A. A. (2017). Drilling analysis of thin woven glass-fiber reinforced epoxy composites. *Journal of Materials Processing Technology*, 249, 415–425.
- [6] Velaga, M., & Cadambi, R. M. (2017). Drilling of GFRP Composites for Minimising Delamination Effect. *Materials Today: Proceedings*, 4(10), 11229–11236.
- [7] Mohan, N. S., Kulkarni, S. M., & Ramachandra, A. (2007). Delamination analysis in drilling process of glass fiber reinforced plastic (GFRP) composite materials. *Journal of Materials Processing Technology*, 186(1-3), 265–271.
- [8] http://www.toolontool.hu/DNNGranTool/PDF/YG-1_Drill_DI473.pdf

ACÉLSZERKEZETEKET GYÁRTÓ VÁLLALAT BESZÁLLÍTÓI ÉRTÉKELÉSE

EVALUATION OF SUPPLIERS AT A STEEL STRUCTURE MANUFACTURER

Keller Katalin¹, Kocsi Balázs², Budai István²

¹*Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Műszaki Menedzsment és Vállalkozási Tanszék, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca 2-4, Telefon 0630-376-9646, kata51931@gmail.com*

²*Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Műszaki Menedzsment és Vállalkozási Tanszék, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca 2-4,*

Abstract

In today's world, where competition is becoming more and more prominent, companies need to focus on several aspects in order to be successful in their operations. Purchasing is essential to achieve this goal, so suppliers can be evaluated as well. New approach is created based on QFD method for evaluating suppliers, which can be quickly and easily done, even without the help of a computer. This method was tested in a North Eastern city's company in Hungary. Firstly, suppliers were selected by ABC analysis and then the expectations were defined and compared them based on the order of their preference matrix. The three categories were A, B and C, one supplier got into the best category, two suppliers got into the second category, five suppliers joined to the third category. Furthermore, Suppliers were categorized by Krajlic matrix. The supplier rating which based on QFD (Quality Function Deployment) method, is able to analyze the performance of a given supplier in an easy way at a company and to develop them in long-term in order to make the company more successful based on the result of combined work.

Keywords: *supplier rating, QFD, supplier characterization number.*

Összefoglalás

A mai világban, ahol a versenyhelyzet egyre kiélezettebb a vállalatoknak számos szempontra kell odafigyelnie annak érdekében, hogy sikeresek legyenek működésük során. Ennek a célnak az eléréséhez elengedhetetlen a beszerzés, így ma már a beszállítókat is tudjuk értékelni. A beszállítók értékelésére hoztuk létre a QFD módszeren alapuló metodust, amelynek alkalmazása gyors, egyszerű, akár számítógép segítségével is elvégezhető. Egy Észak-kelet magyarországi városban lévő vállalatnál dolgoztunk ki a módszert, melyben először ABC elemzéssel kiválasztottuk a beszállítókat majd elvárásokat határoztunk meg velük szemben, majd ezek sorrendjét alakítottuk ki preferencia mátrix segítségével. Továbbá létrehoztuk a Supplier Characterization Number-t, amely érték alapján kaptunk képet teljesítményéről. Ezekre egy ABC elemzést hajtottunk végre és végül a Krajlic mátrix alapján kialakítottuk a sorrendet. A három csoport A, B és C kategória, a legjobb kategóriában egy beszállító szerepel, a másodikban két beszállító került és a legrosszabb csoportba öt szállító helyezkedik el. Az általunk fejlesztett QFD (Quality Function Deployment) módszer a vállalatnál képes volt elemezni az adott beszállítók teljesítményét egyszerűen és tovább is fejleszteni őket, annak érdekében, hogy a vállalat a közös munka eredményeképpen még sikeresebbé váljon.

Kulcsszavak: *beszállító értékelés, QFD, preferencia mátrix, supplier characterization number.*

1. Bevezetés

Egy sikeres vállalatnak elengedhetetlen hogy a logisztikája megfelelően működjön. „A logisztika az ellátási láncnak az a része, amely alapanyagok, félkész-, és késztermékek, valamint a kapcsolódó információk származási helyről felhasználási helyre történő hatásos és költséghatékony áramlásának tervezési, megvalósítási, és irányítási folyamata, a vevői elvárásoknak történő megfelelés szándékával.” [1]. A logisztika célja, hogy a megfelelő dolog, a megfelelő helyre, megfelelő időben és megfelelő költségben kerüljön el. A logisztikának 4 területét különböztetjük meg. A beszerzési logisztikát, a termelési logisztikát, az elosztási logisztikát és az újra hasznosítási logisztikát. „A beszerzési logisztika feladata, hogy a termeléshez szükséges alap-, segéd- és üzemanyagok, alkatrészecskék és szerelvények a megfelelő mennyiségben és minőségben, a megfelelő időpontban, a megfelelő helyen, a megfelelő költséggel rendelkezésre álljanak, vagyis a beszerzési logisztika az anyagellátással kapcsolatos anyagáramlás és az ehhez kapcsolódó információáramlás, megtervezését, megszervezését, irányítását és ellenőrzését végzi.” [2]. Ennek köszönhetően a beszerzés mostanra elengedhetlenné nőtte ki magát egy vállalat életében. Így a beszállítók, értékelhetők, amelyre már létezik megoldás. Ilyen a Kraljic-mátrix vagy a súlyozott pontrendszer alapú értékelés. Továbbá, még erre a feladatra alkalmas a QFD, mint beszállítói értékelés. Bossert megjegyezte, hogy a QFD szigorúan strukturált módszertan az integrált termékfejlesztéshez, valamint a termék tökéletesítéshez, amelyek gyakran szükségesnek bizonyulnak, amikor a termék kezd elveszíteni a piaci részesedését a versenytárs termékéhez képest [3].

2. Célkitűzés

Dr. Akao Dr. Shigeru Mizunoval közösen írta meg az első könyvet a QFD-ről. A

QFD meghatározása a következőképpen fogalmazódott meg létrehozója szerint: „olyan módszertan, amely a felhasználói igényeket helyettesítő minőségi jellemzők-ké alakítja (minőségi jellemzők), meghatározza a késztermék formatervezési minőségét, és ezt a minőséget szisztematikusan beépíti a komponensek minőségére, az egyes részminőségre és a folyamat elemekre és azok kapcsolataira.” [4]. A QFD segíthet a vevői igények rangsorolásának meghatározásában és a többfunkciós csoportok azonosításában továbbá összekapcsolni ezeket a szükségleteket a megfelelő termék vagy szolgáltatási jellemzőkkel [5] [6]. A QFD módszert beszállítók értékelésére az Angela Tidwell és J. Scott Sutterfield közösen írt tanulmánya mutatja be, illetve amely szolgált a mi fejlesztéseink alapjául. Az általunk módosított QFD módszer már gyorsabban és egyszerűbben elkészíthető továbbá átláthatóbb lett és akár számítógép segítségével nélkül is elkészíthető. Emellett ez a módszer figyelembe veszi a kvalitatív és kvantitatív tényezőket is.

3. Fejlesztett értékelő módszer bemutatása

A beszállítói értékelés létrejöttéhez számos lépéseket kellett elvégezni ahhoz, hogy az értékelés minél realisabb és pontosabb legyen. Az első lépésben a QFD módszert, amelyet alkalmaztak már hasonló feladat elvégzésére, módosítottuk. A második lépésben a vállalat egy nagyobb kimenetelű munkáját kiemeltük. Ez a projekt egy acélsarnok megépítése volt. Ez után ezen beszállítókat összegyűjtöttük és rendszereztük, hogy megnézzük melyik beszállító mekkora százalékban járul hozzá a projekt megvalósulásához. Ezután besoroltuk őket három kategóriába: A, B és C, ami megmutatja a fontosabb beszállítókat. Majd a következő lépésben meghatároztunk elvárásokat a beszállítókkal szemben. Aztán ezen elvárásokat rangsoroltuk a preferencia mát-

rix segítségével, így láthatóvá vált mely követelmények a legfontosabbak a vállalat számára. A preferencia mátrixban a különböző feltételeket hasonlítottuk össze, abból a szempontból, hogy melyeket preferál jobban a vállalat. Így kialakult egy sorrend. A következő lépésben adatgyűjtést végeztünk, amely azért volt szükséges, hogy lássuk mely beszállító mennyire elégíti ki azt a követelményt. Majd a beszállítókhöz pontokat rendeltünk, azért hogy meglássuk, hogyan érvényesülnek náluk a különböző elvárások. Ezek a pontszámok a következők voltak 1,3,9. Az 1-hez tartozó jelentés a gyenge a 3-hoz a közepes és a 9-hez az erős tartozik. Ezek a számok mutatják, mennyire vannak jelen azok a kritériumok a beszállító értékrendszerében, teljesítményében és adottságában, amelyet a vállalat meghatározott. Ezek után a feltételek pontszámát és azt a számot, amely ennek az érvényesülését mutatja összekapcsoltuk az összes beszállítónál és így minden beszállító kapott egy végleges pontszámot, amelyet Supplier Characterization Number-nek neveztünk el.

$$SCN = \sum_{i=1}^n Sv_i \times W_i \quad (1)$$

SCN= Supplier Characterization Number
 Sv_i = i-edik beszállítói követelményhez tartozó beszállítói érték
 W_i = i-edig követelmény súlyszáma

Az utolsó lépésben meghatároztunk, mely beszállítók tartoznak az A, B és C csoportba. Az A csoportban azok a beszállítók vannak, akikkel a vállalat a továbbiakban is dolgozni kíván a jövőben. A B csoportba tartoznak azok a beszállítók, akikkel hajlandó még a vállalat együtt dolgozni, viszont fejlődést vár el tőlük azért, hogy az A csoportba kerülhessenek. Végül a C csoportban azon beszállítók foglalnak helyet, amelyek gyengén teljesítettek ezért rohamosan nagy fejlődésre van szükségük vagy a vállalat a továbbiakban nem hajlandó együtt működni velük. A kategorizálás után értékeltük a beszállítókat és megadtuk,

hogy melyik kategóriába tartoznak a Kraljic mátrix alapján. Ennek segítségével mértük fel a beszállító és a vállalat viszonyát.

4. Eredmények

A kiválasztott projektnél a beszállítókat az ABC elemzés segítségével kategorizáltuk és állítottuk fel a sorrendet, majd a 15 beszállító közül végül az első 8 beszállítóval dolgoztunk tovább, mivel a projektben nekik volt meghatározó szerepük. Ezt a 8 beszállítót Kraljic-mátrix alapján kategorizáltuk. A rutin kategóriában a Beszállító 3 és Beszállító 6 került, a befolyásolható csoportba a Beszállító2 és Beszállító 4, továbbá a stratégiai kategóriát a Beszállító1, Beszállító 5, Beszállító 7 és végül a Beszállító 8 képezi. A szűk keresztmetszeti csoportba egyetlen beszállító sem került. A beszállítókkal szembeni igényeket a preferencia mátrix segítségével rangsoroltuk. Majd megvizsgáltuk, hogy az egyes beszállítók mekkora értékben tudták teljesíteni a különböző elvárásokat, amelyeket feljük támasztunk. A maximális összeg, amelyet el lehetett érni az elemzés végén 945 pont, ha minden kritériumot a legnagyobb értékben ki tud elégíteni a beszállító. Ezt a pontot egyik szállító sem érte el azonban volt olyan vállalat, aki közelítette ezt az eredményt. Ez a vállalat a Besz.1., amely 853 pontot ért el. Ez a pont úgy jött létre, hogy a kritériumok fontosságának pontját összesoroztuk azzal a számmal, amely mutatja, hogy mennyire teljesül az adott beszállítónál. Az eredményeket megkapva elkészült egy ABC elemzés **1 táblázat**ban látható.

A **2. táblázat**ban összegezve vannak az összes beszállítóhoz kapcsolva a javításra szolgáló követelmények száma, amiket teljesíteniük kell a megadott határidőre a beszállítóknak. A táblázatban azon beszállítóknál, akiknél pirossal van jelölve a határidő, a vállalat a kitűzött dátumig ad haladékokat, hogy fejlődjenek, ha ez nem következik be, akkor az együttműködést megszakíthat-

ják és a továbbiakban nem választják őket. Ezt a döntést alátámaszthatja az is, hogy a Kraljic mátrix alapján a rutin kategóriába lettek besorolva így egyszerűen beszerezhetőek és nem töltenek be stratégiai szerepet, ha a beszállítók nem hajlandók fejlődni és a hibáikat kijavítani a vállalat nehézségek nélkül fog találni majd egy másik beszállítót, akivel együtt működhet a jövőben.

1. táblázat. *Beszállítók kategorizálása ABC elemzéssel*

Beszállítók	Érték	Érték%	Kum%	Kategória
Besz. 1	853	15,23%	15,23%	A
Besz. 4	807	14,41%	29,64%	B
Besz. 2	767	13,70%	43,34%	B
Besz. 5	661	11,80%	55,14%	C
Besz. 8	645	11,52%	66,66%	C
Besz. 7	633	11,30%	77,96%	C
Besz. 3	631	11,27%	89,23%	C
Besz. 6	603	10,77%	100,00%	C

2. táblázat. *Beszállítók kategorizálása Kraljic mátrix alapján*

Beszállítók	Javító intézkedések száma	Határidő	Kraljic kategóriája
Besz. 1	0		Stratégiai
Besz. 4	3	2017.11.25	Befolyásolható
Besz. 2	2	2017.12.31	Befolyásolható
Besz. 5	3	2017.04.15	Stratégiai
Besz. 8	1	2017.12.31	Stratégiai
Besz. 7	3	2017.02.12	Stratégiai
Besz. 3	2	2017.11.29	Rutin
Besz. 6	2	2017.11.27	Rutin

5. Konklúzió

A módosított metódust bármilyen projekt során lehet alkalmazni ezáltal kiválasztani a vállalat számára megfelelő beszállítókat az adott feladat teljesítéséhez. Az eszközzel az értékelés könnyedén és gyorsan elvégezhető, akár elektronikus eszközök nélkül egy papírlapon is. A módszer alkalmazásával kialakítható a beszállítói rangsor

továbbá a beszállítók fejlesztése, hiszen ez a vállalatok érdeke is. Az elemzés alapján képes a vállalat meghatározni egy megfelelő beszállítói csoportot. Ahhoz, hogy a vállalatok a legjobb minőségű termékeket tudják nyújtani és szolgáltatni, elengedhetetlen, hogy a megfelelő anyagok álljanak rendelkezésre a megfelelő időben, és költséggel így a tökéletes beszállító kiválasztása kulcsfontosságú szerepet tölt be és erre szolgál a módosított QFD módszer.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Kovács L. (2004): Logisztika. Pannon Egyetemi Kiadó, Veszprém, ISBN:978-963-9495-28-9, 2.
- [2] Cselényi J., Illés B., Bányainé T. Á., Bányai T., Kovács L., Mang B., Németh J., (2009): Logisztikai rendszerek I. Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 47.
- [3] Bossert J. L. (1991): Quality Function Deployment: A Practitioner's Approach, American Society of Quality Control (ASQC), Quality Press, Milwaukee, WI, 1991.
- [4] Akao Y. (1990): "History of Quality Function Deployment in Japan.", The Best on Quality, IAQ Book Series Vol. 3. pp. 183–196. International Academy for Quality.
- [5] Krieg R. (2004): Impact of structured product definition on market success", The International Journal of Quality & Reliability Management, Vol 21 No9, 991.
- [6] Kaufmann L., Michel A., Carter C. (2009): "Debiasing strategies in supply management decision-making". Journal of Business Logistics, Vol. 30 No. 1, 85–106.

A publikáció/prezentáció/poszter elkészítését az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

DEFUZZIFIKÁCIÓS MÓDSZEREK ÖSSZEHAISONLÍTÁSA LÉGKONDITIONÁLÓ RENDSZEREK ESETÉN

COMPARISON OF DEFUZZIFICATION METHODS IN CASE OF AIR CONDITIONING SYSTEMS

Koçak, Sinan¹, Pokorádi László²

¹ Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola, doktorandusz, Magyarország
 1081 Budapest, Népszínház u. 8.; +36 30 6068233, sinan.kocak@bgk.uni-obuda.hu

² Óbudai Egyetem Mechatronikai és Járműtechnikai Intézet, egyetemi tanár, Magyarország
 1081 Budapest, Népszínház u. 8.; +36 30 9194929
pokoradi.laszlo@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

This paper provides the design for air conditioning system and two different defuzzification methods. The air conditioner intelligent system is the control of two control parameter that is the temperature and the humidity of the area. The inputs received by the temperature and humidity sensors give the closest output values for the air conditioning system. The simulation result shows temperature and humidity of the heat exchange by using defuzzification methods of centroid and middle of maxima (MoM) in the Fuzzy Logic Toolbox of MATLAB package program.

Keywords: Fuzzy logic, defuzzification methods, air condition.

Összefoglalás

A tanulmány a légkondicionáló rendszer szabályzásánál alkalmazott két különböző defuzzációs módszert hasonlítja össze. A klímaberendezés működése során két szabályozási paraméter, azaz a belső hőmérséklet és páratartalom szabályozása történik. A hőmérséklet és a páratartalom érzékelő által észlelt bemenetek a légkondicionáló rendszer kimeneti értékeit adják meg. A szimulációs eredmény a hőcserélő hőmérsékletét és páratartalmát mutatja a centroid és a Maximumok közepe (MoM) defuzzifikációs módszerek alkalmazásával MATLAB Fuzzy Logic Toolbox környezetben.

Kulcsszavak: Fuzzy logika, defuzzifikáció, légkondicionálás.

1. Bevezetés

A fuzzy logika a matematika egy olyan ága, amely az emberi gondolkodáson alapul, azt matematikai függvényekké alakítja. A fuzzy logika legfontosabb tulajdonsága a fuzzy halmazelméleten alapuló matematikai diszciplína a bináris Arisztotelész logika (igen vagy nem, 1 vagy 0 stb.) helyett. A fuzzy logika értéket rendel a két bináris

érték között: a rövid, a sok, a kevés, a normál, a közepes és a hosszú érték helyett 0-1 érték között közbenső értékeket (például: 0,6 - 0,1) használ.

A fuzzy logikát az azerbajdzsán L. A. Zadeh az 1960-as évek közepén írta le először matematikai tanulmányként. Ezt az elméletet olyan területeken alkalmazzák, ahol a matematikai kifejezéseket nehezen lehet elérni [1]. Az első fuzzy logikai vezér-

lő alkalmazást a Mamdani 1974-ben hajtott végre egy gőzgép vezérlésével. Mamdani azt igazolta, hogy Zadeh megközelítését a számítógép könnyen tudja kezelni [2].

Azt a folyamatot, amikor a fuzzy kimenetet éles értékre konvertáljuk, nevezzük defuzzifikációnak. A defuzzifikációs folyamat a légkondicionáló rendszer fuzzy szabálybázisú szabályzásának utolsó lépése. A fuzzy szabály a feldolgozó egységben kap szabályértékeket az optimalizálóban értékeljük és egy meghatározott éles eredményre konvertáljuk.

Tanulmányunkban a klímatechnikai modellezést megvizsgáljuk a fuzzy logikai vezérlőrendszerek alapelvei szerint, két különböző módszert bemutatva. Nagy jelentőséggel bír az idődomainrendszerben lévő kis hőmérséklet-változások vizsgálata, amelyek folyamatosan befolyásolják a rendszer kimenetét a fuzzy logikai vezérlési rendszerrel.

2. Fuzzy tudásbázisú szabályzás

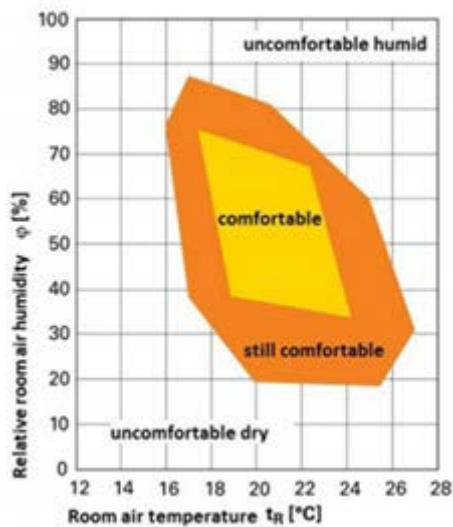
A fuzzy tudás alapú (Fuzzy Knowledge Based – FKBC) szabályozás az elmúlt években széles körben alkalmazott szabályozási algoritmus kifejlesztésének egyik módja. Nem célszerű hagyományos szabályozási módszereket alkalmazni, különösen összetett rendszerekben. E módszerek alkalmazása ilyen helyzetekben drága és meglehetősen nehézkes. Ebből a szempontból a bonyolult rendszereket könnyen lehet fuzzy logikával modellezni. Számos összetett alkalmazásban sok tudományos tanulmány és alkalmazás nagy teljesítményt ért el fuzzy logikával. Azonban a fuzzy logika közvetlenül kapcsolódik a tapasztalathoz is. A helyes szabálybázisok azonosítása biztosítja, hogy a tényleges eredményekhez legközelebb eső eredmények a tapasztalatoktól függően érhetők el. Ez a tapasztalat sok időt vehet igénybe az alkalmazástól függően, amit a fuzzy logika hátrányának kell tekintünk.

Az FKBC fő tervezési paraméterei skálázási tényezők, fuzzifikáció, szabálybázis és defuzzifikációs módszerek stb.

3. Légkondicionáló fuzzy szabályozása

Légkondicionáló rendszer tipikus példája a nagyméretű szabályozásnak.

Mivel a hőmérséklet és páratartalom szabályozása paraméterek kölcsönhatásban vannak egymással. Ez azt jelenti, hogy a szobahőmérséklet automatikusan megváltozik, ha a páratartalom változik, még akkor is, ha az a kívánt érték. A szabályozók hőmérsékletének és relatív páratartalmának RH (%) meg kell egyezzen.



1. ábra. A komfortzóna területe a hőmérséklet és a páratartalom függvényében (forrás: [3])

A légkondicionáló rendszer célja a hőmérséklet és a páratartalom együttes szabályozása. A szobahőmérséklet 18 és 24°C között legyen, a páratartalom függvényében. Az optimális relatív páratartalom 35 és 70% között van. Általában a belső hőmérséklet szabályozásával érhető el. Ezenkívül az emberek magasabb hőmérsékletet érzik

magukat a magasabb páratartalom mellett az alacsonyabb páratartalom szemben.

A fuzzy logika a légkondicionáló rendszer egy kedvező megközelítése. A beállítások nagysága gyakorlatilag összeegyeztethetetlen, a nyelvi fogalomba át lehet alakítani a közvetlen koncepciót. Mert az emberek nem ragaszkodnak meghatározott hőmérséklethez, illetve páratartalomhoz. Ezzel ellentétben az ember nagy kényelmet élvez. Ennek következtében ez a kényelmes zóna annak a személynek az érzete, aki nyugalomban van egy olyan helyiségben, ahol a hőmérséklet alacsony és a páratartalom kissé magasabb.

A működési elv ugyanaz, mint egy forró és hideg oldalú levegő / levegő hőszivattyú esetében. Miközben a hőt belülről kifelé áramoltatják, kompresszor és két ventilátor működtetése mellett áramot használnak. A szállítóközeg a hűtőközeg, amely szobahőmérséklet alatti hőmérsékleten a beltéri egységben elpárolog. Hőenergia szükséges a hűtőközeg elpárologtatásához, amíg a párologtató belsejében lévő összes folyadék gőzbe nem vált. A kompresszor emeli a nyomást, és vele együtt a párolgott hűtőközeg hőmérséklete magasabb, mint a környezeti hőmérséklet. Ezen a ponton a tárolt hő automatikusan visszautasítható kívülről, mivel a hűtőközeget folyadékba kondenzálják. A táglási szelep kioldja a nyomást és ezzel együtt a beltéri egység hőmérsékletét a kiindulási pont felé. A ventilátorok mindkét oldalon támogatják a hőátadást. Ennek a ciklusnak az az előnye, hogy több hűtőkapacitást lehet biztosítani, amennyire szükséges.

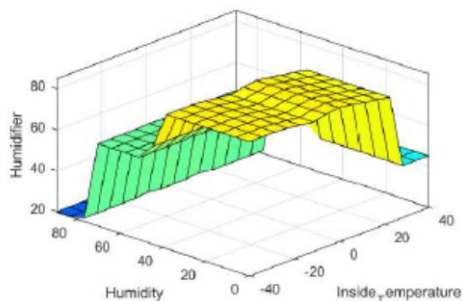
4. Esettanulmány

A defuzzifikáció a bemeneti változók és a kimeneti változók nyelvi kifejezésekké történő átalakításának folyamata. Ezért a kezdeti bemeneti és kimeneti változókat bemenő változóként határozzák meg a légkondicionáló rendszer számára; belső hőmérsék-

let esetén a hőmérséklet és a páratartalom hatását választották ki, és kimeneti változóként; Fűtő és párástító. A nyelvi kifejezések meghatározása a bemeneti és a kimeneti változó tagság mértékével történik. A kimeneti változók tagsági fokozatai a szabályok súlyai szerint is módosulnak. Jelen tanulmányunkban a centroid és a maximális középérték módszerét alkalmazzuk.

Lehetőség van arra is, hogy a rendszer érzékenyebbé váljon a belső hőmérséklet és más változók meghatározott nyelvi kifejezései által érintett területek csökkentésével vagy új minősítőkkel. Az alternatívák itt attól függenek, hogy az adott személy mit választ.

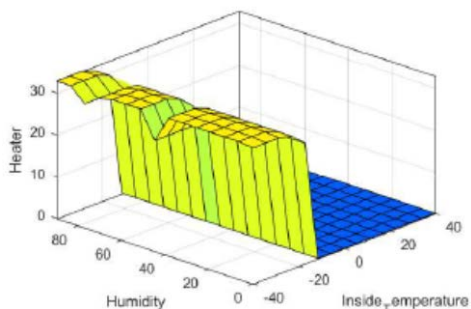
A defuzzifikációhoz használt nyelvi kifejezések, a belső hőmérséklet: hideg, normál és meleg. A tagsági függvények az adott személy belátása szerint kerülnek meghatározásra. Különböző értékek adhatók meg a terület használatának és a nyelvi kifejezések növelésének függvényében. Például, egy olyan rendszerhez különböző nyelvi minősítéseket és értékeket kell alkalmazni, amelyek csak az elektronikus eszközök hőmérsékletének szabályozására alkalmazhatók, különböző nyelvi minősítéseket és értékeket hozhatnak létre ahhoz, hogy egy rendszert emberi egészségre tervezzenek.



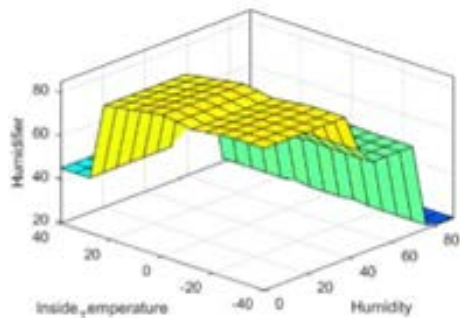
2. ábra. A párástító defuzzifikációs felülete MoM defuzzifikáció esetén

A szabályzó rendszerek kialakításában felmerülő főbb nehézség az, hogy nehéz és bonyolult az ellenőrzendő rendszer mate-

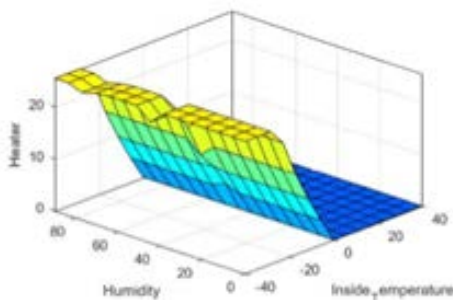
matikai modelljének kialakítása. Megfigyelték, hogy a hőcserélő hőmérséklete és páratartalma ennek megfelelően lágyabbnak bizonyult, és a kívánt páratartalom változtatásának mechanizmusa lehetővé tette számunkra, hogy gyorsabban haladjunk el.



3. ábra. A hőszabályzó defuzzifikációs felülete MoM defuzzifikáció esetén



4. ábra A párasító defuzzifikációs felülete centroid defuzzifikáció esetén



5. ábra A hőszabályzó defuzzifikációs felülete centroid defuzzifikáció esetén

5. Összegzés

Tanulmányunkban elvégeztük a légkondicionáló rendszer Fuzzy Logic elemzését, és a MATLAB csomagprogram Fuzzy Logic Toolbox szimulációját készítettünk a rendszerrel kapcsolatos eredmények elemzésére.

References

- [1] Zadeh, L. A. (1996). *Fuzzy sets*. In *Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, And Fuzzy Systems: Selected Papers by Lotfi A Zadeh*, 394–432.
- [2] E. H. Mamdani, „Application of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plan. *Proceedings of the Institution of Electrical Engineers*, 1974, 1585–1588.
- [3] R. Kosonen és F. Tan: *Assessment of productivity loss in air-conditioned buildings using PMV index*. *Energy and Buildings*, 1. kötet 1. szám 10, 2004, 987–994.

LABORATÓRIUMI KÖRNYEZETBEN JELENTKEZŐ MUNKATÉRI ZAJTERHELÉS VIZSGÁLATA (ESETTANULMÁNY)

WORKPLACE NOISE EXAMINATION IN A LABORATORY (CASE STUDY)

Kocsis Dénes

*Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Környezetmérnöki Tanszék, H-4028, Debrecen,
 Ötemető utca 2-4; Tel.: +3652/415155-77827; kocsis.denes@eng.unideb.hu*

Abstract

In this case study, the course and assessment of a work noise problem in a laboratory environment are described. Noise measurements were performed for the evaluation of workplace noise levels caused by the dominant sources at the site of the investigation. The results were evaluated according to the current Hungarian legislation, which is harmonized with the directives of the European Union. Based on the results noise protection interventions are required and proposals were described to solve the current situation.

Keywords: *noise exposure, occupational noise, case study.*

Összefoglalás

Jelen esettanulmányban egy laboratóriumi környezetben jelentkező munkatéri zajprobléma kivizsgálásának menete és értékelése kerül ismertetésre. A vizsgálat helyszínén lévő domináns zajforrások okozta zajterhelés meghatározása céljából mérésorozat történt. A kapott eredmények értékelésére a jelenleg hatályos magyarországi törvényi szabályozás (amely összhangban van a vonatkozó Európai Unió's irányelvekkel) alapján került sor. Az eredmények alapján zajvédelmi beavatkozások szükségesek, amelyek módjára javaslatok kerültek megfogalmazásra.

Kulcsszavak: *zajterhelés, munkatéri zaj, esettanulmány.*

1. Bevezetés

Régóta ismert a tudomány számára, hogy a túlzott munkahelyi zajterhelés káros hatásokkal járhat az emberi egészségre. Az elmúlt 40 évben világszerte számos intézkedést foganatosítottak a munkahelyi zajcsökkentés érdekében. A különböző kormányok a XX. század második felében általában szabályozták a munkavállalókat érhető maximális zajterheléseket [1], azonban vannak még kivételek, nemcsak a harmadik

világ országai között [2]. Részben ennek is köszönhetően még napjainkban is emberek milliói vannak kitéve veszélyes zajexpozíciónak, amely visszafordíthatatlan egészségkárosodást okozhat. Összességében a munkatéri zajterhelés csökkent az 1980-as évek óta [3], de még manapság is egy lényeges, nagyon sok embert érintő problémát jelent.

A munkatéri zaj vizsgálata esetén a kockázatértékelés az alapja a munkavállalókat érő, zajterheléssel összefüggő, és va-

lószerűsíthetően abból eredő egészségüket és személyi biztonságukat veszélyeztető tényezők elleni védekezésnek. A kockázatértékelés magába foglalja a zajexpozíció következtében kockázatnak kitett munkavállalók azonosítását és az őket érő zajterhelés felmérését. A kockázatértékelés gyakorlati célja, hogy meghatározza a szükséges intézkedéseket, amennyiben a munkavállalót érő terhelés eléri vagy meghaladja a beavatkozási határértékeket [4]. Ezzel kapcsolatban a munkáltatók kötelezettségeit az Európai Parlament és a Tanács 2003/10/EK irányelve (2003. február 6.) „a munkavállalók fizikai tényezők (zaj) hatásának való expozíciójára vonatkozó egészségügyi és biztonsági minimumkövetelményekről” dokumentum 4. cikke tartalmazza [5], amelyben szerepel, hogy „a munkáltatónak becsléssel meg kell határozni, és szükség esetén mérnie kell azt a zajszintet, amelynek munkavállalói ki vannak téve”. A munkavállalók felelőssége, hogy segíteniük kell a zajterhelés meghatározása érdekében végzett méréseket azzal, hogy megosztják ismereteiket a munkakörnyezetről, a használt eszközökről és a sajátos feladatokról [6]. Továbbá együtt kell működniük a mérések során azáltal, hogy az általános napi munkarendjük szerint végzik a munkájukat, és így a mérési eredmények a valós terhelésüket megfelelően reprezentálhatják.

Jelen munkában, laboratóriumi környezetben az ott dolgozó és a laboratóriumban lévő zajforrások által rendszeresen érintett további személyeket érő zajexpozíció felmérése és értékelése kerül ismertetésre eset tanulmány formájában.

2. Alkalmazott módszer

A mérések helyszínül a Debreceni Egyetem Műszaki Kar Környezetmérnöki Tanszék Levegő és Zajvédelmi laboratóriuma szolgált. A laboratórium 2017-ben átépítésre került és a korábbi egyterű számítógépes teremről leválasztásra került egy

térész, ahol környezetanalitikai vizsgálatok elvégzésére alkalmas helyiség lett kialakítva. Ebben a leválasztott térészben több analitikai nagyműszer került elhelyezésre és jellemzően egy PhD hallgató kutatómunkájának lett a színtere. A leválasztás által nem érintett térészen a korábbi gyakorlatnak megfelelően tanórák zajlanak a szorgalmi időszakban napi rendszerességgel.

2.1. Domináns zajforrások

A leválasztott belső térészen elhelyezett nagyműszerek között a nap 24 órájában üzemelők is vannak, hallhatóan jelentős zajterhelést okozva nemcsak az elkülönített helyiségben, hanem a külső, oktatótermi térészben is. A problémát az ott rendszeresen oktató személyek és az ott tartózkodó hallgatók is érzékelték és jelezték. 2017/18-as tanév szeptemberi megkezdése előtt a belső térész nem volt klímatiszt, viszont a gépek túlmelegedése potenciális veszélyforrásként jelentkezett, ezért a helyiség hűtését a nyílászárók nyitásával oldották meg. Ez jelentős zajterhelés növekedést eredményezett az oktatótermi térészben. A nyár folyamán kiépült a belső térészt kiszolgáló légkondicionáló berendezés, így azóta nem szükséges hűtés céljából nyitva tartani a nyílászárókat.

A belső helyiségbe újonnan telepített jelentősebb zajforrások a következők:

- Genius NM32LA nitrogéngenerátor;
- Agilent 6140 Single Quadropole LC/MS System (folyadék kromatográf és tömegspektrométer, ehhez társul még egy elővákuumpumpa);
- Agilent 1260 Infinity I ultra nagynyomású folyadék kromatográf (UHPLC).

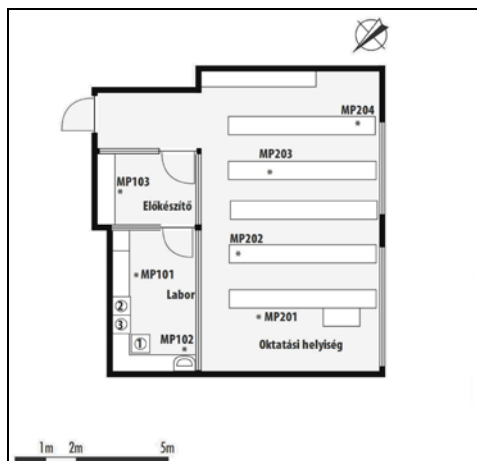
2.2. A munkatéri zaj meghatározása

A mérések egy Larson Davis Model 831-es, 1. pontossági osztályú zajszintmérő készülék segítségével történtek. A zajmérésekre összesen 7 mérési ponton került sor, amelyből 3 található a leválasztott térészen belül (**1. táblázat**). A pontok úgy kerültek

kijelölésre, hogy a lehetséges érintett személyek fejétől 50 cm-es távolságon belül helyezkedjenek el, bár a lehetséges érintettek a mérés során nem voltak jelen. A mérési pontok elhelyezkedését szemlélteti az **1. ábra**.

1. táblázat. A mérési pontok

Mérési pont	Lehetséges érintett személyek	Kapcsolódó tevékenység	Zaj jellege
MP101	PhD hallgató	számítógépes adatfeldolgozás, kiértékelés	állandó
MP102		mosogatás	állandó
MP103		előkészítés	állandó
MP201	oktató	oktatás	állandó
MP202	hallgatók	részvétel oktatáson	állandó
MP203		részvétel oktatáson	állandó
MP204		részvétel oktatáson	állandó



1. ábra. A mérési pontok helyzete. Számmal jelöltek a zajforrások (1: Genius NM32LA, 2: Agilent 1260 UHPLC, 3: Agilent 6140 Single Quadropole LC/MS). A zajmérési pontok *-al jelölték (MP101...MP204).

Tekintettel arra, hogy a zajforrások által keltett zaj a megfigyelés szerint közel állandónak bizonyult, ezért az egyes mérési

pontokban 1 perces mintavételes mérés történt, amelynek megfelelőségét a mérési eredmények csekély időbeli ingadozása alátámasztotta. A mérések háromszor kerültek ismétlésre ugyanolyan körülmények között.

3. Eredmények és azok értékelése

A mérési pontokra kapott eredményeket a **2. táblázat** tartalmazza. Az eredmények értékelése a jelenleg hatályos magyarországi törvényi szabályozás alapján történt. Az értékelésnél felhasznált jogszabályok:

- 66/2005. (XII. 22.) EüM rendelet a munkavállalókat érő zajexpozícióra vonatkozó minimális egészségi és biztonsági követelményekről (összhangban az Európai Parlament és a Tanács 2003/10/EK irányelve (2003. február 6.) a munkavállalók fizikai tényezők (zaj) hatásának való expozíciójára vonatkozó egészségügyi és biztonsági minimumkövetelményekről)
- 3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM együttes rendelet „a munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről”

2. táblázat. Mérési eredmények (a mérési ponton mért legmagasabb L_{Cpeak} értékek, valamint az L_{Aeq} értékek átlaga)

Mérési pont	L_{Cpeak} [dB(C)]	L_{Aeq} [dB(A)]
MP101	91,7	73,4
MP102	96,9	78,4
MP103	90,3	70,6
MP201	85,1	48,9
MP202	84,1	51,8
MP203	89,4	55,3
MP204	84,7	52,1

A **2. táblázat**ban látható, hogy az L_{Cpeak} értékek nem okozhatnak problémát, mert jóval elmaradnak a határértéktől (alsó beavatkozási határérték: 135 dB(C) a 66/2005. (XII. 22.) EüM alapján). A napi zajexpozíciós vizsgálatok eredményeképpen a leginkább érintett PhD hallgatóra különböző napi tevékenység felosztások mellett (jelenlegi és esetleges jövőbeli többletterheléssel

is számolva) 71 és 74 dB(A) közötti $L_{EX,8h}$ értékek adódtak. Ezek alapján kijelenthető, hogy egyik esetben sem közelítette meg a kapott érték a 66/2005. (XII. 22.) EüM rendeletben szereplő alsó beavatkozási határértéket ($L_{EX,8h}=80$ dB(A)).

A 3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM együttes rendelet alapján a dolgozót érő zaj L_{Aeq} értéke nem haladhatja meg analitikai laboratóriumok esetén a 60 dB-t. Oktatási helyiség külön kategóriaként nem szerepel a jogszabályban, így arra a térrészre 50 dB-es határértéket (pl. zajvédelmi szempontból fokozottan igényes irodai munkahelyek) tekintjük alkalmazhatónak. Ezen értékeket a mérési eredmények jellemzően jelentős mértékben meghaladják.

4. Következtetések

A vizsgált laboratóriumban az eredmények alapján szükséges zajvédelmi intézkedésekkel beavatkozni a jelenlegi helyzet javítása céljából. Áttekintve a forrásnál történő beavatkozással, a szervezéssel, és a hangátvitellel kapcsolatos intézkedéseket megállapítható, hogy tisztán szervezési intézkedésekkel a probléma nem oldható meg kielégítően, de vannak olyan szervezési intézkedések, amelyek más beavatkozásokkal együtt hatékonyak bizonyulhatnak. Ezek közül kiemelendő a kiértékelés tevékenységének áthelyezése, amely egy hangátviteli beavatkozással kombináltan a laboratórium teljes területére megoldást jelentene. Emellett javasolt továbbá a források áthelyezésének vizsgálata. A belső térrészben lévő berendezések egy része jellemzően az analitikai téren kívül helyezkedik el, ezért ez a lehetőség ebben az esetben is felmerül. Az áthelyezés várhatóan jelentős költségfordítással járhat, de hosszú távú,

biztos megoldást jelenthet. További megoldási lehetőség a zajforrások elfalazása, amelynél a zaj spektrális jellemzőit figyelembe kell venni. A javaslatok bármelyikének megvalósítása révén az érintetteket nem sújtaná a továbbiakban a nem kívánt zajexpozíció.

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] F. E. Thurston: *The worker's ear: A history of noise-induced hearing loss*, Am. J. Ind. Med., vol. 56, no. 3, Mar. 2013, 367–377.
- [2] J. P. Arenas and A. H. Suter: *Comparison of occupational noise legislation in the Americas: an overview and analysis*. Noise Health, vol. 16, no. 72, 2014, 306–19.
- [3] M. Sliwinska-Kowalska and A. Davis, *Noise-induced hearing loss*. Noise Heal., vol. 14, no. 61, 2012, 274.
- [4] European Commission: *How to avoid or reduce the exposure of workers to noise at work – Non-binding guide to good practice for the application of Directive 2003/10/EC*, 2008.
- [5] EC, Directive 2003/10/EC of 6 February 2003 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise), Off. J. Eur. Union, vol. L 42, no. 46, pp. 38–44, 2003.
- [6] J. R. Franks, M. R. Stephenson, and C. J. Merry: *Preventing occupational hearing loss: a practical guide*, no. 96–110. US Dept. of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, Division of Biomedical and Behavioral Science, Physical Agents Effects Branch, 1996.

LED-HALOGÉN NAPSZIMULÁTOR TERVEZÉSE KISMÉRETŰ NAPELEMCELLÁK VIZSGÁLATÁHOZ

DESIGNING PROCEDURE OF LED-HALOGEN HYBRID SOLAR SIMULATOR TO SMALL SIZE SOLAR CELL TESTING

Koós Dániel¹, Bodnár István²

¹Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet Cím: H-3515 Magyarország, Miskolc-Egyetemváros, Telefon / Fax: +36-20-290-1108, daniel.koos1@gmail.com

²Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Elektrotechnikai és Elektronikai Intézet Cím: H-3515 Magyarország, Miskolc-Egyetemváros, Telefon / Fax: +36-46-565-142, vegybod@uni-miskolc.hu

Abstract

During the experimental investigation of solar cells the quality of the illumination is essential. In case of the solar simulators the main goal is the accurate reproduction of the sunlight. Design procedure of a halogen-LED hybrid solar simulator is described in this article. One of the main goal is the compliance with the relevant standard (ASTM E972).

Keywords: solar cell, solar simulator, LED, halogen.

Összefoglalás

A napelemek laboratóriumi vizsgálata során az egyik legfontosabb tényező a megvilágítás minősége. A napfényszimulátorok esetében a cél mindig a napsugárzás lehető legpontosabb reprodukálása. Jelen cikk egy halogén-LED hibrid megvilágítással működő napfényszimulátor tervezési lépéseit mutatja be. A tervezés során az egyik fő cél a vonatkozó szabványnak (ASTM E972) való megfelelés.

Kulcsszavak: napelem, napfényszimulátor, LED, halogén.

1. Bevezetés

Az első generációs napfényszimulátorok halogén-, xenon- vagy egyszerű volfrám-szálas fényforrásokon és azok kombinációján alapulnak [1]. A félvezető technológia fejlődésével új típusú napfényszimulátorok jelennek meg, amelyek nagyteljesítményű LED egységeket alkalmaznak. Ezen eszközök működése energiahatékony és jó irányíthatóság jellemzi őket, továbbá különböző színű LED egységek kombinációjával a napfény spektrális szerkezete jól közelíthető velük. Hátrányként említhető azonban,

hogy tisztán LED egységeket alkalmazva nehéz elérni a szabványos vizsgálatokhoz szükséges 1000 W/m² fényintenzitás értéket [2]. E problémát küszöbölik ki a LED és hagyományos megvilágítást (pl.: halogén) kombináló megoldások [3].

2. Tervezés

A napfényszimulátorokra érvényes követelményekkel az American Standard for Testing and Materials (ASTM) E972-es szabványa foglalkozik [4]. Célunk e szabvány szerinti *C osztályú* napfényszimulátor készítése, amely segítségével maxiámálisan

150×150 mm méretű napelem cella megfelelő megvilágítása válik lehetségessé. A konstrukció a nagyteljesítményű színes LED egységek és halogén izzók kombinációján alapul. A tervezés során a LED színcsoportok optimális megtáplálási áramerősségeinek és a halogén izzók megfelelő darabszámának, pozíciójának meghatározása a cél, fő szempontként szem előtt tartva a szabvány által előírt spektrumszerkezetet és fényintenzitás eloszlás homogenitását.

2.1. Spektrális egyezés tervezése

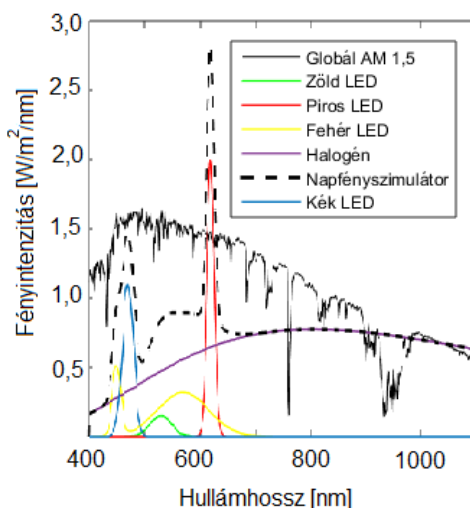
Az egyes fényforrások abszolút spektrumszerkezetének meghatározása közvetett módon történik. A LED egységek esetében minden színre ismert a sugárzás hullámhossztartománya és a sugárzási csúcsához tartozó hullámhossz, illetve mérések alapján a megvilágítás átlagos fényintenzitás értéke különböző megtáplálási áramerősségek esetén. Ezen adatok ismeretében az egyes LED egységek abszolút spektrumszerkezete Gauss-görbékkel jól közelíthető. A halogén lámpa spektrumszerkezetét a fekete test sugárzása alapján közelítjük, 3200 K színhőmérsékletet feltételezve. Az egyes fényforrások spektrumgörbéinek szuperpozíciója adja a napszínvizsimulátorra jellemző spektrumszerkezetet az adott változó paraméterek esetére. A szabvány által előírt spektrumegyezés vizsgálat során adott hullámhossz-tartományokra kell számítani a spektrumeltérést az (1) összefüggés alapján.

$$SE(\lambda_a - \lambda_f) = \frac{\int_{\lambda_a}^{\lambda_f} E_{NSz}(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda_a}^{\lambda_f} E_{AM1,5}(\lambda) d\lambda}, \quad (1)$$

ahol: $SE(\lambda_a - \lambda_f)$ a spektrumeltérés az adott hullámhossz-tartományra [-]; λ_a a hullámhossz-tartomány alsó határa [nm]; λ_f a hullámhossz-tartomány felső határa [nm]; E_{NSz} a napszínvizsimulátor spektrális intenzitása [$W/m^2/nm$] és $E_{AM1,5}$ napsugárzás spekt-

rális intenzitása [$W/m^2/nm$].

A spektrum optimalizálás során a LED színcsoportok azon megtáplálási áramerősség kombinációit keressük (a megengedett áramerősség határokra belül), amelyek esetére az (1) összefüggés alapján számítható spektrumeltérés minden hullámhossz-tartományra a szabványban foglalt *C osztálynak* megfelelően. Ezt a feladatot *MATLAB* környezetben oldjuk meg, ahol a program 625 áramerősség kombináció esetére végzi el az ismertetett metódust és határozza meg minden iteráció során a spektrumeltérést a vizsgált hullámhossz-tartományokra. Az **1. ábra** a legjobb egyezést eredményező áramerősség kombinációk esetén mutatja az egyes fényforrások, a napszínvizsimulátor és a napsugárzás (globálsugárzás AM 1,5) spektrális eloszlását.



1. ábra. Optimális spektrális eloszlás

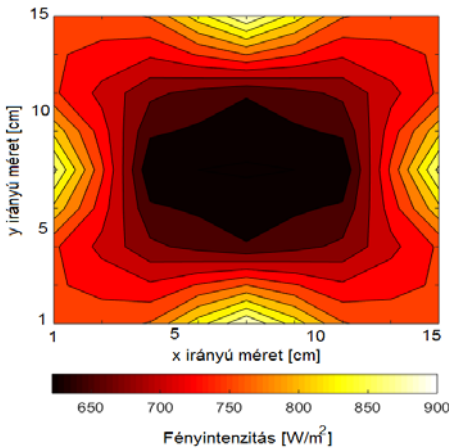
2.2. Fényintenzitás eloszlás tervezése

A megfelelő fényintenzitás eloszlás keresését próbamérések előzik meg. A LED egységek esetén a spektrumvizsgálathoz elvégzett fényintenzitás mérések eredményeit használjuk fel. Jelen esetben is 625

áramerősség kombinációra számítjuk *MATLAB* környezetben a kialakult fényintenzitás eloszlást. A halogén lámpák esetében a változó a darabszám és a pozíció. A lámpák helye adott (a LED mátrix sarkai és oldalfelező pontjai), azonban a vízszintessel bezárt szög, a vizsgálati síktól, a LED mátrixtól vett távolság és a lámpák darabszáma (4 db vagy 8 db) változik. Ebben az esetben az ismertett változók 27 kombinációjának próbája történik. Minden kombináció esetén a program számítja a két megvilágítási típus szuperpozíciójából származó fényintenzitás eloszlást és a (2) összefüggés alapján meghatározza az adott fényintenzitás eloszlás egyenletlenségét.

$$T_{EGy} = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{E_{\max} + E_{\min}}, \quad (2)$$

ahol: T_{EGy} a fényintenzitás eloszlás egyenletlensége [-]; E_{\max} maximális fényintenzitás [W/m^2]; E_{\min} minimális fényintenzitás [W/m^2]. A cél a legjobb homogenitást produkáló kombináció (LED esetén áramerősségek, halogén esetén pozíció és darabszám) megtalálása. A 2. ábra szemlélteti a legjobb homogenitást mutató fényintenzitás eloszlást a vizsgálati területen.



2. ábra. Legegyenletesebb fényintenzitás eloszlás a vizsgálati területen

3. Eredmények

3.1. Tervezett konstrukció

Az általunk tervezett napszimulátor konstrukciót 36 db, egyenként 5 W teljesítményű LED egység és 8 db, egyenként 50 W teljesítményű halogénizzó kombinációja és az ezeket kiszolgáló alegységek (tápegységek, szabályozó egységek hűtőborda, ventilátor és ház) alkotják. A tervezés során meghatározott megtáplálási áramerősségeket a LED színcsoportok esetén (1 db LED-re értve) az 1. táblázat mutatja be. A halogén lámpák pozícióját a 2. táblázat írja le.

1. táblázat. Különböző színű LED egységek megtáplálási áramerősség- és feszültség értékei

Szín	I [mA]	U [V]
Piros	710	2,5
Kék	710	3,4
Zöld	670	3,2
Fehér	680	4,0

2. táblázat. A halogén lámpák pozíciója

Vízszintes távolság a LED mátrixtól	Sarkon: 30 mm	Oldalt: 34 mm
Vízszintessel bezárt szög	Sarkon: 30°	Oldalt: 45°
Magasság a vizsgálati tartománytól	Sarkon: 75 mm	Oldalt: 60 mm

3.3. Napfény-szimulátor szabvány szerinti megfeleltetése

Az említett szabvány a napfény-szimulátorok osztályozását három szempont alapján végzi el. Ezen szempontok és a *C osztálynak* megfelelő eszköz esetén a kritériumok értékei a következők: (i) megvilágítás spektrumának eltérése a napfényéhez képest: 40-200 %; (ii) megvilágítás térbeli egyenletlensége: ≤ 10 %; (iii) megvilágítás időbeli egyenletlensége: ≤ 10 %. Mindemellett a szabványos készülékeknek minden kategória esetén biztosítani kell tudniuk a

földfelszíni (AM 1,5) maximális 1000 W/m^2 átlagos fényintenzitás értéket.

Az általunk tervezett napszimulátor átlagos fényintenzitás értéke 910 W/m^2 és a fényintenzitás eloszlás homogenitása 12 % a számítások alapján. A spektrális egyezést a **3. táblázat** szemlélteti.

3. táblázat. Számított spektrális egyezés a vizsgált hullámhossz-tartományokban

Hullámhossz tart. [μm]	Spektrális egyezés [%]
0,4-0,5	12,8
0,5-0,6	67,0
0,6-0,7	82,3
0,7-0,8	67,9
0,8-0,9	81,5
0,9-1,1	115,3

4. Következtetések

Munkánk során a cél egy, a szabvány szerint *C osztályba* sorolható napszimulátor tervezése, amely alkalmas kisméretű napelemcellák vizsgálatára. Az eredmények alapján elmondható, hogy a fényintenzitás nagysága és homogenitása tekintetében kismértékben elmarad a szabvány szerinti előírástól. Ez a probléma valószínűleg a halogén lámpák pozíciójának további optimalizálásával megoldhatóvá válik. A spektrális egyezés esetén a megvilágítás minden hullámhossz-tartományban megfelel a szabvány szerinti *C osztály* követelményeinek, kivéve a 400 nm – 500 nm intervallu-

mot. Ez az eredmény új, alacsony hullámhosszon domináns LED egység (ultraibolya) beépítésének szükségességét jelzi. Összességében elmondható, hogy a halogén-LED hibrid megvilágítás segítségével viszonylag költséghatékony módon előállítható szabványos napfényvizsgálat, azonban esetünkben e cél elérése érdekében további vizsgálatok szükségesek.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Wang, W.: *Simulate a 'Sun' for Solar Research: A Literature Review of Solar Simulator Technology*, Royal Institute of Technology, Department of Energy Technology, Swede, Stockholm, 2014.
- [2] Kohraku, S., Kurakowa, K.: *A Fundamental Experiment for Discrete-Wavelength LED Solar Simulator*, Solar Energy Materials & Solar Cells 90. pp.3364-3370. 2006.
- [3] Bliss, M., Betts, R., T., Gottschlag, R.: *An LED-based photovoltaic measurement system with variable spectrum and flash speed*, Solar Energy Materials & Solar Cells 93. pp. 825–830. 2009.
- [4] ASTM International: E927-05, *Standard Specification for Solar Imulation for Photovoltaic Testing*, United States, 2005.

Köszönetnyilvánítás



Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-2-I-ME/28. kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

RÉGI ÉPÍTMÉNYEK FÉM ANYAGAI ÉS BIZTONSÁGA

METAL MATERIALS AND SAFETY OF OLD BUILDINGS

Kopenetz Lajos György¹, Gobesz Ferdinánd-Zsongor²

^{1,2}Kolozsvári Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Kar, Tartószerkezetmechanikai Tan-
 szék, Románia, 400020 Kolozsvár, C. Daicoviciu u. 15, 3. em., 305;

¹Telefon +40-264-401318, ludovic.kopenetz@mecon.utcluj.ro

²Telefon: +40-264-401351, go@mecon.utcluj.ro

Abstract

In case of old metal constructions, there is to say where the bearing structure dominates, material issues have a great influence on the behaviour of the construction, in terms of function and safety. Old metal constructions have generally a monumental nature, so preservation, restoration and rehabilitation works are inseparable from material issues. Due to the monumental nature, the material research generally allows only minor damage, so these investigations require the use of special methods.

Keywords: structure, monument, safety, metals.

Összefoglalás

A régi fém építményeknél, vagyis az olyan szerkezeteknél, ahol a tartószerkezet dominál, az anyagi kérdések nagymértékben befolyásolják a szerkezet viselkedését, úgy működés, mint biztonság szempontjából. A régi fém építmények általában műemlék jellegűek, így a konzerválási, restaurálási és rehabilitációs munkák elválaszthatatlanok az anyagi kérdésektől. A műemlék jellegből következik, hogy az anyagi kutatások általában csak elenyésző roncsolást engednek meg, így e kutatások speciális módszerek használatát kérik.

Kulcsszavak: szerkezet, műemlék, biztonság, fémek.

1. Bevezetés

A régi építmények állagmegőrzéséhez, helyreállításához és megerősítéséhez nem csak statikai mérlegelés, hanem megfelelő anyagismeret is kell. A legszokványosabb gondokat a természetes elévülés okozza.

Köztudott, hogy a vas alapú anyagok korrózióvédelmét nem tudták a régi építményeknél se megoldani (egyebek mellett oly érdekességek is akadtak, mint például a baktériumok által elemészett vascsövek).

A többi régi építményekhez képest, ezekre az építményekre a nagyméretű kar-

csúság jellemző, a tartószerkezetük pedig sok meglepetéssel szolgálhat, így a különböző beavatkozásokat nagy körültekintéssel és műgonddal kell megvalósítani.

Általánosan elfogadott, hogy egy tartó-szerkezet akkor biztonságos, ha a stabil egyensúlyi helyzetéből kismértékben ki-mozdítva visszatér az eredeti állapotába (ahol a rendszer potenciális energiája a leg-kisebb). Az anyagi kérdések tisztázása nél-kül e fém anyagú szerkezetek stabilitási és teherbírási követelményei nem nyújtanak feltétlenül biztonságot azokra a terhelési esetekre, melyek a teljes tönkremenetelt

vagy a fokozatos összeomlást idézhetik elő. A biztonságot számító mérnökök jellegzetes hibáinak csak egy kis része származik a statikai megfontolásokból, a legnagyobb tévedések az anyagismereti oldalról jelentkeznek.

2. Anyagjellemzők és vizsgálatok

A fém anyagú régi építmények vizsgálatakor nagyon fontos a felhasznált anyagok és a létező minőség megállapítása [1, 2]. A fémeket az elektromos vezetőképesség és a fémes fény különbözteti meg a többi elemtől. A régi építményekhez használt anyagok kutatása és vizsgálata az archeometria segítségével lehetséges, mely által a szerkezeti mérnök a következő információkhoz juthat:

- az építmény művészettörténeti, régészeti, néprajzi vetületei és készítési technikája;
- a használt anyagok kora és előfordulási helye;

– az építmény és a történelmi, társadalmi kor fejlettségének kapcsolata.

Az anyagminőségi vizsgálatot főleg laboratóriumi teszteléssel lehet elvégezni, de helyszíni vizsgálatok is lehetségesek. Ez utóbbiakkal lehet megállapítani a különböző terhek okozta alakváltozások nagyságát, a szerkezet dinamikus jellemzőit és választát a dinamikus terhelésekre (szél, különböző rezgések, rezonancia érzékenység), valamint feltérképezni az észlelhető károsodásokat, hibákat (mágneses repedésvizsgálat, penetráló folyadékok, röntgen, ultrahang, defektoszkópia és induktív eljárások segítségével). A laboratóriumi vizsgálatok alapján meg lehet határozni pontosan az anyagokat (mintavétellel, vagy újabban a nélkül) és a fizikai tulajdonságaikat (sűrűség, hővezetési képesség, hőtágulási együttható, olvadáspont, rugalmassági együttható, húzószilárdság, folyási határ, szakadási nyúlás, stb.), keménységet, rugalmas vagy rideg viselkedést.

1. táblázat. A régi építményekben fellelhető fémek fizikai tulajdonságai és csoportosítása.

Jellemzők \ Fém elem	Pb	Zn	Sn	Cu	Au	Ag	Fe
szín	fehér fémek			színes fémek			fekete
sűrűség (daN/m ³)	11300	7140	7290	8860	19300	10500	7250 – 7800
olvadáspont (°C)	327	419	232	1083	1063	960	1200 – 1350
	alacsony			közepes			magas
hőtágulási tényező (×10 ⁻⁶ /grad)	28,0	26,0	26,7	16,5	14,2	19,5	10,5 – 11,5
rugalmassági tényező (×10 ⁻⁶ daN/cm ²)	0,1050	1,3	0,415	1,2	1,0	0,77	1,69 – 2,1
húzószilárdság (daN/cm ²)	100 – 300	1500 – 3200	200 – 600	1500 – 4500	1200 – 2200	1400 – 3800	3000 – 8000

A fém anyagú régi építmények (épületek, hidak, szobrok, stb.) tartószerkezeteiben vas (Fe), réz (Cu) és ötvözetei, cink / horgany (Zn), ón / cín (Sn), ólom (Pb), ritkábban ezüst (Ag), arany (Au) található. Ezek néhány jellemzője az **1. táblázatban** van feltüntetve.

3. A fontosabb fémek alkalmazása a régi építményekben

A fém alapú anyagokkal kapcsolatban nem ismerjük eléggé elődeink tudását, sok ismeret elavult vagy elveszett mára.

Az aranyat a legősibb koroktól használják, alacsony olvadási pontja miatt. Tartó-

szerkezeti elemként ritkán, inkább huzalként vagy borításként alkalmazták (1. ábra). Az ókorban a szerkezeti aranyhuzalt a kikalapált aranyszalag összesodrásával állították elő, a középkorban húzófogót is alkalmaztak. A borításokat aranylemezből kalapálták ki.



1. ábra. A kolozsvári Szent Mihály templom közel 4 m-es aranyozott keresztye.

Az ezüst nehéz, világos fehér színű fém, jól nyújtható, lágy, kalapálható. Öntését kerülték, mert porózus anyag keletkezik. Tartószerkezeti alkalmazása nagyon ritka, inkább ötvözésre alkalmazták.

A réz az egyik legrégebb használt fém, eleinte inkább kovácsolt formában (különböző vastagságú lemezekként) használták. Vörös színű, jól nyújtható, kalapálható. A levegőn zöld színű réteg (patina) képződik a felületén, mely átmosódva beszínezheti a környező felületeket is. Az öntését elkerülték mivel porózus anyag keletkezik (és az olvadáspontja sem csekély), de ezt ötvözéssel át tudták hidalni. A sárgarézt (tompak, tombak) a római időkben jelent meg, a réz és cink ötvözésével (esetenként ólommal is keverve). Alacsonyabb olvadáspontja miatt öntött tárgyakhoz is használták, de természetesen, kovácsolt és hidegen formált alakban is sok alkalmazást kapott. A bronz a réz és az ón ötvöze, elég széleskörű alkalmazásra került (lámpatestek és oszlopok, nagyméretű szobrok, díszítések, stb.).

A cink (horgany) kékesfehér színű, csak a felületén oxidálódik vékony rétegben, ami megvédi a korróziótól. Nagyon jól tapad a

vasszerkezetekhez, vaslemezekhez és, a korrózió szempontjából, mint pozitív elem, saját tönkremenetele által védi az általa borított vasat (pl. horganyzott lemez). Így nagyon sok szerkezeti díszítésnek az alapanyaga (2. ábra). Az öntvényeket bronzal bevonva kiváló kőutáztatok készültek.



2. ábra. Horganyzott lemezzel borított kupolák Kolozsvár főterén.

Az ón (cín) ezüstfehér színű, igen lágy, nehéz fém, jól nyújtható, kalapálható. Nagy figyelmet kíván a fehér ón, mely 13,2 °C alatt szürke ónná módosul és porrá alakul (ónpestis). Nagyon jól tapad a vasszerkezetekhez, vaslemezhez (öntött vaslemez, vagy fehér lemez) és ezeket védi (mint pozitív elem) a korróziótól, akárcsak a cink.

Az ólom kékeszürke színű, nehéz lágy fém. A felületen oxidálódik vékony rétegben, ami megvédi a korróziótól és a híg savaktól (kénsav, sósav), kivéve a salétromsavat (HNO₃). Könnyen nyújtható közönséges hőmérsékleten, de az olvadási pontja körül igen merevvé válik. Leginkább lemezek, huzalok, csövek, szigetelések anyagaként szerepel, valamint vánkoss lemez, öntöttvas, kő és fa oszlopok támaszkodási pontjain.

A vas ezüst fehér színű, nehéz fém, mely levegőn rozsdásodik, korrodálódik és védelem hiányában az egész vasszerkezet elpusztulhat (3. ábra). A rozsdásodás a felületén kezdődik (barna színű oxid-hidroxid réteg képződik, mely nem össze-függő, így nem védi meg a további oxidációtól) és befelé haladva duzzadást is okozhat.



3. ábra. Vas híd (kovácsoltvas karfa és kapu, rozsdától elemésztett acélgerenda alul csövel erősítve) és erkélyek a kolozsvári Malom-árok felett.

A régi építményeknél nyersvas (fehér vagy szürke), öntöttvas (folyasztottvas, folytvas), kovácsoltvas (hegeszvas, kavartvas), vagy acél (folytacél) formájában található leginkább. A nyersvas 2,3-6% szenet tartalmaz, ahol a szén két féle formában jelentkezhet (vas-karbidként a fehér nyersvasban, szén grafitként a szürke nyersvasban). Az öntöttvasat a nyersvas megolvasztásával és formába öntésével kapják. A fehér nyersvasból kapott öntöttvas kemény (nem fogja a reszelő), rideg, nem nyújtható és nehezen olvad. Azok a régi építmények, ahol ebből az anyagból van a tartószerkezet, nagyon nagy figyelmet igényelnek a nagy merevség és a duktilitás teljes hiánya miatt (a kihajlás lehetetlen és a földrengés okozta hirtelen lökésekre nem tud válaszolni a szerkezet). A szürke nyersvasból készült öntöttvas lágyabb (reszelhető, fűrható) és könnyebben olvad. A kovácsoltvas széntartalma kicsi (0,2%-nál kisebb), kovácsolható és hegeszthető lágy vas. Az acél széntartalma 1,5-2% (vas-karbid alakjában), kovácsolható és hegeszthető.

4. Következtetések

A régi építményekben található fém anyagok tulajdonságainak az ismerete és kutatása nem csak a szerkezeti hibák feltá-

rása során segít, hanem a hibák elhárítására tett javaslatok kidolgozásában is. Habár a tartószerkezetekre vonatkozó szabályok időnként változnak, az építmények elegendő hordképességgel és tartóssággal kel bízhatnak. Minden tartószerkezet hordképessége és tartóssága elsősorban a felhasznált szerkezeti anyag függvénye, ezért a tartószerkezeti szakértőnek a véleménye, valamint az építmény biztonságos és okszerű használatára vonatkozó előírásai jelentik az egyedüli járható utat. A szakértőnek meg kell vizsgálnia, hogy a tartószerkezet képes-e a formai összefüggések érzékelhető változása nélkül biztonságosan levezetni a terheléseket a talajra. Az igénybevételek számításánál oda kell figyelni, hogy a rugalmassági határon ne haladjanak túl a szerkezeti részek, mert a fém anyagú szerkezeteknél a rugalmassági határ átlépése szorosan összefügg a fáradási tönkremenetellel (az avultság miatt javasolható, hogy a határfeszültségeknek csak a fél értékével végezzék a számításokat).

A mai tervezési filozófia a biztonságos tönkremenetel elvén alapszik, tehát megengedi a helyi károsodást, de nem fogadja el a progresszív, vagy teljes összeomlást. Ezt csak nagy egyszerűsítéssel lehet a régi szerkezetek esetében alkalmazni, nem elég a statikus és dinamikus hatások okozta szilárdsági, alakváltozási és elmozdulási értékek kiszámítása, hanem nagyon fontos ezeknek a hatásoknak a csökkentése.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Riederer, J.: *Kunstwerke chemisch betrachtet. Materialien, Analysen, Altersbestimmung*, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1981.
- [2] Kopenetz, L. G.: *Gondolatok statikusoknak*, Kriterion Kiadó, Kolozsvár, 2006.

AZ UTCÁINKBAN MEGBÚVÓ TÖRÖK

TURKISH SECRETS HIDDEN IN OUR STREETS

Kósa Balázs¹, Juhász Hajnalka², Gyüre Lilla³, Schmidt Olivér⁴, Németh-Szigeti Renáta⁵, Paczolai Kinga⁶, Széll Attila Béla⁷

¹⁻⁴Pécsi Tudományegyetem, Műszaki és Informatikai Kar, Vizuális Ismeretek Tanszék 7624, Magyarország, Pécs, Boszorkány út 2.; Telefon / Fax: +36-72-503-650-23836, kosa.balazs@mik.pte.hu

⁵Pécsi Tudományegyetem, Műszaki és Informatikai Kar, Mérnöki Ismeretek Tanszék 7624, Magyarország, Pécs, Boszorkány út 2.; Telefon / Fax: +36-72-503-650-23836, reni.szigeti@gmail.com

⁶Pécsi Tudományegyetem, Műszaki és Informatikai Kar, Építészeti és Várostervezési Tanszék 7624, Magyarország, Pécs, Boszorkány út 2.; Telefon / Fax: +36-72-503-650-23836, paczolaik@gmail.com

⁷Pécsi Tudományegyetem, Műszaki és Informatikai Kar, Épületszerkezetek - Energiadesign Tanszék 7624, Magyarország, Pécs, Boszorkány út 2.; Telefon / Fax: +36-72-503-650-23820, szellattila@mik.pte.hu

Abstract

Hungary is the home of many peoples from the start of its history. As a result, our built heritage is made up of buildings which were built, used and formed by different peoples during their lifetime. The study investigates the diversity of the built heritage, the architectural and social multiculturalism in the city centre of Pécs.

Keywords: *turkish, downtown, monumental building, Pécs, mosque.*

Összefoglalás

Magyarország történelme kezdetétől sok nép otthona. Ennek eredményeképpen épített örökségünket olyan épületek alkotják, melyeket fennállásuk során különböző népcsoportok építettek, használtak és alakítottak. A tanulmány Pécs belvárosában vizsgálja az épített örökség sokszínűségét, az építészeti és társadalmi multikulturalizmust.

Kulcsszavak: *török, belváros, műemléki épület, Pécs, dzsámi.*

1. Az Oszmán Birodalom Magyarországon

1.1. Történelmi áttekintés

Tézis 1. Egy hódító hatalom alkotta épületek és erődtípusok is válhatnak idővel

nemzeti és helyi identitásunk meghatározó elemévé.

Az építészettörténetben megfigyelhető, hogy a megszálló hatalmak sok esetben kultúrájukat és ezáltal építészeti kultúrájukat is a legyőzött országokra és

azok lakosságára, mint egy erődemonstrációként rákényszerítik. Ebből fakadóan számos magyar városban (is) megtalálhatóak azok a török időből származó házak, közfürdők, imahelyek, amelyek abban az időszakban, amikor megépültek még egy másik kultúra jelenlétét voltak hivatottak hirdetni, azonban napjainkban már olyan felbecsülhetetlen értéket képviselnek, amelyek nélkül országunk építészeti emlékek tekintetében szegényebb lenne.

Magyarország egy jelentős részét a törökök a XVI. században rendkívül rövid idő alatt hódították meg és tették az Oszmán Birodalom szerves részévé. Mind társadalmi, mind gazdasági felfogásukat bevezették az elfoglalt területeken, biztosítva ezáltal hatalmukat. Leginkább azokat a közigazgatási és a középkor során megerősített központokat népesítették be, amelyek stratégiai szempontból előnyt jelentettek számukra, ahol az imént említettek okán biztonságosan tudtak fejlődni, terjeszkedni, a földrajzi adottságok, vagy épített erődítmények védelmét élvezve. Pécs mediterrán jellegű éghajlata, földjeinek termékenysége, kézműves iparának fejlettsége és természetesen virágzó kereskedelme szintén hozzájárultak ahhoz, hogy a török birodalom vezetői az egyik legjelentősebb kulturális központot hozzák létre a területen.

Ilyen tekintetben az egyik leggazdagabb városunknak mondható Pécs. Megtalálható területén – leginkább a belvárosi részre koncentrálódva – két dzsámi (Kászim és Jakováli Haszan pasáké), [1] de Ferhád pasa dzsámija és a börcserzők mecsetje még romos állapotban, vagy beépítve is, de hangulatában mindenképpen idézi a török időket.

2. A pécsi dzsámik

Evlia Cselebi, a híres török származású világutazó 17 pécsi mecsetről ír útikönyvében. [2] Ez az adat azért tekinthető hitelesnek, mert Esterházy Pál leírásaiban kísértetiesen hasonló számokat emleget. „Tizenhat mecset van a városban, amelyek közül sok vörösrézrel, mások ólommal, s a legtöbb érclemezekkel van befödve.” [3] Másik, ugyan ebből az évből származó leírás (1664) mindössze 9 ilyen építményt említ, de ebből a felsorolásból nagy valószínűséggel hiányzik a Kórház téren álló templom és a székesegyház, amelyek ugyan nem dzsáminak épültek, de időszakosan a hódító hatalom által használt imahelyek egyikét képezték. Reálisnak tűnő számnak tehát fentiekből adódóan a 11 mondható. Joseph de Haüy által készített térkép szintén erre a számra enged következtetni. [4] A hadmérnök szintén 9 dzsámit jelöl térképein. Ötöt egyértelműen a mosque felirat azonosít be, négy pedig imahelyként szerepel, de tájolásukból (Mekka felé) arra következtethetünk, hogy ezek is dzsámik lehettek. A hadvezér a ferences templomot és a székesegyházat már keresztény emlékként rögzíti. Az adatokból tehát megállapíthatjuk, hogy Esterházy és Evlia Cselebi által rögzített számok valószínűsíthetően jól fedik a valóságot. Tanulmányunk ezek közül a teljesség igénye nélkül (Gázi Kászim pasa, Jakováli Haszan, Memi pasa, El-Hadzsi Hüszejn, Szülejmán - székesegyház -, és a börcserzők mecsetje) Jakováli Haszan dzsámijának történetével és hasznosíthatóságával foglalkozik. Továbbá Gázi Kászim pasa imahelyének (keletkezése 1580-ra tehető [5]) leírását egy másik tanulmányban elemezzük.

3. Megoldások, tervek

Tézis 2. Sok esetben nem elegendő magával a műemlék védelmével, dokumentálásával foglalkozni, szükséges az őt körülvevő kör-

nyezet vizsgálata, felülbírálnak és újra hasznosításuk is.

Számos magyar város bővelkedik történeti szempontból kiemelkedő jelentőséggel bíró épületekkel, maradványokkal, azonban pusztán ezek műemléki leltárba vétele, jelenlegi állapotának rögzítése, konzerválása nem elegendő. A rekonstrukciók és a geometriai felmérés során érdemes a helyreállítást kicsit távolabbról kezdeni. Nem pusztán az adott telken belül szükségserű gondolkodni, hanem a városrész, utca, tömb is vizsgálatunk tárgyát kell képezze. Ezen gondolatmeneten elindulva társaimmal, hallgatóimmal több ötletet is felvázoltunk. Közülük a Jakováli Haszan dzsámihoz tervezett installációt mutatjuk be a dolgozatban, ahol fontos szempont volt az alacsony költségvetés és a nem túl nagy beavatkozás a környezetbe. Néhány gondolat az épületről. Jakováli Haszan dzsámija napjainkban egy igencsak nagy forgalmat lebonyolító városrészen helyezkedik el. Ebből és a kórház két épülete közé beszorított helyzetéből fakadóan sokan észre sem veszik a város egyik legértékesebb, feltehetően a XVI. század második felében épült török emléket, amely a város visszafoglalását követően kápolnaként funkcionált ugyan, de a belső átalakításoktól eltekintve (melyeket Nesselrode püspök rendelt el), megjelenése az eredeti török jegyeket szinte hiánytalanul hordozza magában. A kőből és részben téglából épült négyzet alaprajzú épületet, körülbelül 13x13m-es, nyolcszögű dobon nyugvó kupola fedi, amit Evlia Cselebi szerint kék ón fedett. Első szinten számárhátíves (eredeti török téglából készült, vörös-fehér sávosan festett), felülvilágítóval zárul. Ezzel tükörben egy körökkel áttört betonlap, kökeretes ablakok helyezkednek el. Mögöttük régen stukkókeretbe, ma már csak betonkeretbe

foglalt ablakszemek vannak (a Gázi Kászim dzsámi mintájára). A második szinten már félköríves záródású ablakok jelennek meg. Az épületet és a dobot többszörösen tagolt párkány zárja le, aminek a festése eredetileg szintén vörös-fehér színű volt. A bejárat többszörösen tagolt kökeret, ebben helyezkedhetett el a *kitábe* (falfestés, az építés évszámát rögzítve), amely az idők során elpusztult. Az *avlu* (épülethez tartozó udvar) maradványait szerencsére a jelenlegi kórház alagsorában sikerült feltárni. A padló mecseki mészkő, melyen szőnyeget helyeztek el. A bejáratnál szemben, a délkeleti oldalon van a tizenkétszögű, hét oldalával záródó imafülke, azaz *mihráb* (irányt mutatva Mekka felé), amit felül sztalaktit-boltozat fed és itt található a pasa festett *tugra*-ja (kézjegye) is. Tőle jobbra állt a *minber* (szószék), balra a *kürszi* (prédikátor emelvénye, ami nem maradt fenn). A gerendák maradványaiból feltételezzük, hogy a *müezzin* (imára hívó személy) és az előkelőségek a *mahfil*-on (karzat) imádkoztak. Az épület minaretje, imatornya, ahonnan a müezzin napi ötször hívta imára az embereket a jobb oldalon csatlakozik.

Elhelyezkedéséből adódóan (forgalmi csomópont, két épület közötti beszorítás), sokak számára szinte észrevétlen marad az épület. Ezt a helyzetet szerettük volna orvosolni installációkkal, mely nem más, mint egy információs tábla. A megfigyeléseink alapján a táblát a tér két jelentősebb pontján állítottuk fel. Az egyik a sétálóutca felőli megérkezés, a másik pedig a délről érkező buszok megállója közelében található. A frekvenciált gyalogos forgalom „útjába” helyezett installáció talán azok figyelmét is az épületre tereli, akik már megszokták az építmény jelenlétét. Célunk az volt, hogy úgy mutassuk be a dzsámit, hogy közben nem teszünk kárt a közvetlen környezetben. Erre született a megoldás, egy általunk képeretnek aposztrofált mű, egy tábla, amelyből a

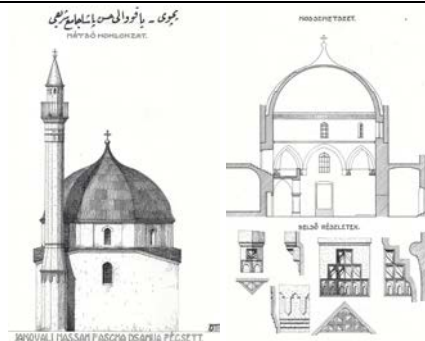
kezdetekben csak bizonyos részeket, később a teljes dzsámi szilüettjét kivágtuk. A kép tehát kitakarta az épület közvetlen környezetét, ezzel fókuszba helyezve magát a török emléket.

4. Következtetések, összegzés

Úgy gondoljuk, hogy épített örökségünk megőrzése és helyzetbe hozása korunk építészetének az egyik legfontosabb feladata. Több megoldás létezik erre, mi egy környezetelemzés utáni, kis beavatkozással járó választottunk. A későbbiekben célunk ezeknek az épületeknek és romoknak megvizsgálása olyan szempontok alapján, hogy a SMART technológiák közül mik azok, amelyek egyértelműen hasznosíthatók a későbbi beavatkozások során. Kiváltképp koncentrálni szeretnénk a virtuális valóságra, a VR technológiára, azzal való prezentációra. Már a felmérés is ennek a kísérletezésnek szellemében történt, hiszen összehasonlítottuk az emberi erővel végzett felmérést a drónnal való felméréssel. A drón ugyan gyorsabban, de pontatlanabban (5cm-es pontossággal) tudta az épület alaprajzi kontúrját a fotók alapján rekonstruálni. Viszont képes arra egy konvertáló program segítségével, hogy 3D modellt építsen viszonylag rövid időn belül.

A VR technológiák hallatán az emberek többsége egyből az építészetre asszociál és jelen esetben mi ezt szeretnénk kihasználni. Olyan prezentációs eszköz került a kezünkbe, amely lehetővé teszi a térlátással részben, vagy egyáltalán nem rendelkezők számára, hogy elképzeljék miként nézett ki, vagy fog kinézni egy-egy építmény.

A felmérésen túl tehát az épületek jövőjét, hasznosíthatóságát is vizsgáljuk és segítjük.



1. ábra. A dzsámi homlokzata és metszete Foerk Ernő felmérésén, 1917. [7]

Köszönetnyilvánítás



A tanulmányunk Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-4-I kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Madas József: *Elpusztult pécsi mecsetek*. Pécsi Műszaki Szemle 18 (1973) 2–3, 41–47.
- [2] Evliya Çelebi b. Derviş Mehmed Zillî: *Evliyâ Çelebi Seyahatnâmesi*. Topkapı Sarayı Kütüphanesi Revan 1457 Numaralı Yazmanın Transkripsiyonu – Dizini. 6. Kitap. Haz. Seyyid Ali Kahrâman–Yücel Dağlı. Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 2002. 114–116.; *Evliya Çelebi török világotató magyarországi utazásai*. Ford.: Karácson Imre. Gondolat, Budapest, 1985. 228–231.
- [3] Esterházy Pál: *Mars Hungaricus*. (Zrínyi könyvtár III.) Sar.: Iványi Emma–Hausner Gábor. Zrínyi, Budapest, 1989. 142.
- [4] Kisari Balla György: *Karlsruhei térképek a török háborúk korából*. Magánkiadás, Budapest, 2000. 344.
- [5] Kiss Albin: *A pécsi belvárosi templom története*. Pécs, 1906. 7.
- [6] Gosztönyi Gyula: *A várostemplom építéstörténete*. Pécs Belvárosi Római Kath. Egyházközség, Pécs, [1942]. 5–6.
- [7] Sudár Balázs: *A pécsi Jakóvári Haszan Pásza-dzsámi*. Műemlékek Nemzeti Gondnoksága, Budapest, 2010. 80, 81.

PLA ANYAGBÓL KÉSZÜLT PRÓBADARAB ANYAGTULAJDONSÁGAINAK KÍSÉRLETI DINAMIKAI VIZSGÁLATA

EXPERIMENTAL DYNAMICAL ANALYSIS OF TEST PIECES MATERIAL PROPERTIES MADE BY ADDITIVE PRODUCTION TECHNOLOGIES

Kovács Bálint Ádám¹, Ficzer Péter², Török Ádám²

¹Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar, Járműelemek és Jármű-szerkezetanalízis Tanszék, Cím: 1111 Magyarország, Budapest, Stoczek utca 2.; Telefon: +36-1-463-1739; Fax: +36-1-463-111/5857; enzo-b@hotmail.com

²Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar, Járműelemek és Jármű-szerkezetanalízis Tanszék, Cím: 1111 Magyarország, Budapest, Stoczek utca 2.; Telefon: +36-1-463-1739; Fax: +36-1-463-111/5857; ficzere@kge.bme.hu

Abstract

The recent years 3D printing became a hot topic, however it's hard to design parts without a deep understanding of the material properties. The aim of this study is to estimate the modal parameters and the damping properties via experimental dynamic analysis of a part made from PLA. We will study the effects of the different directions of printing. With the results we can provide data for the FEM softwares' input.

Keywords: *experimental modal analysis, additive manufacturing, natural frequency, mode shapes, polymers.*

Összefoglalás

Az utóbbi időben egyre népszerűbb téma a 3D nyomtatás, azonban az alkatrészek méretezése az anyagtulajdonságok pontos ismerete nélkül nehézkes. A dolgozat célja, hogy kísérleti dinamikai vizsgálatok során becsüljük egy PLA anyagból készült test modális paramétereit, majd csillapítási tulajdonságait. Megvizsgáljuk a nyomtatás irányának hatásait. Az eredményeket felhasználva a későbbiekben adatokat szolgáltatathatunk a végelelemes programok inputjának megadásához.

Kulcsszavak: *kísérleti modális elemzés, additív gyártástechnológia, sajátfrekvencia, lengéskép, polimerek.*

1. Bevezetés

Viszonylag új technológiáról lévén szó, az additív gyártástechnológiák óriási ütemben fejlődnek. Ennek velejárója, hogy a 3D

nyomtatóval így készített alkatrészek előállításának költségei is fokozatosan csökkennek, egyre több felhasználó számára válik elérhetővé a technológia.

Az additív gyártástechnológiák megjelenésével egy időben megnőtt a biológiai

lebontható műanyagok jelentősége, különös tekintettel a környezetvédelmi szempontokra [6]. Ilyen anyag a politejsav (PLA), amit az alacsony előállítási költségének köszönhetően egyre szélesebb körben alkalmaznak.

A rendkívül rugalmas gyártástechnológia, és a környezetbarát anyag együttese előrevetíti, hogy a jövőben tovább szélesedik az alkalmazási területe a PLA anyagból additív gyártástechnológiával készült alkatrészeknek. A gépészeti alkalmazások tervezéséhez elengedhetetlen az anyagtulajdonságok pontos ismerete. Áttekintettük a vizsgált PLA anyag anyagtulajdonságaival kapcsolatos szakirodalmakat. Azonban a témában kevés olyan publikáció van, ami az anyagtulajdonságok modellezésével is foglalkozik. Ugyanazon anyagjellemző tekintetében az egyes publikációk nagyon szélsőségesen különböző értékeket közölnek [2][3][4][5]. A kutatás célja, hogy jobban megismerjük az így készített alkatrészek csillapítási tulajdonságait, valamint az additív gyártás technológiai paramétereinek az anyagtulajdonságokra gyakorolt hatásait.

2. Irodalmi áttekintés

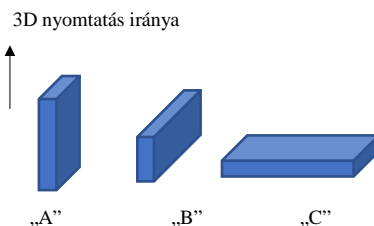
A rendelkezésünkre álló irodalom tanulmányozása során megbizonyosodtunk róla, hogy a test elhelyezése a nyomtatóban jelentős mértékben befolyásolja az anyagjellemzőket: az „álló” próbatestek szakítószilárdsága jelentősen kisebb, mint a másik két esetben [3][4]. A mértéke az egyes tanulmányokban nem egyforma, köszönhetően a különböző nyomtatási paramétereknek. Az eredményekből megállapítható, hogy álló próbatestnél körülbelül 0,4-0,5-szeresére csökken az anyag terhelhetősége [2][3].

A rétegek síkjára merőleges síkokban az anyag hasonlóan viselkedik [3]. Kijelenthető tehát, hogy az additív gyártástechnológiával gyártott tárgyak ortotróp anyagjellemzőket mutatnak.

3. Módszer

A szakirodalom tanulmányozása, a kísérleti, gyártási, alkalmazási tapasztalatok azt mutatják, hogy az additív technológiával gyártott alkatrészek nem mutatnak izotróp anyagtulajdonságokat. Az anyagtulajdonságok ortotróp jellege a 3D-s nyomtatás irányfüggésével magyarázható [2][3]. Polimer anyagból készült alkatrészek kísérleti vizsgálatait a dinamikai modellezéssel kapcsolatos problémákat is felvetnek.

A cikk egy prizmatikus hasáb kísérleti vizsgálati eredményeit mutatja be. Három darab, különböző irányban nyomtatott próbatest kísérleti dinamikai vizsgálatát végeztük el.



1. ábra. A próbatestek nyomtatási irányai

Egyik végén befogott tartóként vizsgálva meghatároztuk a próbatest $f=0-850$ Hz frekvencia tartományba eső hajlító és torziós sajátfrekvenciáit, csillapítási hányadosait és lengésképeit. Minden egyes módusra ellenőriztük, hogy a lengéskép klasszikus normál módusú-e, vagy sem. Mint ismert, a klasszikus normál módusok esetén a lengésképek állóhullám jellegűek, meg-egyeznek a csillapítatlan rendszer lengésképeivel és ezért matematikai modelljük kezelése lényegesen egyszerűbb. A méréssel meghatározott módusokat szétválasztottuk 2 csoportra: hajlító, ill. torziós módusok csoportjára. A csillapítási mechanizmus azonosítás céljából regressziós függvényeket határoztunk meg, melyek kifejezik a sajátfrekvenciákhoz tartozó csillapítási

tényező frekvencia-függését [1]. Ezek a függvények közvetlenül kapcsolatban vannak a reológiai ismert veszteségi tényező függvényével. A veszteségi tényező a veszteségi modulusz és a tárolási modulusz hányadosa [1]. Általános esetben a veszteségi modulusz és a tárolási modulusz is a frekvencia függvénye, ezért ezek hányadosa a veszteségi tényező is a frekvencia függvénye.

Iterációs módszerrel meg fogjuk határozni azokat az anyagjellemzőket, amelyek mellett a végeselemes modell validnak tekinthető, amelyre legkisebb az EMA modell és a FEM modell sajátjellemzői (sajátfrekvencia, csillapítási tényező, lengésképek) közötti különbség.

A lengésképek összevetését a kísérleti munka következő fázisában kvalitatív módon fogjuk végezni. A további kutatási projekt keretében a végeselemes modell megfelelő redukcióját is el fogjuk végezni. Megvizsgáljuk, hogy a végeselemes modellezés választott környezetében milyen lehetőségek vannak a csillapítási adatok megadására és szisztematikus változtatására.

3.1 Paraméterbecslés

A mért frekvenciaválasz függvény (továbbiakban *FRF* függvény) analitikus közelítő függvényét részlettört (parciális tört) alakban írtuk fel:

$$H(j\omega) = \sum_{i=1}^n \left[\frac{P_i}{j\omega - \lambda_i} + \frac{\overline{P_i}}{j\omega - \overline{\lambda_i}} \right] \quad (1)$$

ahol:

P_i – i -edik módus reziduuma $\left[\frac{m/sec}{N} \right]$

λ_i – i -edik módushoz tartozó komplex sajátérték $[rad/sec]$

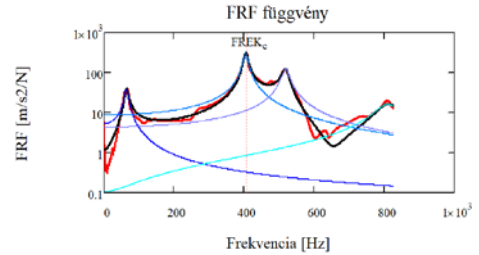
$$\lambda_i = -\sigma_i + j\omega_{d,i} \quad (2)$$

σ_i – i -edik modális csillapítás (modal damping)

$\omega_{d,i}$ – i -edik módus csillapított saját-körfrekvenciája.

j – képzetes egység

Ezeket a modális paramétereket a mért *FRF* függvény alapján becsüljük. Az egyes módusok azonban hatással vannak a többire (2. ábra), így ezek a becslések nem pontosak, szükség van egy optimáló függvényre.



2. ábra. Az egyes részlettörtek egymásra való hatása

Az optimáló módszer a

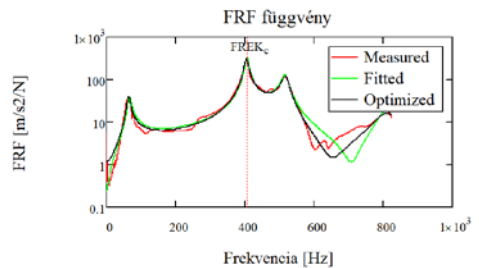
$$\varepsilon(P_i, \lambda_i) = \sum_{r=1}^{N_r} (H(j\omega_r) - \hat{H}_r)^2 \quad (3)$$

legkisebb négyzetes funkcionált minimálja.

\hat{H}_r a mért és átlagolt *FRF* függvény értéke az ω_r körfrekvencián.

4. Részeredmények

A „C” módszerrel jelölt nyomtatott próbatest *FRF* függvénye látható a 3. ábrán.



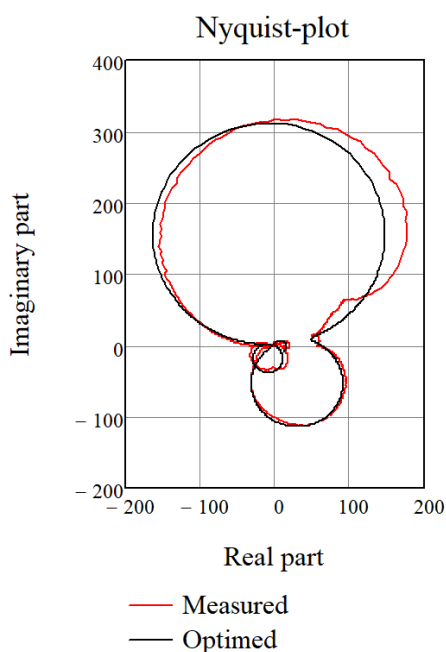
3. ábra. A „C” próbatest Frekvencia-válasz Függvénye, közelítő függvénye, és optimált közelítő függvénye.

Ezzel a módszerrel 3 sajátfrekvenciát sikerült detektálnunk. A lengésképek osztályozását az *FRF* függvények *Nyquist*-diagramjainak segítségével végeztük el.

1. táblázat. A detektált lengésképek osztályozása

Mode i	1	2	3
f_i [Hz]	65,3	406,7	520,3
ξ_i [%]	5,01	1,294	1,098
Típus	H	H	T

A **4. ábrán** három domináns módus modal köre figyelhető meg. További elemzéseket kell végezni a kisebb amplitúdójú (origó közelében lévő) módusok paraméterbecslése érdekében.



4. ábra. „C” próbadarab 7Z 1Z lokációhoz tartozó Nyquist-diagramja

5. A kutatás további fázisai

A fentebb említett regressziós függvényeket meghatározzuk, melyek kifejezik a sajátfrekvenciákhoz tartozó csillapítási tényező frekvenciafüggését. A vizsgált frekvenciatartományon mindössze 3 darab sajátfrekvenciát sikerült észlelni, amiket szétválasztva kettő hajlító, illetve egy torziós lengést kaptunk; ilyen kevés pontra regressziós függvényt nem tudunk felírni (az interpolációs függvények alkalmazását kerülni kell). A továbbiakban a méréstartomány szélesítésével már elegendő sajátlengést detektálhatunk, amik alapján már felírhatók lesznek a regressziós függvények. Az értékelést mindhárom próbatestre elvégezzük.

A várakozás szerint az anyagtulajdonságok modellezése nehézséget fog okozni a végeselemes modell inputjának megadásánál.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Pápai F.: *Klasszikus normál módusú lengőrendszerek csillapítási modellezésének vizsgálata*. XI. Magyar Mechanikai Konferencia, MaMeK, 2011, Miskolc, 2011. augusztus 29-31, 1–11.
- [2] Ficzer P.: *Orthotrop anyagmodell alkalmazása additív gyártástechnológiával előállított alkatrész méretezése során*, GÉP 67:(5-6) 78-81 (2016)
- [3] Tisza M., Kovács P. Z., Tóth D.: *3D nyomtatás a járműiparban*, XXIX. microCAD International Multidisciplinary Scientific Conference, University of Miskolc, 9–10 April, 2015. ISBN 978-963-358-061-5
- [4] Kis K.: *Additív gyártástechnológiával előállítható rugalmas műanyagok vizsgálata*, TDK dolgozat, 2017.10.26. 10–50.
- [5] Pauleczki P.: *FDM nyomtatási eljárás vizsgálata PLA alapanyag esetében*, Szakdolgozat, Budapest 2016, 4–34.
- [6] Bodnár I.: *Potenciálisan biodegradábilis, politejsav bázisú polimerek szintézise és vizsgálata*, Doktori értekezés 2002. 1–26.

A MEGÚJULÓENERGIA-TERMELÉS LAKOSSÁGI SZEGMENSÉNEK EREDMÉNYEI MAGYARORSZÁGON

THE RESULT OF RESIDENTIAL SEGMENT OF RENEWABLE ENERGY PRODUCTION IN HUNGARY

Kulcsár Balázs

Debreceni Egyetem Műszaki Kar Ipari folyamatmenedzsment Intézet Műszaki Alap-tárgyi Tanszék megnevezése: Intézmény, Cím: H-4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca 2-4.; Telefon: +36-52-415-155, levelezési cím: H-4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca 2-4. kulcsarb@eng.unideb.hu

Abstract

The proportion of renewable energy sources must be increased to narrow the energy dependence and the energy cost of municipalities, to increase the energy security and to consider the aspects of environment. The purpose of the researches is to determine how and to what extent small-size household power plant (SSHPP), which belonging to the category of the smallest-scale power plants, can contribute to providing the electricity supply with regard to all the Hungarian settlements.

Keywords: renewable energy, solar energy, Hungary, self-sufficient settlement, small-size household power plants.

Összefoglalás

Az energiafüggőség csökkentése, az energiabiztonság növelése, a környezeti szempontok figyelembe vétele és a települések energiaköltségének csökkentése érdekében elkerülhetetlen a megújuló energiaforrásokból származó energia részarányának növelése. A vizsgálatok célja annak megállapítása, hogy a legkisebb erőmű kategóriába tartozó háztartási méretű kiserőművek (HMKE) milyen arányban és mértékben járulnak hozzá a települések villamosenergia-igényének biztosításához Magyarország összes települése vonatkozásában.

Kulcsszavak: megújuló energia, napenergia, Magyarország, önálló települések, háztartási méretű kiserőművek.

1. Bevezetés

Magyarország primer energiafelhasználása 2015-ben 999,4 PJ volt, mely a 420,2 PJ hazai termelésből, és a 715,6 PJ importból származott (ez utóbbi csökkentve a 158,3 PJ exporttal, valamint növelve a 21,9 PJ készletváltozással). A primer belföldi energiafelhasználás, 2015-ben 999,4 PJ volt, melyből a hazai megújuló energiaforrásból és hulladékból termelt

energia mennyisége elérte a 89 PJ-t, a szintén megújulókból származó import pedig a 3,9 PJ-t. A kizárólag megújuló energiaforrásból termelt, primer belföldi energiafelhasználás mennyisége, csökkentve a kommunális hulladék nem megújuló részéből előállított energiával, elérte a 78,5 PJ-t, így a megújuló és kommunális hulladék részaránya az összes energiafelhasználásból 7,9%-ot tett ki [1].

1.1. Háztartási méretű kiserőművek jellemzői

A magyar villamosenergia-rendszerben, az erőművek teljesítőképessége szerint a Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt. (MAVIR) az alábbi erőmű kategóriákat különbözteti meg. Alapvetően különbséget tesz az 50 MW alatti kiserőművek, valamint az 50 MW és azt meghaladó teljesítőképességű nagyerőművek között. Az 50 MW alatti kategóriákban megkülönböztet a 0,5-50 MW közötti, 0,05-0,5 MW közötti, valamint 0,05 MW alatti teljesítő képességű kiserőműveket [2].

A villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény [3], valamint annak végrehajtásáról szóló 273/2007. (X. 19.) Korm. rendelet [4], 2008-tól vezette be a háztartási méretű kiserőmű (HMKE) fogalmát. HMKE-nek minősül az a villamosenergia-termelő berendezés, amely közcélú kifesztültségű hálózathoz, illetve magán- vagy összekötő vezeték hálózatra csatlakozik, erőművi névleges teljesítménye nem haladja meg az 50 kVA-t, valamint a felhasználó rendelkezésére álló teljesítményének mértékét. Ez jó közelítéssel a legfeljebb 50 kW beépített teljesítőképességű kiserőműveket jelenti. A HMKE kategória bevezetése óta eltelt hét évben, annak beépített országos összes kapacitása ugrásszerűen növekedett. Az összes teljesítőképesség 2008. év végén még mindössze 0,51 MW volt, míg 2015. év végére már meghaladta a 128 MW-ot.

A HMKE kategóriában a legnagyobb beépített teljesítménnyel a napelemes kiserőművek rendelkeznek, 127,569 MW-tal, ami 99,48%-a a kategóriába tartozó erőműveknek. Ez 2015-ben, összesen 15136 db háztartási méretű naperőművet jelentett, az erőmű kategóriába tartozó 15226 db erőműből. E kapacitásnövekedés annak ellenére figyelemre méltó, hogy a

többlettermelésért fizetett ár lényegesen alacsonyabb a teljes végfogyasztói árnál [10].

2. Adatok és módszerek

Magyarország 3155 településének szolgáltatott összes villamos energia mennyisége 2015-ben 35760 GWh volt [7], melyből a háztartási méretű kiserőművek által termelt villamos energia mennyisége 74,709 GWh-t tett ki [10]. A települési szintű HMKE darab és teljesítmény területén tevékenykedő E.ON Energiaszolgáltató Kft., az ELMŰ-ÉMÁSZ Energiaszolgáltató Zrt. És a Dél-magyarországi Áramszolgáltató Zrt. (DÉMÁSZ), mint egyetemes szolgáltatók bocsátották rendelkezésünkre. Az ELMŰ-ÉMÁSZ területére vonatkozó adatok hiányosak, a 2008-2015 közötti időszakból csak a 2014-2015 évi adatok álltak rendelkezésünkre. A 2015 év végéig kiépült 15226 db 128,863 MW teljesítményt képviselő HMKE adat helyett így csak 13616 db erőmű 117,843 MW összteljesítményével lehetett a települési vizsgálatokat elvégezni. Ez 1610 db erőművel és 11,02 MW kapacitással kevesebb, mint az országosan publikált érték. A pontos, települési szintű villamosenergia-termelési adatokat az egyetemes szolgáltatók és a Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt. (MAVIR) üzleti titokként kezelik, így nem bocsátották rendelkezésünkre. A települési adatokat, így az alábbi elven alapuló számításokkal generáltuk.

Első lépésben a rendelkezésre álló 2015-ös települési szintű teljesítmény adatokat vettük figyelembe, melyből egy elméleti, éves szinten előállítható villamosenergia-mennyiséget határoztunk meg. A számításokhoz az Európai Bizottság Közös Kutatóközpontja (Ispra, Olaszország) (European Commission Joint Research Centre Ispra, Italy) által működtetett Napelem

Földrajzi Információs Rendszerét (Photovoltaic Geographical Information System) használtuk [9]. A rendszerrel a számításokat Magyarország földrajzi középpontján található Pusztavacs településen (Location: 47°9'44" North, 19°30'11" East, Elevation: 132 m a.s.l.,) felállított 1 kW teljesítményű elméleti napelem kapacitással végeztük. Ennek során a földrajzi hely éves napsütéses óráinak figyelembe vételével az 1 kW napelem kapacitás évente 1100 kWh villamos energiát termel. Ezt az értéket vettük figyelembe az egész ország területére és a 2015 végéig létesített összes kapacitásra. Ez alapján a 2015 év végéig kiépült 128,863 MW összes HMKE kapacitás, mintegy 141,749 GWh villamos energiát képes előállítani évente. A települési szinten rendelkezésre álló 13616 db erőmű kapacitása 117,843 MW, amely a fenti módszer szerint 129,627 GWh villamos energiát képes termelni. A települési rangsor ezen adatok alapján készült el.

3.A háztartási méretű kiserőművek szerepe a települések villamosenergia-ellátásában

Magyarország 3155 települése közül 1759 településen működött háztartási méretű kiserőmű 2015-ben. Az 1759 településen összesen 13616 darab HMKE teljesített szolgálatot, 117,843 MW beépített összes teljesítménnyel [8].

A 1759 HMKE-vel rendelkező település villamosenergia-igénye 2015-ben 34056 GWh volt [9], melyből a háztartási méretű kiserőművek által megtermelhető villamos energia mennyisége - a fent említett számítások alapján - 129,627 GWh tesz ki. Ez a termelt villamos energia mennyiség, a villamosenergia-igények 0,38%-át képes kielégíteni. A dolgozat fő kérdésére választ adva - mely szerint a HMKE kategória által az adott településen egy év alatt termelt,

megújuló forrásból származó villamos energia mennyisége, hány százalékát képes kielégíteni a település villamosenergia-igényének - megállapítható, hogy az első 20 helyen kis lélekszámú, de minden bizonnyal környezettudatos lakosságú település végzett. Éves villamosenergia-igényét legnagyobb arányban Bonnya település képes kielégíteni megújuló forrásból származó villamos energiát előállító HMKE-k által, melynek mértéke a településen eléri a 45%-ot. A második helyen Selyeb végzett 38%-kal, a harmadikon pedig Kiszsidány 31%-kal.

A 10000 főnél népesebb települések közül Kistarcsa áll a lista elején, amely település villamosenergia-igényének 2,2%-át elégíti ki a HMKE-k által termelt villamos energiával. Ezzel az aránnyal a települések között a 286. helyet szerezte meg. Ebben a kategóriában Püspökladány áll a 2. helyen, amely éves villamosenergia-igényének 1,9%-át képes kielégíteni ebből a kiserőmű kategóriából, ami az összes település között pedig a 347. helyhez volt elegendő. A harmadik helyen Hajdúhadház áll, mely a város villamosenergia-fogyasztásának 1,6%-át fedezi a HMKE-k által. Így az összes település között a 420. helyen áll.

A 10000 főnél nagyobb lakosságú települések között az első helyen Magyarország második legnépesebb városa, Debrecen áll, mely nagyváros villamosenergia-igényének 0,77%-át fedezi a területén telepített kiserőművek. Ezzel az összes település között a 875. helyet szerezte meg. Debrecen Szeged követi 0,67%-kal és összesítésben a 961. hellyel, majd Pécs áll a 3. helyen - összesítésben a 995. helyen - 0,63%-os HMKE termeléssel.

4. Következtetések

Összegzésképpen megállapítható, hogy Magyarország települései közül a legkisebb, 50 kW névleges teljesítményt

meg nem haladó, háztartási méretű kiserőmű kategóriában előállított villamos energia mennyisége a néhány száz fős lélekszámú településeken eléri az éves villamosenergia-igények 45%-át. A 10000 főnél népesebb településeken ez az arány meghaladja a 2%-ot, azonban a legnagyobb település, a kétmillió Budapest esetén ez csak 0,09%.

A lakossági, intézményi és céges szegmensek ezen beruházási teljesítményét pusztán a megújuló energiaforrások - elsősorban napenergia - által nyújtott megtakarítások ösztönözték. Ezen elismerésre méltó és reményteljes eredmények kapcsán joggal feltételezhető, hogy Magyarország megújuló energia célkitűzéseinek eléréséhez közelebb vinne e legkisebb erőmű kategória termelési támogatásban részesítése. Ennek ellenére a 2017. január 1-én életbe lépő Megújuló Energia Támogatási Rendszer (METÁR), a háztartási méretű kiserőműveket továbbra sem támogatja, azokra a jövőben is a szaldó elszámolás vonatkozik.

Az eredmények megcáfolni látszanak azt a hipotézist is, mely szerint egy település nem képes saját villamosenergia-igényének megújuló forrásból történő kielégítésére. A kapott adatok azt mutatják, hogy a települések villamosenergia-igényének 100%-ban helyi megújuló forrásból történő biztosítása - akár a tárgyalt legkisebb erőmű kategóriában is - a kistelepülések vonatkozásában elérhető közelségbe került és nem lehetetlen a kis és nagyvárosok esetében sem.

Szakirodalmi hivatkozások

[1] Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt. - MAVIR, 2015. évi statisztikai adatai, - alapján

- [2] Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt. - MAVIR, *A magyar villamosenergia-rendszer (VER) 2015.- évi statisztikai adatai*, - alapján
- [3] 2007. évi LXXXVI. törvény, a villamos energiáról
- [4] 273/2007. (X. 19.) Korm. rendelet a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény végrehajtásáról
- [5] Központi Statisztikai Hivatal - KSH, - *Magyarország közigazgatási helységnév-könyve 2015. január 1.*, Budapest, 2016
- [6] Központi Statisztikai Hivatal - KSH, - *Területi statisztikai adatok rendszere, 2015, Kommunális ellátás, környezet, Szolgáltatott összes villamosenergia mennyisége (MWh) 2015 (Település), valamint a Villamosenergia-fogyasztók száma (db) 2015 (Település)* adatok alapján
- [7] European Commission Joint Research Centre Ispra, Italy, *Photovoltaic Geographical Information System*
<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>
- [8] Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal – MEKH, *Összefoglaló a nem engedélyköteles –ezen belül a háztartási méretű – kiserőművek adatairól (2008-2015)*
http://enhat.mekh.hu/wp-content/uploads/2015/10/osszefoglalo_nem_engedelykoteles_kiseromuvek_adatairol.pdf (Letöltés: 2017.07.20.)
- [9] Központi Statisztikai Hivatal - KSH, - *Területi statisztikai adatok rendszere, 2015, Kommunális ellátás, környezet, Szolgáltatott összes villamosenergia mennyisége (MWh) 2015 (Település), valamint a Villamosenergia-fogyasztók száma (db) 2015 (Település)* adatok alapján

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

ANIONAKTÍV DETERGENS TARTALOM MEGHATÁROZÁSA SZÜRKEVIZEKBEN

DETERMINATION OF ANIONIC DETERGENT CONTENT IN GREYWATER

Lós Réka¹, Izbékiné Szabolcsik Andrea², Bodnár Ildikó³

^{1,2,3}Debreceeni Egyetem, Műszaki Kar, Környezetmérnöki Tanszék

Cím: 4028 Magyarország, Debrecen, Óttemető utca, 2-4;

¹losrekaa@gmail.com ²szabolcsikandi@eng.unideb.hu ³bodnari@eng.unideb.hu

Abstract

In our research we improved a method for the determination of anionic detergent content (ANA) of greywater samples. Based on the earlier studies at the Environmental Engineering Department of University of Debrecen this new, more reliable method for ANA values is very effective. We examined the quantity of anionic detergent content in synthetic greywater samples with Hyamine reagent using two-phased titrimetric method. We added to the synthetic greywater samples phenolphthalein indicator, acid mixed indicator and chloroform. After we shook the mixture, and we got two separated phase. We titrated the mixture with cation active Hyamine reagent. It was shown that the applied method is representative and reliable, too.

Keywords: *anionic detergent, greywater, two-phased titration.*

Összefoglalás

Kutatásunk célja a szürkevizek anionaktív detergens tartalmának meghatározására alkalmas módszer fejlesztése. A Debreceni Egyetem Környezetmérnöki Tanszékén korábban folyó anionaktív detergens tartalom meghatározására vonatkozó kutatások nem bizonyultak megbízhatónak, ezért újabb, megbízhatóbb módszert dolgoztunk ki. Laboratóriumi körülmények között előállított szintetikus szürkevíz anionaktív detergens tartalmát határoztuk meg Hyamine reagenssel, kétfázisú titrimetriás módszerrel. Adott mennyiségű szintetikus szürkevíz mintához fenolftalein indikátort, savas keverék indikátort és kloroformot adtunk, majd az elegy összerázás hatására két fázisra vált szét, kloroformos és vizes fázisra. Az elegyet kationaktív detergenst tartalmazó Hyamine reagenssel titráltuk. Vizsgálataink során az anionaktív detergens tartalom meghatározása illetve a módszerfejlesztés reprezentatívnak és megbízhatónak bizonyult.

Kulcsszavak: *anionaktív detergens, szürkevíz, kétfázisú titrálás.*

1. Bevezetés

A Föld édesvíz készlete a rohamos népességnövekedés és a növekvő igények hatására egyre csökken. Ezért szükséges minél hamarabb olyan lehetőségek után kutatni, amivel mérsékelhetjük [1], illetve

szabályozhatjuk a vízfogyasztásunkat. Egy lehetséges módszernek bizonyul víztakarékosság szempontjából, ha a háztartásokban például WC-öblítésre, öntözésre vagy autómosásra úgynevezett szürkevizet használunk.

2. Szürkevizek fogalma

Szürkevizeknek tekinthetők a háztartásokban mosás, mosogatás, kézmosás, fürdés során keletkező vizek, melyekhez nem tartoznak a vízőblítéses WC-k vizei [1]. A szürkevizek nagy mennyiségű felületaktív anyagot, ún. detergenst is tartalmazhatnak, amit felhasználás vagy vízbázisokba történő kijuttatás előtt szükségszerű eltávolítani. A különböző típusú szürkevizekben található detergens tartalom a háztartásban használt koz-metikumokból, samponból, tusfürdőből, mosó- és mosogatószeréből stb. származik. Ghaitidak és munkatársai [1] megállapításai szerint a fürdésből, tisztálkodásból származó szennyvizek 15-60 mg/l mennyiségben, a mosásból származó szürkevizek akár 120 mg/l és a mosogatás során keletkező szennyvizek 40-50 mg/l koncentrációban tartalmazhatnak anionaktív detergenst (röviden ANA-detergens). A háztartásokban keletkező szürkevizek minősége nagymértékben függ a ház-tartásban élők számától, koreloszlatástól, higiéniai szokásától és a földrajzi helyzettől is [1]. A Környezetmérnöki Tanszéken évek óta folyó kutatások során adekvát mérésekkel is sikerült bebizonyítani, hogy a szürkevizek minősége nagyon változó [2]. Kutatásunk célja a szürkevizekből ezen felületaktív anyagok meghatározására alkalmas módszer fejlesztése, a későbbi kezelési megoldások ellenőrzésére az ún. ANA-tartalom pontos ismerete a témában elengedhetetlen.

3. Detergensok meghatározása

Napjainkban számos területen használnak felületaktív anyagokat, ezek az anyagok a kémiai vegyületek azon csoportját képezik, melyeket széles körben alkalmaznak az iparban, a kozmetikai termékekben, háztartási termékekben, illetve egyéb más területeken, mivel képesek csökkenteni az oldószerek felületi feszültségét [3,4]. A detergenseket kémiai szerkezetük szerint 4 csoportba sorolhatjuk, anionaktív-,

kationaktív-, nemionos és amfoter detergenset különböztetünk meg [5,6]. Használat után a detergensok és termékeik a kommunális szennyvizekkel a szennyvíztisztító telepekre kerülnek, majd kijuthatnak a felszíni vizekbe és az iszapok ártalmatlantításán keresztül a környezetben diszpergálódnak. A detergensok antropogén eredetű környezetbe jutása káros lehet, mivel meggátolja az oxigén diffúzióját a vizekben, továbbá magas szulfáttartalom esetén algavirágzást okozhat. Zavarják a szennyvíztisztítást, az ivóvíztisztítást, rontják a felszíni vizek öntisztulásának a hatásfokát [7,8].

3.1. Anionaktív detergensok meghatározásának lehetőségei

A detergens tartalom meghatározására több nemzetközi ajánlás is ismeretes (titrimetriás, elektroanalitikai, fotometriás), melyek változatos módszertannal végzik ezen alkotók összes mennyiségének azonosítását [3].

A Debreceni Egyetem Műszaki Karának egyik kutatócsoportja korábbi kutatásuk során vizsgálta a szürkevizek anionaktív detergens tartalmát az MSZ 448-49: 1981-es számú Magyar Szabvány alapján. A szabvány szerint detergensok metilénkék indikátorral savas közegben kékszínű komplex vegyületet képeznek és oldódnak kloroformban. Így kinyerhetők extrakcióval, mert a metilénkék kloroformban oldhatatlan marad. A nyert extraktum szín-erőssége 2 mg/l koncentrációig arányos a benne lévő anionaktív detergens koncentrációjával. A módszer kapcsán a mintákat hígították, hogy a detergens tartalmuk 0,4 és 2,0 mg/l koncentráció tartományba essen. Az ANA-detergensok mennyiségi meghatározását zavarhatja a szürkevizek szervesanyag tartalma (>25 mg/l) és nitrát koncentrációja (>350 mg/l). A vizsgált szürkevíz mintákban az esetleges zavaró hatásokat sikerült a minták hígításával kiküszöbölniük. Viszont nem minden fürdő- és mosogatóvíz minta esetén tudtak kimuta-

tási határ felett mérni, a hígítás miatt [9]. Ebből is látható, hogy az MSZ 448-49: 1981-es számú Magyar Szabvány szerint végzett mérés igen körülményes, lassú és nagy vegyszer- és eszközigényű, illetve egyes esetekben nem megbízható eredményt ad.

A módszerfejlesztési törekvéseinket nagymértékben segítette, hogy a Tanszéken folyó korábbi kutatások alkalmával kidolgoztak egy szintetikus szürkevizet, mely jól reprezentálja a régióban keletkező átlagos fürdővíz mintákat. Az így fejlesztett állandó összetételű szintetikus szürkevízzel többek között a detergens tartalom meghatározására szolgáló módszer-fejlesztési kísérleteink eredményei is jól össze-hasonlíthatók egymással.

Kutatásunk célja az volt, hogy olyan esetlegesen egyedi módszert dolgozzunk ki, mellyel a szürkevizek detergens tartalma gyorsabban, pontosabban és kevésbé környezetszennyező eljárással mérhető legyen egyszerű titrimetriás vizsgálat segítségével. Kísérleteinkben egy ún. kétfázisú titrimetriás [10] módszert alkalmaztunk, mely az ISO 2271:1989 szabvány alapján történik. A szabványos körülmények a következők: meghatározott mennyiségű mintát zárható jódszám lombikban titrálunk. A vizsgált minta pH-ját fenoltalein indikátorral beállítottuk, amit a halvány-rózsaszín szín megjelenése vagy eltűnése jelzett. Ezt követően 5 ml ún. savas keverék indikátort (dimidium bromid - diszulfín kék) adtunk a lombikba, végül pedig 5 ml kloroformot. A jódszám lombikot ezt követően lezártuk és erősen rázogattuk. A rázogató hatására két fázist kaptunk, egy felső vizes fázist, illetve egy alsó kloroformos fázist, amely az indikátor hatása miatt rózsaszín. Ezután a jód-számlombikban található elegyet 0,004 mol/dm³ koncentrációjú Hyamine reagenssel (benzetónium-klorid) titrálunk. A mérőoldat adagolását addig végeztük, míg a lombikban található alsó kloroformos rész halványkék színű nem lett. A módszer alap-

ján, ha zöldeskék színt tapasztalunk, azt jelzi, hogy az oldatot túltitráltuk.

4. Kutatás eredménye

A módszerfejlesztésünk alkalmával először is a szintetikus szürkevíz mintában a nemzetközi szabványban leírt módszerrel meghatároztuk az ANA-detergens tartalmát (lásd 3.1. fejezet), mely alkalmával a párhuzamos mérések között szignifikáns különbséget tapasztaltunk. 50, 100 és 200 cm³ térfogatú szürkevíz minta vizsgálata során ANA-detergens tartalomra a következő értékeket kaptuk: 50 cm³ mintában átlag 71,69 mg/l, 100 cm³ mintában 62,73 mg/l és 200 cm³ mintában pedig 58,25 mg/l. A várttól eltérően a detergens tartalom ugyanazon szintetikus fürdővíz minta esetében a mintatérfogató növelésével csökkent, mely a módszer instabilitására utal. A következő lépésben emeltük a mintatérfogatokhoz adagolt kloroform mennyiségét. 100 cm³ mintához 10 ml, míg 200 cm³ mintához 20 ml kloroformot adtunk. Ebben az esetben mind a két vizsgálat során az ANA-detergens tartalom 58,25 mg/l-nek adódott. Ezáltal a kloroform mennyiségének emelésével a módszer reprodukálhatóságát biztosítani tudtuk. Az alapszabvány stabilitását bizonyítva, a következőkben vizsgáltuk, hogy különböző szintetikus szürkevíz összetételek hogyan befolyásolják az ANA-detergens tartalmát. Ezért 3 különböző szintetikus szürkevíz mintát készítettünk el. Az első minta a receptben megadott összetevőket tartalmazta, míg a második minta ezen összetevők fele akkora mennyiségét, a harmadik minta pedig az alap receptben leírt mennyiségek kétszeresét. A vizsgálat során kapott értékek igazolták a módszer megbízhatóságát. Az ANA-detergensnek mennyisége 53,77 mg/l adódott a normál szintetikus fürdővíz mintában, míg a fele mennyiségű összetevőt tartalmazó szintetikus fürdővízben fele mennyiségű ANA-detergens tartalmat (26,88 mg/l) kaptunk. A kétszeres

mennyiségű összetevőt tartalmazó szintetikus fürdővízben kétszer annyi ANA-detergens tartalmat (106,50 mg/l) detektáltunk.

A következőkben a szintetikus szürkevizet hígabb, $0,002 \text{ mol/dm}^3$ -es Hyamine-nal titráltuk. Azt tapasztaltuk, hogy a mérőoldat koncentrációjával arányosan változik a fogyás adat és a mért ANA-detergens érték. Alacsonyabb detergens tartalmak meghatározásánál a hígabb oldattal végezett mérés magasabb fogyásértékei könnyebben követhetőek. Ez a kísérlet hasznosnak bizonyult a módszer megbízhatóságának vizsgálata kapcsán, mivel bebizonyosodott, hogy az 50 cm^3 vízmintát $0,002 \text{ mol/dm}^3$ -es Hyamine-nal titrálva ugyanazt az eredményt kaptuk, mint amikor 100 cm^3 vízmintát titráltunk $0,004 \text{ mol/dm}^3$ -es Hyamine-nal, amely $51,98 \text{ mg/l}$.

5. Következtetések

A korábbi kutatási eredményekkel ellentétben a kétfázisú titrálás egy nagyon egyszerű és gyors meghatározási módszer, viszonylag kevés eszköz- és vegyszer-szükséglettel és nem utolsósorban olcsó meghatározási eljárásnak bizonyult.

Javasolt a szabvány szerint előírt 5 ml kloroform mennyiségének megduplázása, mert biztosabban észlelhető a színváltozás és a végpont. A különböző vízminták vizsgálata során megállapítható, hogy a recept szerinti fele és kétszeres mennyiségű anionos detergenst tartalmazó vízminta ANA-detergens értéke ténylegesen fele illetve kétszeres, mely igazolja a módszer megbízhatóságát szürkevizek elemzésében. Alacsony anionaktív detergens tartalmú minták esetén hasznos lehet, a mérőoldat koncentrációját $0,002 \text{ mol/dm}^3$ -re csökkenti, és kisebb mintatérfogattal titrálni.

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatá-

sával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Ghaitidak, D. M., & Yadav, K. D. (2013). *Characteristics and treatment of greywater—A review*. Environmental Science and Pollution Research, 20(5), 2795-2809. [Hozzáférés dátuma: 04. 08. 2017].
- [2] Bodnar, I., Szabolcsik, A., Baranyai, E., Uveges, A., Boros, N. (2014). *Qualitative Characterization of the Household Greywater in Northern Great Plain Region of Hungary*. Environmental Engineering and Management Journal, Vol. 13, N.11 2717-2724.
- [3] M. Toledo: *Good Titration Practice in surfactant titration*. https://www.mt.com/dam/labdiv/campaigns/gtp/gtp_surfactant.pdf [21.09.2017.]
- [4] Galović, O., Samardžić, M., Petrušić, S., & Sak-Bosnar, M.: *A new sensing material for the potentiometric determination of anionic surfactants in commercial products*. Int. J. Electrochem. Sci, 9, 2014, 3802-3818. [09.11.2017.]
- [5] Juhász, É., & Erős, M. L.I: (1979). *Felületaktív anyagok zsebkönyve*. Műszaki Könyvkiadó. 398. oldal (15. o.) ISBN: 963 10 2470 9 [06.09.2017.]
- [6] Barótfi, I.: *Szolgáltatástechnika* [Service technology]. Mezőgazda Kiadó, Budapest 2001. p. 13-25, 153-161 [09.11.2017.]
- [7] Ying, G. G.: (2006). *Fate, behavior and effects of surfactants and their degradation products in the environment*. Environment international, 32(3), 417-431. [11.11.2017.]
- [8] L. Sujbert: *Tenzid xenobiotikumok az emberi környezetben, kölcsönhatásaik a humán ökoszisztémával* [12.11.2017.].
- [9] G. Jolánkai, N. Boros, A. Keczné Üveges, S. Fórián, D. Kocsis, E. Fehérné Baranyai, A. Izbékiné Szabolcsik, I. Bodnár, Kalmár Ferenc: *Fenntartható energetika megújuló energiaforrások optimalizált integrálásával*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2014, 403 oldal ISBN: 978-963-05-9540-7 [14.07.2017.].
- [10] Cullum, D. C. (Ed.). (1994). *Introduction to surfactant analysis*. London: Blackie Academic & Professional. [Hozzáférés dátuma: 13. 11. 2017.]

KÜLÖNBÖZŐ SZIGETELŐANYAGOK NEDVSSÉGFELVÉTELÉNEK VIZSGÁLATA

INVESTIGATING THE WATER ABSORBEANCE OF DIFFERENT INSULATION MATERIALS

Lovas Bence

*Debreceni Egyetem Műszaki Kar: Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék,
 Cím: H-4028, Magyarország, Debrecen, Ötmető utca, 2-4; Telefon / Fax: +36-52-
 415-155, levelezési cím, bence.lovas@outlook.com*

Abstract

During my work I have inspected the moisture absorbance of 6 different building insulation material in a laboratory environment. As a first step the materials were dried to a constant weight only then were they exposed to five different, equally distributed, relative humidity environments, ranging from 0% to 100%. At each chosen relative humidity range the weight of the absorbed water content were measured. Then the results were analyzed. The insulations were then ranked using results from this and my previous work.

Keywords: *insulation, moisture, humidity, isotherm.*

Összefoglalás

Munkám során 6 különböző szigetelőanyag nedvességfelvételi tulajdonságait vizsgáltam laboratóriumi körülmények között. Tömegállandóságig történő szárítás után nedvesítőkamra alkalmazásával 0% és 100% páratartalom között egyenletesen kiválasztott relatív páratartományban mértem az egyes anyagok nedvességfelvételét. Az eredmények kiértékelése után rangsorolással megvizsgáltam, a korábbi eredményeimet is felhasználva, melyik anyag tekinthető a mért és számított épületfizikai jellemzők alapján a legjobbnak.

Kulcsszavak: *szigetelés, nedvességtartalom, páratartalom, izoterma.*

1. Nedvesség hatása a szigetelő- anyagokra

Az építő- és szigetelőanyagok túlnyomó többsége pórusos szerkezetű. A pórusok összesített felülete rendkívül nagy lehet, aminek fontos szerepe van a nedvesség felvételében és megkötésében.

A nedvességfelvétel további vizsgálata előtt fontos definiálni a következő fogalmakat:

Az adszorpció a molekulák (atomok) megkötődését jelenti a fluidum- (gáz vagy fo-

lyadék) fázisból egy szilárd felületen (a felület aktív centrumain).

Az anyagok nedvességfeltevő képessége a szorpciós izotermával jellemezhető. A porózus anyagnak a környezetével való kölcsönhatása kétirányú lehet:

- ha az anyag felületén a p_f parciális nyomás nagyobb, mint a levegőben levő pára p_g parciális nyomása, akkor deszorpció, azaz száradás történik;
- ha a felületi parciális nyomás kisebb, mint a levegőé ($p_f < p_g$), akkor az anyag a kör-

nyezetéből nedvességet vesz fel, szorpció indul meg. [1]

2. Vonatkozó szabvány

A munkám során az MSZ EN ISO 12571:2013-as szabvány iránymutatásai alapján végeztem a méréseket. Ez egy nemzetközi angol nyelvű de Magyarországon is érvényes szabvány, amely az építőanyagok és építőipari termékek szorpciós izotermájának meghatározásával foglalkozik.

A vizsgált mintadarabok melyek tömegállandóságig szárított testsűrűsége 300 kg/m^3 alatti legalább egy $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ felülettel kell rendelkezniük. Amennyiben egyéb forrásból bizonyítható, hogy nem befolyásolja a kísérlet végeredményeit az anyagok kisebb darabokra vághatók vagy törhetők, az egyensúlyi állapot gyorsabb elérése végett. [2]

Minden vizsgált anyagból minimum 3 mintadarab vizsgálása szükséges.

2.1. Szorpciós izoterma meghatározásának módja

A mintadarabot tömegállandóságig kell szárítani. Majd minimum 4 egymást eltérő relatív nedvességgel rendelkező tesztkörnyezetben kell nedvesíteni. A tesztkörnyezetben a választott relatív nedvességek lehetőleg egyenletesen legyenek elosztva 0 % és 100 % között. A nedvességfelvétel meghatározására a tesztkörnyezettel egyensúlyi állapotba került anyag tömegmérésével lehetséges. Az összes relatív nedvességtartalmon elvégzett mérés befejeztével felrajzolható az egyes mintadarabok szorpciós izotermája. [3-5]

2.2. Mérésekhez használt eszközök

- A szabvány előírásai alapján a méréshez használható eszközök az alábbiak:
- Mérőedény, ami vízhatlan
- Mérleg, ami a mintadarabok tömegének $\pm 0,01\%$ pontosságú mérésére alkalmas
- Az ISO 12570 szabvány előírásainak megfelelő szárító berendezés

- Klímakamra amely a relatív nedvességtartalmat a kívánt érték $\pm 5 \%$ -os határok között míg a hőmérsékletet $\pm 2 \text{ K}$ -es határon belül tartják

A méréseim során a mintadarabok mérete miatt mérőedényre nem volt szükség.

3. Labormérések

3.1. Mintadarabok

A mérések során az alábbi 6 anyagot vizsgáltam:

- Aerogél
- Kőzetgyapot
- Foamglas (Üveghab)
- PUR
- Formahabosított PS
- Grafitos EPS



1. ábra. Vizsgált szigetelőanyag mintadarabok

Ezekből $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ alapú hasábokat alakítottam ki, a beszerzett szigetelőanyag lemezek vastagságától függően változó magassággal. A mintadarabokat 1-3-ig beazonosítottam a pontos beazonosíthatóság érdekében.

3.2. Mérések menete

A mintadarabokat a Venticell 111 szárítószekrényben 24 órán keresztül szárítottam. Majd egy ezred gramm pontosságú mérleg segítségével megmértem az anyagok száraz tömegét.

Ezután a Climacell 111 nedvesítőkamra segítségével 24 órás ciklusidővel egymást

sorban követő relatív nedvességtartalmú környezetben kondicionáltam az anyagokat. A szabvány minimum 4 vizsgálati tartományt ajánl. A szorpciós izotermák nagyobb pontosságának érdekében én 5 relatív nedvességtartománnyal dolgoztam. Ezeket a szabvány ajánlása alapján nagyjából egyenletes eloszlásban választottam meg, amelyek a következők lettek:

- 30 %, 45 %, 60 %, 75 %, 95 %

Az egyes nedvesítési fázisok végén ismét megmértem a mintadarabok tömegét.

Az összes relatív nedvesség tartományon, mind a száraz mind a nedves esetén mérés esetén 3 eredményt kaptam a 3 mintadarabra. Ezek alapján minden mintadarabnak külön kiszámítottam a nedvességtartalmát a szabvány által meghatározott összefüggés által:

$$\omega_{AD} = \frac{m_n - m_{sz}}{m_{sz}} \times 100 \quad (1)$$

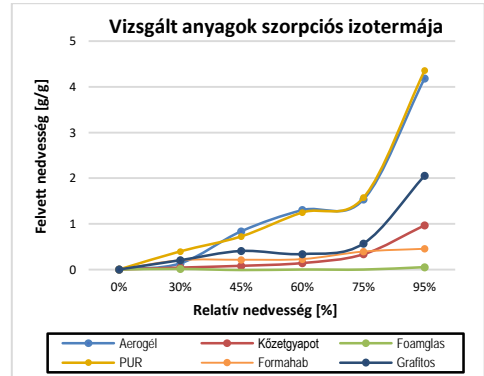
A szorpciós izoterma ábrázolásához meghatároztam a három minta számított nedvességtartalmak átlagát. Valamint kiszámítottam az egyes mintadarabok átlagtól való eltérését és ezeknek is vettem az átlagát.

Így a kapott adatok segítségével Microsoft Excelben jelölőkkel ellátott vonaldiagram segítségével ábrázoltam az egyes mintadarabok szorpciós izotermáit. A meghatározott relatív nedvességtartományon továbbá hibásávként feltüntettem a számított átlagtól való eltérést.

3.3. Mérések eredményei

A méréseim összesítéseként meghatároztam az összes anyagra vonatkozó adszorpciós izotermát és ezeket egymással összehasonlítható módon ábrázolva tüntettem fel a 2. ábrán.

Épületfizikai szempontból legjobban mindenképpen a foamglas vagy más néven az üveghab teljesített. Ez a méréseim alapján semmilyen mennyiségű nedvességet nem abszorbeált.



2. ábra. Eredmények összesítése

Az 2. ábrán szürke színnel jelölve látható, szinte teljesen vízszintes jelleget mutat. Egyedül a 95%-os mérési tartományban van egy nagyon kicsi emelkedés, ami valószínűsíthetően felületi kondenzáció eredménye.

A kőzetgyapot szintén egészen jól teljesített a mérések során. Ennél az anyagnál a szálak szerkezete miatt valamelyest nagyobb nedvességfelvételt vártam a mérések előtt. A görbe jellege viszont kifejezetten kedvező tulajdonságokat mutat. 60%-os relatív páratartalmú vizsgálatokig alacsony meredekséggel lineárisan emelkedett. 75%-nál már valamivel nagyobb mértékben. Végül elvárható módon 95%-nál volt a legjelentősebb a felvétel, azonban még ez is igen alacsonynak mondható a többi vizsgált anyaghoz képest.

Harmadik legjobban a formahabosított polisztirol teljesített épületfizikai szempontokat figyelembe véve. Az adszorpciós izotermájának a jellege eltér ugyan a kőzetgyapotétól, de nagyságrendileg hasonló értékeket vett fel. 0-75% relatív páratartalom esetén a kőzetgyapot izotermája felett halad, viszont a 95%-os mérés esetén a két izoterma keresztezi egymást és a kőzetgyapot nedvességfelvétele bizonyult nagyobb-nak ebben a mérési tartományban.

Negyedik legjobb szigetelőanyagként a grafitos expandált polisztirolt határoztam

meg. Épületfizikai szempontból ennek is előnyösek a tulajdonságai, mivel 0-75% relatív páratartalom mellett nagyságrendileg az előző anyagokkal együtt helyezkednek el a mérés során meghatározott adszorpciós izotermájának a pontjai. A 95%-os páratartalom esetén viszont egy nagyon nagy ugrás figyelhető meg az izotermáján. A szigetelőanyag alkalmazásánál ezt mindenképp érdemes lehet szem előtt tartani.

A vizsgálataim során az aerogél szigetelőanyag a rosszabbak közé került. Habár a hőszigetelési tulajdonságai nagyon jónak bizonyultak korábbi méréseim során, a nedvességfelvétele a mért anyagok körül az egyik legnagyobb fokú volt. 30%-os páratartalom viszonylag jól teljesített, viszont nagyütemű növekedést mutatott a relatív páratartalom növekedésével. 60%-os méréstartományban már átlépte az 1 g/g %-os értéket, amit az előző anyagok a grafit kivételével, még a 95%-os páratartalom esetén is csak megközelítettek. Mivel az emelkedés a korai mérési tartományokban megkezdődik így sem túl előnyös épületgépeszeti szempontból, mivel már alacsony páratartalom esetén is arányaiban sok nedvességet vesz fel. Emiatt kedvezőtlenül alakulhat a hővezetési tényezője és sokkal nagyobb egy esetleges szerkezeten belüli párakondenzáció kialakulása a magas nedvességtartalom miatt.

Nedvességfelvétel szempontjából a épületfizikai értelemben véve a legkedvezőtlenebb tulajdonságokkal a poliuretán szigetelőanyag teljesített. A közetgyapottal ellentétben itt pont kis nedvességfelvételre számítottam, mivel ez egy zártcellás szerkezetű

szigetelőanyag. Az 2-es ábrán látható azonban, hogy 30%-os relatív páratartalom esetében ennek a legmagasabb a nedvességfelvétele a mért anyagok közül.

3. Következtetések

A dolgozatom során mért és meghatározott szorpciós izotermák alkalmazhatóak a szigetelőanyagok páratechnikai tulajdonságainak szimulációs programokban történő pontosabb vizsgálatára mivel az ilyen szimulációk során mindig valóságot jobban közelítő eredmény kapható amennyiben az felhasznált adatok méréseken alapszanak.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Fekete I. (ed.): *Épületfizika kézikönyv.* (Handbook of Building Physics), Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985, ISBN:963 10 6428 X
- [2] MSZ EN ISO 12571:2013 *Építési anyagok és termékek hő- és nedvességtechnikai viselkedése. A higroszkopikus szorpciós tulajdonságok meghatározása*
- [3] M. Jirickova, R. Cerny, P. Rovnanikova: *Measurement of Moisture Storage Parameters of Building Materials.* Acta Polytechnica Vol. 43 No. 2/2002.
- [4] Á. Lakatos: *Investigation of water sorption properties of different insulating materials* In: Ing Michal Mokryš Ing Anton Lieskovský Ph D (ed.) Proceedings in Advanced Research in Scientific Areas The 1st Virtual International Conference . Zilina, Slovakia, 2012.12.03-2012.12.07. Zilina: EDIS, 2012. pp. 1827-1831. (ISBN:978-80-554-0606-0) .2012.
- [5] A. Lakatos: *Method for the determination of sorption isotherms of materials demonstrated through soil samples.* Int Rev Appl Sci Eng; 2(2): 117–121. 2011.

AZ ÓKERESZTÉNY TEMETŐ ÉS IDRISZ BABA TÜRBÉJE

THE EARLY CHRISTIAN BURIAL SITES AND THE TÜRBE OF IDRIS BABA

Major Róbert¹, Kósa Balázs², Molnár Tamás³

¹Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar, Vizuális Ismeretek Tanszék, H-8654, Magyarország, Ságvár, Viola utca, 8; Telefon: 06 20 85 21 664, major.robil192@gmail.com

²Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar, Vizuális Ismeretek Tanszék, H-7625, Pécs, Ilona utca 23; Telefon: 06 30 53 99 616, kosa.balazs.84@gmail.com

³Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar, Vizuális Ismeretek Tanszék, H-7624, Pécs Boszorkány út 2 / B341 iroda; Telefon: 06 70 33 83 183, tmolnar@pmmik.pte.hu

Abstract

The city of Pécs was already an important commercial and religious center in ancient times. Because of the city's location, it has become one of the most important cultural hubs in Central Europe. In Pécs, in various historical times, many different cultures have flourished and one of the most typical imprints of these cultures are cemeteries and burial buildings. The subject of our research is to compare Idris baba's türbe with another iconic heritage of Pécs, the Early Christian Cemetary, furthermore as an example of this cemetery's visitor center, designing a plan that reattaches the neglected turkish cemetery into the city's life.

Keywords: monument, turkish, Pécs, downtown, türbe.

Összefoglalás

Pécs városa már az ókorban is fontos kereskedelmi és vallási központ volt. A város elhelyezkedéséből adódóan Közép-Európa egyik legfontosabb kulturális csomópontjává nőtte ki magát. Pécsen a különböző történelmi korokban sok különféle kultúra megfordult és ennek egyik legjellemzőbb lenyomata a temetők, temetkezési épületek. Kutatásunk témája egy ilyen épület Idrisz Baba türbéjének összehasonlítása egy másik ikonikus pécsi síregyházalakkal, az ókeresztény temetővel, valamint eme temető látogatóközpontjának példájára egy terv készítése, ami visszakapcsolja a város életébe az elhanyagolt török kori sírépítményt.

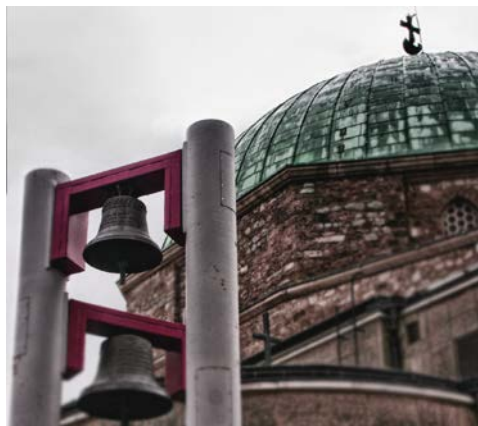
Kulcsszavak: műemléki épület, török, Pécs, belváros, türbe.

1. Bevezetés

A mai szűkülő világban egyre jobban jellemző a nagyobb városokra, hogy a különböző kultúrák keverednek egymással. Ez a jelenség hazánkban fokozottan érezhető.

Magyarország Kelet és Nyugat határán fekszik és mindkettőhöz tartozik is. A történelem során hol keleti, hol nyugati befolyás alá került a Kárpát-medence. Magyarországon egy olyan egyedülálló épített környezet található, ahol fellelhetők a nyugati stílusú

épületek, de találhatók keleties behatások is. Az országba is fokozottan érdekes ilyen szempontból Pécs városa. A legszimbolikusabb példa erre Gázi Kaszim pasa dzsámija, mivel a tetején egy olyan kereszt áll, minek talpa egy félhold, ezzel jelképezve az épület kettősségét, mint keresztény templom és török dzsámi.



1. ábra. Gázi Kaszim pasa dzsámija

A város műemlékei jellegzetes hangulatot kölcsönöznek az egész településnek ezért kiemelten fontos, hogy megfelelő odafigyeléssel és szakértelemmel bánjunk ezekkel az épületekkel. Vannak olyan műemlékek a városban, amik rejtve vannak, az átlagember szeme elől. Ilyen például a török hódoltságból Idrisz Baba türbéje, ami egyike a megmaradt két magyarországi türbének.

Ezért is választottuk kutatásunk témaként. Célunk a Cella Septichora látogatóközpont mintájára egy olyan épület bemutatása és bekapcsolása a városi életbe, ami szintén építészettörténeti jelentőséggel bír. Ezért összehasonlítjuk az ókeresztény és a török épületeket, majd egy építészeti terven keresztül teszünk javaslatot a türbe és annak környezetének jövőjére.

2. Történelmi áttekintés és összehasonlítás

2.1. Pécsi temetkezés

Pécs környéke már az őskortól kezdve lakott terület így nem meglepő, hogy a város területén számos temető volt és van. Egy-egy városrészben az idők múltával temetkeztek a rómaiak, a hunok, magyarok és a törökök is a különböző kultúrák és vallások temetkezési szokásai egyedülálló lenyomatot hagytak a városban.

A temetők általában a város szélein helyezkedtek el, ahogy nőtt a város úgy tolódtak egyre kijebb és kijebb.

2.2. Ókeresztény temető [1]

Az ókorban Pécs-et Sopianæ-nek nevezték és története a II. századig nyúlik vissza. 293 után pedig a Dél-Dunántúl legjelentősebb városaként, Pannónia provincia Valeira tartományának közigazgatási központja lett. Az ide érkező rómaiak az élet minden területéről magukkal hozták a római kultúrát. Ugyanakkor kezdett teret hódítani délről a korai kereszténység, így a két kultúrának egy furcsa ötvözete alakult ki, a lassan kereszténnyé váló lakossággal.

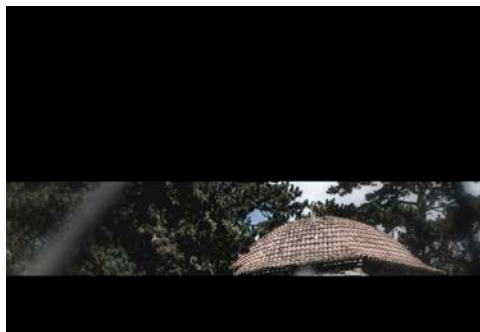
Az ókeresztény temető képe valószínűleg hagyományosan a birodalom szerte elterjedt szokásokat tükrözte: hamvasztás, sírkőállítás, pogány sírmellékletek. De az idő múltával Sopianae megtelt gyönyörűen kifestett, az épületek alatt húzódó sírkamrákkal. A feltárt emlékek mind építészeti, mind művészetileg páratlan alkotások, amelyek 2000 óta az UNESCO világörökség részét képezik.

2.5. Idrisz Baba türbéje [2]

Idrisz Babáról sok féle történet kering egyesek úgy tartják hogy orvos volt mások harcos szerzetesként (bektasi dervish) írnak róla. A pécsi Rókús dombon eltemetett szent köré több legenda is fűződik. Először a két nagy török történetíró említi meg Ibrahim Pecsevi és Elia Cselebi. Mindketten

írnak a szentről és a sírjáról is, kettőjük közül Ibrahim beszámolója tűnik hitelesebbnek. Idrisz Baba türbéje az évszázadok során sokféle funkciót ellátott. Volt kápolna, kórház, lőpor és kötszer raktár is. Míg végül a múlt században újra felfedezték és műemléki védettség alá helyezték. ekkor kezdődtek meg a felújítások és a kutatások. Az 1960-as években a környéken és az épületben is régészeti ásásokat végeztek valamint teljes átfogó szerkezeti vizsgálatra is sor került. Érdekes módon a régészek nem találtak más építményekre utaló jeleket a környéken ez azért furcsa, mert az ilyen jelegű épületek kolostorok vagy egyéb épület komplexumok részeként épültek.

Az épület egy nyolcszög alaprajzú kupolával fedett terméskő építmény. A falai vakolatlanok mivel nem találtak megfelelő mintákat a restauráláshoz, így jól megfigyelhetők a különböző korok átalakításai.



2. ábra. Idrisz Baba türbéje

2.6. Összehasonlítás

Furcsa lehet, párhuzamba állítani ezt a két fajta sírépítményt, hiszen különböző korból és különböző kultúrából is származnak. Az viszont kifejezetten érdekes hogy e két kultúra a helyi anyagokból egymástól függetlenül mennyire hasonló épületeket hozott létre. Az ókeresztény sírkamrák formai világa az antik kultúrát tükrözik, míg a türbe a közel kelet és a nomád népek hagyományain alapszik. Az pedig külön figyelemre méltó hogy Pécsen bár évszázad-

ok múltak el itt mégis egy szűk területre koncentrálódnak ezek a maradványok.

3. A terv bemutatása

Idrisz Baba türbójét jelenleg egy kerítés különíti el a kórháztól és a Nyár utcától. Ennek az egyik oka, hogy a Nyár utca felé egy támfalat kellett elhelyezni a Mecsekből lefolyó víz miatt. Az általunk készített terv lényege, hogy ezt a kieső építészettörténeti emléket visszaillesszük a város mindennapjaiba. Ahhoz, hogy ez lehetséges legyen egy olyan közparkot terveztünk, ahol a zöld felületek és a burkolt terek pihenésre alkalmas parkká állnak össze, valamint létrejön egy kisebb tér a türbe körül, így a látogathatóság és az ismeretterjesztés is könnyebbé válik. A park fő irányvonalait a türbe oldalaihoz illesztve alakítottuk ki, így a Nyár köz és a Nyár utca sarkához képeset egy eltolt centrális teret kapunk, aminek a központja maga a türbe. Az utcától való elszigetelődést a támfal megnyitásával és átalakításával kívánjuk orvosolni. Az általunk kialakítani kívánt támfal egy modern betonfal, amiben a megnyitások úgy helyezkednek el, hogy azok ne okozzanak gondot a vízelvezetésben, mégis láthatóan és egyszerűen megközelíthetővé tegyék a műemléket. A támfal magasságában leköveti a terepszintet és ehhez viszonyul mindenhol.



3. ábra. Látványterv áttervezet parkról

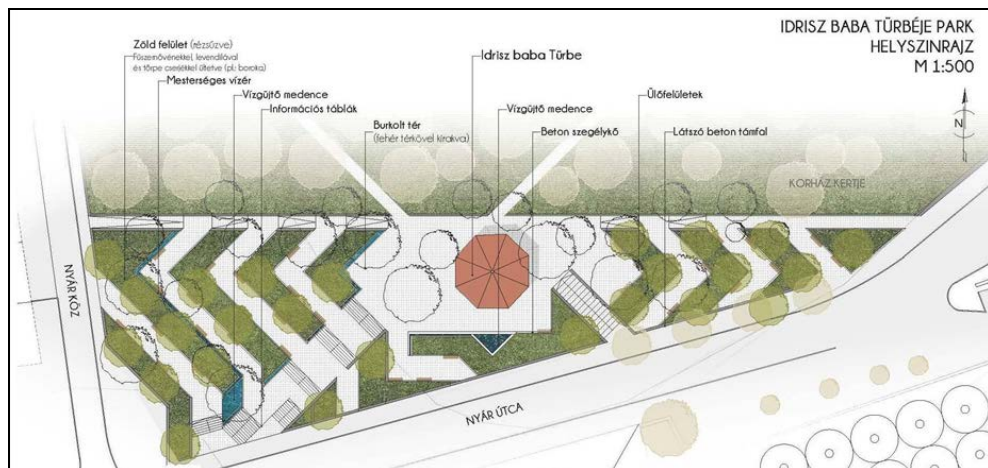
A park kialakítását az Iszlám temetkezési szokások és az muzulmán temetők ihleték. A park fő irányvonalain kívül eső utakat egy hagyományos Iszlám motívumból (Rub el Hizb: A Korán fejezeteinek végét jelöli.) szerkesztett raszter mentén kaptuk meg. Ezen utak mentén a víz, mint az egyik leg-erősebb vallási szimbólum időről-időre megjelenik, valamint a fő útvonal kezdetén és a türbe mellett medencékben tűnik fel. Az utak mentén a zöld felületekben fűszernövényeket, (például: rozmaring és babér), valamint törpe örökzöldeket és egyéb erős illatú növényeket (levendula, jázmin) terez-tünk. Ennek az az oka, hogy az muzulmán ravatalozásnál a mai napig növényekkel, illóolajokkal dörzsölik be a testet. Sajnálatos módon a jelenleg meglévő nagyobb fák olyan fenyők, amik nem viselnék el az építkezéssel járó földmunkát így inkább egy új fásítás mellett döntöttünk. A fák fajtaínak kiválasztásakor is szem előtt tartottuk a túlvilági létet és az elmúlást, amit, mint a sírhely, a türbe jelképez, ezért olyan növényeket ajánlanánk, mint a ciprus félek, valamint a fenyők esetleg kisebb lombos fák, fügefá, selyemakác. Esetleg szimbolikus értéke miatt, a ginkgo biloba. A tér és az

utak burkolata fehér térkő, ez a színvilág továbbra is az muszlim temetőkből ered. Az árnyékolás kérdését a fásítás mellet ideiglenesen kihelyezhető fehér vászonárnyékolók biztosíthatják, amik ismét a török temetkezésből vett szimbólumok.

A kérdéses terület egy olyan helyen fekszik, ami a pécsi egyetemisták által használt egyik legforgalmasabb útvonal. Ez abban is meg mutatkozik, hogy a környéken több étterem és pub is található. De nem csak az egyetemisták miatt forgalmas része ez a városnak itt található a gyermekkórház, a szülészeti, és egyéb egészségügyi épületek is. A türbe környezetének átalakításával egy olyan park jöhetne léte, ahol a diákok pihenhetnek, valamint az ide érkezők is egy kellemesebb közeget találnak.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Hudák Krisztina – Nagy Levente: *Örökség füzetek 6.* Nemzeti Kulturális Alap, Pécs, 2009, 9–62
- [2] Sudár Balázs: *A pécsi Idrisz Baba-türbe.* Forster Gyula Nemzeti örökséggazdálkodási és szolgáltatási Központ, Budapest, 2013, 43–67.



4. ábra. A tervezet park helyszínrajza

A NILES-FÉLE FOGASKERÉK-KÖSZÖRŰGÉP KORSZERŰSÍTETT PROFILOZÓ KÉSZÜLÉKÉNEK GYÉMÁNTHEGY ELFORDÍTÓ RENDSZERE

THE DIAMOND-PIN TURNING SYSTEM OF THE MODERNIZED NILES GRINDING MACHINE WHEEL DRESSING DEVICE

Márton Loránd¹

¹*Sapientia Egyetem, Marosvásárhelyi Kar, Fejlett Mechatronikai Rendszerek mestere I. év, m.lorand93@gmail.com*

Abstract

A modern grinding wheel dressing system aout of the main task of following the mathematical profile must ensure the angular position constancy of the diamond pin, related to the surface normal. This study presents the solution we found. Two control methods were analized and compared.

Keywords: Niles, grinding wheel, dressing, stepper motor, control.

Összefoglalás

A korszerűsített köszörűkorong-szabályzó berendezés, a pozicionálási feladatán felül annak is eleget kell tennie, hogy a gyémánthegy tengelye a szabályozott felület merőlegesével minden pillanatban egy adott szöget zárjon. Ezen probléma megfelelő megoldását kerestük, melynek során két lehetséges szabályozási módszert vizsgáltunk meg és hasonlítottunk össze.

Kulcsszavak: Niles, köszörűkorong, léptetőmotor, szabályozás.

1. A Niles-féle köszörűkorong szabályozás kritériumai

A korszerűsített szabályzó berendezés megvalósítása során finommechanikai lineáris pozicionáló asztalok használatával juttatjuk a gyémántheget a kívánt pozícióba.

A pozicionálási feladaton felül a gyémánthegynak a tengelyszelvényben a köszörűkorong felületi merőlegesével 5-12 fokos szöget kell bezárnia a forgásiránnyal ellentétesen [1]. A gyémántheget az előtolás irányára a felületi merőlegeshez képest [2] 10-15 fokban ajánlott megdőnteni. Ez jobb felületet eredményez köszörülés szem-

pontjából, viszont csak az egyik irányban lehetséges így a szabályzás, ami többlet időt igényel, mert mindig vissza kell állni a kezdőoldalra.

A gyémánthegy megválasztása során ki kell használni az előbbi beállítások által adott lehetőségeket, így olyan gyémántot kell választani, amely több csúccsal rendelkezik.

A gyémánt kopásának bekövetkezte után, ezt elfordítva a tengelye körül, egy új szerszám csúcsot hozunk munkahelyzetbe [2]. Így érhetjük el a legnagyobb funkcionális éltartamot, további költségektől mentesülve.

A gyémántheget rögzítő tartó hosszát a lehető legrövidebbre választjuk vagy ter-

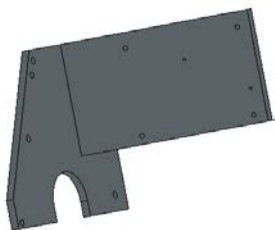
vezzük, hogy a rezgéseket a minimalizáljuk. Ezáltal megóvjuk a hegyet az esetleges repedéstől, vagy kiszakadástól.

2. A szerkezeti vizsgálat

Az előtervezés és az első prototípus megvalósításához elkészült az **1. ábrán** látható tartóállvány, amelyet felszereltünk a Niles-féle köszörűgépre, mérések és a további tervezés céljából.

Első sorban, a torzulások elkerülése végett biztosítani kell, hogy a gyémánthegey a köszörűkorong függőleges tengelyszelvényében mozogjon. Ezt egy, a függőleges irányon elmozduló vezérelt szárnra szerelt, a tengelyszelvény síkjára merőleges irányú elmozdulást megvalósító finomhangoló rendszer biztosítja. Így a gyémánthegey pozícióját minden esetben korrigálni lehet.

A készüléknek a konstruktív hibáit – szisztematikus hibák – figyelembe kell venni.



1. ábra. A tartóállvány

Ilyen konstruktív hiba a tartóállvány 90°-tól való eltérése és a szerelés párhuzamossági hibája. Az asztalok egymáshoz való merőlegességének hibáját elhanyagoljuk, mivel a Parker-Hannifin cég egy finommechanikai eszközről beszélünk, amit szállított, tehát 100 mm-en mikron alatt van a merőlegességtől eltérés.

A szabályzó berendezés felszerelésében lesznek hibák, azok viszont szisztematikus hibát jelentenek, amelyek lemérése után a vezérlőprogramot korrigáljuk. Következésképpen, a felbontás és az ismételhetőségi tényező korlátainak megfelelően kapjuk az

elméletihez legközelebb álló profilt. Megjegyezzük, hogy a rendszer elemeinek illesztési pontossága és helyzethűsége mért adatok, amelyeknek várható értékét használjuk fel a korrekciós eljárásban.

3. Lehetséges megoldások

A gyémánthegey tartó rendszert úgy kell megtervezni, hogy a lineáris pozicionáló egységek léptetőmotorjainak vezérlőjével kommunikáljon.

Az első tervezett megoldás a gyémánthegey merőlegességének biztosítására egy pneumatikus, PLC-n keresztül vezérelt rendszer volt. Ez két munkahengerrel és egy fogasléc-fogaskerék kapcsolással valósította volna meg a feladatot.

A második megoldás a pneumatikus rendszer felfedezett hiányosságait és rugalmatlanságát hívatott orvosolni. A rendszert egy léptetőmotor beiktatása teszi rugalmasá; a kívánt pozíciót fogaskerék-hajtáson keresztül érjük el.

3.1. A pneumatikus forgatóegység

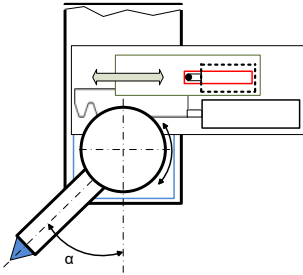
A pneumatikus pozícióváltó rendszer elvi vázlata a **2. ábrán** látható.

A munkahengerek a gyémánthegey három, diszkrét pozícióba juttatják el (**3. ábra**). A két szélső helyzetben a gyémánthegey tengelye 70°-os szöget zár be a függőleges irányval, míg a középhelyzetben, amely a fejszalag-korrekció elvégzésére való, merőleges a köszörűtárcsa tengelyére.

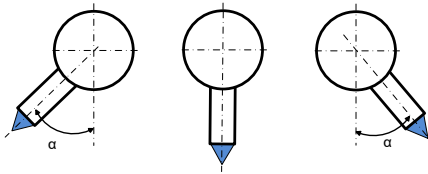
A 70°-os szög alapján végezzük el a korrekciós számítást, melynek célja a köszörűkorong felületének megközelítése.

Ezen beállítással, a gyémánthegey lineáris elmozdítása 20°-os lécpofilnak megfelelő köszörűkorong-profil eredményez.

A pozícióváltás két eltérő lökettávú pneumatikus munkahengerrel oldható meg. A nagyobbik lökettáv kétszerese a kisebbnek.



2. ábra. A szerszámtartó pozícióváltó rendszer pneumatikus megvalósításának vázlata



3. ábra. A gyémánthegy által elfoglalt pozíciók

A kisebb munkahenger végállását elérve, a nagyobb munkahenger működésbe lépése során ezt a végére szerelt vezetékbe épített közlekedő csap óvja meg a sérüléstől.

3.1.1. A munkaciklus és élezési stratégia hátránya

A munkaciklus a pneumatikus megoldás esetében a következőkből állhat:

- közelítés a baloldalhoz, korrekció;
- gyémánthegy pozícióváltás, közelítés a fejszalaghoz, korrekció;
- gyémánthegy pozícióváltás, közelítés a jobboldalhoz, korrekció;
- kiemelés, hátramenet és süllyesztés a jobb oldalon.

A gyémánttartó kialakításából adódóan a szabályozást csak az egyik irányban tudjuk elvégezni, mivel az előtolás irányára a merőlegeshez képest konstans szöget zár be a tartó szára.

A rugalmatlanság akkor válik láthatóvá, amikor egy szabványos lécpofilnak megfelelő köszörűkorong-profilról eltérőt szeretnénk létrehozni [3, 4, 5, 6]. Ugyanis a kialakítás merevségéből adódóan a rendszer

nem képes ráfordulni egy görbe vonalra, így a kezdeti beállítási feltételek nem tudnak teljesülni, veszélyeztetve a gyémánt épségét és a felület minőségét.

3.2. A léptetőmotoros pozícióváltó rendszer

Látván, hogy a pneumatikus megoldás nem bizonyul alkalmasnak a célunk megvalósítására, új megoldást dolgoztunk ki. Ebben egy léptetőmotor által hajtott nagypontosságú fogaskerék-hajtópárral érjük el azt, hogy a gyémánthegy mindenkor a kialakítandó felület merőlegeséhez képest a kívánt beállítást tartsa.

A léptetőmotor kiválasztásakor lényeges szempont, hogy nagy fordulatszám mellett, nagy pontossággal lehessen működtetni. Így az ideális választás egy hibrid bipoláris léptetőmotorra esik.

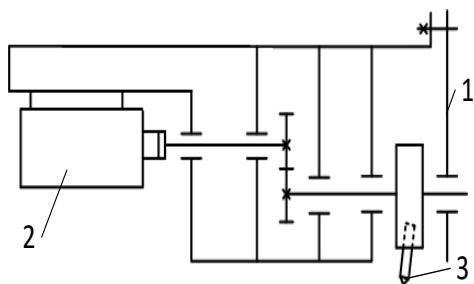
A gyémánthegy vezérlőegységével szemben megkövetelt, hogy képes legyen a lineáris mozgóegységek vezérlőjével kommunikálni. Ezen felül mikrolépéses üzemmóddal is rendelkeznie kell, mivel ezáltal a léptetőmotor lépésszöge tovább csökkenthető, tovább növelve a pontosságot, amennyiben szükséges.

3.2.1. Szerkezeti felépítés

A gyémántszerszám pozícióváltó rendszer a léptetőmotort vezérelve fogaskerék-hajtáson keresztül pozícióba állítja és folyamatosan korrigálja a gyémánthegy helyzetét.

A felépítés szerkezeti vázlata a 4. ábrán látható. A köszörűkorong szabályozása során fellépő fő terhelés axiális irányú lesz, a köszörűkorong forgásából adódóan. Így axiál-radiális görgős csapágyakat alkalmazunk. A készülék a függőlegesen elmozduló lineáris pozicionáló asztalhoz szegekkel és csavarokkal kapcsolott.

A szabályozás során hő keletkezik, így a gyémántot folyamatosan hűteni kell. A hűtőfolyadékot közvetlenül ráirányítjuk, hogy megóvjuk az esetleges károsodástól.



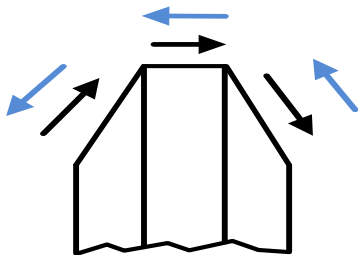
4. ábra. A szerszámtartó pozícióváltó, (1) pozicionáló asztal, (2) léptetőmotor, (3) gyémánthege és a befogó

A fűvókát szintén a függőlegesen elmozduló lineáris pozicionáló asztalhoz rögzítjük.

3.2.2. A szabályozási ciklus

A második megoldásnak előnye, hogy a szabályozási ciklus jóval hatékonyabb lesz. Mivel a gyémánthelynek nem szükséges az alaphelyzetbe visszaállnia, az aktuális oldaltól folytathatja a szabályozást. A ciklust az **5. ábra** szemlélteti és a következő lépésekből áll:

- közelítés a baloldalhoz, korrekció;
- fejszalag korrekció;
- jobboldal-korrekció;
- kiemelés, várakozás, süllyesztés és korrekció végzése sorban visszafele.



5. ábra. A szabályozási ciklus

A célunkat ezen megoldásnak köszönhetően elértük, a rendszer rugalmassá tétele megvalósul. A köszörűkorong profilját szabadon tudjuk módosítani, a tervezett fogaskerék fogprofil létrehozására.

4. Következtetések

Az első koncepció okozataként a gyémánthege helyzetbe állítására egy pneumatikus rendszer került megtervezésre. A probléma mélyebb feltárását követően kiderült, hogy ez nem felel meg, mivel a gyémánthege az elkészítendő virtuális profil görbét kell kövesse és ennek felületi merőlegesével egy bizonyos szöget kell bezárjon. Ezt a szöget mindvégig kell tartani.

A pneumatikus megoldás viszonylag egyszerű, de lehetőségei korlátozottak. Ezzel szemben a léptetőmotoros megvalósítás jelenti a megoldást, bár a vezérlése bonyolult. A lehetséges profilok létrehozása terén viszonzásképpen jóval nagyobb szabadságot kapunk.

További feladat egy olyan mechanizmus tervezése, amely lehetővé teszi, hogy könnyen rögzítsük a gyémántheget, valamint a tengelye körüli elforgatás is lehetővé válik. A rendszer egészére nézve figyelembe kell venni, hogy a munkatérben magas lesz a porszennyezés.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Tawakoli T., Rasifard A.: *Dressing of Grinding Wheels*. In: Jackson M Davim J. (eds) *Machining with Abrasives*. Springer, Boston, MA, 2011.
- [2] Köves E., Móser M., Almásy P.: *Köszörülés és finommegmunkálás*. MK, 1973.
- [3] Dudás, I.: *The theory and practice of worm gear drives*. Butterworth-Heinemann, 2005.
- [4] Dudás, I., Bodzás, S.: *Measuring technique and mathematical analysis of conical worms*. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 66, 9–12, 2013.
- [5] Dudás, I., Balajti, Zs.: *A New Description Method for the Bearing Pattern of the Spiroid Driving*, In ITC 2005, 4th International Scientific Conference, 24–25. 05. 2005., UTB Zlín, CZ, ISBN 80-7318-305-6.
- [6] Dudás, I., Balajti, Zs.: *A New Description Method for the Bearing Pattern of the Spiroid Driving*, In ITC 2005, 4th International Scientific Conference, 24–25. 05. 2005., UTB Zlín, CZ, ISBN 80-7318-305-6.

FÉLMEREV ACÉLSZERKEZETEK SZEIZMIKUS TERÜLETEKEN

SEMI-RIGID STEEL FRAMES LOCATED IN SEISMIC AREAS

Máthé Alíz Éva¹, Ciplea Cristian²

¹Kolozsvári Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Kar, Tartószerkezetmechanikai Tanszék, 400020, Románia, Kolozsvár, C. Daicoviciu u., 15; Telefon: +40-264-401363, aliz.mathe@mecon.utcluj.ro

²Kolozsvári Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Kar, Tartószerkezetmechanikai Tanszék, 400020, Románia, Kolozsvár, C. Daicoviciu u., 15; Telefon: +40-264-402342, cristian.ciplea@mecon.utcluj.ro

Abstract

The realistic response of the steel frame frames cannot always be investigated with idealized rigid or articulated joints. For sideways loads, significant calculation errors may occur if the modeling of the joints does not take into account their most realistic behavior. The use of semi-rigid joints, both in design and construction, can result in favorable structural properties in case of steel frames, especially in seismic areas.

Keywords: seismic response, steel frame, semi-rigid.

Összefoglalás

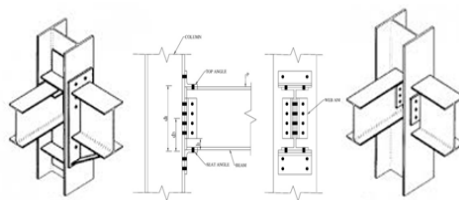
Az acél tartókeretek valós válasza nem mindig vizsgálható idealizált merev vagy csuklós csomóponti csatlakozásokkal. Oldalirányú terhelések esetében jelentős számítási hibák jelentkezhetnek, ha a csomópontok modellezése nem veszi figyelembe a minél valóságosabb viselkedésüket. A félmerev csatlakozások alkalmazása, úgy a tervezés, mint a kivitelezés során, előnyös szerkezeti tulajdonságokkal ruházhatja fel az acél tartószerkezeteket, különösen földrengésveszélyes területeken.

Kulcsszavak: szeizmikus válasz, acélszerkezet, félmerev.

1. A félmerev szerkezetekről általában

A szerkezetek szokványos vizsgálatakor általában abból a feltételezésből indulnak ki, hogy az oszlopot a gerendával összekötő csomópont végtelenül merev, azaz tökéletesen rögzített (1. ábra). A kísérleti eredmények azt mutatják, hogy a csomópontok tényleges viselkedése messze áll ettől az ideális helyzettől. Minden kapcsolat bizonyos nyomatékokat továbbít és bizonyos fokú rugalmasságot mutat. A félmerev vagy

rugalmas csatlakozások fogalmát több, az acélszerkezetekre vonatkozó nemzeti előírás is ismerteti.

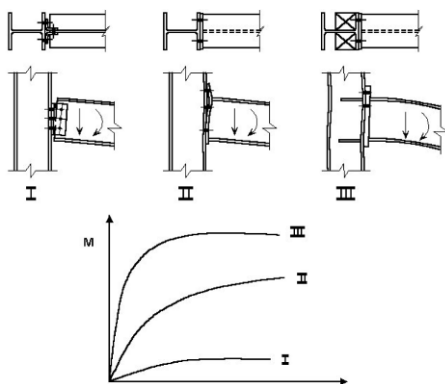


1. ábra. Merev, félmerev és pontszerű (csuklós) csomópont változatok acélszerkezeteknél.

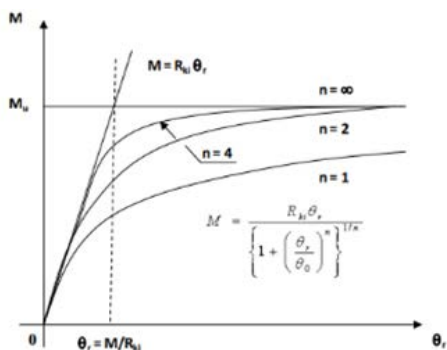
Az oszlop–gerenda csomópontok kialakítására számos műszaki megoldás létezik, a teljesen merevtől a félmereven keresztül a csuklósnak tekinthetőig (1. ábra).

2. A félmerev kapcsolatok modellezése és viselkedése

A kapcsolat viselkedését a nem-lineáris nyomaték meg a relatív elfordulás viszonya határozza meg, amelyet általában kísérletekkel állapítanak meg. Számos kísérleti eredmény azt mutatja, hogy a csomópont M hajlítónyomatéka és a Φ relatív elfordulás viszonya szinte minden csomóponti típus esetén nem-lineáris, a teljes terhelési tartományon keresztül.



2. ábra. Az M hajlítónyomaték és Φ relatív elfordulás általános viszonya a félmerev kapcsolatok esetén.



3. ábra. M – Θ_r viszonya az alakparaméter szemantájából.

Alapvető szerepének megfelelően kell kezelni az M hajlítónyomaték meg a Φ relatív elfordulás konstitutív kapcsolatát. Számos analitikus modell létezik, mely megfelel a kísérleti eredményeknek. Ezek közül az egyik legnépszerűbb, a Frye–Morris féle polinom függvény [1]:

$$\theta_r = C_1(KM)^1 + C_2(KM)^3 + C_3(KM)^5 \quad (1)$$

Itt a C -k görbe illesztési állandók, K a kapcsolat geometriájától függő dimenzió nélküli tényező, míg M a gerenda – oszlop közti érintkező felület hajlítónyomatéka, és Θ a gerendavég relatív elfordulása az oszlopszakasszal szemben.

A Kishi és Chen által javasolt teljesítménymodell [2] általánosított formája a következő:

$$M = \frac{k_0 \theta}{\left[1 + \left(\frac{\theta}{\theta_0}\right)^n\right]^{\frac{1}{n}}} \quad (2)$$

Itt, $\Theta_0 = M_u/R_{ki}$, ahol az R_{ki} a kapcsolat kezdeti merevsége, az M_u a végső hajlítónyomaték teherbírása, n egy alakparaméter és Θ_0 egy képlékeny elfordulási referencia [3, 4].

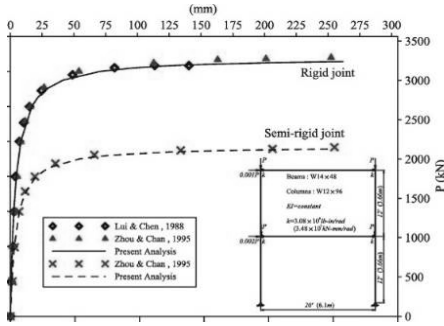
Richard és Abbot [5] háromparaméteres modellt javasolt, az alábbi formában:

$$R_k = \frac{dM}{d\theta_r} = \frac{R_{ki}}{\left[1 + \left(\frac{\theta_r}{\theta_0}\right)^n\right]^{\frac{(n+1)}{n}}} \quad (3)$$

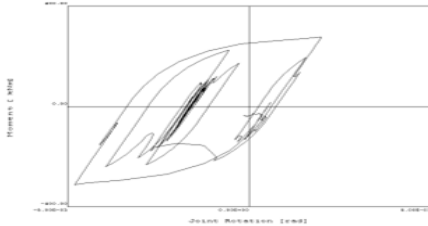
Ahogy a 3. ábrán is látható, az n alakparaméter fontos szerepet játszik ezekben az összefüggésekben.

A 4. ábrán van szemléltetve, mekkora eltérés tapasztalható egy egyszerű, kétszintes, acél tartókeret válasznál, ha a valósághoz közelebbi félmerev kötések helyett ideális merev csomópontokkal számítunk. A ciklikus terhelések esetében is egészen eltérő jelenségek tapasztalhatók, mivel a

félmerevség némi képlékenyzéssel jelentkezik (5. ábra).



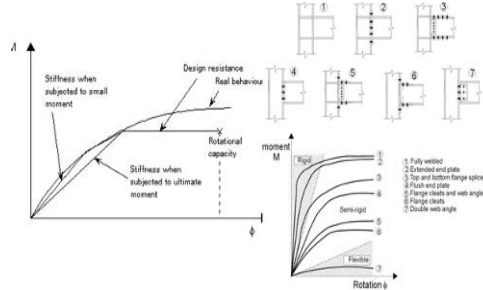
4. ábra. Merev és félmerev viselkedés közti eltérés egy egyszerű tartókeret esetében.



5. ábra. Histeretikus összefüggés egy félmerev csomópont hajlítónyomatéka meg elfordulása között.

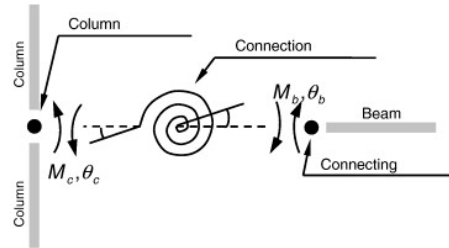
3. A félmerevség szabványosítása

A kísérletileg kialakított $M-\Phi$ kapcsolat számos műszaki paraméter alkalmazását igényli, pl.: kezdeti merevség, elfordulási képesség, tervezési határértékek (6. ábra).

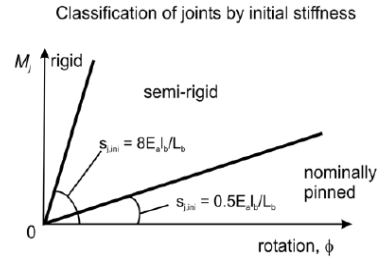


6. ábra. Kísérletileg kijelölt paraméterek és félmerevségi állapotok.

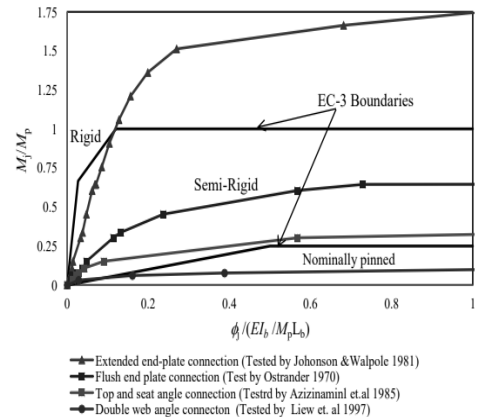
A félmerev viselkedés széles skálája (elsősorban szeizmikus hatások esetén) a félmerev kapcsolat kinematikájának köszönhető (7. ábra): az oszlopszakasz elfordulása θ_c eltér a szomszédos gerendavég θ_b elfordulásától. A csomópont e két szerkezeti elemének eltérő elfordulása hozza létre a Φ relatív elfordulást (8. ábra).



7. ábra. Elfordulási félmerevség sémája.



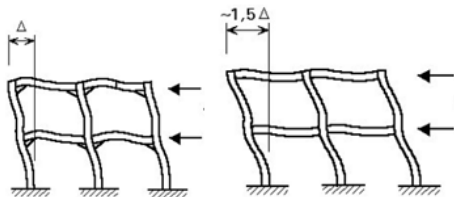
8. ábra. Csomóponti csatlakozások osztályozása a számolt, kezdeti merevség alapján.



9. ábra. Csomóponti csatlakozások a kísérlettől a szabványosításig.

A kísérletek során nyert adatokkal valóban meghatározható az oszlop–gerenda kapcsolatok jellege, úgymint: merev, fél-merev vagy csuklós (6. ábra). A tervezési tevékenység során egyszerűsített félmerev modelleket kell elfogadni, mivel azokat bele kell foglalni a gyakorlati tervezésbe [6, 7]. A kapcsolatok félmerevségének figyelembe vétele a szerkezeti válasz számszerű eredményeinek különbözőségéhez vezet (3. és 4. ábra), amit nem lehet elhanyagolni [6, 7, 8].

A szeizmikus területeken található acél-szerkezetek valódi problémája a szeizmikus hatásokkal szembeni viselkedésük [9, 10, 11]. Ilyen esetekben a szeizmicitás által kiváltott oldalirányú elmozdulás (és általában a jellegzetes dinamikus viselkedés) egy konstitutív kapcsolatot igényel a hajlítónyomaték meg a relatív elfordulás között, mely által a szerkezet válasza lényegesen eltérő lehet (10. ábra).



10. ábra. Merev és félmerev acélkeret válasza.

3. Következtetések

A szeizmikus zónákban található többemeletes acélszerkezetek félmerevsége erősen befolyásolja a viselkedésüket, ezért a csomópontjaik modellezését és kivitelezését ennek megfelelően kell megközelíteni. A félmerev kapcsolatokkal létrehozott szerkezetek sajátos viselkedését nem lehet hozzávetőlegesen meghatározni vagy elhanyagolni. A hajlítónyomaték meg a relatív elfordulás konstitutív kapcsolatának hiszteretikus jellege disszipatív tulajdonságot kölcsönöz a félmerev acélszerkezeteknek. Ezeknek a különleges szerkezeteknek a

pozitív tulajdonsága éppen a szeizmikusan indukált energia disszipálásában rejlik.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Frye, M.J.; Morris, G.A.: *Analysis of flexibly connected steel frames*, Canadian Journal of Civil Engineering, Vol. 2, 1975, 280-291.
- [2] Kishi, N.; Chen, W.F.; Goto, Y.: *Effective length factor of columns in semirigid and unbraced frames*, Journal of Structural Engineering - ASCE, Vol. 123, No. 3, March 1997, 313-320.
- [3] Kim, Y.; Chen, W.F.: *Practical analysis for partially restrained frame design*, Journal of Structural Engineering - ASCE, Vol. 124, No. 7, July 1998, pp 736-749.
- [4] Goto, Y.; Miyashita, S.: *Classification system for rigid and semirigid connection*, Journal of Structural Engineering - ASCE, Vol. 124, No. 7, July 1998, 750-757.
- [5] Richard, R.M.; Abbott, B.J.: *Versatile Elastic-Plastic Stress-Strain Formula*, Journal of the Engineering Mechanics Division, ASCE, 1975, Vol. 101, EM4, 511-515.
- [6] Eurocode 3. Design of Steel Structures. Part I: *General rules and rules for buildings*. Comité Européen de Normalisation (CEN) Brussels, Belgium, 1992.
- [7] American Institute of Steel Construction. *Manual of steel construction, allowable stress design*. Chicago, 1989.
- [8] Faella, C.; Piluso, V.; Rizzano, G.: *Structural Steel Semirigid Connections*, CRC Press LLC, Boca Raton, 2000.
- [9] Mathe, A.: *Nonlinear geometrical elastic analysis of semirigid connections*. Ph.D. Thesis, Technical University, Cluj-Napoca, 2009.
- [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.
- [11] Hensmann, J.S.; Nethercot, D.A.: *Numerical study of unbraced composite frames: generation of data to validate use of the wind moment method of design*, Journal of Constructional Steel Research, Vol. 57, 2001, 791-809.

ZÖMÍTÉS VÉGESELEMES MODELLEZÉSE A HŐFEJLŐDÉS FIGYELEMBE VÉTELÉVEL

FINITE ELEMENT MODELING OF UPSETTING CONSIDERING HEAT GENERATION

Mihalovits Roland¹, Gonda Viktor², Széll Károly³

^{1,2} Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag és Gyártástudományi Intézet, 1081 Budapest, Népszínház u. 8.

³ Óbudai Egyetem, Alba Regia Műszaki Kar, 8000 Székesfehérvár, Budai út 45.

¹ mihalovits.roland@gmail.com; ² gonda.viktor@bkg.uni-obuda.hu

Abstract

In this article, a finite element modeling of upsetting of a cylindrical workpiece is presented. In the modeling, the effect of friction, heat generation from the deformation, and the heat losses from conduction and convection are considered.

Keywords: *finite element analysis, coupled model, friction, thermal balance.*

Összefoglalás

A cikkben egy hengeres munkadarab zömítésének a végeselemes modellezését mutatjuk be a súrlódás, a képlékeny alakváltozásból adódó hőfejlődés, és az alakítás utáni hőelvezetés számításának figyelembe vételével.

Kulcsszavak: *végeselemes analízis, csatolt modell, súrlódás, hőegyensúly.*

1. Bevezetés

A végeselemes módszer (VEM) segítségével a képlékenyalakítás technológiai tervezése nagyban egyszerűsíthető. A technológiai paraméterek számítása komplex alakítási eseteknél nagyon bonyolult képletek alkalmazását igényli, vagy nagyfokú egyszerűsítésekkel lehet csak becslést tenni, a mérésük nem megoldható, vagy költséges. A végeselemes módszer megoldást adhat ilyen esetekben, a szimulációk segítségével, virtuális prototipizálással a próbagyártás folyamata is lerövidíthető, így jelentős költség-megtakarítás érhető el. A modell segítségével az alakítás folyamatában vizsgálhatók a feszültségek, alakváltozások és egyéb

ezekből számítható paraméterek változása, ezzel segítséget nyújtva a technológia optimalizálására [1].

A VEM egy numerikus módszer, amely segítségével a testek mechanikai és/vagy termikus modelljét nem folytonos kontinuumként, hanem részekre, ún. elemekre bontva alkotjuk meg. Ez a módszer a mai elérhető számítási kapacitás mellett jelentősen meggyorsítja a tervezéseket, és számítások idejét.

A végeselemes modellezéshez az MSC Marc Mentat 2016 programot használtuk, mely jól alkalmazható a képlékenyalakító technológiák termikus-mechanikus modellezésére [2].

Jelen cikkben egy hengeres test zömítésének végeselemes modellezését mutatjuk be, ahol a cél egyrészt egy mechanikai képlékeny modell megalkotása, valamint ennek a csatolt hőtani kiterjesztése, a gyors alakváltozásból adódó hőfejlődés vizsgálata, valamint az alakítás utáni lehűlés számítása. A zömítés modellezését több részleteségi szintre bontjuk, a kezdeti súrlódásmentes képlékeny alapmodelltől egészen egy olyan modellig, amely alkalmas a hőtani vizsgálatok elvégzésére.

2. A modell felépítése

A vizsgált munkadarab egy Ø20 mm átmérőjű, és 30 mm magas acél henger. A modell megalkotása során csupán a geometria tengelymetszetének negyede került megrajzolásra a szimmetriát kihasználva, síkbeli tengelyszimmetrikus esetet tekintve. A szerszám átmérője Ø30 mm, a magassága pedig 10 mm. A zömítés során a mozgó szerszámelem elmozdulás-vezérelt, a mozgás lineáris, az alakításnál a bélyegút a munkadarab magasságának a harmada.

A modell komplexitását négy szintre bontottuk: az első szintű modell az ideális alakításhoz tartozik, a második szinten a súrlódást figyelembe vesszük, a harmadik szinten a hőfejlődést, a negyedik szinten a szerszám hővezetését.

A szerszám modellje az első szintű modellben merev, így ennek hálózására nincs szükség. A munkadarab rugalmas-képlékeny keményedő anyagmodellét kap, így ez hálózott lesz. Az érintkezést súrlódásmentesnek tekintjük.

Miután elkészültek a geometriák, a következő lépés az anyag mechanikai tulajdonságainak megadása (1. táblázat), az érintkezések létrehozása, a terhelési eset, valamint a számítási feladat beállítása. A szimuláció sikeres futásával az alapmodell megfelelőnek mondható, az alap modell alkalmas a fő alkotóelemek helyességének,

valamint a számítási feladat lefutásának ellenőrzésére.

A második modellezési szint a súrlódás figyelembe vétele. Nem csupán a súrlódási együttható értékét kell rögzítenünk, hanem a súrlódás típusát is, ebben a modellben Kudo-féle súrlódást alkalmaztunk. A Kudo-féle súrlódási számot a munkadarab és a szerszám között $m = 0,8$ értékkel definiáltuk.

A harmadik modellezési szint a gyors alakváltozásból adódó hőfejlődés vizsgálata. Ehhez definiálni kellett a munkadarab hőtani jellemzőit: a hővezetési tényezőt, a fajlagos hőkapacitást (fajhő), és a kezdeti hőmérsékletet, amelynek értéke 293 K. A további termikus, illetve mechanikai paramétereket az **1. táblázat** tartalmazza. Ezek mellett aktiválni kellett a képlékeny alakváltozásból adódó hőfejlődési csatolt modell használatát.

1. táblázat. A termikus- és mechanikai paraméterek

Jellemző	Munkadarab	Szerszám
Rugalmassági modulus [GPa]	200	-
Poisson-tényező [-]	0.3	-
Folyáshatár [MPa]	275	-
Keményedési együttható [MPa]	722	-
Keményedési kitevő [-]	0,262	-
Sűrűség [kg/m ³]	7800	
Hővezetési tényező $\left[\frac{W}{m \cdot K} \right]$	36	40
Hőkapacitás $\left[\frac{J}{m^2 \cdot K} \right]$	450	350
Hőátadási tényező $\left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$ (környezet és modell között)	2,95	
Hőátadási tényező $\left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$ (munkadarab és szerszám között)	400	

A negyedik modellezési szinten a szerszám hővezetése is beépítésre kerül, így a művelet során és után kialakuló hőegyensúly változása vizsgálható. Ezért ebben az esetben már hálózott szerszámmra van szükség, hiszen a program csak csomópontokra tudja számítani a különböző paramétereket, tehát a hőmérsékletet is, viszont mechanikai szempontból merevnek tekintjük a szerszámot, így ennek merev-hálózott modellje lesz. Definiáltuk az érintkezéseknél a munkadarab-, valamint a szerszám és a környezet közötti hőátadási tényezőket is, amelyek értékét szintén az **1. táblázat** tartalmazza. A már meglévő modellek módosításánál, kiegészítésénél nagyon körültekintően kell eljárni, hiszen az egymással érintkező elemek átfedő csomópontjainál könnyen torzíthatjuk a teljes modellt, hiszen a modellalkotás után törölni kell az duplikált csomópontokat és elemeket.

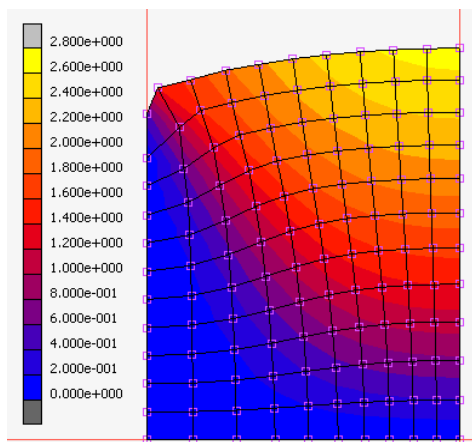
3. Eredmények

A különböző modellezési szintek eredményeit külön-külön mutatjuk be. Az első szintű alapmodell célja a helyes lefutás ellenőrzése, ezért az most nem kerül részletezésre.

3.1. A súrlódás hatása

A súrlódás hatása a munkadarab hordósodásában jelenik meg, amelyet az **1. ábra** szemléltet. Az ábrán a szimmetria tengelye a vízszintes tengely, a munkadarab szerszámmal érintkező felülete a bal oldali függőleges vonal ebben a metszetben, a jobb oldali vonal a tükrörszimmetria síkját jelöli.

A hordósodás azzal magyarázható, hogy a munkadarab és a szerszám érintkező felületén a megjelenő súrlódó erő gátolja az elmozdulást sugár irányban, így ezen a részen a munkadarab átmérő növekedése a zömítés során kisebb lesz. Ahogy távolodunk tengelyirányban a szerszámtól, úgy csökken ennek a jelenségnek a hatása.



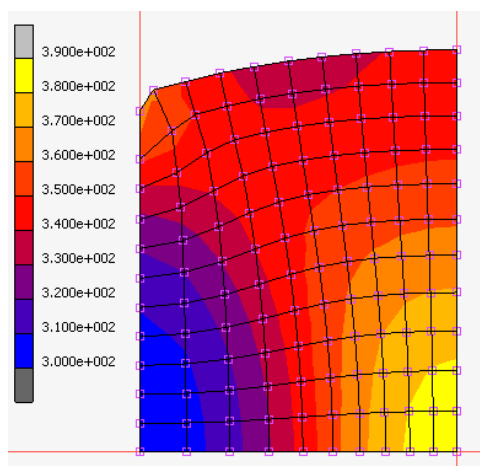
1. ábra. A hordósodás jelensége ($m = 0,8$). A skála a radiális eltolódást mutatja mm-ben.

A súrlódási együttható értékének növelése nem minden esetben eredményez nagyobb sugár irányú méretnövekedést.

Ahogy az **1. ábrán** is látható, a nagy együttható azt eredményezi, hogy a paláston az első elem nagyon nagy torzulást szenved, itt megfigyelhető egy jelentős ugrás a hordósodás ívében. Ezt sűrűbb hálózással ki lehet küszöbölni, hogy pontosabb eredményt kapjunk.

3.2. Hőfejlődés

Az alakítás hatására hő fejlődik a munkadarabban. Ha az alakítás kellően gyors, jelen esetben 0,5 másodperc, akkor a hővesztesség elhanyagolásával az adiabatikus eset vizsgálható. A munkadarab hőmérséklete emelkedik, a hőmérséklet eloszlása nem homogén, ahogy az a **2. ábrán** megfigyelhető. A legmagasabb hőmérséklet a munkadarab középpontjában adódik, amíg a legalacsonyabb hőmérséklet a munkadarab tengelyének a szerszám síkját metsző pontjában, itt a súrlódásnak nincs jelentős hatása. Az alakváltozás hatására létrejövő legnagyobb hőmérséklet 380 Kelvin, amely 87 Kelvinnel nagyobb, mint a kezdeti szoba-hőmérséklet.

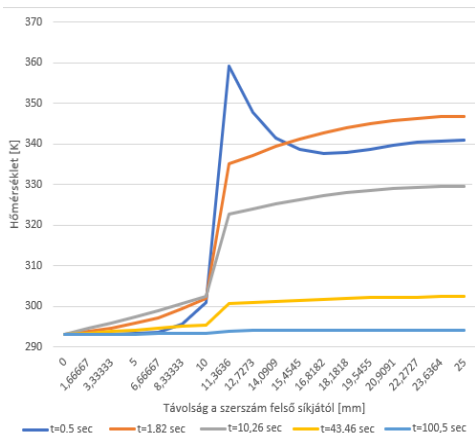


2. ábra. A hőmérséklet eloszlása a zömítés végén

3.3. Hővesztesség

A hőegyensúlyt azért érdemes vizsgálni az alakítás végéhez tartozó bélyeghelyzet megtartása mellett, így a szerszám hővezetésének a hatását meg lehet mutatni.

Az eredmények kiértékeléséhez különböző időpillanatokban ($t = \{0,5; 1,82; 10,26; 43,46; 100,5\}$ s) felvettem a munkadarab tengelyvonalán a hőmérsékletet a szerszám felső síkjától a munkadarab félmagasságáig.



3. ábra. A hőmérséklet alakulása szerszám felső síkjától a munkadarab félmagasságáig

Az így kapott eredményeket a 3. ábrán látható grafikonban egyéssítettem, amelyen megfigyelhetjük, hogy az alakítás végén ($t = 0,5$ s) a szerszám és a munkadarab érintkezési síkjának közelében a legmagasabb a hőmérséklet, hiszen itt volt az egyik legnagyobb alakváltozás. Ezután a véghelyzetben tartás során ebből az első csomópontból a hőmérséklet elkezdett terjedni mindkét irányba, hiszen ennek a csomópontnak a hőmérséklete csökkent, míg a szerszám, illetve a szomszédos csomópontok hőmérséklete is emelkedett, ez a jelenség figyelhető meg a ($t = 1,82$ sec) időpillanatban.

Ezután a munkadarab és a szerszám ezt a hőeloszlási karakterisztikát megtartva hűlnék vissza a kezdeti hőmérséklete 100 s elteltével.

4. Összegzés

A kutatás során elkészült a zömítés végeelemes modellje, négy különböző részletességi szinttel, amelynek segítségével meg lehetett vizsgálni a súrlódás hatását, a gyors alakváltozásból adódó hőfejlődést, valamint a keletkezett hő elvezetését.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-I-OE-779/15 pályázati támogatásának, valamint az EFOP-3.6.1-16-2016-00010 pályázati támogatásnak.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Henry S. Valberg: *Applied Metal Forming*, Chapter 11., Cambridge, 2010.
- [2] Marc E: *Demonstration Problems*, Chapter 8.59; Volume MSc Software, 2013.

ELHANYAGOLT MŰEMLÉKI ÉPÜLETEK HASZNOSÍTÁSA

UTILIZATION OF NEGLECTED MONUMENTAL BUILDINGS

Mislyenác Adrienn

*Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai kar, Vizuális ismeretek tanszék,
 7624 Pécs, Boszorkány út 2. Tel./Fax: +36 72 503 650. titkar@mik.pte.hu*

Abstract

The big part of Pécs downtown area enjoying local or national immunity, onto which one feature, that his form preserves the medieval city construction until a today's day. Although the street structure within the boundary wall did not change, the cityscape has undergone more transformations, since all the architectural era, its dominant style, was inherited in its buildings. In my study, I analyze one of the most decisive east-west axis of the downtown, and more in detail the Király street and its buildings, which has an important historical role. I want to describe the history of its development, its past and present functioning, as well as the changes that this area has undergone until today. In addition to the architectural aspects of the changes, transport, trade, and tourism also play an important role. In my dissertation, I would like to draw attention to the currently vacant, incorrectly used properties, future utilization opportunities.

Keywords: *monumental buildings, downtown, Király street, public spaces, Pécs.*

Összefoglalás

Pécs belvárosának nagy része helyi vagy országos védettséget élvező terület, melyre jellemző, hogy a formája mai napig őrzi a középkori városszerkezetet. Bár a határt képező városfalon belüli utcaszerkezet nem változott, a városkép annál több átalakuláson ment át, hiszen minden építészeti korszak, a maga uralkodó stílusát örökölte meg épületeiben. Tanulmányomban a belváros egyik legmeghatározóbb kelet-nyugati irányú tengelyét, részletesebben a Király utcát és épületeit elemzem, mely fontos történelmi szereppel bír. Ismertetni kívánom kialakulásának történetét, a múltbeli, s jelenlegi működését, illetve, hogy milyen módosulásokon esett át ez a terület egészen napjainkig. A változások között az építészeti szempontokon túl, a közlekedés, a kereskedelem, valamint a turizmus is fontos szerephez jut. Dolgozatomban szeretném felhívni a figyelmet a jelenleg üresen álló, nem megfelelően kihasznált ingatlanokra, jövőbeni hasznosítási lehetőségekre.

Kulcsszavak: *műemlék, belváros, Király utca, közterek, Pécs.*

1. Bevezetés, célkitűzések

Tanulmányainkból kifolyólag Pécs ígérkezett a legjobb választásnak egy műemlékvédelmi kutatás megkezdéséhez. Pécs belvárosa jelentős történelmi háttérrel rendelkezik, s a városközpont középkori utcarendszerében műemléki épületek sokasága bújik meg. Némelyik épület története már a

XV. századra is visszanyúl, ami már önmagában is megkérdőjelezhetetlenné teszi azt, hogy miért érdemes kutatást végezni itt egy ilyen jellegű témával kapcsolatosan.

Ahogy elmélyedtünk a város történelmi feltérképezésében, egyre egyértelműbbé váltak a céljaink. A rengeteg üresen álló műemléki ingatlan a városközpontban nem tudta elkerülni a figyelmünket. Bántott

minket a gondolat, hogy az ilyen nagy történelmi jelentőséggel bíró épületeink egy része, mára már csak üres díszletekké váltak, csupán üresen álló ékességei az utcáknak. Ahogy sétáltunk a belvárosban a Király utcára figyeltünk föl. Voltak ismereteink a történelmről, kialakulásáról, tudtuk, milyen gyökerekkel bír ez a terület. Az életelen épületek lehangoltak bennünket, műemléki épülethez nem méltó magatartással, s kihasználatlansággal sorakoztak egymás után. A Király utca a középkor egyik legjelentősebb kereskedelmi útvonala volt, a történelmi belváros fő utcájaként működött.

Azon kezdtünk gondolkodni milyen külső, tudatos, vagy nem tudatos tényezők befolyásolják az ingatlanok kiürülését, úgy tartottuk ameddig nem tudjuk feltérképezni mindezt, addig hiába kezdenék a megoldáson gondolkodni. Az infrastrukturális szempontok mellett fontosnak tartottuk a vizsgálat szemszögéből a jelenleg elhelyezkedő funkciók elemzését is. Hacsak néhány évtizedre tekintünk vissza, akkor is megfigyelhető a változás, az üzletek gyakori cserélődése.

2. Történelmi áttekintés

2.1. Pécs belvárosának történelmi áttekintése

Pécs belvárosának nagy része, helyi vagy országos védeltséget élvező terület, melyre jellemző, hogy formája a mai napig őrzi a régi városszerkezetet, mely már a középkorban kialakult. Ez annyit jelent, hogy ez a felépítés már a török hódoltság előtt bontakozott ki, melyen tulajdonképpen a törökök igen minimálisan változtattak, csekély mennyiségű építkezéssel. Nagyobb mértékű módosulás, voltaképpen a felszabadító harcok, küzdelmek során keletkezett, ekkor ugyanis utcasorok egész épületállománya lett a földdel egyenlő. Az újjáépülő városmag, továbbra is a már korábban meghatározott utcarendszert használta fel, a régen álló épületek helyére kerültek az újak,

sőt, sok épület lényegében, a romba dőlő ház, meglévő alapjaira lett felépítve.

Bár a belváros, városfallal határolt utcarendszere önmagában nem esett át komoly változáson, a városképen évszázadokon keresztül számottevő átalakulás történt. Ez arra vezethető vissza, hogy a különböző korok építészetének uralkodó stílusa mindig megjelent az épületeken, akár a régít kíméletlenül elpusztítva, új alkotásokat hozva létre.

A 18. század végére fokozatosan kezdett eltűnni a városfal, hiszen régi védelmi funkcióját egyre kevésbé töltötte be, nem bizonyult már különösképpen hasznosnak, inkább akadályozta a város további fejlődését. Az átközelkedésre szolgáló kapukat sem óvták, sorra bontották le, a városfalhoz sem voltak restek hozzányúlni, át is törték helyenként, a régi nyugati kapunál, a Barbakánnál is ez a múltbéli folyamat figyelhető meg napjainkban. Szerencsére, még mindig látható a műemléki értéket magában őrző városfal, a bástyákkal együttvéve, javareszt az északi oldalon maradt fenn összefüggően. [1]

2.2. Király utca történelmi áttekintése

A pécsi Király utca már több évszázada a város fő utcáját jelképezi a történelmi belvárosban, melyre több írásban, és régi utcanevékből is következtethetünk. A Ferencesek utcájával együtt adja a városmag egyik legerőteljesebb tengelyét, a keletnyugati tengelyt. A Király utca, az egykori Budai-kapu felé vezetett, minek helyére ma egy emléktáblából következtethetünk, mely a hajdani városkapu területén lelhető fel.

1554-ben az utca neve, Nagy uca mahalle volt, melyet hódoltság idejében élő török adószedők összeírásaiból tudhatunk, mely minden szempontból az egyik legfontosabb nyelvemlékünk, mely fennmaradt ebből az korszakból. A mahallé adókerületet jelent, melyet a török adóhatóság egy-egy magyar utcanévvel látott el, így könnyen elérhetőek voltak számukra az adófizetők.

1695-1891 között, a török hódoltság megszűnése után, Pécsen, ebben az utcában kapott otthont számtalan iparos ház és műhely, a szolgáltatások döntő többsége volt felkutatható itt. A Stern elnevezés is utal arra, hogy a város csillaga volt egykor ez az utca. A későbbiekben (1804) Hauptgasse, valamint Főutca (1856) elnevezést is megkapta a mai Király utca, ezek egytől egyig az utca kulcsfontosságú szerepére utalnak már a történelmi belvárosban is, ahol ebben az időben Pécs többnemzetiségű várossá vált, ezen belül is a németajkú lakosok voltak javarészt, melyre az is utal, hogy a földkönyvet német nyelven jegyezték és igen elterjedté váltak a német utcanévek.

1877-1890 közötti időszakban ipari üzemek sora üzemelt még a belvárosban, köztük a Király utcában is. Ebben az időszakban pontosabban mondva 1864-ben kapta meg mai nevét a sétálóutca, Király József pécsi püspök után.

A XX. század beköszönésével, kiváltképpen a század második felében, ez az utca vált a városközpont „kereskedőnegyedévé”. Ebben az időben az utca egy ideig a Kossuth Lajos utca nevet is viselte, de 1991-ben visszakapta régi nevét. [3]

3. Következtetések

A terület vizsgálata során körvonalázódott az utcában lévő funkciók elhelyezkedése, az itt kialakult terek működése. A terek súlypontként funkcionálnak az utcában, keleti súlypontként a Búza tér zárja az utcát, nyugatról a belváros városközpontjára, a Széchenyi térre juthatunk el. Az utcában minden fontosabb funkció helyet kap kezdve a kereskedelemtől egészen a vendéglátásig.

A kereskedelmi funkciókat megfigyelve szinte az egész utcán szétszóródva vannak jelen. Kisebb boltok, üzlethelyiségek, különböző árucikkek árusítása jelenik meg, ez nem is meglepő hiszen, már a középkorban is kereskedelmi funkciók sorakoztak fel az utcán. Van több üzlet, amely élelmiszerrel

látja el a vásárlóréteget, de megtalálhatóak itt olyan üzletek is melyek szolgáltatást nyújtanak, például fodrászatok. A jövőben az lenne az előnyös, ha egymást támogatva, egy egészséges konkurencia alakulna ki a kiskereskedők között, mely hasonló, de mégis eltérő kínálatot, vagy szolgáltatást tudna nyújtani. Előnyös lenne az utca szempontjából, ha az üres ingatlanokat kézművesek sokasága lepné el, esetleg nyitott műhelyekkel, melyek a belső udvarok hasznosításával jöhetnének létre. Ez egyrészt egy történelmi visszacsatolást is jelentene, az egyedi szolgáltatások, iparcikkek egyfajta koherens környezet hoznának létre. Így újra, aktívabb élettel töltődhetne fel az utca és turizmus szempontjából is előnyös lenne.

A vendéglátó egységek is szép számmal fordulnak elő az utcában. Megfigyelhető, hogy ezek a funkciók, a Király utca nyugati felén, a Széchenyi tér felé egyre sűrűbben jelennek meg. Turisztikai szempontból a Király utca két végpontja (Széchenyi tér, Búza tér) közül, a Széchenyi tér sokkal jelentősebb, mivel sokkal központibb helyet foglal el a város életében, illetve nagyobb műemléki értékkel bír. A keleti felén az utcának alig helyezkedik el ilyen funkció. A Búza tér jelenleg kevésbé kihasznált, fontos lenne eseményeket szervezni ide, hogy hiddat képezzen a város keleti részével, s a kulturális negyeddel egyaránt.

A belváros területén több oktatási létesítmény is elhelyezkedik, melyek diákjai akár délutáni foglalkozások keretein belül, betekintést nyerhetnének a szolgáltatóipar egyedi termékeinek készítési folyamataiba.

Az utcában folyamatosan cserélődnek a funkciók, sok üzlethelyiség nagyobb kereskedőházakba költözött, így kisebb helyiségek maradtak üresen, de találkozhatunk nagyobb műemléki épületekkel, melyeknek a teljes földszintje, vagy akár a teljes épület üresen áll, mint például az egykori belvárosi étterem.



1. ábra. üres ingatlanok a Király utcán



2. ábra. zöldfelületek a Király utcán

Kutatásunk első lépéseit megtéve arra a következtetésre jutottunk, hogy Pécs legjelentősebb sétálóutcáját érdemes és szükséges is fenntartani. Életet kell adni a kihalt műemléki épületeinknek, nem hagyhatjuk őket feledésbe merülni, hiszen a múltunk nem szükségtelen és felejthető. Ezek a régi műemléki épületek képesek arra, hogy a jelen kor igényeit is kielégítsék, mindezt, úgy, hogy közben őrzik történeti jelentőségüket. Az épületek megfelelő teret tudnak

biztosítani azokhoz a funkcióhoz, melyek az utca életéhez pozitívan járulnak hozzá.

3. Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Bezerédy Győző, Madas József: *Pécs belváros telkei és házai, adatgyűjtemény* – Pécs, 1978, forrás fellelhető: Pécs, Tudásközpont, helytörténeti részleg.
- [2] Fedeles Tamás: *Utcák, terek, épületek Pécsen - Baranyai történelmi közlemények*, Pécs, A Baranya Megyei Levéltár Évkönyve, 2010.
- [3] Pesti János: *Pécs utcanevei 1554-2004*, Pécs Tudásközpont, helytörténeti részleg.

ULTRKÖNNYŰ REPÜLŐGÉPSZÁRNY AERODINAMIKAI VIZSGÁLATA

WINGS OF ULTRALIGHT AIRCRAFT AERODYNAMICS EXAMINATION

Molnár Richárd¹, Dezső Gergely²

¹Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Közlekedéstudományi és Infotechnológiai Tanszék, 4400 Nyíregyháza Sóstói út 31/B, Telefon: (42) 599-400, molnarrichard@freemail.hu

²Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Műszaki Alapozó, Fizika és Gépgyártástechnológia Tanszék, 4400 Nyíregyháza Sóstói út 31/B, Telefon: (42) 599-400, dezsogergely@nye.hu

Abstract

Nowadays more and more people build ultralight aircraft, because this process rather easy, than large aircraft type, furthermore documentation and operating the aircraft is easy too. This article is presenting the process of building concerning engineer works and documentation. The calculating can be done traditionally on paper which extremely complex work. Due to the technical involving we can doing this complex work more easily, base on the finite element method and aerodynamics simulation. If we make the adequate finite element method set the ideal boundary conditions and input-output settings, we can compare to the traditionally and modern simulate engineer work.

Keywords: *ultralight aircraft, finite element method, aerodynamics simulating.*

Összefoglalás

Napjainkban egyre több ultrakönnnyű sportrepülőgép készül, mivel az építés folyamata, dokumentálása és a légijármű vezetése viszonylag könnyűnek mondható. A cikk ezen építési folyamat műszaki megvalósítását és dokumentálását mutatja be. A számítások elvégzése lehetséges klasszikus, papír alapú, összetett és meglehetősen bonyolult számításokkal. A technika fejlődésével lehetőség nyílik a számítások leegyszerűsítésére, melynek alapja a végelem módszer és az aerodinamikai szimuláció. A megfelelően kialakított végelem hálónak, valamint az ideális peremfeltételeknek és szimulációs input-output beállításoknak köszönhetően a klasszikus és modern számítások összehasonlíthatók, a pontos eredményhez vezető út időben jelentősen megrövidül.

Kulcsszavak: *ultrakönnnyű repülőgép, végelem módszer, aerodinamikai szimuláció.*

1. Tervezési folyamat

1.2. Klasszikus tervezési folyamat

A tervezés folyamata egyrészt a már sokat használt klasszikus számítási módszerrel is lehetséges, figyelembe véve a kötelezően előírt szabályokat, rendeleteket, alap-

követelményeket. A tervezés célja a szilárdsági méretezés, amihez meg kell határozni a szárny adott keresztmetszeteiben ható igénybevételeket. Ezt követően meg tudjuk keresni a legnagyobb igénybevételű keresztmetszet helyét, ami alapján meghatározzuk a szükséges anyagot és anyagvas-

tagságot. A hagyományos számítási folyamat menete vázlatosan a következő:

- méretezési sebességek meghatározása;
- terhelési terület meghatározása;
- a szárny megoszoló terheléseinek számítása [2];
- a szárny eredő megoszló terheléseinek meghatározása.

A megoszló terheléseket integrálva (amely egy nagyon hosszadalmas és nagy pontosságot igénylő folyamat) megkapjuk az igénybevételeket.

1.1. Szimulációs tervezési folyamat

A modern szimulációs programoknak köszönhetően lehetőség nyílik ugyanezen mértékadó igénybevételek meghatározására, azonban a korábbi hosszadalmas, és bonyolult folyamatok kimaradnak. A folyamat kulcsfontossága a megfelelő végelem háló létrehozása, valamint a megfelelő peremfeltételek megadása. Ezáltal eredményünk meglehetősen pontos lesz, a valóságot tükrözi, tehát a további számításokhoz (szilárdsági méretezés, anyagmeghatározás) felhasználható.

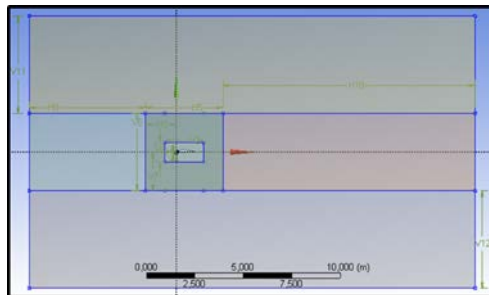
2. Modellalkotás

Szimulációval vizsgáltunk a szárny körül kialakuló áramlási tér jellemzőit különböző utazási sebesség, szárny állásszög esetén. Ehhez elvégeztük az előzetes érzékenységi vizsgálatokat. Két különböző modellt tanulmányoztunk

2.1. Végtelen szárny modell

A merev szárnyak áramlástani modellezésére bevált közelítő megoldás a végtelen szárny modell. Lényege, hogy a szárny körül kialakuló áramlástól eltolási szimmetriát feltételezünk. Ez azt jelenti, hogy elegendő a szárny egy keskeny szelete körül ismerni az áramlást, hiszen az eredmények eltolással kiterjeszthetők többi részre is. Tehát valójában a modell nem végtelen nagy szárnyat vizsgál, hanem annak csak egy kis szeletét. Az ilyen modell alkalmas a szárny

körüli nyomás- és sebességviszonyok feltárására, a felhajtóerő és ellenállás tényező modellezésére. Előnye, hogy a modellezett tértartomány nem túl nagy, ezért numerikus módszerek alkalmazása esetén a diszkrét modell szabadsági foka és ezzel együtt a számítási igény is alacsony értéken tartható, vagy a szabadsági fok emelésével hatékonyan csökkenthető a diszkrétizációs hiba. A modell hátránya, hogy nem ad számot olyan fontos, nagyléptékű jelenségekről, mint például a repülőgépek szárnyvégéről kiinduló, a gép méreténél nagyságrendileg is nagyobb kiterjedésű örvénysor. Itt azonban e jelenséggel nem foglalkozunk. Az első tanulmányban a szárnyat végtelennek tekintve, annak egy 100 mm széles szeletére végeztük el a számításokat, megfelelő szimmetria peremfeltétel mellett. Ennek a modellnek az előnye az, hogy finomabb végelem felosztás létrehozását engedi meg.

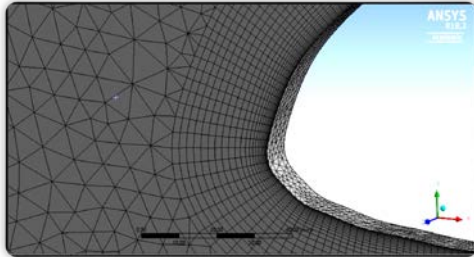


1. ábra. Végtelen szárny modell (A modellt hat részre osztottuk, abból a célból, hogy a végelem háló a szárny körül legyen a legfinomabb, mivel a számítás szempontjából a határréteg a legfontosabb)

Ugyanakkor itt kevésbé tanulmányozhatók a repülésben oly fontos szerepet játszó cirkulációk. Sikerült a számításokkal meghatározni a felhajtóerő-együttható és az állásszög kapcsolatát, amely a hagyományos tervezésnél általában külső forrásból származó adathalmazként áll rendelkezésre.

Ahhoz, hogy minél pontosabb eredményeket kapjunk, meg kell találnunk a meg-

felelő beállításokat, kezdve a végeelem hálózással. A végeelemek nagyságát addig kell csökkenteni, amíg az már nem lesz befolyással az eredményekre, ezt nevezzük háló érzékenységi vizsgálatnak. Az elemméretek csökkentését a szárny körüli szelvényben végeztük el.

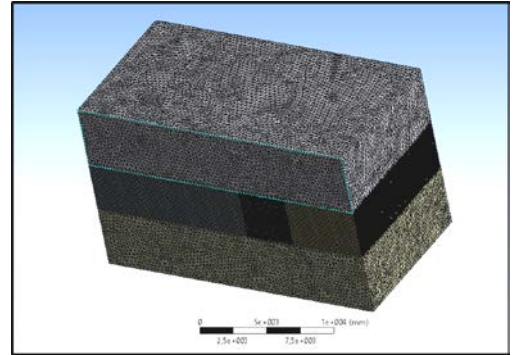


2. ábra. Hálóérzékenység a belépő élnél (Cél, hogy a határréteg mentén, minél kisebb végeelem méreteket érjünk el)

2.2. Véges szárny modell

A véges szárny modell (háromdimenziós modell) létrehozásának célja, hogy a szárny terjedtsége mentén vizsgálni tudjuk a különböző jellemzőket, legnagyobb hangsúlyt fektetve a nyomáseloszlások alakulására a szárnytőtől egészen a szárnyvégig. A modell létrehozása során nagy problémába ütköztünk, mivel a korábbi 100 mm-es szárnyselet helyett egy 12 méteres modellt kellett megalkotni, aminek köszönhetően az elemszám százazres nagyságról, milliós nagyságra növekedett. Sajnos egy adott elemméret után már nem készült el a végeelem felosztás, így az eredményeket tekintve pontatlanabb adatok állnak rendelkezésre. A háromdimenziós tér felosztást tekintve megegyezik a végtelen szárny modellével. A vizsgálandó félszárnyat, melynek mérete 5,185 méter, el kell helyeznünk egy olyan méretű modellben, ahol a véges szárny okozta hatások (szárnyvégi örvények) megfelelően elférnek, ezért hoztam létre egy 12 méter széles „dobozt”. Ebben az esetben a legfontosabb, amit vizsgálni

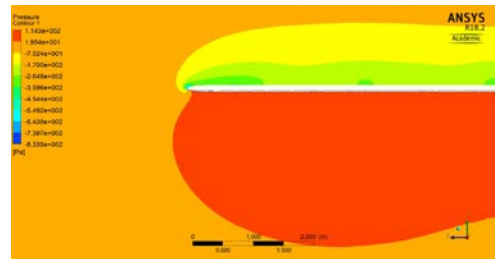
fogok, a szárny terjedtsége mentén a nyomáseloszlás alakulása, valamint számszerűsítése. Miután a konkrét adatokat kinyertük, összehasonlítottuk a hagyományos papír alapú számításokkal.



3. ábra. Véges szárny modell (A modell nagysága meglehetősen növelte a számítási igényt, valamint a megoldás idejét.)

3. Adatok kiértékelése

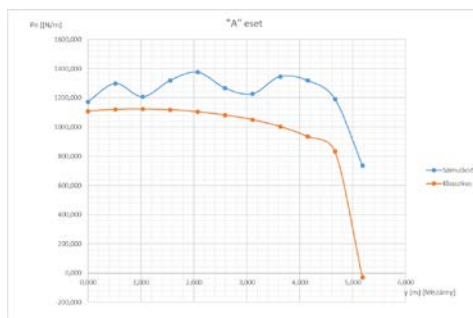
Véges szárny esetén a felhajtóerő eloszlás elliptikussá válik, mivel a szárny végén kiegyenlítődik a nyomás, ezért itt az $F_{lift}=0$. A 4. ábrán ez jól látszik: létrehoztunk egy y-z síkot az x tengelytől 0,5 méter távolságban (tehát a húrhossz felénél) és megjelenítettük rajta a nyomáseloszlást. Jól látható, hogy az egész szárny alsó részén magasabb, míg a felső részén alacsonyabb a nyomás. A szárny vége felé haladva ez a nyomáskülönbség folyamatosan csökken, mígnem kiegyenlítődik.



4. ábra. Nyomás kiegyenlítődés véges szárnynál. Véges szárny modell

Következő lépésben egy x-y síkot hoztunk létre. A síkot a z irányban (szárny terjedtsége) bárhol el lehet helyezni és kiértékelni a nyomáseloszlást a kívánt szeletben. A hagyományos számítási módnál 11 pontban vizsgáltuk a félszárnyat, ezeket a pontokat az ANSYS-ban is felvettük. Lehetőség van az adott keresztmetszetben kinyerni a maximális és minimális nyomásértékeket. Ebből számolunk nyomáskülönbséget, majd ezt az adott állásszögre vonatkozó CL értékkel és szárnyasztet felületével megszorozzuk. Az így kapott eredmény lesz az összehasonlítási alap (P_n normálirányú terhelés). Következő lépésben a klasszikus és szimulációs módon kapott P_n értékeket ábráztunk egy adott sebesség és állásszög esetén (az **5. ábrán** ez az „A” vizsgálati eset).

Az **5. ábrából** az következik, hogy az eredmények meglehetősen hasonlítanak egymásra. A hullámzó eltérés abból adódik, hogy a modellezés során nem sikerült a megfelelő végelem felosztást létrehozunk technikai okokból, mivel egy ilyen nagyméretű aerodinamikai modell extrém gépteljesítményt von maga után.



5. ábra. Összehasonlító ábra (A felső görbe a szimulációs, az alsó a klasszikus módon kapott eredményeket jelöli)

3. Következtetések

Kimutattuk, hogy mindkét szimulációs stratégia alkalmas arra, hogy releváns, kvantitatívan felhasználható eredményeket szolgáltatassanak. Ezek az eredmények jó összhangban állnak a klasszikus számítási eredményekkel, amelyeket korábban már számos kísérlet igazolt.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Petur Lajos: Repülőgép szilárdságtan, 1952
Tankönyvkiadó vállalat
- [2] Rácz Elemér: Repülőgép tervezés, Tankönyvkiadó, Budapest.

A HLD ÉRTÉK KŐOLAJIPARI ALKALMAZHATÓSÁGA

APPLICATION OF THE HLD VALUE IN THE PETROLEUM INDUSTRY

Nagy Roland¹, Lendvai Péter², Kothencz Réka³, Bartha László⁴

¹Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tan-
 szék, Magyarország, Veszprém, Egyetem u. 10, Telefon: +3688/624-000/6175,
nroland@almos.uni-pannon.hu

²Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tan-
 szék, Magyarország, Veszprém, Egyetem u. 10, Telefon: +3688/624-000/6175,
peti.lendvai1993@gmail.com

³Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tan-
 szék, Magyarország, Veszprém, Egyetem u. 10, Telefon: +3688/624-000/6175,
kothenczr@almos.uni-pannon.hu

⁴Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Magyarország, Veszprém, Egyetem u. 10, Telefon:
 +3688/624-305, bartha@almos.uni-pannon.hu

Abstract

The efficiency of demulsification is a key process in terms of extracting the oil of O/V (oil-in-water type) emulsions of enhanced oil recovery. Consequently, the separation of emulsion systems and the recovery of the maximum amount of oil of the colloid system play an important role in petroleum industry. The stability of the emulsions from oil recovery is influenced by numerous factors. J.L. Salager has developed the HLD (Hydrophilic-Lipophilic Deviation) equation in order to examine the efficiency of demulsification. Our aim was to investigate whether the equation developed by Salager is suitable for monitoring the stability of petroleum industrial emulsions.

Keywords: enhanced oil recovery, demulsification, HLD value.

Összefoglalás

A harmadlagos kőolajkitermelés során keletkező főleg O/V (olaj a vízben típusú) emulziók olajtartal-
 mának kinyerése céljából a demulgeálás folyamatának hatékonysága kulcsfontosságú. Következés-
 képp a harmadlagos kőolajkitermelés során keletkezett emulziós rendszerek szétválasztásának vizsgá-
 lata, és a kolloid rendszer olajtartalmainak a lehető legnagyobb arányú kinyerése fontos szerepet játszik
 a kőolajiparban. Az így keletkezett emulziók stabilitását számos tényező befolyásolja. A demulgeálás
 hatékonyságának vizsgálata során a J.L. Salager által kidolgozott HLD (Hidrofil-Lipofil Eltérés)
 egyenletet alkalmaztuk. Megvizsgáltuk, hogy a Salager által kidolgozott egyenlet alkalmas-e kőolaj-
 ipari emulziók stabilitásának nyomon követésére.

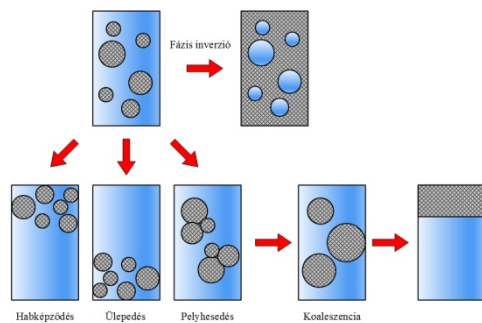
Kulcsszavak: harmadlagos kőolajkitermelés, demulgeálás, HLD érték.

1. Bevezetés

A különböző ipari technológiák ma már nem nélkülözhetik az emulziók alkalmazását. A diszperz rendszerek meghatározóak az iparban, illetve a különböző életfolyamatokban. Az emulgeálás és az emulziók bontási folyamata fontos szerepet játszik abban, hogy az emulziót létrehozni vagy megbontani szeretnénk [1,2].

A demulgeálási műveletek során különböző paraméterek befolyásolják a diszperz rendszerek stabilitását. Ezek a paraméterek a következők lehetnek: sótartalom, hőmérséklet, pH, víz és olaj fázis összetétele, aggregációs sebesség és időtartam, emulgeálószer vagy demulgeálószer koncentráció, részecske méret és eloszlása [3].

A kőolajipari demulgeálás során a nyers kőolajat kívánjuk elválasztani a vizes fázistól. A diszperz rendszerek demulgeálása során különböző mechanizmusú folyamatok mehetnek végbe, amelyek illusztrációját az 1. ábra tartalmazza [4].



1. ábra. A demulgeálás során lejátszódó folyamatok

Az emulziók megbontásának legelterjedtebb módja a demulgeálószer hozzáadása a diszperz rendszerhez. Ennek során különböző sók (például alumínium vagy vas-sók) hozzáadása is lehetséges a kolloid rendszerhez [5]. A kőolajiparban előforduló O/V diszperz rendszereknek alkalmazott kémiai demulgeálószeres elsődleges felada-

ta a kőolaj lehető legnagyobb mennyiségének kinyerése.

Célunk a szénhidrogén kitermelés során felszínre került O/V emulziók szétválasztásának, illetve a HLD érték alkalmazhatóságának vizsgálata volt. Továbbá azt kívántuk megvizsgálni, hogy a HLD érték alkalmas-e a demulgeálás folyamatának nyomon követésére.

2. A HLD érték definiálása

J. L. Salager általánosította a termodinamikai eredetű felületaktív affinitás különbség (SAD) egyenletét, mely segítségével könnyebben jellemezhetőek a makro-, illetve mikroemulziós rendszerek. Ezt az empirikus korrelációt jellemző értékszámot HLD-nek (Hydrophilic Lipophilic Deviation) nevezzük, ami egy dimenziómentes egyenlettel számítható, amelyet alkalmasnak találtak az emulziók stabilitásának jellemzésére. A HLB-vel ellentétben, amely csak a tenzidet veszi figyelembe, a HLD egyenlet magába foglalja a legtöbb stabilitást befolyásoló tényezőt, mint például a felületaktív anyagok és olajos fázis tulajdonságai, valamint a sótartalom és só koncentráció, a hőmérséklet, illetve a nyomás [6,7].

Az ionos felületaktív anyagokat is tartalmazó O/V típusú emulziók HLD értéke általában negatív. Az emulzió akkor a legkevésbé stabil, ha a HLD értéke a nullához közelít, mivel ebben az esetben nincs eltérés a hidrofíl és lipofil kölcsönhatások között. Ezt a demulgeálószeres segítségével tudjuk befolyásolni. A vizsgálatok során kiderült, hogy a demulgeálószer koncentrációja a vártnál jobban befolyásolja a stabilitást. Optimálisnál kisebb koncentráció esetén értelemszerűen a tenzid nem képes a felületaktív filmréteg felszakítására. Abban az esetben viszont, ha az optimálisnál nagyobb demulgeálószer koncentrációt alkalmazunk, ellenkező hatást elérve sokkal sta-

bilabbá tehetjük a bontani kívánt emulziót [6,7].

Alapvetően a HLD egyenletnek két formáját dolgozták ki, egyik azokat a rendszereket jellemzi, ahol a tenzidek nemionosak (1), másik eset mikor ionosak (2) [8].

$$HLD = \alpha - EON + b(só) - k ACN + t \Delta T + aA \quad (1)$$

$$HLD = \sigma + \ln(só) - k ACN + t \Delta T + aA \quad (2)$$

ahol:

EON: etoxilezett nemionos felületaktív anyagok „etilén-oxid” csoportjainak száma

só: sótartalom a NaCl-ra vonatkoztatott tömegszázalékban kifejezve

ACN: a tenzidmolekula n-alkil láncának szénatomszáma,

ΔT : hőmérsékletkülönbség a referencia hőmérséklethez képest (25°C),

A: hozzáadott alkohol mennyisége tömegszázalékban kifejezve,

σ , α , k , t : az alkalmazott tenzidekre jellemző paraméterek,

a: az alkoholra és a tenzidre jellemző konstans,

b: a hozzáadott sóra jellemző konstans.

A HLD tehát egy átfogó koncepció szerinti számítások eredménye, amely magába foglalja az összes fontosabb fizikai-kémiai tulajdonságot, mellyel könnyebb előre jelezni az egyes változók hatását. Az egyenlet valamennyi paramétere könnyen és gyakorlatilag számszerűsíthető.

3. A HLD érték kőolajipari alkalmazhatósága

A harmadlagos kőolaj-kitermelés egyik típusának alkalmazása során a felhasznált nagy felületaktív hatékonyságú tenzidek a rétegvízzel és a kőolajjal emulziót képeznek, eközben csökkentik a határfelületi feszültséget és így az olajrézecskeket a póru-

sokon keresztül kimossák, majd a belőle képződött emulzió a termelőkúton távozik.

Vizsgálataink során a HLD érték alkalmazhatóságát kívántuk meghatározni különböző típusú demulgeálószeres felhasználása esetén.

A HLD értéket először egy modell emulzióra vonatkoztatva számítottuk ki, amely tenzidek (kókusz-zsírsav-DEA, DBS-Na), butoxietanol (0,6 m/m%), modell olaj (95 V/V%) és modell rétegvíz (5 V/V%) felhasználásával történt. A mérések során egy polivalens sónak, egy nagy szénatomszámú lineáris alkoholnak és egy tenzidnek (etoxilált származék) valamint különböző demulgeálószereseknek a hatását vizsgáltuk különböző koncentrációban történő alkalmazás esetén.

A standardemulzió HLD értékéhez a következő egyenletet alkalmaztuk:

$$HLD = (x_i * \alpha_i + x_i * \sigma_i) + \sum x_i \ln(só_i) - \sum x_i k_i ACN + t \Delta T + aA \quad (3)$$

ahol:

só: sótartalom tömegszázalékban kifejezve

ACN: az tenzidmolekula n-alkil láncának átlagos szénatomszáma

ΔT : hőmérsékletkülönbség a referencia hőmérséklethez képest (25°C)

A: hozzáadott alkohol mennyisége tömegszázalékban kifejezve

σ , α , k , t : az alkalmazott tenzidekre jellemző paraméterek

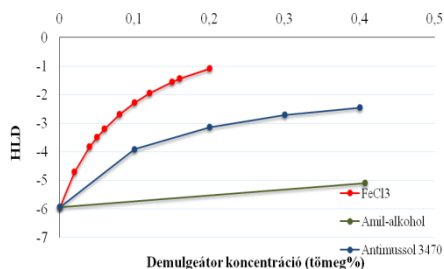
a: az alkoholra és a tenzidre jellemző konstans

x: egyes komponensek móltörtjei

A fenti egyenletekbe behelyettesítve a standardemulzió demulgeálószer-mentes HLD értékeként -5,94 adódott. Mivel a HLD érték negatív előjelű lett, egy O/V diszperz rendszer valószínűsíthető [8], ezt korábban végzett, reológiai vizsgálataink is igazolták [9]. Az érték nagysága pedig megmutatja, hogy ez a rendszer igen nagy stabilitással bír.

A polivalens só, a nagy szénatomszámú lineáris alkoholt és a tenzid (etoxilált származék) demulgelőszereket különböző koncentrációkban adtuk a modell emulzióhoz, majd minden esetben kiszámoltuk a HLD értékeket.

Az alkalmazott demulgeálás hatásának eredményeit a **2. ábrán** hasonlíttottuk össze.



2. ábra. Az alkalmazott háromféle demulgeálószer HLD értékeinek a változása az alkalmazott mennyiségek függvényében

Az **2. ábra** alapján jól látható, hogy a polivalens só alkalmazása esetén sokkal kisebb koncentráció is elegendő a kívánt hatás eléréséhez. A másik két demulgeálószer lényegesen csökkentette az emulzió stabilitását, viszont a feleslegben alkalmazott mennyiségük szintén a polivalens só előnyeit támasztják alá.

A demulgeálás hatékonyságának a vizsgálatára bevezettük az un. DF, demulgeálási faktor értéket, mely a leválasztott olaj/ eredeti olaj mennyiség hányadosa (**1. táblázat**).

1. táblázat. A demulgeálási faktor nagysága különböző típusú demulgeátorok esetén

Demulgeátor típusa	Demulgeátor koncentráció	DF
Polivalens só	0,2 tömeg%	1
Nagy szénatomszámú lineáris alkohol	0,2 tömeg%	0,9
Etoxilált származék	0,2 tömeg%	0,85

Az eredmények alapján megállapítottuk, hogy a HLD összefüggés alkalmas a sók, az alkoholok, valamint a többféle tenzidet tar-

talmazó emulziók bonthatóságának jellemzésére. Az egyes alkalmazott demulgeálószer koncentrációknál végig követhető a diszperz rendszer stabilitásának csökkenése. Az alkalmazott demulgeálószeres különböző mértékben csökkentették a kolloid rendszer stabilitását.

3. Következtetések

A HLD értékek számítása esetén bemutattuk, hogy az összefüggés alkalmas lehet a polivalens sók, alkohol és tenzid típusú demulgeálószer alkalmazása során a diszperz rendszer stabilitás változásának előzetes jellemzésére. A különböző sótartalmú vegyületek kombinálása szerves, és/vagy polimer vegyületekkel pedig növelhetik az olajkinyerés hatékonyságát az O/V típusú emulziók esetén.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Schramm, L.L.: *Emulsions, Foams, and Suspensions: Fundamentals and Applications*. Wiley, Calgary, 1992.
- [2] Becher, P.: *Emulziók*, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1965.
- [3] Möbius, D., Miller, R., Fainerman, V.B.: *Surfactants: Chemistry, Interfacial Properties, Applications*, Elsevier, Amsterdam, 2001.
- [4] Rajakovic, V. et al: *Separation of water-in-oil emulsions by freeze/thaw method and microwave radiation*, Sep. Purif. Technol, 49, 2006, 192-196.
- [5] Daniel, J.F: *The Nalco Water Handbook*, Nalco Company, Third Edition, chapter 11 Emulsion Breaking, 2009.
- [6] Salager, J.L.: *Microemulsions*, in: Broze, G.: *Handbook of Detergents*, Marcel Dekker, New York, 1999.
- [7] Salager, J.L.: *Emulsion phase inversion phenomena*, in: Sjöblom, J.: *Emulsions and emulsion stability*, CRC Press, New York, 2006.
- [8] Salager, J.L. et al: *Formulation des microémulsions par la méthode du HLD*, Techniques de l'Ingénieur, Génie des Procédés, 157, 2001, 1-20.
- [9] Nagy, R., Elekes, A., Bartha L., Vágó, Á.: *Rheological characterization of crude oil-water emulsions*, Journal of Silicate Based and Composite Materials, 68, 2016, 98-104.

A PÉCSI VILÁGÖRÖKSÉGI HELYSZÍNEK FEJLESZTÉSE

THE DEVELOPMENT OF UNESCO WORLD HERITAGE AREA IN PÉCS

Németh-Szigeti Renáta¹, Kósa Balázs², Paczolai Kinga Éva³

*Pécsi Tudományegyetem, Műszaki és Informatikai Kar, Mérnöki Ismeretek Tanszék,
 7624, Magyarország, Pécs, Boszorkány út 2.; Tel./Fax: +36-72-503-650-23836*

¹*reni.szigeti@gmail.com*

²*kosa.balazs@mik.pte.hu*

³*paczolaik@gmail.com*

Abstract

The World Heritage of Pécs is the most valuable historical relic in the city. The conversation, presentation and the continuous development is significant. The parts of the area are the following: the Cella Septichora, the Old Christian Mausoleum and the crypts in the Apáca Street. Through the design process our primal task is the restoration and expansion of the former development in 2006. The study focuses on creating the Cella Septichora concept.

Keywords: *crypt, early christian, Pécs, World Heritage, UNESCO, Cella Septichora.*

Összefoglalás

A Pécsi Világörökségi Negyed a város legértékesebb történelmi emléke. Megőrzése, bemutatása és folyamatos fejlesztése kiemelt jelentőséggel bír. A terület részei közé tartozik a Cella Septichora, az Ókeresztény Mauzóleum és az Apáca utcai síremlékek. A tervezés során nagyrészt a 2006-os átépítések javítása és bővítése volt a fő feladatunk. A tanulmány a Cella Septichora koncepció alkotására irányul.

Kulcsszavak: *sírkamra, ókeresztény, Pécs, Világörökség, UNESCO, Cella Septichora.*

1. A pécsi ókeresztény sírkamrák

A régészeti bemutatóhely Pécs északnyugati részén található. Nagyjából a XVIII. század elejére datálható az első sírkamra felfedezése. Ezt követően 1782-ben bukkantak rá a Péter Pál sírkamrára, mely a mai napig fontos, értékes és megtekinthető eleme a látogatóközpontnak. A területet 2000-ben helyezte az UNESCO a világörökségi listára. Azóta mind gazdasági, mind eszmei értéke kifogásolhatatlan. [1][4][5]

1.1. Cella Septichora története

2006-ban Prof. Dr. Bachman Zoltán építész vezetésével megtörténtek a legjelentősebb feltárások, melyekkel látogathatóvá váltak az addig a föld alatt rejtőző emlékeink.[1] A Cella Septichora Látogatóközpont megszületésekor, ahol lehetett, ott a mai járószintbe helyezett üvegfelülettel engedték be a fényt a kápolnatöredékek közé, hogy segítsék megérteni a nézőnek, hogy nem katakombák között, hanem az egykori járószinten sétál. A bejárati tömegről, mely

a Sétátérre nyílik nagy üvegfelület vonala vezet le a bejárat mellé. A felületen lefolyó víz keresztény szimbólumként jelenik meg a homlokzaton és a födémén egyaránt. A beömlő folyosó a hét karéjos térbe, magába a Cella Septichorába torkollik, amelyet mint egy 300 m²-es üvegfüdém fed. A bevilágítón található rácsos útvonal a püspök ünnepélyes bevonulását hívhatja szolgálni, valamint az éjjel megvilágításra kerülő kereszt vonal, szintén a keresztény szimbólumra utal.[2] A Cella Septichora Látogatóközpont megnyitása óta, hatalmas jelentőséggel bír a város életében, mely méltón viseli a Világörökségi Terület jelzőt. Megérdemli a felújítási és restaurálási munkálatokat és azt, hogy szeressék és foglalkozzanak vele. A későbbiekben kifejtett koncepcióterv ezt hivatott véghezvinni.

2. Különleges Kioszk

A több mint száz éves épület a Sétátér közkedvelt szórakozóhelye. A mai ember nem is gondolná, hogy milyen hányatott sorsa volt. Mivel 1895-ben Piacsek Gyula kioszk terve az előirányzott költséget túllépte és méreteiben is túlzottnak bizonyult, így végül, a megépült épület terveit Rauch János és Kaufer Sándor készítette el. A Millenniumra készült terv megépülése 1896 nyaráig váratott magára és a sajtó nem fogadta lelkesen. A bírálatban talán a vesztes Piacsek Gyula táborra is részt vehetett, hiszen a tervező által készített magasabb költségvetésű reneszánsz alkotás közelebb állt a fővárosi mintaképhez: az Erzsébet téri kioszk építményéhez. A nehezen létrejött kioszk élete nem volt szerencsés.

Mégis a tervezés során úgy gondoltuk, hogy megtartása és megvédése mindenki számára hasznos és kedvelt megoldás lehetne. Elhelyezkedése szempontjából igen központi helyen szerepel a látogatóközpont életében. Már a 2006-os évi fejlesztések is tárgyalták a kioszkon keresztüli bejárat kialakítását. Jelen tervezés szerint szintén



1. ábra. Pécs, Sétátér a kioszkkal a századforduló idején készült képeslapon^[3]

felmerült a bejárat situáció kérdése, melyet a későbbiekben bővebben kifejtünk a tanulmányban. [3]

3. A koncepció megalkotása

A tervezés során több megrendelői igénynek is eleget kellett tennünk. Nincs megfelelő vizesblokkrendszer, mely egyszerre kiszolgálja az itt dolgozó személyzetet és a látogatókat is. A meglévő jegypénztárhoz kevés tér csatlakozik, így nincs elég hely az eszközöknek, ruhatárnak, és a múzeum shopnak. A központban a Cella Septichora romján belül kialakult téren kívül nincs bemutató terem, melyben előadásokat, oktatást, vagy kiállításokat lehetne rendezni. A kora tavasztól késő ősziig tartó helyi idegenforgalmi szezon során számos turista érkezik a városba. A Világörökségi Helyszínnek megtekintése szerves részét képezi minden látogatói és városnéző programnak. A fejlesztések egyik fő célja is a látogatók számának növelése és a létesítmény célzott fejlesztése. A jelen bejárat situáció közvetlen a sétátérre nyílik egy erős „cső” hatású gesztussal, mely kiválóan alkalmas a hangulati átvezetésre a belső térben. Nem biztosít lehetőséget azonban megfelelő előtérképzésre sem a belső sem a külső térben, amire viszont nagy szükség lenne, tekintve, hogy a látogatók jelentős

része turistacsoporttal érkeznek, és így gyakori, hogy két busznyi (50-100) ember egyszerre csoportosul a bejárat előtt, jelentősen korlátozva így a sétány közlekedését és kényelmetlen szituációt teremtve a vendégek számára is. Így keletkezett egyértelmű igény a bejárat szituáció átalakítására és a felmerült igények kielégítésére, miközben ügyelni kellett a meglévő hangulati értékek megtartására.

A tervezett koncepció részeként bővült a meglévő fogadóépület két oktatási térrel a Cella Septichorától déli irányban, valamint a meglévő, megmaradó kioszk épülete alatt. Látogathatóvá tettünk két újonnan feltárt sírkamrát a keleti oldalon (a VIII-as és IX-es sírkamrák), melyek ez által körüljárhatóvá váltak és a meglévőséghez igazodva szintén üvegfüdém zárást kaptak. A két sírkamra feltárása és bemutatása nehézséget jelentett a tervezés során, mivel a különböző adatforrások eltérő lokalizációt adtak meg. Egyik dokumentum sem tudta pontosan megadni a két sírkamra pozícióját. Emiatt a beruházás során biztosan szükséges lesz a leletek feltárása során és után a tervek adaptálása a valós, akkor már ismert helyzethez. Ez azonban kiszámíthatatlan tényezőt eredményez a kivitelezésben.

A bejárat szituációt az alapján alakítottuk ki, hogy teresedést hozzunk létre már a kültérben, ezáltal elősegítve a megérkezéshez szükséges várakozó helyet. A bejárat helyzetének kiválasztásánál a fő szempont a világosból a sötétben át, ismét a világosba érkezés volt. Ezért alakult ki a kioszktól keletre található folyosó tere. A kiosk beépítése kezdetektől fogva nem volt megoldható, hiszen a magántulajdonban lévő épülethez a tervezés során nem nyúlhatunk.

A homlokzaton kialakult üvegfelület a megérkezés és a múzeum shop bevilágosítását szolgálja ki. A jelenlegi kialakításban ez nem megoldott, hiszen a folyosó végén található információs pult sem helyileg sem pedig méretében nem elégíti ki az igényeket.



2. ábra. Pécs, Cella Septichora Látogatóközpont koncepció - látványterv



3. ábra. Pécs, Cella Septichora Látogatóközpont koncepció - látványterv



4. ábra. Pécs, Cella Septichora Látogatóközpont koncepció - látványterv

4. Következtetések

Ez egy nagyon komplex tervezési feladat, mely kiválóan alkalmas arra, hogy bemutassuk a mai műemlékvédelem és a ter-

vezés során kialakult gondolatok és a modern felfogás közötti kapcsolatokat.

Leegyszerűsítene és felgyorsítaná a tervezés menetét, ha a meglévő, feltárt sírkamrákról és védőépületekről egy összefogó képet alkotó terv, illetve modell állna a rendelkezésünkre. Megnehezítette a munkát az adatszolgáltatás mennyisége, valamint a minősége és pontossága is. Ezt szeretnénk a későbbiekben elkészülő (építési engedélyezési-, tender-, kivitelezési-) tervekben konkretizálni és egy összefoglaló, úgy nevezett BIM modell segítségével biztosítani, mind a megrendelő, mind a későbbi tervezők és az üzemeltető felé. Egyúttal a műemlékvédelmi leltár digitális állománya is fejlődne.

Célunk, hogy a kialakult koncepció tökéletesen illeszkedjen a város életébe, valamint kielégítse az eredeti épület elkészülte óta felmerült további igényeket.

A Világörökségi Területek megfelelőbb kezelhetőségét továbbá az segítené elő, ha a már kialakuló településképi kézikönyv és rendelet kitérne külön-külön az épített

örökséget védő épületekre és azok saját zónát és előírásokat kapnának.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Szigeti Renáta: A pécsi világörökségi negyed rehabilitációja és a BIM kapcsolata, In: szerk. Koncz István; Szova Ilona: PEME XIV. PhD. – Konferencia, Kiadja a Professzorok az Európai Magyarorszáért Egyesület, Budapest, 2017, 146-151, ISBN: 978-615-5709-01-2
- [2] A Janus Pannonius Múzeum Évkönyve. 43(1998) Janus Pannonius Múzeum, Pécs, 1999, 301-317. Mendöl Zsuzsanna: A sétatéri kiosk. Kaufer Sándor építész (1863-1900) működése Pécs város mérnöki hivatalában.
- [3] Bachman Zoltán: BACHMAN ZOLTÁN. VINCE kiadó, Pécs, 2010, 107-145. ISBN: 978-963-303-001-1
- [4] Pozsárkó Csaba; Tóth Zsolt: Pécs a római korban Vezető a pécsi világörökség helyszíneihez. Kiadja a Zsolnay Örökségkezelő Nonprofit Kft., Pécs, 2011, 6-9. ISBN: 978-963-89319-0-0
- [5] Bozóky Anita: Világörökségi helyszínek – Pécs. Múltunk tükre, jövőnk gyökere. Kiadja a Zsolnay Örökségkezelő Nonprofit Kft., Pécs, 2013, 1-23. ISBN: 978-963-89844-3-2.

A BIZTONSÁGTUDATOSSÁG NÖVELÉSÉNEK ESZKÖZEI A FELSŐOKTATÁSBAN

THE TOOLS OF THE INCREASING OF SAFETY AWARENESS IN THE HIGHER EDUCATION

Novák János

Óbudai Egyetem, Kollégium, Keleti Károly Gazdasági Kar Vállalkozásmenedzsment Intézet, Biztonságtudományi Doktori Iskola. Cím: 1084, Magyarország, Budapest, Tavaszmező utca, 7-13; Telefon / Fax: +36-1-6665282, levelezési cím, novak.janos@koll.uni-obuda.hu

Abstract

There comes a time in the life of every family when their child becomes an adult and sets out to put themselves to a great test, going for further studies to higher education institutions. But can we really use the word adult for these youngsters? If looking at it from a teacher's point of view, we surely cannot: we keep seeing them every day, and it is obvious they are still very much children. And if we think deeper, we can see it, once we too, were freshmen. When parents let them go out into a world that is yet unknown to them, the most important concern is to know they're safe. Security consciousness is appearing in many places in higher education. Getting to the school, the hostel living, the rent, the whole environment, the list is endless. But we must mention something that comes with the new world, which is freedom, and the lack of parental control. Many simply cannot handle this and get carried away, some people just can't say no to a friend's invite. And there is yet another serious source of dangers; the Internet. Social media pages, email accounts, video sharing channels, etc. that keep appearing and refreshing are all potential surfaces of attacks, and if we don't have the sufficient means of protection, we can easily fall prey.

Keywords: security consciousness, education, higher education, living together, internet.

Összefoglalás

Sok család életében eljön az az idő, amikor a gyermekük felnőtté válik és nekiindul egy nagy megmérettetésnek, felsőoktatási intézménybe megy tovább tanulni. De vajon használhatjuk-e a felnőtt szót ezekre a fiatalokra? Ha pedagógus fejjel nézzük, akkor biztosan nem, hiszen látjuk őket nap, mint nap és szembe tűnik az, hogy ők még nagyon is gyerekek. Ha jobban belegondolunk, láthatjuk is ezt, hiszen mi is voltunk valamikor kezdő egyetemisták. Amikor a szülő elengedi őket abba a világba, amely még ismeretlen számukra a legfontosabb tényező az, hogy biztonságban tudja a gyermekét. A biztonság tudatosság sok helyen jelenik meg a felsőoktatásban. Az intézményekbe való eljutás, a kollégiumi lakhatás, az albérlet, a teljes környezet és még sorolhatnánk. Mindenképpen meg kell említenünk azt, ami velejárója az új világnak, az pedig a nagy szabadság és a szülők kontrolljának a hiánya. Sokan képtelenek kezelni ezt a helyzetet és elúszhatnak az árral, vannak, akik nem tudnak nemet mondani egy-egy baráti invitálásnak. S ezeken kívül még igen komoly veszélyforrást a világháló jelent. A folyamatosan megjelenő és megújuló közösségi oldalak, postafiókok, videó megosztó csatornák stb. mind potenciális támadási felületek, s amennyiben nem rendelkezünk megfelelő védelemmel könnyen csapdába eshetünk.

Kulcsszavak: biztonság tudat, nevelés, felsőoktatás, együttélés, internet.

1. Bevezetés – avagy miért is fontos egy felsőoktatási intézmény számára a biztonság tudatosság

Ha kezünkbe vesszük az írott sajtót és beleolvasunk, vagy csak egyszerűen bekapcsoljuk a televízió készüléket és megnézünk egy híradó műsort. Mit olvasunk? Mit is látunk? Tele van a környezetünkben nem régiben történt negatív események tömkelegével. Ezek sajnálatos módon befolyásolják mindennapjainkat, s ezzel módosíthatják biztonságérzetünket és ezzel biztonság tudatunkat egyaránt. A biztonság tudatosság pszichológiai értelemben határozható meg, amely az érzetet mutatja meg számunkra. Ez az érzet tudatos neveléssel nagymértékben meghatározható és fejleszthető. No de hogyan jelenhet meg a biztonság tudatosság a felsőoktatásban. Azt tudjuk, hogy egy egyetemi kampuszon több ezer hallgató megfordul naponta. Az előadók nagy létszámú csoportok befogadó helyei, a tantermek a kisebb létszámok számára nyújtanak előadási lehetőséget. A diákok, és az oktató kollégák számára fontos a biztonság tudatosság érzete, hiszen napjaik nagy részét ott töltik az intézményben. Amennyiben ezt az érzetet fenn szeretnénk tartani, elengedhetetlen az ehhez szükséges eszközök jelenléte és biztosítása. De melyek is ezek egy oktatási intézmény területén? Fontos, hogy könnyen észrevehetőek, láthatóak legyenek ezek az eszközök, hiszen amit a szemünkkel érzékelünk az egy rögzített, tudatos érzetet nyújthat. Amikor országszerte szinte mindennaposak a tüzesetek, elengedhetetlen a tűzvédelmi rendszer jelenléte egy nagy létszámot befogadó épület esetében. Vezetője vagyok egy komplett oktatási épületnek – amelyben egyben oktatok is – ahol több szintű tűzvédelmi rendszer van kiépítve. Tudva, hogy a rendszer 100%-ban működik engem is biztonság tudattal tölt el, hiszen biztonságban tudom az épületben lévőket. Emellett fontos tényező az állandó porta-

szolgálat jelenléte, amely szintén megnyugtató tudatosságot biztosít. Megfelelő szintű kommunikációs eszközökkel jelezzük a menekülési útvonalakat és krízis esetén a tennivalókat. A kollégáinkat folyamatosan képezzük munkavédelmi, tűz- és balesetvédelmi oktatásokkal, amennyiben szükséges akkor a hallgatóságot is (pl. műhelymunka esetén, laborok használatakor). Figyelnünk kell a mindenkor jogi szabályozásnak való megfelelésnek. Fontos a hallgatók és a dolgozók személyi adatainak a védelme [3]. S elérkeztünk ahhoz a sarkalatos ponthoz, amikor említést kell tennünk korunk egyik legdinamikusabban fejlődő ágazatára, az internet világára. A rohanó világunkban elképzelhetetlen egy felsőoktatási intézmény működése a világhálóra való kapcsolódás nélkül. Megfelelő védelmi rendszer nélkül ezt megtenni hatalmas felelőtlenség. Érdekesség, hogy egy felmérés alapján a lakosság nagy része nem használ vírusirtó programokat és tűzfalat sem. Gondoljunk csak bele, ha interneten keresztül vásárolunk, akkor mennyi adatunkat tudják megszerezni azzal a néhány kattintással.

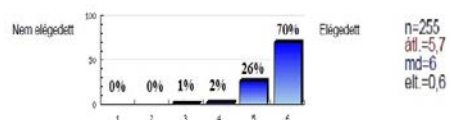
2. Személy- és vagyonvédelem egy felsőoktatási kollégiumban

A mai rohanó világunk jellegzetességei sajnos megmutatkoznak a felsőoktatásban is. Ahogy az néhányszor említésre került, a mai felsőoktatási rendszer nem igazán alkalmas a közösségi élet kialakítására, s emiatt fontos szerepet tölt be a kollégium intézménye az oktatás mindennapjaiban. Létfontosságú a mai egyetemi hallgatók számára a társas lét, vezetőként látjuk, hogy ez szükséges a növendékeink számára. Emiatt meggyőződésünk szerint egy kollégium, a szociális rendeltetés mellett jelentős nevelési funkciókkal is bír. A mai igényeknek megfelelően egyre több olyan kollégium van jelen a felsőoktatásban, amelyek szinte teljesen összkomfortosak. Ez a hallgatók részéről egy biztonság tudatos légkört

teremt, de számunkra, üzemeltetőknek további veszélyforrást is jelenthet. Részben a maguk urai, s a lakóegységük – beleértve minden berendezési tárgyat (pl. hűtőszekrény) – takarítása is a saját feladatuk. Nem kell bemutatnunk, hogy ez mit is von maga után. Ahhoz, hogy elkerülhessük a higiénia részbeni megszűnését, havi rendszerességgel ellenőrzéseket tartunk a szobákban, ezzel némileg növelni tudjuk a hallgatók – és a szülők – és nem utolsósorban a magunk biztonságtudatosságát a tisztaság terén. Miután a kollégiumunk felépült éveken keresztül küzdöttünk az úgynevezett „külsős” személyek nem rendeltetésszerű fogadásával, illetve meg kell említenünk a besurranó hívatlan vendégeket is. Sajnálatos módon több besurranó tolvaj által elkövetett bűntény színhelye volt a létesítményünk. Természetesen ez negatívan befolyásolta hallgatóink biztonságérzetét, mi pedig tudtuk, hogy ez nem lehet így tovább és lépniünk kellett ez ügy terén. Kiepítettünk egy kétirányú forgóvillás beléptető rendszert. Azóta teljes mértékben megszűnt az illetéktelen személyek itt tartózkodása, és befejeződtek a diákoktól történő eltulajdonítások. Két-három évente elégedettségmérést végzünk a kollégiumban. Az alábbi két ábrán látható, hogy hallgatóinknak milyen mértékű volt a biztonságérzete a beléptető rendszer kiepítése előtt, majd az után (1-2. ábra).



1. ábra. Biztonságtudat a rendszer kiepítése előtt (2014)



2. ábra. Biztonságtudat a rendszer kiepítése után (2017)

Az említett rendszer mellett még számaltan eszköz segíti a biztonságtudat fenntartását, mint például az épület teljes tűzvédelmi rendszere (füstérzékelők, tűzjelzők, tűzcsapok, tűzzáró ajtók stb.), amelyek megléte oltalmat sugall. Ezt segíti elő az éjjel-nappal működő recepciós szolgálat is. Indokolt megemlítenünk, hogy a mindennapi élethez szükséges biztonságérzetet is fenn kell tartanunk, mert a szolgáltatás csakis maximális lehet. Ezt úgy tudjuk elérni, hogy állandó karbantartói szolgálat van jelen, és így a felmerülő problémákat azonnal meg tudjuk oldani. Az épületgépészet elemeit a törvényben előírtak szerint felülvizsgálják és ezt megfelelően számon tartják. Feladatunknak tartjuk, hogy a hallgató szociális ellátása mellett – értjük ez alatt a szállás szolgáltatást – a biztonságos lét tudatosságának fenntartásában, vagy akár a növelésében is segítséget nyújtunk

3. Az együttélés normái és attitűd-jei

Életünk során elkerülhetetlen az együttműködés, az együttélés folyamata. Ha csak belegondolunk abba, hogy a munkahelyünkön megosztozunk egy munkagépen, vagy ha másfelől közelítjük meg, akkor egy irodát akár több munkatársunkkal is használhatunk egyszerre. A felsőoktatási tanulmányiánk során nagy jelentősége van a megfelelő szocializáció elsajátításához, kialakításához. Ehhez segítségünkre lehetnek a különféle műhelymunkák, csoportos feladatmegoldások, de mégis az egyik legjellemzőbb, egy kollégiumban való együttélés. Ennek közösség építő hatása van, hiszen tudjuk azt, hogy a jelenlegi felsőoktatási rendszerben nincsenek jelen a régi úgynevezett tankörök, amelyeknek meghatározó szerepe volt a rég- és közelmúltban. Szinte az egyetlen szintér ami megmaradt a kapcsolati tőke kialakítására és a közösségi életre nevelésre. Az együttélésnek vannak szabályai. Ismét saját példával élnek, hiszen

mint intézményvezető nagy tapasztalattal rendelkezem ezen a téren, főleg ha beszámítjuk azt, hogy kilenc éven keresztül voltam jómagam is kollégista. A mai világ sokban különbözik attól, amelyben mi magunk is szocializálódtunk. Mára jellemzővé vált a külföldi hallgatók oktatása is, ami stratégiai szempontból jó az egyetemeknek, de sajnos erre nem biztos, hogy felkészültünk. Ugyanis a harmadik országból érkező diákok szokásai, attitűdjei, normái teljesen eltérőek, a megszokott európaiaktól. Persze könnyű azt mondani, hogy ha ők jönnek hozzánk, akkor fogadják el azt ami itt jelen van. Ez igaz is lehet, de a törvényi vonatkozásokra. Az együttélés szabályaira nekünk kell megtanítanunk őket, de a legelső feladatunk az kellene legyen, hogy megteremtjük a kulturájuknak megfelelő környezetet és biztosítani a képzett, szakértelemmel és nyelvtudással rendelkező humán erőforrást [2]. A biztonságtudatot növelni kell mindegyik hallgató számára. Itt az együttműködésben és a közös normák kialakításában, majd elfogadásában kell keresnünk a megoldást.

Timmons (2003) kutatásainak eredményét [1] kissé máshogy értelmezve az alábbiakra juthatunk:

- *Elkötelezettség és eltökéltség*: ez segít az akadályokon való túljutáson, magába foglalja az áldozathozatali hajlandóságot is.
- *Kreativitás és adaptációs készség*: egyéni kreativitást és ötletgazdagságot mutatja, a szokatlan ötletek és lehetőségek megragadásának képessége.
- *A kockázat, kétértelműség és a bizonytalanság tolerálása*: az ellentmondásos helyzetek tűrése.
- *Kiválóságra törekvés*: saját normarendszer felállítása, a minőség szem előtt tartása.
- *Ragaszkodás a sikerhez, lehetőséghez*: jellemzi, hogy mennyire tud azonosulni, folyamatos figyelem.

- *Vezetés*: csapatépítő hajlandóság, bizalom, a másokból való legtöbbet kihozni akarás.

Ezen attitűdöket kellene elsajátítanunk, majd alkalmaznunk, s akkor valószínűsíthető, hogy változik a toleranciánk a más kulturát képviselő hallgatók felé. Természetesen ez nem csak a mi feladatunk, hanem ez rájuk is vár. A jövőt illetően komoly munka áll előttünk. Fel kell készülnünk arra, hogy több hallgató fog érkezni szerte a világból, s nekünk biztosítanunk kell számukra a megfelelő infrastruktúrát, lakhatási lehetőséget és mindezek mellett biztonságérzetük fenntartása is a feladatunk lesz.

4. Összegzés

Próbáltunk példákat megjeleníteni és ezzel némi betekintést nyújtani a felsőoktatási intézményekben jelen lévő biztonságtudatosságra. Érzékeltettük, hogy igenis szükségyszerű a pedagógia jelenléte a egyetemi kollégiumokban. A biztonságtudat jelenléte egyre fontosabb a mai világban, és ennél fogva központi jelentőséggel bír a felsőoktatás területén. Sok tényező befolyásolhatja ezt ebben a környezetben, de nekünk feladatunk, hogy fenntartsuk ezt hallgatóink tudatában. Továbbá célunk ez az érzet esetleges növelése és ennek érdekében a szükséges infrastruktúra és humán erőforrás mindenkorai biztosítása.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1]. Timmons J. (2003): *New Venture Creation, Entrepreneurship for the 21st century*, Irwin, Homewood, IL
- [2]. John C. Maxwell (2004): *Attitűd*. Bagolyvár Könyvkiadó, Budapest
- [3]. Óbudai Egyetem: SZMSZ, Szervezési és Működési Rend Kancellária kiegészítése - Kollégium, 2017.

A PÉCSI VILÁGÖRÖKSÉGI TERÜLETEKHEZ KAPCSOLÓDÓ KÖZTEREK REHABILITÁCIÓJA

REHABILITATION OF PUBLIC SQUARES CONNECTED TO THE WORLD HERITAGE AREAS OF PÉCS

Paczolai Kinga Éva¹, Kósa Balázs², Németh-Szigeti Renáta³

¹Pécsi Tudományegyetem, Műszaki és Informatikai Kar, Építészeti és Várostervezési Tanszék 7624, Magyarország, Pécs, Boszorkány út 2.; Tel: +36-72-503-650-23836, paczolaik@gmail.com

²Pécsi Tudományegyetem, Műszaki és Informatikai Kar, Vizuális Ismeretek Tanszék 7624, Magyarország, Pécs, Boszorkány út 2.; Telefon / Fax: +36-72-503-650-3836, kosa.balazs@mik.pte.hu

³Pécsi Tudományegyetem, Műszaki és Informatikai Kar, Mérnöki Ismeretek Tanszék 7624, Magyarország, Pécs, Boszorkány út 2.; Telefon / Fax: +36-72-503-650-3836, reni.szigeti@gmail.com

Abstract

The World Heritage Square at Pécs is to be constructed in the framework of a program dedicated to develop the locations of the World Heritage. The aim is to rehabilitate the squares belonging to the World Heritage in the hope of increasing the attendance on a conceptual thinking. The study focuses on the marked areas with the purpose of connecting the Castle Wall and its walkway. The rehabilitation even spreads to constructing the area in front of the Old Christian Mausoleum.

Keywords: *World Heritage, walkway, Barbakán, Pécs, public square.*

Összefoglalás

A Világörökségi helyszínek fejlesztése program keretén belül tervezésre kerül a pécsi „Világörökségi Negyed”. A fejlesztés koncepcionális síkon a látogatottság növelése érdekében a Világörökségi területekhez tartozó közterek rehabilitációját kiemelt szinten kezeli. A tanulmány a programban megjelölt terület egy részét körbe ölelő várfal és a hozzá kapcsolódó várfalsétány folyamatossá tételére és az Ókeresztény Mauzóleum előtti tér rendezésére fókuszál.

Kulcsszavak: *Világörökség, várfal sétány, Barbakán, Pécs, köztér.*

1. Várfalsétány koncepciója

A Világörökségi Negyed helyszíneinek látogatásához kész programkínálatként javasolt egy jól körülhatárolt és összekapcsolt látogatói útvonal, amelyet opcionálisan egy kültéri várfal menti séta is kiegészít az északi várfalsétányon kialakítandó történelmi tanösvény mentén.

A várfalsétány a Dóm Kőtártól északkeletre húzódó kertterületről indul. Az itt megbújó terület kiváló lehetőséget rejt magában, feltétlenül szükséges azonban a zöldfelület rehabilitációja és célirányos fejlesztések véghezvitele. A kert közepén elhelyezkedő „sövénylabirintus” rossz állapotban van, az alkotó növényzet megmentésének lehetősége is kérdéses. A konstrukció

önmagában értékes, ezért a labirintus elvét megtartva új térkonstrukciót hozunk létre. Gumiőrleményből alkotjuk újra a labirintust lehetőséget adva egy új funkciónak, a gyerekeknek szánt biztonságos és egyedi játéknak. A nyugodt környezet alkalmas rendezvényszervezésre is. Ezt kiszolgálva kialakítunk egy mobil színpadot hozzá tartozó nézőtérrrel. A színpadot a kert dél-nyugati sarkára helyezzük, így megfelelő tér marad a közönség számára, a monumentális térélményt és a kiemelkedő hátteret pedig a Bazilika égbetörő tömege biztosítja.

A sétány folyamatossága érdekében átkötés szükséges a kert és a már felújított sétány szakasz között, mely a Középkori Egyetemtől északra húzódik. Egy „gyilokjárót” kapcsolunk az egyes bástya keleti oldalához, mely feljutást biztosít a bástya felső szintjére. A bástya és a gyilokjáró ad helyet az első információs pontnak. A funkcionális lefedés kérdése több fázison esett át, végül fém fedést kapott, kívülről perforált kompozitlемеzzel burkoljuk.

Nyugati irányba tovább haladva a kettes bástya a már felújított sétányszakaszhoz tartozik. Ez lesz a következő információs pont a történeti tárlatvezetésben. A meglévő fa lelépcsőzés fölé szintén acélszerkezetből kiemelt járófelületet készítünk, így lehetőséget adva, hogy a bástya egyfajta kilátópontként és működjön. A hármas bástya is megállító infópontok egyike lesz, itt az információs pont és a térvilágítás fejlesztésén kívül más változtatásra nincs szükség.

Az észak-nyugati várfalsétány jelen állapotában nem kialakított. A fejlesztés keretében a terület takarítása és a zöld környezet rendbetétele elengedhetetlen. A Püspöki vár falának restaurálása folyamatban van, de a korrózió és a növényzet rongáló hatása miatt szükséges lesz a külső várfal komolyabb tisztítása és renoválása is. A járófelület nyomvonalát a már felújított sétányhoz hasonlóan kavicssterítéssel látjuk el a tereprendezés után. Ez lehetővé teszi a négyes bástya kilátópontként való használhatóságát is.



1. ábra. Pécs, I. Bástyához és gyilokjárótervezett koncepció alapján készült látványterv

Az észak-nyugati várfalsétányból a Barbakán-árok felett egy hídon keresztül vezetjük tovább a látogatókat a Barbakán térre. A híd egyszerre fizikai és történelmi kapocs.

A magasfényű perforált alumínium kompozitlемеzzel burkolt rozsdamentes acél rácsostartó szerkezet délibábként bújik meg a gesztenyefák között. Vizuális megjelenésében hasonul az egyes bástya kialakításához, a gyilokjáró szimbolikus formáit tükrözi vissza, ezzel keretbe foglalja a fejlesztés célterületeit.

Az árok felett átjutva érkezünk az ötödik bástyához. A Barbakán bástya és szűk környezete egy korábbi beruházás során már felújításra került. A Barbakán kert átjárójának átalakítása szükséges egy nagyvonalúbb átkötési megoldással.



2. ábra. Pécs, Barbakán-árok feletti híd tervezett koncepció alapján készült látványterv

A kert zöldterületeinek rehabilitációja, megfelelő térvilágításának kialakítása és térburkolatainak cseréje elengedhetetlen.

2. Ókeresztény Mauzózeum

A világörökségi séta nem lenne teljes az Ókeresztény Mauzózeum említése nélkül (bejárata a Szent István térről közelíthető meg). 1975-ben, az addig itt lépcsőzetesen folyó vízesés javítási munkálatai közben bukkantak a kétszintes épületre, melynek felszíni épülete az emlékezés helye volt, míg a sírkamrában temetkeztek.¹ Valószínűleg a IV. század 70-es, 80-as éveiben építhették legalább két építési periódusban, melynek mindegyike érintette a sírkamrát is, miután a második építési periódusra esik annak bővítése, illetve két újabb szarkofág behelyezése.²

A sétány lejtős terepén haladva könnyen elvételük a temetőkápolna maradványait és így a térszín alatt rejlő sírkamrát. A figyelem felkeltése kiemelt jelentőségű ezen a ponton. Ahhoz, hogy megragadjuk az emberek tekintetét és lecsaljuk a látogatókat a tér alakítására és egy megfelelő térszíni fogadóépítmény kialakítására van szükség.

Az Ókeresztény Mauzózeum térszín alatti védőépületéhez való lejutást egy fém zsiliprendszer biztosítja mely a lépcsőre nyit. A zsilip nem ad lehetőséget a folyamatos nyitva tartásra és kizárja a megfelelő múzeumi előtér meglétét. A védőépület gépészeti és elektromos rendszere elavult, nem szolgálja megfelelően az épület működését. A meglévő bejárat túlzottan rejtett, akna jellegű, melyre a déli oldalon a bokrokkal beültetett rézsű csak még jobban ráerősít.

A fejlesztés keretében új bejárati építményt készítünk a Mauzózeumhoz. A meglévő lejárati lépcsőt megtartjuk, de a zsilipet elbontjuk. A tervezett állapotban a nyugati támfal helyére, de a nyomvonallal egyező falazattal kiegészítve egy félköríves tömeget helyezünk el, mely megadja a térszínen

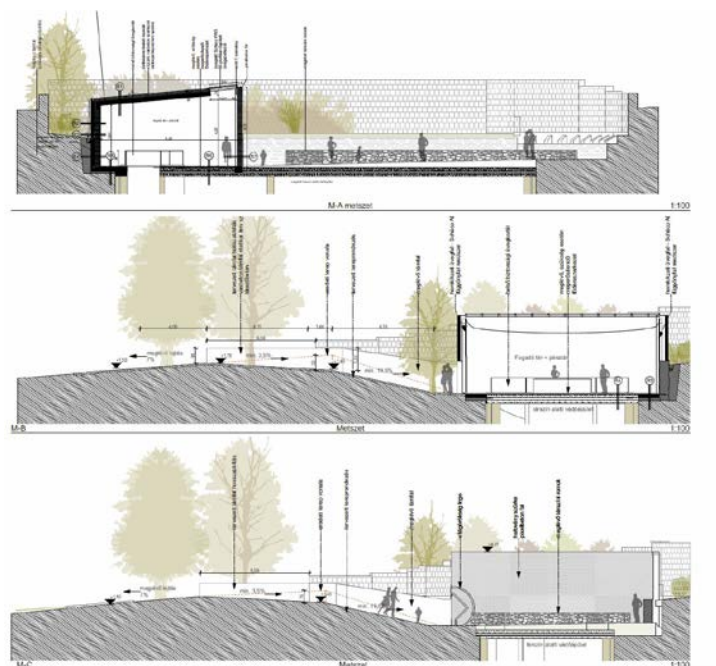
a lehetőséget a bejárat kiképzésére és a jegypénztár kialakítására. A bejárati épület három tömegi szakaszra bontható. A nyugati oldal fehér félkör alakú tömeg, mely alacsony hajlásszögű, szintén fehér fémlemez fedést kap; a bejárati üvegsáv, mely üvegtető fedést kap; és a keleti oldali homlokzati fal, mely Pixelbetonból kerül kialakításra. A pixelbeton lehetőséget ad arra, hogy a belső-külső tér között fény-árnyék játék és a látogatók mozgásának kompozíciója véletlenszerű és mozgalmas játékot kölcsönöz a felületeknek.

A romokat térszín alatt és felett is restaurálni kell. A projekt során az épület gépészeti és elektromos rendszerét felújítjuk, hogy a későbbiekben az épület teljesen megfelelően üzemeltethető legyen, és biztosítható legyen a megfelelő megvilágítás és légállapot a romok számára.

A déli oldali rézsűn tereprendezést hajtunk végre. A meglévő meredek rézsűt laposítjuk, ezáltal jobban kinyitjuk a mauzózeum térszíni romjait és a bejáratot a Szent István tér felé. Megszűnik az akna jelleg, könnyebben megtalálható és megközelíthető lesz a tér. A tér burkolása pedig lehetőséget biztosít különböző rendezvények megtartására. A kelet-nyugati irányú átjárhatóság a tervezett állapotban sem sérül.



3. ábra. Pécs, Ókeresztény Mauzózeum tervezett koncepció alapján készült látványterv



4. ábra. Pécs, Ókeresztény Mauzózeum tervezett koncepció alapján készült látványterv

3. Következtetések

A Dóm tér-Szent István tér-Apáca utca-Széchenyi tér-Káptalan utca által lehatárolt terület kiemelt fontosságú része a város turisztikai fejlődésének régészeti-művészettörténeti értékei miatt. A jelenlegi szituációban szakaszosan helyezkednek el a látványosságok, programszerű látogatásuk körülményes. A cél az ókori emlékek és más korokból származó különféle épített örökség bemutathatóságának megtervezése a mai igényeknek megfelelő kortárs eszközökkel. Ez a fajta törekvés már egy-egy helyszínen elindult és ezt szeretnénk méltóképpen folytatni olyan kiegészítő eszközökkel és bemutatási módokkal, amelyeket összehangolva a műemlékvédelmi előírásokkal, felfűzve egy jól körülhatárolt látogatói útvonalra, igazán izgalmas turisztikai attrakciót ígérhet az érdeklődőknek.

Közfunkció révén fontos kielégíteni a helyi igényeket és a szórakozási lehetőségeket is, így a látogathatóság és körüljárhatóság mellett a huzamosabb tartózkodásra alkalmas téralkotás is részét képezi a fejlesztésnek. Az új rendezvényterek helyet adnának különböző programoknak, koncerteknek, mely hozzájárulna a város szociális fejlődéséhez, ezáltal érzékelhetővé válna a város Világörökségi helyszíneinek tényleges „Világörökségi Negyed”-ként való használata.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Bozóky Anita: *Világörökségi helyszínek – Pécs. Múltunk tükre, jövőnk gyökere*. Kiadja a Zsolnay Örökségkezelő Nonprofit Kft., Pécs, 2013, 1-23. ISBN: 978-963-89844-3-2
- [2] Pozsárkó Csaba; Tóth Zsolt: *Pécs a római korban Vezető a pécsi világörökség helyszíneihez*. Kiadja a Zsolnay Örökségkezelő Nonprofit Kft., Pécs, 2011, 6-9. ISBN: 978-963-89319-0-0

NYÍLVESSZŐK HAJLÍTÓ VIZSGÁLATA

BENDING-TESTING OF ARROWS

Pécsi Levente¹, Pásztor Judit², Kakucs András³

¹VIVACOMSrl., Románia, Marosvásárhely, Jeddi út 79/A szám,
 pecsi_levente@yahoo.com

²Sapientia EMTE, Marosvásárhelyi Kar, 540485, Románia, Marosvásárhely,
 Șoseaua Sighișoarei 1C., Tel.: +40 265 208 170, Fax: +4026520621,
 pjudit@ms.sapientia.ro

³Sapientia EMTE, Marosvásárhelyi Kar, 540485, Románia, Marosvásárhely,
 Șoseaua Sighișoarei 1C., Tel.: +40 265 208 170, Fax: +4026520621,
 kakucs2@ms.sapientia.ro

Abstract

The archery is at the same time an art form, a tradition, a style of martial arts and a competitive sport. Making up the equipment are the bow and arrows. The arrow deflection is a very important characteristic, which has a decisive influence on how and if the arrow reaches the target. This has a tremendous impact on the performance of the archer in both competition and archery demonstrations. The quantification and measurement of arrow deflection is equally important to both manufacturers and archers. The deflection is affected by the arrow's static bending. In this paper the bend of the arrow shall be determined.

Keywords: bow, arrow, bend, spine.

Összefoglalás

Az íjászat művészet, harcművészet, hagyományörzés és sport is egyben. Kellékei, az íj és a nyílveesszők igényesen kialakított eszközök, amelyek a történelem során erőteljes átalakuláson mentek keresztül. A nyílveessző kihajlása nagyon fontos jellemző. Ez döntő módon befolyásolja a vessző célba érését. Ez bemutatókon, versenyeken elvárando teljesítés. A kihajlás számszerűsítése és mérése a gyártók és felhasználók számára egyformán lényeges. A kihajlást a vesszőlehajlás befolyásolja. A dolgozatban a nyílveessző lehajlása határozódik meg.

Kulcsszavak: íj, nyílveessző, lehajlás, spine.

1. Bevezetés az íjászat elméletébe

Az íjászat a nyílveesszők íjjal való kilövését jelentő tevékenység. Az íj és a nyílveessző a patintott kőkorszakban jelent meg. Kezdetben botíjak voltak, amelyek alig különböztek a mai angol hosszúíjtól. A vadászatban és a hadviselésben bírt nagy jelentőséggel, számos népnek segített vilá-

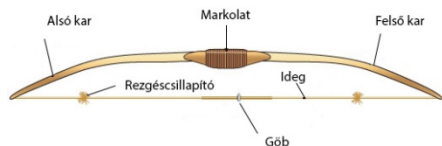
got hódítani, napjainkban sportként él tovább.

Az íjászat alapkellékei az íj és a nyílveesszők.

Az íj egy ívelt formájú, rugalmas tárgy. Erős anyagból készült, idegnek nevezett, zsinór egyesíti az ív két végét. Az ideg megfeszítése hajlítást eredményez az ív karnak nevezett részében. Nyílveesszőnek

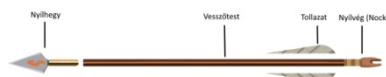
nevezett lövedéket lő, mely egy aerodinamikus test.

Az történelem során az íjak hosszújakra és reflexíjakra alakultak. A technológiai haladás a következő típusokat eredményezte: hagyományos íj (történelmi íjak); vadászreflex íj és csupasz íj; olimpiai (sport íj); csigás íj; nyílpuska (számszerű). Az íj általános felépítése az **1. ábrán** látható.



1. ábra. Hosszúíj felépítése [3]

A nyíl vessző részei az **2. ábrán** láthatóak.



2. ábra. Nyíl vessző felépítése [3]

A nyíl vessző vesszőtestei fából, üvegszálból, alumíniumból, szénszálból- karbonszálból, vegyes felépítéssel készülnek. A vesszők osztályba sorolása az átmérő, keménység és tömegük alapján történik. A hagyományos harci eszközöket, amely népcsoportonként változó formát és méretet mutatnak, a sportíjászat egybefogja, részben szabványosítja.

2. Íjzás elmélete

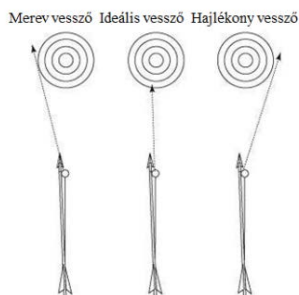
Az íj tulajdonképpen egy egyszerű gép. Erős anyagból készült, idegnek nevezett zsinór egyesíti az íj két végét. Az ideg megfeszítése által hajlítást eredményez a karnak nevezett részen. Amikor felszabadul az ideg, az a lehető leggyorsabban igyekszik visszanyerni nyugalmi helyzetét, ezáltal a rá megfelelő szögben helyezett nyíl vesszőt maga előtt taszítja, átadva az íj megfeszített karjainak potenciális energiájának egy részét a vesszőnek, megnövelve annak

sebességét. A vessző a szabad-dobás elvét követve halad a cél fele.

A célba érést számos tényező befolyásolja, az íj anyaga, kialakítása, a húzóerő, a húzáshossz, az előfeszítettség, a felajzás magassága. Legfontosabb a nyíl vessző profilja, hajlási tényezője, tömege. De fontos tényező maga az íjász és a környezet is.

Az íjász sikere az adott helyzethez alkalmas eszközpárosításban rejlik. Ezért nagyon fontos ismerni a nyíl vesszőt és az íjat.

Az nyíl vesszőválasztás nagyon fontos jellemzője a *spine*, a nyíl vessző lehajlásával számszerűsített minősítés értéke. A lehajlás hajlított rúd tengelyének elmozdulása a tengelyre merőleges irányban [2]. A vessző lehajlása, a statikus spine, fontos információ, hiszen általa jobban megbecsülhető a lövés kor keletkező kihajlás, a dinamikus spine. A kihajlás a nyomott rudak stabilitásvesztésének a jelensége, amelynek során a rúd a túl nagy tengelyirányú nyomóerő hatására meghajlik [2]. A kihajlás a vessző megfelelő pályára állását biztosítja, **3. ábra.** Erre a jellemzőre közvetve a vessző merevségéből, keménységéből lehet következtetni.

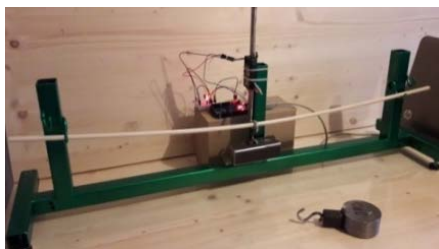


3. ábra. Vesszőkeménység hatása [3]

A vessző merevségének ismerete segíti az íjászt az eszközpárosításban. A nyíl vessző keménységét lehajlás vizsgálattal állapítják meg, ez a hajlítással szembeni merevséget jelenti. Mérészköze, az íjászlengben használt, spine-teszter.

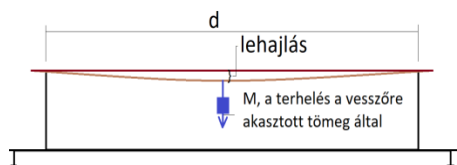
3. Mérés és adatfeldolgozás

A mérés érdekében megvalósított berendezés a **4. ábrán** látható. Részei egy tartóállvány, a vesszőközeget terhelő tömeg és a lehajlást mérő subler.



4. ábra. Spine-teszter

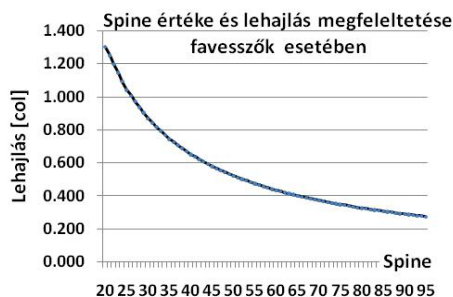
A mérés módszere: a vesszőt két pontban alátámasztjuk és az alátámasztási pontok közötti távolság felénél a tengelyére merőlegesen súlyokkal statikusan terheljük. Az alátámasztási pontok közötti távolság és a használt tömeg, amellyel a vesszőtest közepét terheljük, a nyílvevessző anyagától függ. MÉRJÜK a lehajlás nagyságát terhelte és a nem terhelte állapotok között, és különbséget számolunk, **5. ábra**.



5. ábra. Mérés módszere

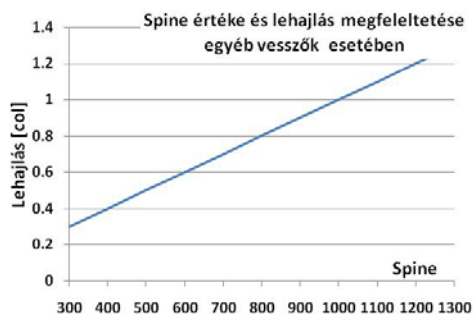
Favesszők esetében a lehajlás értéket úgy határozzuk meg, az AMO szabvány, Archery Manufacturers Organization szerint a vesszőt egymástól $d_1=26$ colra levő pontban alátámasztjuk és közepét $M_1=2$ fonttal, 907,2 gramm-al terheljük, **5. ábra**. A vessző közepénél mért eredeti helyzet és a terhelte helyzet közötti távolság határozza meg a lehajlás értékét, melyet colba fejezünk ki, majd az AMO szabvány alapján ezt a spine-nak feleltetjük meg. A lehajlás és a spine megfeleltetése az AMO szabvány

felhasználásával a **6. ábrán** látható. Ez a szabvány a favesszőkre érvényes.



6. ábra. Favesszők osztályba sorolása

Karbon és alu-karbon anyagú vesszőtestek mérésénél a mérés módszere változik, $d_2=28$ col, távolságra támasztjuk alá a vesszőt és 1.94 fontnyi tömeget, azaz $M_2=880$ grammot használunk terheléskor. Ez esetben a vesszőtest közepén mért két végállás közti eltérést megszorozzuk 1000-rel, a kapott értéket kerekítjük és a spine-nak feleltjük meg a **7. ábra** alapján.



7. ábra. Nem fából készült vesszők osztályba sorolása

A lehajlási tényező fontosságára már a múlt század közepén felfigyeltek az amerikai nyílvevessző készítő, gyártók és rendszerezni próbálták azok minősítését, jelölését. A létrehozott szabvány első sorban a fából készült nyílvevesszők bemérésére szolgált, mely a merevségüket jelentette és több diszkrét értékből egy nemlineáris összefügg-

gés íródik le, **6. ábra**. Minél merevebb a vesszőtest annál nagyobb a lehajlási tényezője. Ez megtévesztőnek bizonyult a hamarosan megjelenő modern anyagokból készült nyílak esetében, így azokat már intervallumba sorolták és a vessző hajlékonyságát mérték. Az egyik a másik inverze, tehát ez esetben, az előbbiekkal ellentétben, minél merevebb a vesszőtest, annál kisebb a lehajlási tényezője, **7. ábra**. Mindkét esetben, fa- illetve modern anyagból készült vesszők esetén is, az univerzálisan elfogadott és használt szakszó, az angol “spine”

kifejezés jelöli a vesszőtestek merevségét. Aki jártas mindkét mérési szabványban az megérti a spine szó jelentését a kontextusból, viszont a laikusok számára nagyon megtévesztő, mert jelenthet merevséget, de hajlékonyságot is.

Méréssorozatunkban két sorozat fa- és két sorozat karbonvesszőt mértünk meg, minden vesszőt háromszor, 45°-onként elfordítva. Az adatokat és a számításokat táblázatba rögzítettük. A táblázatok terjedelme miatt, csak egy részletet ismertettünk, **1. táblázat**.

1. táblázat. Karbon nyílveszők mért lehajlása és a spine érték megfeleltetése

Karbon nyílveszők													
Karbon	Kihajlás [col]			Kihajlás [mm]			Átlag kihajlás		Min. kihajlás		Spine érték	Tömeg	
Vesszőszám	1	2	3	1	2	3	col	mm	col	mm		grain	gramm
1	0.568	0.576	0.560	14.427	14.630	14.224	0.568	14.427	0.560	14.224	560	391.800	25.388
2	0.569	0.575	0.579	14.453	14.605	14.707	0.574	14.588	0.569	14.453	569	386.600	25.051
3	0.570	0.574	0.578	14.478	14.580	14.681	0.574	14.580	0.570	14.478	570	390.200	25.285
4	0.584	0.595	0.595	14.834	15.113	15.113	0.591	15.020	0.584	14.834	584	390.000	25.272
5	0.588	0.602	0.591	14.935	15.291	15.011	0.594	15.079	0.588	14.935	588	392.400	25.427
6	0.578	0.596	0.597	14.681	15.138	15.164	0.590	14.994	0.578	14.681	578	395.000	25.596
7	0.568	0.587	0.588	14.427	14.910	14.935	0.581	14.757	0.568	14.427	568	392.000	25.401
8	0.672	0.710	0.716	17.069	18.034	18.186	0.699	17.763	0.672	17.069	672	317.000	20.541
9	0.687	0.692	0.692	17.450	17.577	17.577	0.690	17.534	0.687	17.450	687	316.400	20.502
10	0.708	0.716	0.730	17.983	18.186	18.542	0.718	18.237	0.708	17.983	708	318.700	20.651
11	0.713	0.718	0.719	18.110	18.237	18.263	0.717	18.203	0.713	18.110	713	311.700	20.198
12	0.710	0.718	0.722	18.034	18.237	18.339	0.717	18.203	0.710	18.034	710	310.400	20.114
13	0.693	0.707	0.724	17.602	17.958	18.390	0.708	17.983	0.693	17.602	693	317.300	20.561

Az adatok kiértékelése során meghatároztuk egy-egy a nyílvesző sorozat lehajlásának konfidencia intervallumát 95%-os valószínűséggel [1]. Az adatokat a **2. táblázat** jeleníti meg.

2. táblázat. A nyílveszők kihajlásának becslése fa és karbon vesszőkre

Vessző anyaga	n	Mérések átlaga [col]	Tapasztalati szórás	$t_{0,05}$	Becsült érték	
					Alsó határa	Felső határa
Fa	12	0.990	0.064	2.201	0.950	1.031
	14	0.547	0.018	2.160	0.537	0.558
Karbon	7	0.582	0.009	2.447	0.573	0.590
	6	0.708	0.010	2.571	0.697	0.719

Az általunk meghatározott lehajlások három sorozat esetén megegyeztek a gyártó által megadott értékekkel.

3. Következtetések

A nyílvesző biztos, zavartalan, pontos célba érése érdekében a lehajlása a lehető legkedvezőbb kell, hogy legyen az adott felszereléshez, lövési technikához és környezeti körülményekhez. Tehát a spline-t célszerű meghatározni, hogy az íjász tudja megfelelően kiválasztani az eszközeit.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Kemény, S., Deák, A.: Kísérletek tervezése és értékelése. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2000, p.26-54.
- [2] Mutnyánszky, Á.: Szilárdságtan, Műszaki Kiadó, Budapest, 1981.
- [3] http://preppergirluk.yolasite.com/resources/bow_parts_longbow.jpg, (2017.05.05)

EGY RÖVID ÁTTEKINTÉS A TERMoeLEKTROMOS ANYAGTUDOMÁNY FEJLŐDÉSÉRŐL.

A SHORT REVIEW OF THE LATEST DEVELOPMENTS IN SCIENCE OF THERMOELECTRIC MATERIALS.

Edgar Marcial Pimentel¹, István Nagy²

¹*Óbuda University, Donát Bánki Faculty of Mechanical and Safety Engineering, Hungary, Budapest, Népszínház Utca, 8; Telefon / Fax: +36-70-222-77-11, Email: edgarmar.pimsev@gmail.com*

²*Óbuda University, Donát Bánki Faculty of Mechanical and Safety Engineering, Hungary, Budapest, Népszínház Utca, 8; Telefon / Fax: +36-1-666-53-66, Email: nagy.istvan@bgk.uni-obuda.hu*

Abstract

This research work is still considered as a theoretical reference material for transmitting the important role that thermoelectric materials play in our evolving world's reality. In this update, a brief reminder on the basics behind thermoelectric materials is provided, followed by some of the most recent developments, rather successful or not, in the attempt to create new more efficient materials for heat recovery within next years. One of the approaches deals with an innovative way to produce an already existing base material for thermoelectric application, whilst the other approaches describe new possibilities that were tried out as attempts to reach a higher dimensional figure of merit zT .

Keywords: *thermoelectric materials, recent research, nano structures, doping, substitution.*

Összefoglalás

Ez a kutatómunka elméleti referencia anyagnak tekinthető, amely a termoelektromos anyagok fontosságát mutatja be a fejlődő világunkban. Ez a kutatás röviden ismerteti a termoelektromos anyagok mögött álló alapokat, amelyek az aktuális fejlesztéseket követik, amelyek többé-kevésbé sikeresnek tekinthetők, olyan értelemben, hogy az elkövetkező években új, hatékonyabb anyagokat hozzanak létre a hővisszanyerés érdekében. Az egyik megközelítés innovatív módon foglalkozik a már meglévő termoelektromos alkalmazások alapanyagainak előállításával, míg a többi megközelítés olyan új lehetőségeket ír le, amelyeket egy magasabb dimenziójú zT teljesítménytényezőt eredményeznek.

Kulcsszavak: *termoelektronikus anyagok, legújabb kutatások, nanostruktúrák, adalékolás, helyettesítés.*

1. Introduction

Modern society evolves at an exponential rate and as technology develops, the levels of energy consumption keep increasing in a proportional matter.

Materials science has been dealing with these issues since a couple decades in the

past and has lead us to this point in actuality where we have come with creative ideas to overcome this problem, thanks to the use of techniques and knowledge areas such as nano-engineering.

In a previous paper, it was described how the potential discovery of sufficiently efficient materials in the field of thermo-

electrics, could be extremely beneficial for both the industrial and the houseware sectors, saving a good portion of energy that is usually dissipated as heat in most of the daily life procedures.

Just as an example, 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.

2. Background

On the one hand, electric conductivity is that one that allows the flow of charges (holes or electrons) freely through the material at a certain rate, meaning how good would this material conduct electricity, in simple words.

On the other hand, the thermal conductivity is that one that allows the heat phonons to travel across the thickness of the material at a certain rate, so, in simple words again, how good would this material dissipate heat.

Let us recall also that there is an important factor, called the adimensional figure of merit, defined by the following:

$$ZT = \frac{S^2 \sigma T}{K} = \frac{S^2 \sigma T}{(K_e + K_l)} \quad (1)$$

Where , S = Seebeck Coefficient, K = Thermal Conductivity, σ = Electrical Conductivity and T = Absolute Temperature.

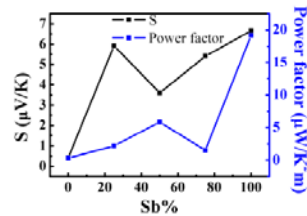
As can be seen from the equation above, the Thermal Conductivity is then split into two components, one of which is K_e known as the component of it due to the electric conductivity, whilst K_l refers to the component inherent to the lattice structure itself.

2.1. Manufacturing Improvements

$SnTe$ is an important material in the world of thermoelectric materials due to the fact that it is known that some research conducted over the effect that band structure engineering and some similar techniques have over this material regarding the enhancement of its thermoelectric power factor ($S^2\sigma$); in fact, it is known already that by enhancing phonon scattering on this material, can minimize the thermal conductivity in such a way that the figure of merit zT can range in values from 1.1-1.3 at 823K-873K or can go also up to 1.3-1.4 at 900K-923K.

As a counterpart, for producing the basic $SnTe$ component, it is usually required to use some time-and-energy demanding procedures, however, a research group from several universities in the United Kingdom developed throughout 2017 a new method which consumes less time and energy for sintering this material on volumes above 10g. per batch.

The method involves the boiling up of an alkaline Na_2SnO_2 solution and a $NaHTe$ solution for short time. Then from this aqueous solution, spark plasma sintering is used resulting in nanoparticles that have a comparable thermoelectric performance to their bulk material counterparts. [3]



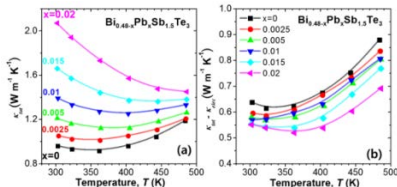
1. **Figure.** Relative Seebeck coefficient and power factor of the $Bi_{2-x}Sb_xTe_3$ NWs plotted as a function of the nominal Sb content in the samples. [4]

Another of the laboratory approaches that has been made deals with test methods to create and measure $Bi_{2-x}Sb_xTe_3$ nanowires grown into nanoporous polycarbonate templates. In the figure below, it can be seen how depending on the Sb content of these templates, the thermoelectric power factor and the Seebeck coefficient are affected. [4]

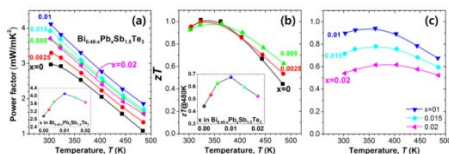
2.2. New Materials Testing

One particular case of study that drew attention was that from a research group from Korea in which they proved that substitutional Pb doping in base $Bi_{0.48}Sb_{1.52}Te_3$ can actually reduce the K_l component of thermal conductivity and simultaneously increase the power factor $S^2\sigma$.

For this research, parameters were measured for Pb -doped material samples ($Bi_{0.48-x}Pb_xSb_{1.52}Te_3$, at $x = 0.0025, 0.005, 0.01, 0.015$ and 0.02) and also for undoped base material. [5]



2. Figure. Temperature dependence of (a) total thermal conductivity (κ_{tot}) and (b) ($\kappa_{tot} - \kappa_{elec}$) (2017). [5]

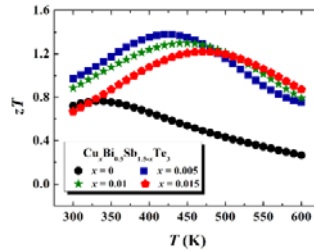


3. Figure. (a) Temperature dependence of power factor (σS^2) Inset shows the power factor value at 300 K for the samples; (b,c) Temperature dependence of a dimensionless figure of merit, zT (c) $x = 0.01, 0.015$, and 0.02 . Inset in (b) shows the zT value at 480 K. (2017) [5]

It is plain to see that the bipolar conduction suppression to thermal conductivity reduction increased by 70%.

Finally, in spite of these achievements, it is also noticeable how after all the zT figure of merit is still not as high as desirable for application purposes.

Passing onto the next approach, a different research group has dealt with a similar method to introduce Cu interstitial substitution doping. Cu is to be found at the place of Sb for p-type $Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$, which allowed to significantly enhance the electric conductivity. Due to nanostructural defects, it is also possible to reduce both the thermal and the bipolar conductivity of the material. Another effect of this substitution is that the hole carrier concentration is enhanced, and as a final result, the figure of merit zT was able to actually go up to 1.4 at around 430K temperature, which again represents an increase compared to undoped $Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$ of around 70%. [6]

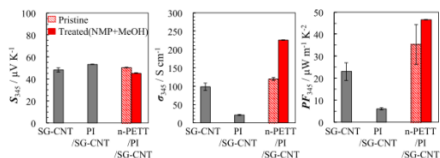


4. Figure. Temperature dependence of figure of merit zT for Cu -doped samples. The data for $x = 0$ and $x = 0.005$. (2017) [6]

Another approach made by a group in Tokyo, studies the possibilities to use hybrid materials between organic and inorganic base components to create new generation thermoelectric materials.

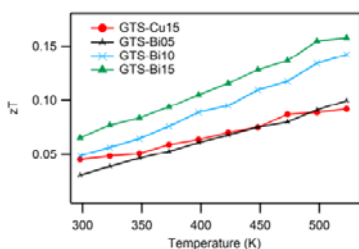
For their study they created some films based on 3 organic/inorganic components which resulted in a set of nano-PETT/PI/SG-CNT hybrid films.

The results showed that indeed the power factor improved by the making of these hybrid films with respect to their separate counterparts, however these improvements are not sufficient since the magnitudes of thermoelectric properties are of lower order than regular materials. [7]



5. **Figure.** Seebeck coefficient (S), electrical conductivity (σ) and power factor (PF) of SG-CNT sheet, PI/SG-CNT and nano-PETT/PI/SG-CNT. All films have a thickness of 10 μm . (2017) [7]

Last but not least, there was an attempt to utilise GeTeSe crystals doped by Cu/Bi which resulted in materials that showed relative improvements, but not able to surpass a figure of merit value of $zT = 0.16$. [7]



6. **Figure.** Dimensionless Figure of merit, zT for Cu- and Bi-doped GTS samples, showing a maximum zT of ~ 0.16 for GTS-Bi15 and ~ 0.092 for GTS-Cu15 at 523 K. (2017) [7]

3. Conclusion

Throughout this year 2017, some achievements were reached within the area of thermoelectrics, mainly by the application of doping materials to base thermoelectric composites. As for the rest of the areas within this field, some new possibili-

ties were open, which will allow us to change our perspective in this crusade in the seek of more efficient materials, regardless of its not so successful current status. Indeed, science has been focusing more day by day within this area and hopefully, given that this rhythm of interest keeps constant or at an exponential growth, the materials we aim to obtain will be ready to manufacture in the term of 5 years from today.

References

- [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.
- [3] Guang Han; et all.: *Large-Scale Surfactant-Free Synthesis of p-Type SnTe Nanoparticles for Thermoelectric Applications*. Materials — Open Access Materials Science Journal. 2017.
- [4] Anuja Datta; Abhijeet Sangle; Nick Hardingham; Charles Cooper; Max Kraan ; David Ritchie; Vijay Narayan; Sohini Kar-Narayan: *Structure and Thermoelectric Properties of Bi 2 – x Sb x Te 3 Nanowires Grown in Flexible Nanoporous Polycarbonate Templates*. Materials — Open Access Materials Science Journal. 2017.
- [5] Hyun-sik K.; Kyu Hyoung Lee; Joonyeon Yoo; Jehun Youn; Jong Wook Roh; Sang-il Kim; and Sung Wng Kim: *Effect of substitutional Pb Doping on Bipolar and Lattice Thermal Conductivity in p-Type Bi0.48Sb0.52Te 3*. Materials — Open Access Materials Science Journal. 2017.
- [6] Feng Hao, et all: *Roles of Cu in the Enhanced Thermoelectric Properties in Bi0.5Sb1.5Te 3*. Materials — Open Access Materials Science Journal. 2017.
- [7] Keisuke Oshima; Shifumi Sadakata; Hitoshi Asano; Yukihide Shiraishi; Naoki Toshima: *Thermostability of Hybrid Thermoelectric Materials Consisting of Poly(Ni-ethenetetrathiolate), Polyimide and Carbon Nanotubes*. Materials — Open Access Materials Science Journal. 2017.

ÖTOLDALÚ TÉRMECHANIZMUS, GYORSULÁS MEGHATÁROZÁS

FIVE-SIDED MECHANISM, DETERMINATION OF ACCELERATION

Popa-Müller Izolda¹, Papp István²

¹SAPIENTIA-Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Műszaki és Humán Tudományok Kar, Gépészmérnöki Tanszék, Románia, Marosvásárhely, Segesvári út,1/C, Fax: 0265-206211, ipmuller@ms.sapientia.ro

²SAPIENTIA-Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Műszaki és Humán Tudományok Kar, Gépészmérnöki Tanszék, Románia, Marosvásárhely, Segesvári út,1/C, Fax: 0265-206211, pappistvan1944@yahoo.com.

Abstract

The aim of this thesis is the definition of the general shape of the constraint equations which are necessary to calculate the acceleration of the robot arm and the mechanisms and the presentation of their application.

After the derivation in time of the velocity (wich in general form determinate the [1] and [3]), the constraint equations of the acceleration are obtained after grouping the unknowns.

Keywords: kinematic pairs, constraints, constraints equations, acceleration.

Összefoglalás

A dolgozat célja az ötoldalú térmechanizmus gyorsulásának kiszámításához szükséges kényszeregyenletek általános alakjainak meghatározása. A kényszeregyenletek segítségével, meghatározható bármely tér vagy síkban fekvő mechanizmus tagjainak gyorsulása.

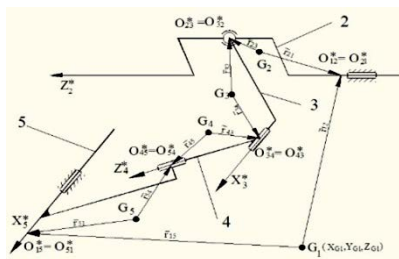
A gyorsulás kényszeregyenleteit (ami általános formában az [1] és [3] meghatároz), a sebesség kényszeregyenleteinek idő függvényében való deriválása és a kifejezések az ismeretlenek szerinti csoportosítása után kaptuk meg.

Kulcsszavak: kinematikai pár, kötöttségek, kényszeregyenlet, gyorsulás.

1. Az ötoldalú térmechanizmus ismertetése

Az ötoldalú mechanizmus elemei az 1. ábra szerint:

- 1-géptörzs;
- 2-főtengely;
- 3-hajtókar;
- 4-összekötőtág;
- 5-lengőkar.



1. ábra. Ötoldalú térmechanizmus

A program egy kívülálló rögzített rendszerhez van felírva, amelyben a géptörzs koordinátái, X_{Gi} , Y_{Gi} , Z_{Gi} értékeket kaptak. A mechanizmus bármely tagjának súlypontjához viszonyított O_{ij}^* pontok koordinátái mindig állandók, amelyeket az r_{ij} vagy $r_{ij}I$ helyzetvektorokkal határoztunk meg.

2. A gyorsulás kényszeregyenleteinek meghatározása

Az ismeretlenek meghatározásához tizenhat kényszeregyenletből alkotott rendszert írtunk fel. A mechanizmus vezetőpáramétere ψ_2 szög.

A gyorsulás kényszeregyenleteinek általános alakja forgó és gömbcsuklóval kapcsolt mechanizmus esetén: A géptörzs és a főtengelyt összekapcsoló forgó csukló, gyorsulásának kényszeregyenletei:

$$\ddot{X}_{G2} - x_{21} \cdot \dot{\psi}_2^2 \cdot \alpha_{12}(\psi_2, \theta_2, \phi_2) - y_{21} \cdot \dot{\psi}_2^2 \cdot \beta_{12}(\psi_2, \theta_2, \phi_2) - z_{21} \cdot \dot{\psi}_2^2 \cdot \gamma_{12}(\theta_2, \psi_2) = 0 \quad (1)$$

$$\ddot{Y}_{G2} - x_{21} \cdot \dot{\psi}_2^2 \cdot \alpha_{22}(\psi_2, \theta_2, \phi_2) - y_{21} \cdot \dot{\psi}_2^2 \cdot \beta_{22}(\psi_2, \theta_2, \phi_2) - z_{21} \cdot \dot{\psi}_2^2 \cdot \gamma_{22}(\theta_2, \psi_2) = 0 \quad (2)$$

A főtengelyt és hajtókart összekapcsoló gömbcsukló, gyorsulás kényszeregyenletei:

$$\left\{ \begin{aligned} &\ddot{X}_{G2} - \dot{\psi}_2^2 (x_{23} \cdot \alpha_{12}(\psi_2, \theta_2, \phi_2) + y_{23} \cdot \beta_{12}(\psi_2, \theta_2, \phi_2) + z_{23} \cdot \gamma_{12}(\psi_2, \theta_2)) - \\ &- \dot{\psi}_2 \cdot \dot{\phi}_2 \cdot (x_{23} \cdot \beta_{22}(\psi_2, \theta_2, \phi_2) - y_{23} \cdot \beta_{22}(\psi_2, \theta_2, \phi_2)) + \\ &+ \dot{\psi}_2 \cdot \dot{\theta}_2 \cdot \cos \psi_2 (x_{23} \cdot \alpha_{32}(\psi_2, \theta_2, \phi_2) + y_{23} \cdot \beta_{32}(\psi_2, \theta_2, \phi_2) + z_{23} \cdot \gamma_{32}(\psi_2, \theta_2)) - \ddot{X}_{G3} - \\ &- \dot{\psi}_3^2 (x_{32} \cdot \alpha_{23}(\psi_3, \theta_3, \phi_3) + y_{32} \cdot \beta_{23}(\psi_3, \theta_3, \phi_3) + z_{32} \cdot \gamma_{23}(\psi_3, \theta_3)) - \\ &- \ddot{\theta}_3 \cdot (x_{32} \cdot \alpha_{33}(\psi_3, \theta_3, \phi_3) + y_{32} \cdot \beta_{33}(\psi_3, \theta_3, \phi_3) + z_{32} \cdot \beta_{33}(\psi_3, \theta_3, \phi_3)) \cdot \sin \psi_3 - \\ &- \ddot{\phi}_3 \cdot (x_{32} \cdot \beta_{13}(\psi_3, \theta_3, \phi_3) - y_{32} \cdot \alpha_{13}(\psi_3, \theta_3, \phi_3)) + \\ &+ \dot{\psi}_3^2 \cdot (x_{32} \cdot \alpha_{13}(\psi_3, \theta_3, \phi_3) + y_{32} \cdot \beta_{13}(\psi_3, \theta_3, \phi_3) - z_{32} \cdot \gamma_{13}(\psi_3, \theta_3)) + \\ &+ \dot{\psi}_2 \cdot \dot{\phi}_3 \cdot (x_{32} \cdot \beta_{23}(\psi_3, \theta_3, \phi_3) - y_{32} \cdot \alpha_{23}(\psi_3, \theta_3, \phi_3)) - \\ &- 2 \cdot \dot{\psi}_3 \cdot \dot{\theta}_3 \cdot \cos \psi_3 (x_{32} \cdot \alpha_{33}(\theta_3, \phi_3) + y_{32} \cdot \beta_{33}(\theta_3, \phi_3) + z_{32} \cdot \gamma_{33}(\theta_3)) - \\ &- 2 \cdot \dot{\theta}_3 \cdot \dot{\phi}_3 \cdot \sin \psi_3 (x_{32} \cdot \beta_{33}(\theta_3, \phi_3) - y_{32} \cdot \alpha_{33}(\theta_3, \phi_3)) - \dot{\theta}_3^2 \cdot x_{32} \cdot \gamma_{33}(\theta_3) \cdot \sin \phi_3 \cdot \sin \psi_3 - \dot{\theta}_3^2 \cdot y_{32} \cdot \gamma_{33}(\theta_3) \cdot \cos \phi_3 \cdot \sin \psi_3 + \\ &+ \dot{\theta}_3 \cdot \dot{\phi}_3 \cdot z_{32} \cdot \sin \theta_3 \cdot \sin \psi_3 + \dot{\theta}_3 \cdot \dot{\psi}_3 \cdot x_{32} \cdot \beta_{23}(\psi_3, \theta_3, \phi_3) + \dot{\phi}_3^2 \cdot x_{32} \cdot \alpha_{13}(\psi_3, \theta_3, \phi_3) + \dot{\phi}_3^2 \cdot \psi_3 \cdot y_{32} \cdot \alpha_{23}(\psi_3, \theta_3, \phi_3) \end{aligned} \right\} = 0 \quad (3)$$

$$\left\{ \begin{aligned} & \ddot{Y}_{G2} - \dot{\psi}_2^2 (x_{23} \cdot \alpha_{22}(\psi_2, \theta_2, \phi_2) + y_{23} \cdot \beta_{22}(\psi_2, \theta_2, \phi_2) + z_{23} \cdot \gamma_{22}(\psi_2, \theta_2, \phi_2)) - \\ & - \dot{\psi}_2 \cdot \dot{\phi}_2 \cdot (y_{23} \cdot \alpha_{12}(\psi_2, \theta_2, \phi_2) - x_{23} \cdot \beta_{12}(\psi_2, \theta_2, \phi_2)) + \\ & + \dot{\psi}_2 \cdot \dot{\theta}_2 \cdot \sin \psi_2 (x_{23} \cdot \alpha_{32}(\psi_2, \theta_2, \phi_2) + z_{23} \cdot \gamma_{32}(\psi_2, \theta_2, \phi_2)) - \dot{\psi}_2 \cdot \sin \psi_2 \cdot y_{23} \cdot \beta_{32}(\psi_2, \theta_2, \phi_2) - \\ & - \ddot{Y}_{G3} - \ddot{\psi}_3 (x_{32} \cdot \alpha_{13}(\psi_3, \theta_3, \phi_3) + y_{32} \cdot \beta_{13}(\psi_3, \theta_3, \phi_3) + z_{32} \cdot \gamma_{13}(\psi_3, \theta_3, \phi_3)) + \\ & + \ddot{\theta}_3 \cdot (x_{32} \cdot \alpha_{33}(\theta_3, \phi_3) + y_{32} \cdot \beta_{33}(\psi_3, \theta_3, \phi_3) + z_{32} \cdot \beta_{33}(\psi_3, \theta_3, \phi_3)) \cdot \cos \psi_3 - \\ & - \ddot{\phi}_3 \cdot (x_{32} \cdot \beta_{23}(\psi_3, \theta_3, \phi_3) - y_{32} \cdot \alpha_{23}(\psi_3, \theta_3, \phi_3)) + \dot{\psi}_3^2 \cdot \dot{\phi}_3 \cdot \alpha_{23}(\psi_3, \theta_3, \phi_3) \cdot \beta_{13}(\psi_3, \theta_3, \phi_3) \cdot x_{32} - \\ & - \dot{\psi}_3 \cdot \dot{\theta}_3 \cdot \sin \psi_3 (x_{32} \cdot \alpha_{33}(\theta_3, \phi_3) + y_{32} \cdot \beta_{33}(\theta_3, \phi_3) + z_{32} \cdot \gamma_{33}(\theta_3, \phi_3)) + \\ & + \dot{\psi}_3^2 (y_{32} \cdot \beta_{23}(\psi_3, \theta_3, \phi_3) + z_{32} \cdot \gamma_{23}(\psi_3, \theta_3, \phi_3)) + 2\dot{\psi}_3 \cdot \dot{\phi}_3 \cdot y_{32}(\psi_3, \theta_3) \cdot \alpha_{13}(\psi_3, \theta_3, \phi_3) + \\ & + 2 \cdot \dot{\theta}_3 \cdot \dot{\phi}_3 \cdot \cos \psi_3 (x_{32} \cdot \beta_{33}(\theta_3, \phi_3) - y_{32} \cdot \alpha_{33}(\theta_3, \phi_3)) + \dot{\theta}_3 \cdot \dot{\phi}_3 \cdot (y_{32} \cdot \alpha_{13}(\psi_3, \theta_3, \phi_3) - x_{32} \cdot \beta_{13}(\psi_3, \theta_3, \phi_3)) + \\ & + \ddot{\phi}_3^2 \cdot (x_{32} \cdot \alpha_{23}(\psi_3, \theta_3, \phi_3) + y_{32}(\psi_3, \theta_3) \cdot \beta_{23}(\psi_3, \theta_3, \phi_3)) + \dot{\theta}_3^2 \cdot y_{32}(\psi_3, \theta_3) \cdot \gamma_{33}(\theta_3) \cdot \cos \phi_3 \cdot \cos \psi_3 + \\ & + \dot{\theta}_3^2 \cdot x_{32} \cdot \gamma_{33}(\theta_3) \cdot \sin \phi_3 \cdot \cos \psi_3 - \dot{\theta}_3 \cdot \dot{\phi}_3 \cdot z_{32} \cdot \sin \theta_3 \cdot \cos \psi_3 - \\ & - \dot{\theta}_3 \cdot \dot{\psi}_3 \cdot (x_{32} \cdot \alpha_{33}(\theta_3, \phi_3) + y_{32} \cdot \beta_{33}(\theta_3, \phi_3) + z_{32} \cdot \gamma_{33}(\theta_3, \phi_3)) \cdot \sin \psi_3 \end{aligned} \right\} = 0 \quad (4)$$

$$\left\{ \begin{aligned} & \ddot{Z}_{G3} + \ddot{\theta}_3 \cdot \sin \phi_3 \cdot \gamma_{33}(\theta_3) \cdot x_{32} + \ddot{\theta}_3 \cdot \cos \phi_3 \cdot \gamma_{32}(\psi_3, \theta_3) \cdot \gamma_{33}(\theta_3) - \ddot{\theta}_3 \cdot \sin \theta_3 \cdot z_{32} + \\ & + \ddot{\phi}_3 \cdot (x_{32} \cdot \beta_{33}(\theta_3, \phi_3) - y_{32} \cdot \alpha_{33}(\theta_3, \phi_3)) - \dot{\theta}_3 \cdot \dot{\phi}_3 \cdot \sin \theta_3 \cdot \sin \phi_3 \cdot x_{32} - \dot{\theta}_3 \cdot \dot{\phi}_3 \cdot \sin \theta_3 \cdot \cos \phi_3 \cdot y_{32} - \dot{\theta}_3^2 \cdot \sin \theta_3 \cdot z_{32} + \\ & + 2\dot{\theta}_3 \cdot \dot{\phi}_3 \cdot \cos \phi_3 \cdot x_{32} \cdot \gamma_{33}(\theta_3) - 2\dot{\theta}_3 \cdot \dot{\phi}_3 \cdot \sin \phi_3 \cdot y_{32} \cdot \gamma_{33}(\theta_3) - \dot{\phi}_3^2 \cdot (x_{32} \cdot \alpha_{33}(\theta_3, \phi_3) + y_{32} \cdot \beta_{33}(\theta_3, \phi_3)) \end{aligned} \right\} = 0 \quad (5)$$

Az összekötő tag és a lengőkar között forgó csukló, gyorsulás egyenletei:

$$\begin{aligned} & \ddot{X}_{G4} + \ddot{\theta}_4 \cdot (x_{45} \cdot \alpha_{34}(\theta_4, \phi_4) + y_{45} \cdot \beta_{34}(\theta_4, \phi_4) + z_{45} \cdot \gamma_{34}(\theta_4, \phi_4)) \cdot \sin \psi_4 + \ddot{\phi}_4 \cdot (x_{45} \cdot \beta_{14}(\psi_4, \theta_4, \phi_4) - y_{45} \cdot \alpha_{14}(\psi_4, \theta_4, \phi_4)) + \\ & + \dot{\theta}_4 \cdot (x_{45} \cdot \dot{\alpha}_{34}(\theta_4) + y_{45} \cdot \dot{\beta}_{34}(\theta_4, \phi_4) + z_{45} \cdot \dot{\gamma}_{34}(\theta_4, \phi_4)) \cdot \sin \psi_4 + \dot{\phi}_4 \cdot (x_{45} \cdot \dot{\beta}_{14}(\psi_4, \theta_4, \phi_4) - y_{45} \cdot \dot{\alpha}_{14}(\psi_4, \theta_4, \phi_4)) - \\ & - \ddot{\theta}_5 \cdot (x_{54} \cdot \alpha_{35}(\theta_5, \phi_5) + y_{54} \cdot \beta_{35}(\theta_5, \phi_5) + z_{54} \cdot \gamma_{35}(\theta_5, \phi_5)) \cdot \sin \psi_5 - \\ & - \dot{\theta}_5 \cdot (x_{54} \cdot \dot{\alpha}_{35}(\theta_5, \phi_5) + y_{54} \cdot \dot{\beta}_{35}(\theta_5, \phi_5) + z_{54} \cdot \dot{\gamma}_{35}(\theta_5, \phi_5)) \cdot \sin \psi_5 = 0 \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} & \ddot{Y}_{G4} - \ddot{\theta}_4 \cdot (x_{45} \cdot \alpha_{34}(\theta_4, \phi_4) + y_{45} \cdot \beta_{34}(\theta_4, \phi_4) + z_{45} \cdot \gamma_{34}(\theta_4, \phi_4)) \cdot \cos \psi_4 + \ddot{\phi}_4 \cdot (x_{45} \cdot \beta_{24}(\psi_4, \theta_4, \phi_4) - y_{45} \cdot \alpha_{24}(\psi_4, \theta_4, \phi_4)) + \\ & - \dot{\theta}_4 \cdot (x_{45} \cdot \dot{\alpha}_{34}(\theta_4) + y_{45} \cdot \dot{\beta}_{34}(\theta_4, \phi_4) + z_{45} \cdot \dot{\gamma}_{34}(\theta_4, \phi_4)) \cdot \cos \psi_4 + \dot{\phi}_4 \cdot (x_{45} \cdot \dot{\beta}_{24}(\psi_4, \theta_4, \phi_4) - y_{45} \cdot \dot{\alpha}_{24}(\psi_4, \theta_4, \phi_4)) - \ddot{Y}_{G5} + \\ & + \ddot{\theta}_5 \cdot (x_{54} \cdot \alpha_{35}(\theta_5, \phi_5) + y_{54} \cdot \beta_{35}(\theta_5, \phi_5) + z_{54} \cdot \gamma_{35}(\theta_5, \phi_5)) \cdot \cos \psi_5 + \\ & + \dot{\theta}_5 \cdot (x_{54} \cdot \dot{\alpha}_{35}(\theta_5, \phi_5) + y_{54} \cdot \dot{\beta}_{35}(\theta_5, \phi_5) + z_{54} \cdot \dot{\gamma}_{35}(\theta_5, \phi_5)) \cdot \cos \psi_5 = 0 \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} & \ddot{Z}_{G4} + \ddot{\theta}_4 \cdot (x_{45} \cdot \gamma_{34}(\theta_4) \cdot \sin \phi_4 + y_{45} \cdot \gamma_{34}(\theta_4) \cdot \cos \phi_4 - z_{45} \cdot \sin \theta_4) + \\ & + \ddot{\phi}_4 \cdot (x_{45} \cdot \beta_{34}(\theta_4, \phi_4) - y_{45} \cdot \alpha_{34}(\theta_4, \phi_4)) + \\ & + \dot{\theta}_4 \cdot (x_{45} \cdot \dot{\gamma}_{34}(\theta_4) \cdot \sin \phi_4 + y_{45} \cdot \dot{\gamma}_{34}(\theta_4, \phi_4) \cdot \cos \phi_4 - z_{45} \cdot \dot{\theta}_4 \cdot \cos \theta_4) + \\ & + \dot{\theta}_4 \cdot \dot{\phi}_4 (x_{45} \cdot \dot{\gamma}_{34} \cdot \cos \phi_4 - y_{45} \cdot \dot{\gamma}_{34}(\theta_4, \phi_4) \cdot \sin \phi_4) + \dot{\phi}_4 \cdot (x_{45} \cdot \dot{\beta}_{34}(\theta_4, \phi_4) - y_{45} \cdot \dot{\alpha}_{34}(\theta_4, \phi_4)) - \ddot{Z}_{G5} - \\ & - \dot{\theta}_5 \cdot (x_{54} \cdot \gamma_{35}(\theta_5) \cdot \sin \phi_5 + y_{54} \cdot \gamma_{35}(\theta_5) \cdot \cos \phi_5 - z_{54} \cdot \sin \theta_5) - \\ & - \dot{\theta}_5 \cdot (x_{54} \cdot \dot{\gamma}_{35}(\theta_5) \cdot \sin \phi_5 + y_{54} \cdot \dot{\gamma}_{35}(\theta_5) \cdot \sin \phi_5) - z_{54} \cdot \dot{\theta}_5 \cos \theta_5 = 0 \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} & \ddot{\theta}_4 \cdot (\gamma_{34} \cdot \gamma_{14}^0 \cdot \sin \phi_4 + \gamma_{34} \cdot \gamma_{24}^0 \cdot \cos \phi_4 + \gamma_{34} \cdot \sin \theta_4) + \dot{\theta}_4 \cdot (\dot{\gamma}_{34} \cdot \gamma_{14}^0 \cdot \cos \phi_4 - \dot{\gamma}_{34} \cdot \gamma_{24}^0 \cdot \sin \phi_4 + \dot{\gamma}_{34} \cdot \sin \theta_4) + \\ & + \ddot{\phi}_4 \cdot (\beta_{34} \cdot \gamma_{14}^0 - \alpha_{34} \cdot \gamma_{24}^0) + \dot{\phi}_4 \cdot (\dot{\beta}_{34} \cdot \gamma_{14}^0 - \dot{\alpha}_{34} \cdot \gamma_{24}^0) - \ddot{\phi}_5 \cdot (\beta_{35} \cdot \gamma_{15}^0 - \alpha_{35} \cdot \gamma_{25}^0) - \dot{\phi}_5 \cdot (\dot{\beta}_{35} \cdot \gamma_{15}^0 - \dot{\alpha}_{35} \cdot \gamma_{25}^0) - \\ & - \ddot{\theta}_5 \cdot (\gamma_{35} \cdot \gamma_{15}^0 \cdot \sin \phi_5 + \gamma_{35} \cdot \gamma_{25}^0 \cdot \cos \phi_5 + \gamma_{35} \cdot \sin \theta_5) - \dot{\theta}_5 \cdot (\dot{\gamma}_{35} \cdot \gamma_{15}^0 \cdot \cos \phi_5 - \dot{\gamma}_{35} \cdot \gamma_{25}^0 \cdot \sin \phi_5 + \dot{\gamma}_{35} \cdot \sin \theta_5) = 0 \end{aligned} \quad (9)$$

A hajtókar és összekötőtag közötti forgó csukló, öt gyorsulás egyenletét hasonlóan írtuk fel, az összekötő tag és lengőkar egyenletéhez képest, csak a kollinearitás feltétele az X tengelynek felel meg.

A lengőkar a géptörzshöz kapcsolt forgó csukló gyorsulás egyenletei:

$$\ddot{Y}_{G5} - \ddot{\theta}_5 \cdot (x_{51} \cdot \alpha_{35} + y_{51} \cdot \beta_{35} + z_{51} \cdot \gamma_{35}) \cdot \cos \psi_5 - \dot{\theta}_5 \cdot (x_{51} \cdot \dot{\alpha}_{35} + y_{51} \cdot \dot{\beta}_{35} + z_{51} \cdot \dot{\gamma}_{35}) \cdot \cos \psi_5 = 0 \quad (10)$$

$$\begin{aligned} & \ddot{Z}_{G5} + \ddot{\theta}_5 \cdot (x_{51} \cdot \gamma_{35}(\theta_5) \cdot \sin \phi_5 + y_{51} \cdot \gamma_{35}(\theta_5) \cdot \cos \phi_5 - z_{51} \cdot \sin \theta_5) - \dot{\theta}_5^2 \cdot \sin \theta_5 \cdot \sin \phi_5 \cdot x_{51} - \\ & - \dot{\theta}_5^2 \cdot \sin \theta_5 \cdot \cos \phi_5 \cdot y_{51} - \dot{\theta}_5^2 \cdot \cos \theta_5 \cdot z_{51} = 0 \end{aligned} \quad (11)$$

A mechanizmus ismeretlen paraméterei az oszlopmátrix értékei:

$$[Q_i]^T = \left(\ddot{X}_{G2}, \ddot{Y}_{G2}, \ddot{X}_{G3}, \ddot{Y}_{G3}, \ddot{Z}_{G3}, \ddot{X}_{G4}, \ddot{Y}_{G4}, \ddot{Z}_{G4}, \ddot{Y}_{G5}, \ddot{Z}_{G5}, \ddot{\psi}_3, \ddot{\theta}_3, \ddot{\phi}_3, \ddot{\theta}_4, \ddot{\phi}_4, \ddot{\theta}_5 \right) \quad (12)$$

A fenti egyenletekből az ismeretlenek csoportosításával kifejezhetők az „A” és a „B” mátrix tagjai.

A deriválásokat a [2].170 old.5.179, 164 old,5.172 általánosan megfogalmazott képletek sajátos alakra hozása szerint írtuk fel.

3. Következtetések

A kényszeregyenletek segítségével bármely tér vagy síkban fekvő mechanizmus tagjainak gyorsulása meghatározható különösebb mozgásegyenletekre jellemző számítások nélkül.

Ennek a módszernek a használatával, lehet a legpontosabban meghatározni a térmechanizmusok tagjaihoz tartozó központi tehetetlenségi főtengelek gyorsulását, a saját és a külső rögzített koordináta rendszerhez viszonyítva.

A tudományos eredményeket hasznosítani lehet, bármely karos mechanizmus és robotok gyorsulásainak kiszámításánál, valamint alkalmazási lehetőséget nyújt új és hatékony laborgyakorlatok kialakításánál.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Papp, I.: *Contribuții la echilibrarea dinamică a mecanismelor spațiale*. Teză de doctorat, Cluj Napoca, 2000
- [2] Papp, I.: *Mechanizmusok elmélete*, Scientia Kiadó, Kolozsvár, ISBN 978-973-1970-29-5, 2010
- [3] Papp, I., Popa-Müller, I.: *Karos mechanizmus kinematikai elemzése kényszeregyenletekkel*, 1298 számú Kutatási szerződés a Sapientia Alapítvány Kutatási Programok Intézetével, 2005.

ALAPANYAG ÁRAMLÁSÁNAK OPTIMALIZÁLÁSA ÁLTALÁNOSÍTOTT HÁLÓZATI FOLYAM MODELLEL

MATERIAL FLOW OPTIMIZATION WITH THE APPLICATION OF GENERALIZED NETWORK FLOW MODEL

Pusztai László¹, Kocsi Balázs², Budai István³, Nagy Lajos⁴

¹Debreceni Egyetem Informatikai Tudományok Doktori Iskola, 4028 Magyarország, Debrecen, Kassai út 26, pusztai.laszlo@eng.unideb.hu

²Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Műszaki Menedzsment és Vállalkozási Tanszék, 4028 Magyarország, Debrecen, Ótmető utca 2-4, kocsi.balazs@inf.unideb.hu

³Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Műszaki Menedzsment és Vállalkozási Tanszék, 4028 Magyarország, Debrecen, Ótmető utca 2-4, budai.istvan@eng.unideb.hu

⁴Debreceni Egyetem Gazdaságtudományi Kar, Kutatásmódszertan és Statisztika Tanszék, 4032 Debrecen, Böszörményi út 138, nagy.lajos@econ.unideb.hu

Abstract

It is essential for every company to know their business processes well, because these companies must allocate their resources in an efficient way in order to keep or strengthen their market position. During the research we aimed at optimizing the material flow at a wooden box producer company with the use of generalized network flow model as this model is widely used for modelling production processes. In the first part of our work we calculated the optimal material flows focusing on two objectives, and in the second part we determined a compromise solution and then we compared and evaluated the results of the three models.

Keywords: material flow, optimization, network model, generalized network flow model.

Összefoglalás

Minden vállalat számára fontos az üzleti folyamataik pontos ismerete, ugyanis a versenyképesség fenntartása érdekében a vállalatoknak hatékony módon kell az erőforrásaikat allokálniuk. Kutatásunk során egy faládákat műhelyrendszerben gyártó vállalat anyagáramlásának optimalizálását tűztük ki célul hálózati modell segítségével, hiszen ezt a módszert széles körben alkalmazzák termelési folyamat modellezésére. A vizsgálat első részében két célfüggvény szerint számoltuk a termelés optimális útvoalait, majd egy kompromisszumos megoldást kerestünk, és a 3 modell eredményét összevetettük.

Kulcsszavak: anyagáramlás, optimalizáció, hálózati modell, általánosított hálózati folyam modell.

Bevezetés

A hatékony gyártás egyik fő összetevője az anyagok megfelelő áramlásának biztosítása. Optimális anyagáramlás megvalósulá-

sával csökkenhet a készletszint és ezzel egyidőben a készletezési és raktározási költség is [1], a termelési folyamatban rejlő veszteségek felszínre kerülnek [2]. A tervezési és ütemezési feladatok ellátására széles

körben alkalmazott operációkutatási modellek, valamint a modellek gyors lefutását biztosító számítógépes programok állnak rendelkezésre [6][8].

1. Szakirodalmi áttekintés

1.1. Műhelyrendszerű gyártás

Demeter et al. [3] szerint két alapvető üzemi berendezési forma létezik: az egyik a termékelvű (folyamatrendszerű), míg a másik a gépelvű (műhelyrendszerű) elrendezés. Termékelvű berendezés során a termék előállítás sorrendjében, egymáshoz közel helyezkednek el a gépek, amelyre nagy gyártási sorozat jellemző [4]. A műhelyrendszerű gyártás esetében a hasonló rendeltetésű gépeket egy csoportba, úgynevezett műhelybe tömörülnek, és a termékek a műhelyek között vándorolnak [4]. A vállalat számára anyagmozgatási, valamint a készletezési költségekkel kell ebben az esetben számolniuk [1], azonban ez az elrendezési forma meg tud felelni az egyedi gyártással szemben támasztott követelményeknek [3].

1.2. Operációkutatás

Az operációkutatás az alkalmazott matematika egyik ága, melyet a XX. században találtak ki katonai feladatok optimális megoldására [5]. Azonban műszaki és gazdasági számítások megoldásában is alkalmazható módszertan, például termelésirányítás, szállítási, pénzügyi területeken [6].

1.2.1. Hálózati modellek

A termelési folyamatok bemutatása illetve elemzése szemléletesen elvégezhető hálózati modellek segítségével [7]. A hálózati modellek gyakorlati alkalmazása igen széleskörű [5] és nagyon sok speciális megfogalmazása létezik. Ilyen a legrovidebb út probléma, átrakási feladat, legkisebb költségű feszítőfa, maximális folyam probléma, illetve a projektervezésben használatos CPM és PERT [6]. Ezek közül a termelési folyamatok modellezésére kiválóan alkal-

mazható az átrakási feladat kibővített formája, az általánosított hálózati probléma [7][8].

2. Elemzési módszer

Az elemzés első lépése az adatok gyűjtése volt: a termelési folyamat modelljét és a gépek kihozatalát az operátorok segítségével készítettük el, a költség adatokat pedig a vállalat pénzügyi osztálya biztosította számunkra. Jelen adatok birtokában felállítottuk hálózati modellünket az alábbi célok szerint:

- minimális tevékenység költség;
- minimális átváltsási költség;
- kompromisszumos megoldás (az előző kettő cél kombinációja).

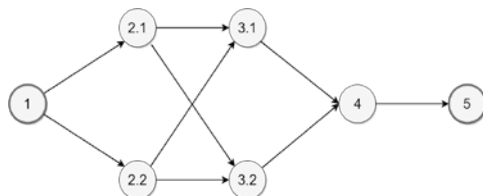
A kutatás befejezéseként az eredményeket kiértékeltek.

3. Esettanulmány

3.1. Folyamat bemutatása, alapadatok

A vizsgált vállalat fő profilja faládák gyártása, valamint értékesítése. A lágyszárú gyártás 5 termelési fázison keresztül történik, minden fázis külön műhelyben található. 200 darab láda legyártásához 12 m³ megmunkált anyagra van szükség, amely a gyártási veszteségek miatt kb. 16 m³ fa alapanyagot jelent. Az első műveleti fázis az ingafűrészelés, ahol az adott nedvesség tartalmú fát megfelelő hosszúságúra szabják. Ezt követi a vastagolás, amelynek során adott vastagságúra szelik a faanyagot. Ennek a műveleti helynek 2 berendezése van, egy újabb és egy régebbi típusú. A gépek közötti különbség az üzemeltetési költségek, valamint a hulladék fa mértékében mutatkozik meg. A következő lépés a vastagolt anyag egyengetése, amikor gyalugép simára gyalulja a fát. Hasonlóan az előző állomáshoz, itt is 2 gép működik. Az utolsó előtti műhelyben történik a vastagolt és egyengetett lécek szalagfűrészszel való megfelelő szélességűre vágása. A termelés legutolsó része az elkészült faanyagok össze-

szerelése. A folyamatot a **2. ábrán** látható gráf szemlélteti:



2. ábra. A vizsgált vállalat termelési modellje

A kutatásunk során bebocsátást nyerünk az üzembe, ahol megismerhettük a folyamatot, míg költséggel kapcsolatos információkat a vállalat pénzügyi osztálya bocsátotta rendelkezésünkre. Ezen adatokat az **1. táblázat** tartalmazza.

1. táblázat. Alapadatok

Művelet	Tevékenység ktg. (Ft)	Átállási ktg. (Ft)	Kihozatal
1-2.1	500	45	80%
1-2.2	570	60	83%
2.1-3.1	350	35	60%
2.1-3.2	390	35	65%
2.2-3.1	400	40	90%
2.2-3.2	420	55	95%
3.1-4	350	46	100%
3.2-4	330	62	100%
4-5	700	0	100%

3.2. Eredmények

3.2.1. Költség alapján optimalizált folyamat

A kiválasztott vállalat által szolgáltatott és mért adatok alapján a modell változói az egyes munkaállomások közötti anyagáramlások. Első körben az anyagáramlást *minimális tevékenység költsége* cél alapján optimalizáltuk, a gyártási költségeket beillesztve a hálózati modellbe:

$$500x_{1,21} + 570x_{1,22} + 350x_{21,31} + 390x_{21,32} + 400x_{22,31} + 420x_{22,32} + 350x_{31,4} + 330x_{32,4} + 700x_{4,5} \Rightarrow \min \quad (2)$$

A modellben korlátozó feltételnek tekintjük:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_{ij} - \sum_{i=1}^n x_{ij} - I_i \geq 0 \quad (3)$$

Ahol, x_{ij} a csomópont bruttó áramát, λ_{ij} a kihozatal, és I_i pedig az i -edik csomópontban levő készletet jelöli. A kiszámított modell célfüggvény együtthatói a **2. táblázat**ban találhatók:

2. táblázat. Tevékenység költsége szerinti optimális eredményhez tartozó célfüggvény együtthatók

Honnan	Hová	Bruttó áram	Nettó áram
1.	2.2.	15,22	12,63
2.2.	3.2.	12,63	12,00
3.2.	4.	12,00	12,00
4.	5.	12,00	12,00

Ezen variánshoz tartozó tevékenység költség 26 339 Ft, míg az összes átállási költség 2 351 Ft, így a 200 láda előállításának összesített költsége 28 691 Ft. Az optimális alapanyag áramlás az alábbi munkacsoportokon valósul meg: (1)-(2.2)-(3.2)-(4)-(5)

3.2.2. Átállási költség alapján optimalizált folyamat

Második körben a *minimális átállási költség* cél szerint is lefutattuk a hálózati modellt, amelynek képlete átállási költségekkel:

$$45x_{1,21} + 60x_{1,22} + 35x_{21,31} + 35x_{21,32} + 40x_{22,31} + 55x_{22,32} + 46x_{31,4} + 62x_{32,4} \Rightarrow \min \quad (4.)$$

Az alábbi korlátozó feltétellel:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_{ij} - \sum_{i=1}^n x_{ij} - I_i \geq 0 \quad (5.)$$

Az új változathoz tartozó tevékenységi költség 27 090 Ft, és a modellhez tartozó átállási költség 2 049 Ft, így a 200 láda előállításának költsége 29 139 Ft lett. Az alapanyag útja az alábbira változott az első modellhez képest: (1)-(2.2)-(3.1)-(4)-(5)

Az átállási költség optimuma szerint kiszámolt célfüggvény együtthatókat az alábbi táblázat mutatja be:

3. táblázat. Átállási költség szerinti optimális eredményhez tartozó célfüggvény együtthatók

Honnan	Hová	Bruttó áram	Nettó áram
1.	2.2.	16,06	13,33
2.2.	3.1.	13,33	12,00
3.1.	4.	12,00	12,00
4.	5.	12,00	12,00

3.2.3. Kompromisszumos modell

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a két cél nem optimalizálható egyszerre. Ennek a feloldására a megoszlási viszonyszámokkal történő kompromisszumos megoldást alkalmazzuk, ahol a variánsok 0,5-0,5-os súlyt kapnak. A modell alternatív optimum együtthatóit a 4. táblázat mutatja:

4. táblázat. Alternatív optimumhoz tartozó célfüggvény együtthatók

Honnan	Hová	Bruttó	Nettó
1.	2.1.	0	0
1.	2.2.	15,64	12,98
2.1.	3.1.	0	0
2.1.	3.2.	0	0
2.2.	3.1.	6,66	6,00
2.2.	3.2.	6,32	6,00
3.1.	4.	6,00	6,00
3.2.	4.	6,00	6,00
4.	5.	12,00	12,00

A kompromisszumos modell tevékenység költsége 26 714 Ft lett, átállási költsége 2 201 Ft-ot tett ki, mely összesen 28 915 Ft. Az anyagáramlás pedig az előzőekhez képest megváltozva, a harmadik munkaálomás mindkét gépét felhasználva történik.

3.2.4. A modellek kiértékelése

A modellek közül a legalacsonyabb tevékenység költséget az első modell szolgáltatta, míg a legkisebb átállási költséget pedig a második modell. Kompromisszum esetén a célfüggvényeket tekintve maga-

sabb költséget tapasztalhatunk, azonban a döntéshozónak a munkavégzés folyamatosságára törekedve célszerűbb a kompromisszumos modell alkalmazása, ugyanis egy esetleges gépmeghibásodás esetén is folyamatos termelés biztosítható, azaz csökkenthető a gyártási kockázat.

4. Következtetések

A tanulmányunkban egy faládákkal foglalkozó vállalat anyagáramlási optimalizálási lehetőségét vizsgáltuk. Az eredményeink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a vállalatnak a magasabb működési költségek ellenére a nagyobb biztonságra törekedve a kompromisszumos megoldás a legcélravezetőbb.

Köszönetnyilvánítás



EMBERI ERŐFORRÁS
TÁMOGATÁSKÉZELŐ

A kutatás az Emberi Erőforrások Minisztériuma és az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő támogatásával, a Nemzeti Fia-tal Tehetségeiért Ösztöndíj NTP-NFTÖ-17-B-0509 sz. pályázat keretében valósult meg.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Szegedi Z., Prezenszki J.: *Logisztika menedzsment*. Kossuth Kiadó, Budapest, 2010.
- [2] D. T. Jones – J. P. Womack: *Lean szemlélet*. HVG Kiadó, Budapest, 2009.
- [3] Demeter K. et al.: *Tevékenységmenedzsment*. Aula Kiadó, Budapest, 2008.
- [4] Chickán A. – Demeter A.: *Az értékteremtő folyamatok menedzsmentje*. Aula Kiadó, Budapest, 2006.
- [5] Temesi J. – Varró Z.: *Operációkutatás*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2014, 35-44.
- [6] W. L. Winston: *Operations Research, applications and algorithms*. Thomson Brooks, California, 2011.
- [7] V. Chachra: *Applications of Graph Theory Algorithms*. Elsevier, 1979.
- [8] K. G. Murty: *Network Programming*, Prentice-Hall, Michigan, 1992.

FORGÁCSLEVÁLASZTÁSI SAJÁTOSságOK TÖBBIRÁNYÚ ESZTERGÁLÁSKOR

CHIP REMOVAL SPECIALITIES IN MULTI-DIRECTIONAL TURNING

Ráczai Viktor¹, Sipos Sándor², Farkas Gabriella³

¹ Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépészmérnöki Kar, Anyag- és Gyártástudományi Intézet, 1081 Magyarország, Budapest, Népszínház u. 8. 36-1-6665470, raczi.viktor@bgk.uni-obuda.hu

² Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépészmérnöki Kar, Anyag- és Gyártástudományi Intézet, 1081 Magyarország, Budapest, Népszínház u. 8. 36-1-6665427, sipos.sandor@bgk.uni-obuda.hu

³ Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépészmérnöki Kar, Anyag- és Gyártástudományi Intézet, 1081 Magyarország, Budapest, Népszínház u. 8. 36-1-6665391, farkas.gabriella@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

For machining of increasingly complicated geometries, the longitudinal and transverse turning operations should be done with a single tool. Leading manufacturing companies have developed a number of constructions. The world's largest manufacturer has recently revolutionised turning by launching roughing and finishing tools. The roughing insert can work with "high feed turning" in four different directions of movement. This tool has a unique chip forming and removal, it forms a unique machined surface. The study gives an overview of the results, achieved in this area.

Keywords: multi-directional turning, PrimeTurning, new turning movements.

Összefoglalás

Az egyre bonyolultabb alkatrész-geometriák megmunkálásához a hossz- és keresztirányú esztergálást célszerű egyetlen szerszámmal elvégezni. A vezető gyártó cégek számos konstrukciót dolgoztak ki. A világ legnagyobb gyártója a közelmúltban egy nagyoló és egy simító szerszám piacra dobásával szinte forradalmasította az esztergálást. A nagyoló lapka „high feed turning” eljárással, négyféle mozgásirányban képes dolgozni. Ezen szerszámnak egyedi a forgácsképzése és leválasztása, csakúgy, mint a forgácsolt felület kialakítása. A tanulmány ezen a területen elért eredményeket tekinti át.

Kulcsszavak: többirányú esztergálás, PrimeTurning, újszerű esztergálási mozgás.

1. Bevezetés

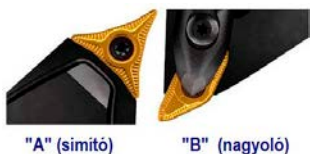
Az egyre bonyolultabb alkatrész-geometriák megmunkálásához nem könnyű a megfelelő szerszám kiválasztása, ez kifejezetten időrabló feladat. Ha egyetlen szerszám elegendő a forgástestek hossz- és keresztirányú esztergálására, akkor nem

csak a CNC-esztergák kihasználása javul a beállítási és állásidők mérséklődésével, hanem a szükséges kések száma (vagyis a felszerszámozás költsége), sőt a szükséges szerszámcseré-idő is csökken.

A többirányú esztergálás (MDT = multi-directional turning) felszerszámozására a vezető gyártó cégek az évek során számos

konstrukciót dolgoztak ki (lásd ISO1832 szabvány). Amennyiben a lapka csúcshöge nagy ($EPSR \geq 80^\circ$), akkor az esztergálás csak hossz- és/vagy keresztirányban végezhető. Ha ez a szög $35 \dots 60^\circ$ közötti, akkor már a kontúr is megmunkálható vele. Sikeresen alkalmazzák a beszúró/leszúró késekre emlékeztető, hosszú és keskeny tollrésszel, a tartóba V-alakú rögzítéssel befogott egy vagy két végén használható lapkás változatokat is. Ezekkel beszúró, az azt követő hosszirányú, sőt kontúresztergálási feladatok is megvalósíthatók [1].

A világ vezető szerszámgyártója 2017 közepén jelent meg egy új elven működő konstrukcióval, szinte forradalmasítva az esztergálást [2].



1. ábra. A PrimeTurning™ esztergálás kétféle szerszáma [2]

Az új elven működő szerszámokat (1. ábra) megkülönböztető tulajdonságok a következők:

- az előtoló mozgás a tokmánytól a szegnyereg felé történik;
- a fogásra állás beszúrással kezdődik;
- a szerszám főélszöge a szokásosnál sokkal kisebb ($KAPR = 25 \dots 30^\circ$).

2. Forgácsolási tesztek „B” típusú PrimeTurning™ szerszámokkal

A nagyoló esztergálási tesztek egy Dugard Eagle gyártmányú, BNC1840 jelű CNC-esztergán hajtottuk végre, a munkadarabot tokmányba fogva, csúccsal támasztva. A kísérleteknél hűtő-kenő-öblítő közeget nem alkalmaztunk.

A kísérletekhez $\varnothing 60 \times 160$ mm méretű, tokmányoldalon befogócsappal, a szegnyereg felől pedig központfuron

támasztott, 11SMn30+C anyagjelű, HB150 \pm 3 keménységű automata acél próbatesteket használtunk fel.

A forgácsolási tesztekhez a CP-25BR-2525-11 jelű késtartót és a CP-B1108-M5 4325 jelzésű (2. ábra) nagyoló lapkát alkalmaztuk.

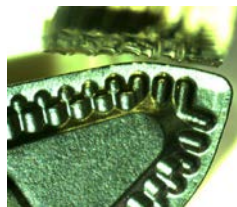


2. ábra. A CP-B1108-M5 4325 jelzésű lapka

A forgácsolási adatokat 3, illetve 4 szinten változtattuk: a forgácsolósebességet a $v_c = 160 \dots 250$ m/min, a fogásmélységet az $a = 0,5 \dots 1,5$ mm tartományban, míg az előtolást az $f = 0,3 \dots 1,2$ mm határok között állítottuk be (ez a „részleges faktoranalízis csúsztatott előtolásokkal” esete [3]).

2.1. Forgácsolás és erőhatások

A megszokotthoz képest ellenkező irányban mozgó, $KAPR = 25^\circ$ főélszögű esztergakés sokkal vékonyabb és szélesebb forgácsolást választ le, mint a hagyományos szerszámok. Az előtolás akár meg is kétszerezhető: a lapka „high feed turning” módon, négyféle mozgásirányban képes dolgozni (a hagyományos előtolási irányban simítani képes). A „B” szerszámnak egyedi az élkialakítása (a főél két különböző élszögű részből áll, amelyet nagy rádiusz köt össze), ezért forgácsolása különleges (3. ábra). Jól látható például, hogy a forgácsolóban elhelyezett osztóelemek rámásolódnak a forgácsra.



3. ábra. A „B” jelű lapka és a forgács
Körülmények: $a = 1,5$ mm; $f = 1,2$ mm

Ez a jellegzetesség természetesen kihat a felület minőségére is. A tízféle beállítással esztergált forgácsok tablója (4. ábra) azt mutatja, hogy nyolc esetben kaptunk kedvezően tört forgácsot, ám a legnagyobb forgácsolási adatok ($a=1,5$ mm és $f=1,2$ mm) beállításakor veszélyesen tekeredő, gubancos forgács keletkezett.

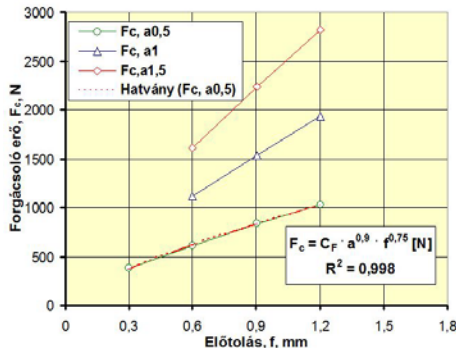


4. ábra. A leválasztott forgácsok tablója

A KISTLER 9021A típusú erőmérővel kapott és Dynoware szoftverrel kiértékelt átlagos erőösszetevők arról tanúskodnak, hogy az erőhatások jól modellezhetők az

$$F_i = C_{Fi} \cdot a^{y_{Fi}} \cdot f^{x_{Fi}} \quad [N] \quad (1)$$

függvénnyel, amelyben az F_c , F_f és F_p erőkomponenshez kétfaktoros regresszióval kiszámolt konstans (C_{Fi}) és kitevők (x_{Fi} , y_{Fi}) tartoznak (lásd 5. ábra).



5. ábra. A forgácsolóerő alakulása és modellje

Az előtolóerő kicsiny, mindössze 10...20%-a a forgácsolóerő értékének. Ez az arány a szokatlanul kis KAPR élszögnek

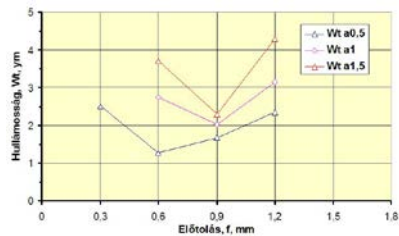
tulajdonítható, csakúgy, mint a passzív erő kifejezetten nagy, $F_p/F_c=0,53...0,76$ határok közötti viszonyszáma.

Az F_p döntő tényező a megmunkálási pontosság alakulásában is. A forgácsolás legnagyobb értékeinél ($a=1,5$ mm és $f=1,2$ mm) a hordóssági hiba $\Delta D= 52 \mu m$ volt, a maximum a szegnyereg felőli oldalon volt.

2.2. Felületminőség

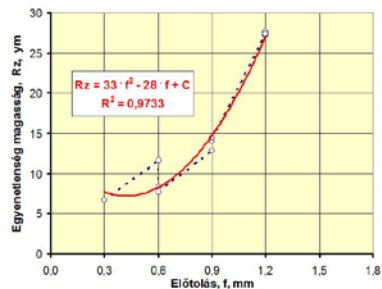
Jelen anyagban csak az esztergált felület minőségének mikrojeometriai jellemzőit ismertetjük, a rétegtulajdonságokkal nem foglalkozunk [1].

A „B” típusú szerszámmal esztergált felület (szűrt profiljának) W_t hullámossági értékei a 6. ábrán láthatók. Megállapítható, hogy a hullámosság főleg a fogásmélység hatására növekszik, az előtolásnak pedig $f=0,9$ mm beállításnál van optimális értéke.



6. ábra. A hullámosság alakulása

Jóllehet, a nagyoláskor esztergált felületek érdekessége szigorú követelményt nem jelent (általában $R_z \leq 25 \mu m$), az általunk alkalmazott beállításoknál mért érdekességek alakulását a 7. ábra mutatja.



7. ábra. Az érdekesség alakulása

Megállapítható, hogy az élkialakítás miatt az érdesség számítására szolgáló (például az [1]-ben szereplő Bauer-féle) képletek egyike sem alkalmazható. Előnyös viszont az előtolásra felírt,

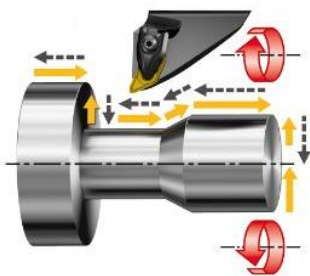
$$R_z = A \cdot f^2 + B \cdot f + C \text{ [}\mu\text{m]} \quad (2)$$

alakú egytényezős polinommodell.

Megjegyezzük, hogy mindig a nagyobb fogásmélységeknél mértük a kisebb R_z értékeket. Ennek az a magyarázata, hogy a radiális erő növekedése mintegy előfeszíti az esztergálás munkadarab-gép-szerszám-rendszerét, ugyanakkor ez a jelenség axiális alakhibához és a felület fokozott hullámosságához vezet. Éppen ezért csak robusztus, merev darabok megmunkálása végezhető el a kis KAPR élszögű, „B” típusú szerszámokkal.

2.3. Termelékenység

A megnövelt előtolás intenzívebb (akár $450 \text{ cm}^3/\text{min}$) anyagleválasztást jelent, a gépi fődíó zsugorodik, ennek következtében a termelékenység (db/óra) növekszik. Amennyiben kedvezően tört forgács keletkezik, akkor – a gépre vonatkozó teljesítménykorlátot figyelembe véve – a forgácsolósebesség növelhető, ez pedig még inkább fokozza a gépkihasználást.



8. ábra. „B” szerszám mozgásirányai (folyamatos: nagyolás, szaggatott: simítás)

Az ilyen típusú szerszám ellenkező előtolás- és forgásirányban, hagyományos előtolási értékekkel (simító üzemmódban)

alkalmazható, akár kis kúposságú darabok (8. ábra) kontúresztergálásához is.

3. Összegzés, további feladatok

A forgácsolási tesztek bebizonyították, hogy a szerszám jól alkalmazható nagyolási feladatokhoz: a szokottnál kisebb élszögű eszköz megfelelően stabil, megbízható a forgácsleválasztás, a lapka érdesség előállító-képessége is kedvező.

A passzív erő okozta rugalmas deformáció mind a próbadarabokon jelentkező méreteltérés, mind a felületminőség esetében a nagyolási pontosság szokásos tartományába esett. A „B” típusú szerszám azonban csak merev darabok esztergálására használható.

Az elvégzett vizsgálatok alatt a lapkán nem észlelhető kopás, mert a fellépő mechanikai és hőterhelés jól eloszlott a fogásban lévő szerszámél mentén.

Az adott megmunkálási feladathoz a viszonylag kis fogásmélységet megfelelően kompenzálja az emelt forgácsolósebesség, az (esetenként duplájára) növelt előtolás és néhány CAM-rendszer kódgenerátora. Ez utóbbi elengedhetetlen a nem szokványos mozgásciklusok megbízható tervezéséhez.

A további munkánk ki fog terjedni majd a különféle acélokon (beleértve a nehezen forgácsolható, korrózióálló minőségeken) végzendő vizsgálatokra, az egyes beállítási adatok korlátainak feltárására, valamint az 1. ábrán feltüntetett, simításra kifejlesztett szerszám hatékony felhasználásának vizsgálatára is.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] dr. Sipos, S. – Dr. Palásti-Kovács, B. – Dr. Horváth, R.: *Forgácsolótechnológiák és szerszámai*, ÖE BGK3057, Budapest, 2015. p. 111-158.
- [2] SandvikCoromant_PrimeTurning-SCREEN_150_PPI, 2016.
- [3] Iscar gyártmányú esztergalapok komplex vizsgálata és minősítése, Kutatási jelentés, ÖE/BGK/AGI-GIT, Budapest, 2017. pp. 57.

INTELLIGENS FŰTÉSI RENDSZER SEBEZHETŐSÉGÉNEK VIZSGÁLATA

VULNERABILITY ANALYSIS OF A SMART HEATING SYSTEM

Sándor Barnabás

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

Abstract

The opportunities offered by the smart city and the smart home to create livelier cities and homes in the increasingly populous cities. [1] At the same time, there may be more problems that the average user does not think yet. It will be of utmost importance for information security and IT security, as the development of technology may not be able to keep up with the society that uses them. On a theoretical and practical level, I examine an intelligent heating system for IT vulnerability, as well as some cases of attacks against IoT in recent years.

Keywords: *smart city, smart home, smart heating, vulnerability.*

Összefoglalás

Az okos város és az okos otthon által nyújtott lehetőségek, mellyel élhetőbb városokat, otthonokat alakíthatunk ki az egyre népesebb nagyvárosokban. [1] Ezzel egyidejűleg azonban több olyan probléma is bekövetkezhet, amire egyelőre még az átlagfelhasználó nem gondol. Kiemelkedő jelentősége lesz az információbiztonság és az informatikai biztonság területének, mivel a technológia fejlődésével nem feltétlenül tud lépést tartani az ezeket felhasználó társadalom. Elméleti és gyakorlati síkon vizsgálok egy intelligens fűtésrendszert az informatikai sebezhetőség szempontjából, továbbá ismertetek néhány esetet az elmúlt években elkövetett IoT elleni támadások közül.

Kulcsszavak: *okos város, okos otthon, okos fűtés, sebezhetőség, károkozás.*

1. Bevezetés

Az IoT ellen elkövetett támadások közül az elmúlt évek legjelentősebb támadása a Mirai botnet támadás volt 2016. október 21-én, ahol több millió eszköz, többek között fertőzött IP kamerák, routerek, DVR egységek támadták a Dyn Inc. DNS szolgáltatásait, ezzel több nemzetközi cég szolgáltatása vált elérhetetlenné. A legnagyobb cégek melyek érintettek voltak a támadás során: Amazon, Netflix, Twitter, Spotify, Reddit,

CNN, PayPal, Pinterest, Fox News, de a New York Times, The Guardian és a Wall Street Journal kiadók is. [2][3]

A támadás volumenét az is mutatja, hogy elemzések alapján nagyjából 1,2 millió fertőzött eszközről érkezett egyidőben 100 Gbps forgalmat generáló HTTP lekérés a Dyn szerverei felé közel 164 országból. [4]

2. Sebezhetőség vizsgálat

A vizsgálat célja a Honeywell Y87RF vezeték nélküli termosztát rendszer interne-

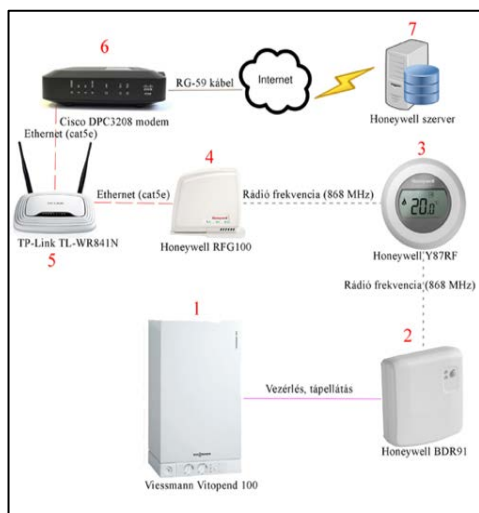
tes átjárójának, a Honeywell RFG100 informatikai sérülékenységeinek feltárása és azok kihasználása volt. A vizsgálat során az alábbi célok kerültek megfogalmazásra:

- A Honeywell RFG100 internetes átjáró sérülékenységeinek feltárása;
- Lehetséges károkozási módok informatikai, gazdasági és személyi szempontból;
- Védelmi javaslatok, megoldások megfogalmazása.

2.1. A rendszer működési elve

Az intelligens fűtésrendszer kényelmi okokat szolgál. A helyszín egy balatoni nyaraló, ahol nincs folyamatos jelenlét, így például egy téli odautazás előtt, távolról bekapcsolva a fűtést, kellemes meleg fogadja az odaérkezőket.

Működéséhez a Honeywell egyzónás termosztát csomag szükséges, illetve internet hozzáférés és használat függvényében okostelefon (iOS vagy Android) vagy asztali számítógép. A rendszer interneten keresztül, bárholnan a világból vezérelhető, telefonos applikációról, vagy egy weboldalra történő bejelentkezés után. Az 1. ábrán látható a jelenleg működő rendszer blokkvázlata.



1. ábra. Blokk- és kábelezési vázlat [5]

2.2. Vizsgálat ismertetése

A „grey box” sérülékenységi vizsgálat elsődleges célja a Honeywell RFG100 internetes átjáró által ki- és bemenő hálózati forgalom elfogása, dekódolása, esetleges manipulációja volt. [6] Felhasznált eszközök:

- MikroTik RB951G-2HnD programozható router;
- MacBook Air 13” laptop (Modell: A1466);
- Lenovo ThinkPad x201 laptop;
- Wireshark – hálózati csomaganalizáló szoftver;
- Nmap – hálózatvizsgáló szoftver;
- SSLsplit – SSL tanúsítványhamisító szkript;
- ARPspoofer – ARP támadásra alkalmas szkript.

2.3. Vizsgálat menete

A TP-Link TL-WR841N routert (1. ábra-5) lecseréljük egy programozható MikroTik RB951G-2HnD routerre, így magasabb szintű hálózati irányítási műveleteket hajthatunk végre, majd a „Packet Sniffer” modul segítségével a Honeywell internetes átjáró forgalmát tükröztük és átirányítottuk a Lenovo ThinkPad x201-en futó Wireshark célszoftverbe monitorozás céljából. A Honeywell RFG100 internetes átjáró MAC címét kiszűrve célzottan került elemzésre a hálózati forgalom. A hálózati forgalom elemzésekor átfogóbb képet kaptunk arról, hogy az eszköz pontosan milyen adatcsomagokat küld és fogad, illetve, hogy milyen szerverekkel kommunikál. [7]

1. táblázat. Szerverek, melyekkel az eszköz kommunikál

CNAME	IP
dns1.honeywell.com	199.64.220.7
dns1.honeywell.com	199.61.24.26
tccprod01.honeywell.com	199.62.84.151
tccprod01.honeywell.com	199.62.84.152
tccprod01.honeywell.com	199.62.84.153

Az **1. táblázat**ban látható szerverek küldik és fogadják az összes csomagot, amik a fűtési rendszer vezérléséért felelnek. Tekintettel arra, hogy az átjárónak nincs kezelőfelülete, illetve nem tudunk programkód szinten hozzáférni, így az feltételezhető, hogy előre beprogramozott szerverekkel kommunikál. A csomagokat titkosítva a 443-as porton keresztül fogadja, saját belső portjain (50103, 52575, 53200, 55615, 55879, 56475, 59134, 59878, 60410, 61038, 61667, 62575, 64029), melyeket csak a kommunikáció alkalmával nyit ki.

2.4. Szoftveres vizsgálat

A szoftveres vizsgálat során Nmap, Zenmap és SSLsplit vizsgálatot végeztünk, mely során feltárásra került, hogy az alapvető TCP/UDP portokra, mint FTP (20, 21), SSH (22), TELNET (23), WEB (80, 8080), DNS (53), illetve 1-től 10000-ig, nincsenek alapesetben nyitva. Az SSL tanúsítványhamisítás közben pedig az eszköz standby módba kapcsolta magát és lecsatlakozott a hálózatról. Ez arra enged következtetni, hogy ellátták HSTS védelemmel. [8]

2.5. Fizikai vizsgálat

A fizikai vizsgálat során leszerelésre került az eszköz borítása, mely egy SUI ML-2 94V-0 alaplapra épül, melyet egy Atmel AT91SAM9635-CU típusszámú vezérlő chip kontrollál. A fizikai vizsgálat további jövőbeni kutatásokat igényel.

3. Károkozási lehetőségek

Károkozás történhet információbiztonsági szempontból (adatlopás); személy-, vagyon elleni károkozás/bűncselekmény, vagy rongálási szándék alapján. A kutatás rávilágít arra, hogy amennyiben nem megfelelően védett és konfigurált hálózati elemeket alkalmazunk, úgy azon rendszerek további támadások előkészületei is lehetnek, amelyekkel súlyos anyagi károkat lehet okozni. Néhány példával szemlélítve:

Egy gyógyszerraktár esetén pár tized fokos hőmérsékletkülönbség is jelentős lehet az alapanyagok szavatossága kapcsán. Így például, ha egy ottani termosztát rendszert megtámadnak és megemelik, vagy lecsökkentik a hőmérsékletet, súlyos anyagi vagy egészségi károk okozhatók így.

Egy védett objektumnál, hasonló támadás esetén arra „kényszeríthetik” a vagyonőrt, hogy szellőztessen, mivel a szobahőmérséklet át lett állítva 30 fokra. Így egy nyitott nyílászárón keresztül be lehet jutni az épületbe.

Legsúlyosabb esetek között említhető a babamonitor kamerák feltörése, melyek a legismertebb információbiztonsági sérülésekkel rendelkeztek. Sok esetben távolról hozzáfértek a támadók az élő képhez, így kifigyelhették, mikor nincs a közelben senki. Így éjszaka vagy nappal elrabolhatták a védtelen kisgyermekeket. [9]

Elfordult már olyan eset is ahol szívritmus-szabályozók ellen intéztek támadást, hiszen ebben az esetben a használója egészségügyi állapotát lehet vele közvetlenül befolyásolni. [10]

4. Megelőzési javaslatok

Elsődleges megelőzési lépés minden esetben a tájékozódás, hiszen általános probléma, hogy a legolcsóbbat keresik az átlagfelhasználók egy adott eszköz kapcsán. Eszközzvásárlás előtt mindenképpen érdemes rákeresni az eszköz típusszámára, illetve az interneten fellelhető bejegyzésekre, cikkekre vele kapcsolatban, mivel elképzelhető, hogy vannak ismert sérülékenységei. Fontos kideríteni, hogy a gyártó meddig vállalja az eszköz szoftveres támogatását. Hiszen, ha már évek óta nincs rá alkalmazás / firmware frissítés, akkor nagy eséllyel nem is fog készülni rá a közeljövőben, ami szintén problémát jelent biztonsági szempontból. Szakemberek folyamatosan foglalkoznak az eszközök sérülékenységeinek vizsgálatával, így szinte napról-napra

jelennek meg sebezhetőségek. Ebből kiindulva, már egy akár néhány hónapja nem frissített eszköz is kockázatot jelenthet. Természetesen előfordulnak olyan első napi (zero day) sérülékenységek, melyek évek óta jelen vannak a rendszerekben, de még nem fedezte fel azokat senki. Ezek nagy kockázatot jelentenek minden esetben, hiszen rengeteg eszközt érinthetnek világszerte.

5. Összegzés

Összegezve, egyértelműen kijelenthető, hogy a nem megfelelő biztonsággal rendelkező és nem körültekintően telepített rendszerekkel, személy és vagyon elleni károkat lehet okozni. A szakértők bevonása mellett fontos, hogy a felhasználók képezzék magukat az eszközök biztonságos használata, illetve a saját biztonságtudatosságuk érdekében. Nem elég ezeket az eszközöket telepíttetni, meg kell tanulni megfelelően használni és élni velük.

A kutatás elkészítése során felhasználásra és feldolgozásra került a szakirodalomban és az interneten fellelhető tudományos és szakmai anyagok a sérülékenységekkel és azok vizsgálatával kapcsolatban. Alkalmazásra kerültek különböző sérülékenységvizsgáló eszközöket és szoftvereket, melyekkel a kitűzött célokat sikerült teljesíteni.

A vizsgálatok során megállapításra került, hogy a rendszer védett az adott támadási módokkal szemben. Az alapvető hálózati portok kizárólag kommunikáció során kerülnek kinyitásra, illetve az SSL tanúsítványhamisítással szemben is rendelkezik védelemmel.

A kutatást a jövőben mélyebb fizikai és szoftveres vizsgálatokkal folytatjuk, így vezérlő egység szinten is megvizsgálásra

kerül az eszköz, továbbá a rádiófrekvenciás kommunikációt is szeretnénk mélyebb tesztek alá vetni.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] MTA RKK NYUTI, IBM Magyarország Kft.: „*Smart cities*” tanulmány, 2011. május, ISBN 978-963-08-1739-4
- [2] Sam Thielman, Chris Johnston: *Major cyber attack disrupts internet service across Europe and US*, The Guardian, www.theguardian.com/technology/2016/oct/21/ddos-attack-dyn-internet-denial-service
- [3] The Hacker News, Mohit Kumar: *Mirai Botnet Itself is Flawed; Hacking Back IoT's Could Mitigate DDoS Attacks*, www.thehackernews.com/2016/10/mirai-botnet-iot-malware.html
- [4] Mohit Kumar: *An Army of Million Hacked IoT Devices Almost Broke the Internet Today*, The Hacker News, www.thehackernews.com/2016/10/iot-dyn-ddos-attack.html
- [5] Saját készítésű ábra
- [6] Sérülékenység vizsgálat (Etikus Hack), www.itsecure.hu/etikus_hack
- [7] Sándor Barnabás: *Közbeékelődéses támadás vizsgálata vezetékek nélküli hálózaton* – Óbudai Egyetem, BGK, Tudományos Diákköri Dolgozat, 2017. április 19. ISBN 978-963-449-019-7
- [8] Sean-Philip Oriyano: *CEH v9 Study Guide*, John Wiley & Sons Inc., Indianapolis, 2016, 129-145, ISBN 978-1-119-25224-5
- [9] Khyati Jain: *Caution! Hackers Can Easily Hijack Popular Baby Monitors to Watch Your Kids*, The Hacker News, 2015.09.03., www.thehackernews.com/2015/09/baby-monitor-hacking-tool.html
- [10] Swati Khandelwal: *FDA Recalls Nearly Half a Million Pacemakers Over Hacking Fears*, The Hacker News, 2017.08.31., www.thehackernews.com/2017/08/pacemakers-hacking.html

A NYUGDÍJFOLYÓSÍTÁS MINT KRITIKUS INFRASTRUKTÚRA

PENSION PAYMENT AS A CRITICAL INFRASTRUCTURE

Szabó Zsolt Mihály

Óbudai Egyetem, Biztonságtudományi Doktori Iskola, H-1081 Magyarország, Budapest, Népszínház utca 8. fszt., +36-1-666-5375, zsolt@tamiary.hu

Abstract

Today, the state, its organizations and its citizens have become vulnerable to the complexity of complex electronic information systems in the cyber space of Hungary, without which state operations and the provision and use of different services become unworkable. In addition to the modern economic system, society is not prepared to operate without lost infrastructures, assets or services, so they must be protected - clearly - in particular that the information used and generated in their operation and the data managed there are significant assets represent.

Keywords: *pension payments, retirement security, information security, IT security, threats and risks.*

Összefoglalás

Napjainkban az állam, annak minden szervezete valamint polgára kiszolgáltatottá vált a többszörösen összetett elektronikus információs rendszereknek Magyarország kiberterében, amelyek nélkül az állami működés, különböző szolgáltatások biztosítása és igénybevétele megvalósíthatatlanná válik. A modern gazdasági berendezkedés mellett a társadalom nincs felkészülve arra, hogy a kiesett infrastruktúrák, eszközök vagy szolgáltatások nélkül működjön, így ezeket - egyértelműen - védeni kell, különös tekintettel arra, hogy azok működése során felhasznált és keletkező információk, továbbá az azokban kezelt adatok jelentős vagyont képviselnek.

Kulcsszavak: *nyugdíj folyósítás, nyugdíjbiztonság, információbiztonság, informatikai biztonság, fenyegetettségek és kockázatok.*

1. Bevezetés

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 [1].

A szervezeti és az informatikai biztonsági stratégia együtt garantálja a biztonság teljeskörűségét és egységes szintjét. Az informatikai biztonsági rendszernek olyan

megoldásokra van szüksége, amelyek a biztonsági követelményeket a lehető legkisebb, már elfogadott maradványkockázattal elégitik ki [4].

A támadások célja alapvetően az adat, melyet különböző rendszerelemek vesznek körül, folyamatok kezelnek. A kiber fenyegetettségek a rendszerelemek meghatározott láncán keresztül az adatokat és azokat kezelő folyamatokat veszélyeztetik [7].

2. Kritikus infrastruktúra

A Belügyminisztérium alá tartozó Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság honlapján található meg kritikus infrastruktúra általános fogalma, azaz egy országon belül a lakosság szellemi és tárgyi életfeltételeit megteremtő, a gazdaság működését elősegítő vagy lehetővé tévő azon szervezetek, létesítmények, létesítményrendszerek, hálózatok összessége vagy ezek részei, amelyek megsemmisülése, szolgáltatásaik vagy elérhetőségük csökkenése egy adott felhasználói kör létre, lét- és működési feltételeire negatív hatással jár [12].

A fentiek alapján meghatározható a kritikus infrastruktúra egy lehetséges hazai definíciója: egymással összekapcsolódó, interaktív (egymástól kölcsönös függésben lévő infrastruktúra elemek, létesítmények, szolgáltatások, rendszerek és folyamatok hálózata), az ország működése szempontjából létfontosságúak és érdemi szerepük van egy társadalmilag elvárt minimális szintű biztonság, gazdasági működőképesség, közegészségügyi és környezeti állapot fenntartásában [2].

Az európai kritikus infrastruktúrák azonosításáról és kijelöléséről, valamint védelmük javítása szükségességének értékeléséről szóló 2008/114/EK tanácsi irányelvet (irányelv) tagállami kötelezettségünk átültetni a hazai jogrendszerbe [11]. Ezen jogharmonizációs kötelezettség mentén tagállami szinten meg kell hozni azokat az intézkedéseket, amelyek beültenek az irányelvet a magyar jogrendszerbe. A 2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről [10], mely f) pontja leírja mely ágazatokat kell létfontosságú rendszerelemként tekinteni. A meghatározott ágazatok valamelyikébe tartozó eszköz, létesítmény vagy rendszer olyan rendszer-eleme, amely elengedhetetlen a létfontosságú társadalmi feladatok ellátásához - így különösen az egészségügyhöz, a lakosság

személy- és vagyonbiztonságához, a gazdasági és szociális közszolgáltatások biztosításához -, és amelynek kiesése e feladatok folyamatos ellátásának hiánya miatt jelentős következményekkel járna.

Az említett törvény 2. melléklet a 2012. évi CLXVI. törvényhez 16b része szól a társadalombiztosítási ágazatról. A társadalombiztosítási ellátások igénybevételéhez kapcsolódó informatikai rendszerek és nyilvántartások a létfontosságú rendszerek közé tartozik. Így a 65/2013. (III. 8.) Korm. rendelet a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény végrehajtásáról irányutatásait figyelembe kell venni [10]. A Kormányrendelet alapján létfontosságú információs rendszer és létesítmény: a társadalom olyan hálózatszerű, fizikai vagy virtuális rendszerei, eszközei és módszerei, amelyek az információ folyamatos biztosítása és az informatikai feltételek üzemfolytonosságának szükségességéből adódóan önmagukban létfontosságú rendszerelemek, vagy más azonosított létfontosságú rendszerelemek működéséhez nélkülözhetetlenek.

Továbbá kockázatelemzés kell végezni: fenyegetettségi és kockázati tényezők vizsgálata a rendszerelemek sebezhetőségének, valamint a megzavarásuk vagy megsemmisítésük által okozott következmények értékelése céljából [2]. Egy lehetséges eljárás lehet a CRAMM (CCTA Risk Analysis and Management Method) alapú módszertan [6] [8], 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 [3] [4].

3. Kritikus infrastruktúra védelme

A kritikus infrastruktúra védelme (KIV) a mai kor kihívása, amely a globális terro-

rizmus terjedésével került a figyelem fókuszába világszerte. A kritikusnak minősített infrastruktúrák azok, amelyeknek köszönhetően tud alapvetően működni egy társadalom, egy gazdaság. A védelem különösen fontos ma, az ún. negyedik generációs (4GW) vagy aszimmetrikus hadviselés korában, amikor információs hadviselési eszközökkel szinte bármely érdekcsoport tudja érdekeit érvényesíteni, nála jóval nagyobb ellenfelével – tipikusan nemzetállamokkal – szemben. Ezen támadások fő célpontjai a kritikus infrastruktúrák (KI), különösen a kritikus információs infrastruktúrák (KII) [5]. Kritikusinfrastruktúra-elemek segítségével tartja nyilván állampolgárai adatait az állam, ezek igénybevételével működik a közigazgatás (nem csak az e-közigazgatás), és ezek segítségével nyújt az állam (nem csak e-kormányzati) szolgáltatásokat. Ezek védelme tehát jórészt állami feladat, a védelem megszervezése pedig kifejezetten az. Állami feladat már csak azért is, mivel az állam maga is ezekre az infrastruktúrákra támaszkodik [12]. Egy ilyen kritikusinfrastruktúra-elem bármilyen okból történő kiesése pedig gyakorlatilag káoszba, anarchiába tudja sodorni az adott nemzetállamot. Ezért a feladatok pontos végrehajtására, a védelem folyamatos fenntartására kell az államnak koncentrálnia.

2012. évi CLXVI. törvény e) pontja alapján, mely a létfontosságú rendszerelem védelmét alábbiak szerint határozza meg: a létfontosságú rendszerelem funkciójának, folyamatos működésének és sértetlenségének biztosítását célzó, a fenyegetettség, a kockázat, a sebezhetőség enyhítésére vagy semlegesítésére irányuló valamennyi tevékenység [10].

4. Nyugdíjfolyósító, mint létfontosságú rendszer védelme

Az 1. táblázat mutatja, hogy nyugdíjfolyósítási informatikai rendszer és a hozzá kapcsolódó rendszerek (folyamatok) kárha-

tás-elemzés alapján kiemelt fontosságúak (kritikusak) a szervezet működése számára [6] [7].

1. táblázat. Példa a magas prioritású folyamatokra

Folyamat (Rendszer) Neve	Rendszer prioritás szint	Elhárítási idő
Nyugdíjfolyósítási informatikai rendszer	5 (Kritikus)	4 óra
Nyugdíjfolyósítási adatok lekérdező rendszer	5 (Kritikus)	4 óra
Nyugdíjfelbírálás	5(Kritikus)	4 óra
Iktatási rendszer	5(Kritikus)	4 óra

A 2013. évi L. törvény az állami és önkormányzati szervek elektronikus információbiztonságáról 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 [9]. 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 [1]. A biztonsági menedzsmentnek legyen szerves része a hálózat-, felhasználó-, szoftver-, tűzfalmenedzsment, 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 [3]. 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 szervezetnél adminisztratív védelemnek szervezeti és rendszerszintekre tagolt hierarchikus szerkezetét kell kialakítani.

5. Következtetések

A komplex informatikai biztonság átgondolt tervezése egyrészt meghatározza a rendelkezésre álló informatikai erőforrásokkal és befektetésekkel kapcsolatos főbb igényeket, másrészt megadja azt a keretet, amelyben a súlypontok és a megvalósításra vonatkozó felelősségek kijelölése, valamint az erőforrások kulcsterületekre való koncentrálása történik. Kizárólag a részletes előzetes tervezés biztosítja, hogy az informatikában rejlő valamennyi lehetőséget kihasználhassuk a szervezet törekvéseinek és céljainak támogatására. A tervezés feladata biztosítani, hogy az alkalmazni kívánt megoldások az adott pénzügyi keretek közé illeszthetők, műszakilag megvalósíthatók, megfelelő kontroll alatt tarthatók és minden érintett számára értelmezhetők legyenek.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Michelberger, P., Lábodi, Cs. (2012): *Vállalati információbiztonság szervezése*. In Nagy Imre Zoltán (szerk.), *Vállalkozásfejlesztés a XXI. században II. Tanulmánykötet*, Óbudai Egyetem. 241–302.
- [2] Mógor, T., Rajnai Z. (2014): *Elektronikus adatkezelő rendszerek kockázatelemzése, a kockázati módszerek bemutatása*, Bolyai Szemle, 33/2, 2014, 43–59.
- [3] Muha, L., Krasznay, Cs. (2014): *Az elektronikus információs rendszerek biztonságának menedzselése*. Budapest. NKE Vezető- és Továbbképzési Intézet. 1–120.
- [4] Répás, S., Dalicsek, 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.
- [5] Sik, Z. N. (2011): *A kritikus információs infrastruktúra védelme és a közigazgatás*. Vezetéstudomány XLII. ÉVF. 2011. 3. szám. ISSN 0133-0179 42–47.
- [6] Szabó, Zs. M. (2017): *A nyugdíjfolyósítás információbiztonsági és informatikai biztonsági kérdései*. In: Bitay Enikő (szerk.) A XXII. FMTÜ előadásai: Proceedings of the XXII-th International Scientific Conference of Young Engineers. 2017. 363–366.
- [7] Szabó, Zs. M. (2017): *A nyugdíjfolyósítás kiberbiztonsági kérdései*. In: Ács K, Bódóg F, Mechler M, Mészáros O, Pónusz R. (szerk.) VI. IDK2017. Tanulmánykötet 507–517.
- [8] Szádeczky, T. (2014): *Információbiztonsági szabványok*. NKE. Budapest. 1-50.
- [9] Az állami és önkormányzati szervek elektronikus információs rendszerek biztonságáról szóló 2013. évi L. törvény (a továbbiakban: Ibtv.). Magyar közlöny 2013. évi 68. sz. 50241–50255.
- [10] A létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény végrehajtásáról szóló 65/2013. (III. 8.) Korm. rendelet (a továbbiakban: Lrtv.). Magyar közlöny 2013. évi 40. sz. 4043–4051.
- [11] A Tanács 2008/114/EK Irányelve (2008. december 8.) az európai kritikus infrastruktúrák azonosításáról és kijelöléséről, valamint védelmük javítása szükségességének értékeléséről (EGT-vonatkozású szöveg) Európai Unió Hivatalos Lapja. 1–8.
- [12] Katasztrófavédelmi Oktatási Központ (2013): *Létfontosságú Rendszerek és Létesítmények Védelme*. 1–19.

JÁRMŰDINAMIKAI SZIMULÁCIÓ ÉS OPTIMALIZÁCIÓ

VEHICLE DYNAMICS SIMULATION AND OPTIMALIZATION

Szántó Attila¹, Szíki Gusztáv Áron², Hajdu Sándor³, Gábora András⁴, Sipos Kristóf Balázs⁵

¹Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028 Debrecen, Ótomető u. 2-4., Telefon: +36 (52) 415-155, szanto.attila93@gmail.com

²Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Műszaki Alaptárgyi Tanszék, 4028 Debrecen, Ótomető u. 2-4., Telefon: +36 (52) 415-155, szikig@eng.unideb.hu

³Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028 Debrecen, Ótomető u. 2-4., Telefon: +36 (52) 415-155, hajdusandor@eng.unideb.hu

⁴Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028 Debrecen, Ótomető u. 2-4., Telefon: +36 (52) 415-155, andrasgabora@eng.unideb.hu

⁵Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028, Magyarország, Debrecen, Ótomető utca, 2-4, siposk94@gmail.com

Abstract

In the following the role and contribution of vehicle dynamics simulation to the development of race cars at the Faculty of Engineering of the University of Debrecen is presented. The application of the developed simulation program for the optimization of the car's technical data, together with the principle and method of optimization, is also described here.

Keywords: *dynamics modeling, simulation, optimization, MATLAB.*

Összefoglalás

A következőkben bemutatjuk a járműdinamikai szimuláció szerepét és hozzájárulását a Debreceni Egyetem Műszaki Karán folytatott járműfejlesztésekhez. Ezt követően ismertetjük a kifejlesztett szimulációs program alkalmazását a versenyautók műszaki paramétereinek optimalizálására, bemutattva az optimalizálási eljárás módszerét és elvét.

Kulcsszavak: *dinamikai modellezés, szimuláció, optimalizáció, MATLAB.*

1. Bevezetés

A Debreceni Egyetem Műszaki Kara régóta foglalkozik alternatív hajtású [1] járművek tervezésével, fejlesztésével és kivitelezésével [2, 3]. Számos saját tervezésű és készítésű alternatív (többnyire elektromos vagy pneumatikus) hajtású versenyautót

készítettek már a Kar hallgatói, melyekkel több hazai és nemzetközi versenyen [4, 5] indult és ért el sikereket a Műszaki Kar csapata. A 2014. és 2015. évi MVM futamon, a Gépészmérnöki Tanszéken kifejlesztett versenyautóval, 2. és 1. helyezést értünk el. A 2016-ban és 2017-ben Londonban megrendezett Shell ECO Marathon

versenyen szintén részt vettünk, eredményesen teljesítve a versenytávt.

A versenyeken való minél eredményesebb részvétel érdekében MATLAB [6] környezetben kifejlesztettünk egy szimulációs programot [7], amely az irodalomból [8], [9], [10] ismert és kísérletileg meghatározott műszaki adatokból, mint bemenő paraméterekből kiszámítja a versenyautó menetdinamikai jellemzőit. Ez mára elengedhetetlen feltételévé vált a sikeres versenyzésnek, hiszen a műszaki paraméterek nagyszámú lehetséges értékeiből csak egy ilyen program segítségével tudjuk kiválasztani azon optimálisakat, amelyekkel egy adott versenyfeladat a legeredményesebben teljesíthető.

2. Az optimalizációs eljárás leírása

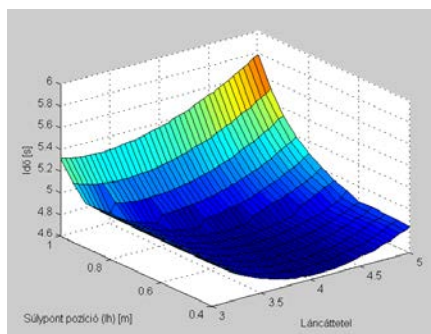
A versenysportban nagyon fontos szerepe van a jármű műszaki adatainak (beállításainak) megfelelő megválasztásának, hiszen egy alapvetően jó járműkonstrukció is csak akkor versenyképes, ha az adott versenycélokhoz igazodva választjuk meg a jármű beállításait. Ezt egy optimalizációs folyamat során tudjuk megtenni.

A szimulációs programunkat [11] alapvetően kétféle esetben tudjuk optimalizációra [12] alkalmazni: az egyik esetben új jármű tervezéséhez, ekkor csak néhány járműparaméter értéke rögzített (például, a versenyszabályzat által) a többi paraméternek kereshetjük a versenycélhoz optimális értékét. Így a szimulációs adatokra támaszkodva megtervezhetjük a versenyfeladathoz (például, 400 m-es gyorsulási versenyhez) a lehető legalkalmasabb versenyautót. A másik eset, amikor egy már meglévő járművet szeretnénk felkészíteni egy versenyre. Ebben az esetben a jármű műszaki adatai közül lényegesen kevesebbet tudunk módosítani, viszont a szimulációs programot és az optimalizációs folyamatot felhasználva így is rengeteg időt tudunk

megspórolni, jelentős költségcsökkentés mellett.

A jármű műszaki adatainak optimalizálásához a korábban említett szimulációs programunkat használtuk fel, kiegészítve egy – szintén Matlab környezetben írt – programmal [11]. A folyamat lényege, hogy a szimulációs programhoz szükséges műszaki adatok közül egy vagy több paraméter értékét szisztematikusan változtatjuk, és a szimulációs program sokszori lefuttatása során kapott eredményeket értékelve meghatározzuk az optimális műszaki adatokat az adott versenycélhoz.

Egy vagy két változtatható műszaki paraméter esetén lehetőségünk van egy olyan Matlab program [11] megírására, ami először definiálja a vizsgálandó paramétereket, majd a paraméterek különböző értékei mellett lefuttatja a szimulációs programot. Majd az eredményekből feljegyzi a kívánt célértékhez tartozó paramétereket. Ezeket grafikonon ábrázolva megkereshetjük az optimális értéket. (Erre példa a következő ábra.)



1. ábra. A 40 km/h eléréséhez tartozó idők a láncáttelek és súlypont pozíciók függvényében

Több változó esetén már nem tudjuk így két- vagy háromdimenzióban megjeleníteni a kapott célfüggvényt, és leolvasni az optimális értékeket, valamint, már egy és két változó esetén sem praktikus az előző eljárás, hiszen az optimális értékeket (a függ-

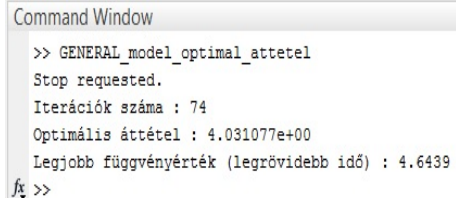
vény minimumát) csak a kapott eredményeket értékelve (ránézésre becsülve, vagy valamilyen eljárással kiszámolva) tudjuk megkapni. Ezért sokkal hatékonyabb a Matlab-on belül a Global Optimization Toolbox-ban található Simulated Annealing (szimulált hűtés) funkció használata. Ennek a működési elve, hogy a program egy adott paraméterterén keresi az optimumot (ez pl. a függvény minimuma). A paraméterteret lehet egy függvény, vagy ha ilyen nem áll rendelkezésünkre, akkor a szimuláció – különböző paraméter értékekkel történő – futtatásából kapott pontok halmaza. Az optimumkeresés úgy történik, hogy egy adott pontból kiindulva (ez a pont tetszőlegesen megadható) a program bizonyos méretű ugrásokkal (ez a „hűtés sebessége”) megvizsgálja a következő pont értékét, és összehasonlítja a jelenlegivel. Ezt sokszor elvégezve feltérképezi a paraméterter adatait a különböző koordináta irányokba. Mindegyik abba az irányba halad tovább, amerre az értékek csökkennek, tehát az optimum irányába. (Azért, hogy a program ne „ragadhaszon be”, és álljon meg egy lokális minimum helynél, időnként a program megvizsgál egy-egy a jelenlegitől távolabb eső pontot is. Ha azon a területen kisebb értéket talál, a keresési mezőt oda helyezi, és ott folytatja a részletes keresést.) A „hűtés sebessége” azt adja meg, hogy a jelenlegi ponttól milyen távolságban vizsgálja a program a következő pont értékét. Ez fokozatosan csökken a program futása során, így az optimumhoz közeledve a jelenlegihez egyre közelebb eső pontokat fog megvizsgálni a program, míg el nem éri az optimumot.

A szimulációs programot használva nem áll rendelkezésre egy konkrét függvény, ezért függvényként a szimulációs program különböző paraméter értékekkel történő futtatásaiból kapott pontokat adjuk meg az optimalizációhoz. Ennek a függvénynek a létrehozására csinálnunk kell egy Matlab függvényt [12]. (Példaként a cél legyen a 40

km/h elérése a legrövidebb idő alatt, a változó paraméter pedig az i12 láncáttétel.)

A függvény lefuttatja a szimulációt a paraméterterben kapott *i_g* (=i12) áttétel értékkel és visszaadja a 40 km/h sebességérték eléréséhez szükséges időt. Majd az optimalizációs program ezeket az időket hasonlítja össze, keresi a legkisebbet.

Az optimális áttétel értékét kb. 1500 iteráció után találja meg a program, ezt az jelenti, hogy ehhez a szimulációs programot is közben 1500-szor futtatja le különböző áttétel értékekkel. Ha a futtatást leállítjuk, a program kiírja az addigi legjobb időt, és a hozzá tartozó áttételértékét a Matlab Command Window-ba.



```
>> GENERAL_model_optimal_attetel
Stop requested.
Iterációk száma : 74
Optimális áttétel : 4.031077e+00
Legjobb függvényérték (legrövidebb idő) : 4.6439
fx >>
```

2. ábra. A futtatás megszakítása után kapott eredmények

Ezt az eljárást használhatjuk több változó paraméter esetén is, különböző verseny-célokhoz történő optimalizálásra (pl. gyorsulásiversenyhez, vagy áramfogyasztási versenyhez).

Az optimalizációról részletes leírás a [12] hivatkozásban található.

3. Összegzés

Az optimalizáláshoz először a szimulációs programot kellett átalakítani, a jobb áttekinthetőség, és felhasználhatóság érdekében. Majd a megfelelő optimalizálási eljárás kiválasztása után különböző Matlab programokat írtunk az adott optimalizálási problémákra, majd ezt felhasználva a versenyautónkra meghatároztuk az ideális műszaki adatokat különböző versenycélok esetén. Az eljárás sikeresen működik, a programot fel tudjuk használni az újabb

versenyautóink tervezéséhez is. A szimulációs programnak viszont vannak még kisebb hiányosságai. Ezek közül egyik az, hogy nem tudunk valós idejű szimulációt elvégezni. A későbbiekben tervezünk egy valós idejű szimulációs programot létrehozni az egész jármű modellre.

Tervezzük még a szimulációs programot egy grafikus felülettel ellátni, amelyen látható lenne az adott versenypálya, a jármű aktuális pozíciója a pályán, és az aktuális menetdinamikai értékek. Így az autót végig tudjuk vezetni egy adott versenypályán, közben elemezni az adatokat, ezeket összehasonlítani a telemetriai adatokkal. Ezáltal a jármű műszaki adatai optimalizálhatók lennének az egész versenypályára.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Zöldy Máté, Dr. Emőd István, Tölgyesi Zoltán: *Alternatív járműhajtások* – Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft. (2006) ISBN 9639005738
- [2] Juhász György: *A pneumobil versenyek és az oktatás - a felkészülés tanári szemmel*, Debreceni műszaki közlemények. - 10 : 1 ISSN: 1587-9801, 2011, 35–40.
- [3] Gábora András, Sziki Gusztáv Áron, Szántó Attila, Varga Tamás Antal, Magyarai Attila, Balázs Dávid: *Prototype battery electric car development for Shell-ECO-Marathon® competition*. Proceedings of the XXII International Conference of Young Engineers, Kolozsvár 2017, 167–170.
- [4] Shell-ECO-Marathon® verseny In: <http://www.shell.com/energy-and-innovation/shell-ecomarathon.html> letöltve: 2017. 11. 20.
- [5] Aventics pneumobil verseny In: <http://www.pneumobil.hu/letoltve>: 2017. 11. 20.
- [6] Matlab 2014b, The MathWorks, Inc, Natick, Massachusetts, United States.
- [7] Szántó Attila: *Elektromos hajtású tanszéki versenyautó járműdinamikai modellezése*, TDK dolgozat (2015), Debreceni Egyetem Műszaki Kar.
- [8] Hans B. Pacejka, Igo Besselink: *Tire and Vehicle Dynamics* (Third edition) – Published by Elsevier Ltd. (2012) ISBN 978-0-08-097016-5.
- [9] Jörsen Reimpell, Jürgen W. Betzler, Bári Gergő, Hankovszki Zoltán, Kádár Lehel, Lévai Zoltán, Nagyszokolyai Iván: *Gépjárműfutóművek I.* (2012) ISBN 978-963-279-606-2
- [10] Bernd Heissing, Metin Ersoy: *Chassis Handbook* (2011) ISBN 978-3-8348-0994-0
- [11] Szántó Attila: *Járműdinamikai szimuláció és optimalizáció Matlab és LabVIEW környezetben*, TDK dolgozat (2017), Debreceni Egyetem Műszaki Kar
- [12] Erdősné Sélley Csilla, Gyurecz György, Janik József, Körtélyesi Gábor: *Mérnöki optimalizáció*, 2012, Typotex kiadó, ISBN 978-963-279-538-6



„Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-2 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült”

ÁTMENETI TEREK

TRANSITION SPACES

Szauter Daniella

*Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai kar, Vizuális ismeretek tanszék,
 7624 Pécs, Boszorkány út 2. Tel. +36 72 503650, titkar@mik.pte.hu*

Abstract

In order to understand transitional spaces we would like to create an in-depth study that includes itself how they evolve, reviews their evolution and hierarchy, and analyzes their role and importance. There are several types of transition spaces that can be distinguished, in our study we examine more the transitions between the natural and built environment. We emphasize the relationship between man and nature; furthermore the relationship between nature and architecture, their knowledge is necessary to understand these spaces.

Keywords: *transition, transition spaces, architecture, nature.*

Összefoglalás

Az átmeneti terek megértése érdekében egy olyan mélyreható tanulmány létrehozása volt a cél, amely magában foglalja, hogyan jöttek létre, ismerteti az fejlődésüket, hierarchiájukat, és elemzi szerepüket és fontosságukat. Az átmeneti tereknek több típusát különböztethetjük meg, ezek közül is a természetes és épített környezet között létrejövő átmeneteket vizsgáltam a tanulmányomban. Külön hangsúlyt fektetek az ember és természet közötti kapcsolatra, valamint a természet és az építészet viszonyára, melyek ismerete ezeknek a tereknek a megértéshez elengedhetetlen.

Kulcsszavak: *átmenet, átmeneti terek, építészet, természet.*

1. Átmeneti terek

Kutatásunk az „Átmeneti terek” címet viseli, mely témakörön belül az ember és környezet viszonyát kívánjuk vizsgálni. Az átmeneti terek működésének megértése érdekében, egy olyan mélyreható kutatást szeretünk volna végezni, amelyből megtudhatjuk, hogyan jöttek létre ezek a terek, továbbá ismerteti az fejlődésüket, hierarchiájukat, és elemzi szerepüket és jelentőségüket. Az emberek nagy része elveszítette a kapcsolatot a természettel, megfeledkezett annak fontosságáról, valamint a ránk gyakorolt pozitív hatásairól. Fentiek miatt lé-

nyeges, hogy foglalkozzunk az átmeneti terekkel és vizsgálatukkal.

Az átmenet - átmeneti állapot az építészetben, kettő vagy több tér közötti összekötő területet jelent. Az építészeti tér hiányos lenne átmeneti terek nélkül. Az átmeneti és forgalmi terek betervezése és jelenléte, folyosók, átriumok és lépcsőházak formájában, elkerülhetetlen a legtöbb épület kialakításában. Ezeknek a tereknek a százalékos aránya azonban az épület funkciójától és típusától függően változhat, továbbá a funkcionalitásuk az épület rendeltetéséből vagy a használó elvárásaiból adódóan eltérő lehet.

Az átmeneti terek lehetőséget biztosítanak számunkra, hogy újra közelebb kerülhessünk ahhoz a természetes világhoz, amelyet magától értetődőnek tartunk. A terek olyan finom összekapcsolásokat hozhatnak létre, amelyek rendkívül jól használhatók, mind esztétikailag, mind funkciójukat tekintve. A helyes építészeti kialakításukkal jól kihasználhatóak és vizsgálatuk, megfigyelésük tapasztalati tőke lehet a későbbi tervezésekre nézve. [1]

„... Amikor a természetet szépnek látjuk, mi is ott vagyunk, tehát a szépség a természet és a mi közös alkotásunk. A szemlélt természetben benne vagyunk mi is, amint-hogy a természet is bennünk van, mint szemlélőkben.” (Tavaszi Sándor)

„Meggyőződésem, hogy nem vagyunk tisztában azzal, milyen meghatározó módon befolyásol bennünket épített környezetünk, amely egyre jobban elválaszt a természettől. Ez a környezet szembe állítja az emberi pszichét természetes igényeivel. Úgy a belső környezettel is, amelyben szellemi és érzelmi életünk kibontakozását a belső terek legtöbbször korlátozzák. Az urbanisztikai tömörülés és az ezekben található belső terek (environment), meghatározzák azt, amit én az ember belső harmóniájának (invironment) nevezek. Ezekben a terekben a harmóniával szemben álló negatív jellegzetességek fejlődnek ki, amelyek aztán meghatározó részeivé válnak a társadalomnak.” – írja Nádasdy Ferenc, akinek állításával teljes mértékben egyetértek.

Az emberek nagy százaléka nem kerül rendszeresen kapcsolatba a természettel. A városi embert egyre kevesebb zöld terület, fák, virágok, parkok veszik körül. A természettől való elidegenülés társadalmunk hatalmas problémája. A természet életünk egyik alappillére, ezért fontos, hogy harmóniában éljük vele. Kutatásom célja, hogy felhívjam a figyelmet az ember és környezete közötti elidegenedésre és rávilágítsak a köztük lévő kiegyensúlyozottság fontosságára, jelen esetben annak hiányára. Ezen

felül építészeti és tájépítészeti eszközökkel olyan megoldást szeretnék találni ennek a problémának a feloldására, mely által mind az egyén, mind a társadalom természet közelebbé, környezettudatosabbá válhat.

Továbbá nagy hatással volt ránk, a nyár folyamán a Space Poetry keretei között tett erdélyi út. Ott tartózkodásunk során meglátogattuk a 2014-ben készült Küklöpsz nevet viselő kilátó-és pihenőhelyet, mely a közösségi építés során jött létre. A kilátó Énlaka fölött, a Firtos vonulatain helyezkedik, ahonnan a falura és az azt körülvevő dombokra, völgyekre és erdőkre láthatunk rá. Ahogy ott ültünk és kémleltük a tájat, éreztük, hogy egyfajta nyugaltság jár át és gondolatainkba tudunk merülni, mindezt teljes harmóniában a természettel. Ez egy olyan lelki nyugalmat jelentett számunkra, amit a városi környezetben nem tudunk megtapasztalni. Az ilyen és ehhez hasonló terek hozzásegítenek bennünket, ahhoz, hogy megtaláljuk a lelki egyensúlyt és közelebb kerüljünk a természethez, azonosuljunk azzal.

Miért is olyan fontos az emberek életében a természet jelenléte? Mára már rengeteg kutatás és tanulmány foglalkozik a természet és ember viszonyával. Erre remek példa Frances “Ming” Kuo, az Illinois Egyetem környezet és viselkedéskutatójának értekezése, mely véleményem szerint egy érdekes megközelítés, válasz az imént feltett kérdésre. Munkatársaival különböző módszerekkel vizsgálja a zöld területek hatását az emberekre. A következőket nyilatkozta tapasztalataik alapján:

“Zöldebb környezetben az emberek nagylelkűebbek és barátságosabbak. Közelebbi szociális köteleket tartanak fenn szomszédjaikkal, erősebb a közösségi érzés, nagyobb a kölcsönös bizalom és a segítőkészség. Kevésbé zöld környezetben magasabb az agresszió, az erőszak, az erőszakos és a vagyon elleni bűncselekmények aránya, még akkor is, ha a jövedelem és egyéb faktorokat is számításba vesszük. Gyakoribb a

magányosság, és többen számolnak be nem megfelelő társadalmi támogatottságról."

Vizsgálataikkal arra a megállapításra jutottak, hogy a zöld környezet nem pusztán szociális és pszichológiai előnyökkel jár ránk nézve, hanem pozitív hatást gyakorol az emberek testi egészségére is. Elősegíti a műtétek utáni felépülést, több testmozgást tesz lehetővé, javítja az immunrendszer ellenálló képességét és helyreállítja a funkcionális egészségi állapotot.

2. Következtetések

A téma tanulmányozása és kutatása során azt az észrevételt tettük, hogy az átmeneti terek elengedhetetlenek a tervezésben és az építészetben. Nem csupán az épületeink, de köztereink és környezetünk is hiányos lenne ezeknek a tereknek a létezése nélkül. Szerencsére az átmeneti terek meglétét szinte mindenhol tapasztalhatjuk, hiszen tudatos tervezés nélkül is létrejöhetnek, csupán a környezeti szituációból adódóan, ezért kimondhatjuk, hogy e terek önfejlesztésre is képesek. Az átmeneti terek különböző tulajdonságainak megértésével elmondható, hogy ez egy rendkívül érdekes területet képez. Hozzájárulnak a tér térbeli minőségéhez, legyen szó bármilyen beállítástól vagy környezetről. Szerepük funkcionális, társadalmi, szimbolikus és vizuális, és a fenntarthatóság szempontjából az épületet is szolgálhatják.

Az is nyilvánvalóvá vált, hogy ezek a terek nagyban befolyásolják az emberi viselkedést, ami pedig hatással van egy város vagy egy épület megtervezésére. Ugyanakkor az emberek is hatással vannak a különböző városi terek tulajdonságaira, a belső terek kialakítására, hiszen ezek a terek tervezése során a használók igényeinek a kielégítése a fő szempont. Tehát megállapíthatjuk, hogy az ember és az őt körülvevő fizikai környezet kölcsönösen alakítják egymást, melynek eredményeképpen létre lehet hozni egy harmonikus környezetet.

Az átmeneti terek a régebbi korokban is megjelentek, az akkori környezethez viszonyulva jöttek létre és elégítették ki az emberek igényeit. Azonban, ahogy az építészet, városépítészet fejlődött, valamint egyre tudatosabb lett és a használók igényei is változtak, ennek hatására az átmeneti terek is változásokon mentek át és közben ezeknek megfelelően fejlődtek.

Ha a hierarchiájukat vizsgáljuk, az első nagy átmenet a természetes és az épített környezet határán jön létre. (Például erdő és város határa). Ahogy haladunk befelé a városba a következő átmenet a köztereken, utcákon és azok metszéspontjainál jön létre. Majd a belső és külső terek közötti átmenet következik, aztán végül eljutunk a belső terek közötti átmenetekhez. A természetes és épített környezet közötti átmenet kisebb léptékben is létrejön, akár egy köztéren, egy külső és belső tér közötti átmenetnél, vagy akár az épületeken belül egy átrium formájában. Ezért három féle csoportba soroltam őket: az első a két hely közötti átmenet (belső-belső tér, külső-külső tér), a második a külső és belső terek közötti átmeneti tér, és a harmadik a természetes és épített környezet között létrejövő átmenetek. A három típus közül a harmadikat fejtettem ki a legjobban, melynek megértéséhez az építészet, természet és építészet kapcsolatának tanulmányozása elengedhetetlen volt számomra.

A természettel való közvetlenkapcsolat fenntartása nagy jelentőséggel bír, hiszen szükségük van a vele való érintkezésre, a közelségére, mivel bizonyítottan pozitív hatása van rájuk, mentálisan és fizikailag is. Éppen ezért építészeti eszközökkel is igyekeznek természet közelebbé tenni mindennapjaikat. Városi szinten ezt a közterek zöld felületeinek növelésével, zöld folyósokkal, valamint a város területén kialakított parkokkal akarják elérni. Magukba az épületekbe is igyekeznek beintegrálni a természetet, belső kertek, zöldesített teraszok és zöldtetők kialakítása által. Ugyan ez vonat-

kozik otthonaik kellemesebb és élhetőbb kialakítására, hiszen gondoljunk bele, mennyivel nyugodtabb körülményt biztosít, egy olyan helyiségben lenni ahol nem a négy falat látjuk, hanem egy belső udvarra vagy a kertre nézhetünk.

Az emberek természetbe való visszavezetésére és természettel való kapcsolatának erősítésére nagy hangsúlyt kell fektetni, hiszen napjainkban a természettől való elszakadás egy társadalmi probléma, melyet orvosolni szükséges. A visszavezetés eléréshez, olyan "kapukat" és átvezető hidakat. tereket hoznak létre a tervezők, melyek felkeltik az emberek figyelmét és ez által használatra bírják őket. Ezek az átmeneti terek azt eredményezik, hogy a használókat bevonzzák és így átvezetik őket a természetbe, ahol az emberek kibontakozhatnak igényeik szerint, legyen szó kalandvágyról vagy a városi zsúfoltságtól, zajtól való eltávolodásról és a nyugalom meg tapasztalásáról.

A természetbe kihelyezett installációk, kisebb épületek alkalmasak használóikat közelebb hozni a természethez, mivel a

tervezők az ilyen tereket a modern tervezési eszközöket, szerkezetek és szemléleteket úgy használják, hogy ezekkel az emberi érzékekre gyakoroljanak hatást. Így olyan épületek jönnek létre, amik a bennük tartózkodónak természetes hatást keltenek, mégis egy mesterséges építményben találja magát az ember. Az ilyen helyek egyfajta harmóniát teremtenek a mesterséges és természetes tér között, egy átmenetet adnak a használó számára, ami elszakítja az általános épített tért élményétől és visszavezeti a természethez. Ezért ezek a terek olyan jótékony hatás gyakorolnak, amivel a fent említett probléma orvosolható.

3. Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Rashmi Singh: *Understanding transition spaces*. 2005
- [2] Shweta Deshmukh: *Transition spaces*. 2009
- [3] Kerékgyártó Béla (2005): *Hely és jelentés- Tanulmányok az építészetről és a városról*. 2005 , Terc Kereskedelmi és Szolg. Kft.
- [4] C.A. Brebbia. R. Pulselli: *Eco-Architecture V.- Harmonisation between Architecture and Nature - Architecture vs. nature* (P. Haupt). 2014.

PNEUMOBIL GÖRDÜLÉSI ELLENÁLLÁSÁNAK MÉRÉSE

MEASURING THE ROLLING RESISTANCE OF PNEUMOBILE

Szeszák Bence Márk¹, Juhász György², Sziki Gusztáv Áron³, Nagyné Kondor Rita⁴,
 Sütő Tamás Sádor⁵, Veszelszki Krisztián József⁶.

¹Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028 Magyarország, Debrecen, Ótmető utca 2-4.; 0036202499574, szeszakbence@gmail.com

²Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028 Magyarország Debrecen, Ótmető utca 2-4., juhasz@eng.unideb.hu

³Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Alaptárgyi Tanszék, 4028 Magyarország Debrecen, Ótmető utca 2-4., szikig@eng.unideb.hu

⁴Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Alaptárgyi Tanszék, 4028 Magyarország Debrecen, Ótmető utca 2-4., rita@eng.unideb.hu

⁵Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028 Magyarország Debrecen, Ótmető utca 2-4., suto.tamas28@gmail.com

⁶Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028 Magyarország Debrecen, Ótmető utca 2-4., vkrisz992@gmail.com

Abstract

In this publication we present a vehicle dynamic model and the motion of equation for pneumobiles. One of the input parameters of the model is the rolling resistance coefficient of the tyres. The present publication describes the experimental set-up and work in the course of which the above coefficient was measured and the effect of tyre pressure on rolling resistance was analyzed. During the measurement, we examined the effect of tyre pressure on rolling resistance, even when the vehicle in unloaded and in loaded state.

Keywords: rolling resistance, pneumobile, alternative powered vehicle, Spider8 measuring system, compressed air.

Összefoglalás

A cikk során bemutatásra kerül a pneumobil differenciál mozgási egyenlete és a jármű dinamikai modellje. A modell egyik bemenő paramétere a gördülési ellenállási együttható. Jelen kiadványban bemutatjuk az összeállított mérőrendszer felépítését, valamint a mérés menetét, melynek segítségével a fenti együttható értékét határoztuk meg az abroncsban lévő nyomás függvényében. A mérés során megvizsgáltuk a gördülési ellenállás értékét a jármű terheletlen és terhelt állapotban is.

Kulcsszavak: gördülési ellenállás, pneumobil, alternatív hajtású jármű, Spider8 mérőrendszer, sűrített levegő.

1. Bevezetés

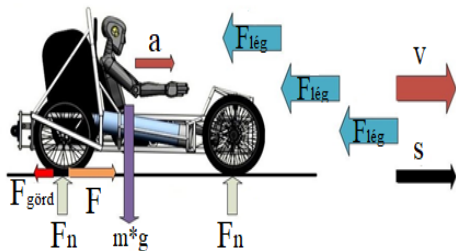
A gördülési ellenállás mérését [1] egy a Debreceni Egyetem Műszaki Karán, a IX. Nemzetközi AVENTICS Pneumobil versenyre, a DE- Főnix Pneumobil csapat által tervezett és épített pneumobilon végeztük el (1.ábra). A mérés célja a gördülési ellenállás együtthatójának meghatározása volt, ugyanis idáig mint konstans érték szerepelt a szimuláció során.



1. ábra. A pneumobil

2. A pneumobil differenciál mozgási egyenlete

Az elmúlt évek során meghatároztuk a jármű motorjának jelleggörbéit és felírásra került a jármű mozgási egyenlete [2], valamint elkészült a pneumobil dinamikai modellje. A 2. ábrán szemléltetjük a jármű mozgása közben ható erőket.



2. ábra. A járműre ható erők

A 2. ábra alapján a pneumobil mozgási egyenlete az alábbi módon írható fel:

$$\sum F = F(v) + F_{görd} + F_{lég} = m \cdot a \quad (1)$$

A fenti egyenletből az $F_{görd}$ a gördülési ellenállás, amit az alábbi összefüggéssel határozhatunk meg:

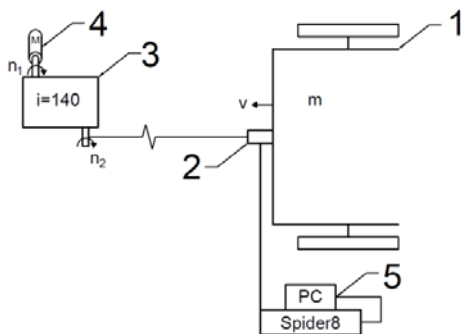
$$F_{görd} = c \cdot m \cdot g \quad (2)$$

ahol:

- $F_{görd}$ a gördülési ellenállás;
- c a gördülési ellenállási együttható;
- m a jármű tömege a terheléssel együtt;
- g a gravitációs állandó.

3. Anyag és eszközrendszer

A mérőrendszer 5 egységből áll össze (3. ábra):



3. ábra. A mérőrendszer sematikus ábrája

Pneumobil (1): A mérést ezen a járművön végeztük el.

Erőmérő cella (2): Az erőmérő cellát mereven a járműhöz rögzítettük, ezzel biztosítva a műszer stabilitását. Az erőmérő másik oldalára egy vontató kötelet rögzítettünk, ezzel biztosítva a mérőcella egytengelyű terhelését, amely a mérési eredmény pontosságához elengedhetetlen.

Csigahajtómű (3): A jármű egyenletes vontatásához elengedhetetlenül szükséges egy csigahajtómű, mely áttételeinek segítsé-

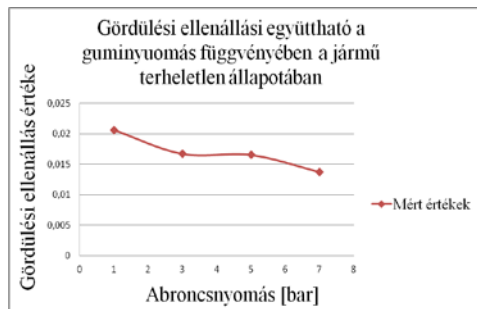
gével biztosítja a megfelelő vontató erőt és sebességet.

Meghajtás (4): A hajtóművet és ez által az egész mérőrendszert egy Metabo SBE570 típusú fúrógéppel hajtjuk meg. A fúrógépet maximális, $n=3000$ [1/min] fordulatszámon üzemeltetjük.

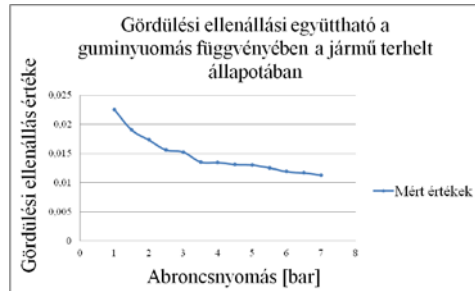
Mérőrendszer (5): A méréshez használt adatgyűjtő egy Spider8 típusú mérőrendszer összeköttetésben van egy számítógéppel. A számítógépen a mérőrendszerhez tartozó szoftver segítségével tudtuk megjeleníteni és kiértékelni a mérési eredményeket.

4. Eredmények

A jármű gördülési ellenállását mértünk olyan módon, hogy az abroncsok nyomását változtattuk Minden nyomásértéken 10 mérést végeztünk. A vizsgálatot terheletlen állapotban [3] négy különböző nyomásértéken mértük. Ezek az 1, 3, 5, és 7 [bar] nyomásértékek voltak. A jármű terhelt állapotú vizsgálata [4] során a méréseket 1 [bar] nyomástól indulva 7 [bar] nyomásig vizsgáltuk 0,5 [bar]-os léptékkel haladva. A mérés során a jármű terhelése 650 [N] volt. Az átlagolásnál figyelembe vett mérési időintervallum: 2-7 [s], mivel ekkor az autó már egyenletes sebességgel haladt. A mért adatokat összesítve átlagot vontunk. Elkészítettük a mérések szórását. Az így kapott eredményeket táblázatba foglaltuk, majd az értékeket grafikonon ábrázoltuk (4., 5. ábra).



4. ábra. A gördülési ellenállás értéke terheletlen állapotban

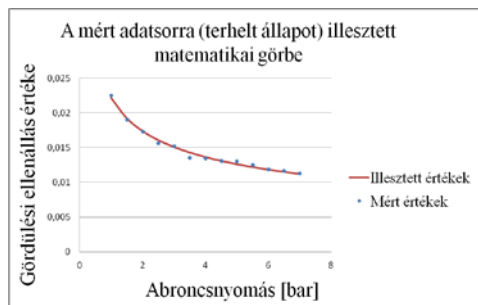


5. ábra. A gördülési ellenállás értéke a jármű terhelt állapotában

5. Összegzés

A kutatás során méréseket végeztünk annak érdekében, hogy megállapítsuk a pneumobil gördülési ellenállásának értékét. 2014-ben a Debreceni Egyetem Műszaki Karának Gépészmérnöki Tanszékén a Tudományos Diákköri Konferenciájára elkészült egy dolgozat, melyben bemutatásra került a pneumobil differenciál mozgásegyenlete. Az egyenletben a menetellenállások közül néhány, többek között a gördülési ellenállás is, mint konstans tag szerepelt az egyenletben. A mérés célja az érték pontos meghatározása volt a guminyomás függvényében. Erre azért volt szükség, hogy a mozgásegyenletet tovább pontosítva tudjuk szimulálni a jármű menetdinamikai tulajdonságait, így az autó további optimalizálását tudjuk végrehajtani. Bemutatásra került a jármű differenciál mozgásegyenlete, valamint a gördülési ellenállás számításának módja. A mérőrendszer ismertetése után a mérés bemutatása következett. Annak technikai megoldásai, kivitelezése. A mérések segítségével sikerült meghatározni az együttható értékét, és így a továbbiakban már a mért eredményeket felhasználva tudjuk a szimulációt még pontosabbá tenni. A kapott adatokból arra tudunk következtetni, hogy a gördülési ellenállásban nagy szerepet játszik a jármű tömege és az abroncsokban lévő nyomás is. Kutatásunk továbbá azt is igazolta, hogy a jármű súllyal való terhelése

hatással van a gördülési ellenállás változására. A terhelt állapotban mért értékek átlagának görbéjét matematikai úton sikerült pontosítani [5], és egy közelítő függvényt írni rá (6. ábra).



6. ábra. A terhelt állapotban mért értékekre illesztett matematikai görbe

Ezen függvényt felhasználva, a jármű dinamikai szimulációja során a gördülési ellenállási együtthatót tudjuk megállapítani az abroncsokban lévő adott nyomáson, és a szimuláció során felhasználni azt. A mérés során azt a következtetést tudtuk levonni, hogy jelenős az eltérés az 1 és a 7 baros nyomásértékek között. A még pontosabb

eredmény végett a méréseket 0,5 baros guminyomás változtatásával végeztük. A mérési eredményekből az tűnik ki, hogy bár nem olyan drasztikus a kis léptékek közötti eltérés, mint aközött a két határérték között amit a mérés során választottunk, azonban az mégis nyomon követhető.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Szeszák, B. M.: *Pneumobil gördülési ellenállásának mérése*, Szakdolgozat, Debrecen, 2017.
- [2] Juhász, B.: Számítógépes program a pneumobil menetdinamikai paramétereinek számításához, TDK, Debrecen, 2014.
- [3] Veszelszki, K., Szeszák, B. M.: *Pneumobil gördülési ellenállásának vizsgálata*, TDK, Debrecen, 2016.
- [4] Szeszák, B. M., Sütő, T. S.: *Pneumobil gördülési ellenállásának vizsgálata terhelt állapotban*, TDK, Debrecen, 2017.
- [5] Szíki, G. Á., Juhász, Gy., Nagyné Kondor, R., Szeszák, B. M., Sütő, S. T.: *Analysis of the rolling resistance of pneumobiles for vehicle dynamic modelling purpose*, Debrecen, 2018.

OKOS VÁROS

SMART CITY

Szögi Gábor

Óbudai Egyetem Robottechnikai Szakkollégium, Cím: 1034, Magyarország, Budapest, Bécsi út 96/B; Telefon / Fax: +36-1-6665700, gabor.szogi@gmail.com

Abstract

The purpose of my research is to provide insight into the current state of smart cities. According to the everyday language, settlements use digital solutions for smart cities, which make life easier for people, who living there. The article demonstrates the impact on smart cities and how complex this concept is in practice. A smart city is constantly exploring and analyzing the effects of the developments and innovations introduced.

Keywords: smart, IoT, surveillance, innovation.

Összefoglalás

A kutatásom célja, hogy betekintést nyújtsak az okos városok jelenlegi állásába. A köznyelv szerint az okosvárosok tekintetében a települések digitális megoldásokat alkalmaznak, amelyekkel az ott élő emberek mindennapjai élhetőbbé válnak. A cikkben bemutatásra kerül, hogy a dolgok internete milyen hatással van az okos városokra és mennyire összetett ez a fogalom a gyakorlatban. Egy okos város folyamatosan vizsgálja és elemzi a bevezetett fejlesztések és innovációk hatásait.

Kulcsszavak: okos, IoT, felügyelet, innováció.

1. Bevezetés

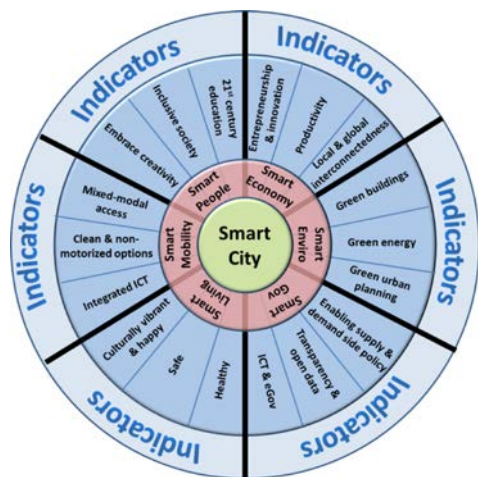
Az okosváros az angol smart city tükörfordítása, amely azonban nem pontos megfelelője az angol smart szónak, ezért az angol kifejezésnek más az íze. Az okosváros elsősorban egy rendszertervnek tekinthető, amely magában foglalja az infrastruktúrális beruházásokat, másodsorban egy innovációs projekt. Egy település sajnos nem válik egyik pillanatról a másikra okossá, melyhez együttműködésekre és jól szervezett szolgáltatásokra van szükség. Ha ez nem valósul meg, akkor a fejlesztések nem érik el az alapvető céljukat, hogy az ott élő lakosság életét élhetőbbé és jobbá tegyék.

Az International Telecommunication Union tanulmánya szerint „A fenntartatható okos város egy olyan innovatív város, ami az infokommunikációs technológiákkal és más ehhez szükséges eszközökkel javítja a városlakók életminőségét, a város működésének és szolgáltatásainak hatékonyságát. Mindezzel megteremti a települések versenyképességét. Azáltal, hogy biztosítja a jelen és jövő generációi számára a városi élet gazdasági, szociális és környezeti szempontú szükségleteit.”[1]

2. Az okos város alappillérei

Boyd Cohen szerint az okosvárosoknak 6 alappillért különböztethetjük meg. Az alábbi általános szempontokon túl az adott

város speciális fejlesztési céljához kapcsolódó egyedi indikátorok meghatározása is szükségessé válhat a fejlesztési stratégia kialakításakor, illetve az eredményesség monitorozásakor. [2,3,4]



1. ábra. okosváros alappillérei [5]

2.1. Okos gazdaság

Az okos gazdaság a vállalkozásokat és az innovációs ökoszisztémákat támogató szolgáltatásokat, valamint a produktivitást segítő képzéseket, a vállalkozó kedvet és az inkubációs környezetet, a vállalkozások helyi és globális piaci integrációját segítő eszközöket, az információs és kommunikációs technológia platformokat, nyílt adatokat jelenti.

2.2. Okos közlekedés

Az okos közlekedés esetében a mobilitás növekedése arányos a közlekedés technológiai fejlettségével. A hagyományos közlekedési rendszerek továbbfejlesztésével létrehozhatók az intelligens közlekedési rendszerek, amelyet idegen szóval ITS rendszernek (Intelligent Transportation System) nevezünk. Ez alatt érthetjük még a szolgáltatásközpontú közlekedésfejlesztést, valamint a multimodális elérés biztosítását,

azaz az egyes közlekedési ágak közötti rendszer szintű kapcsolatok kiépítését.

2.3. Okos környezet

Az okos környezet magában foglalja az okos épületeket és ez alatt értjük a fenntartható környezeti erőforrás gazdálkodást a klímabarát várost is, ahol fontos az épített környezet energiahatékony kialakítása.

2.4. Okos életkörülmények

Az okos életkörülmények alatt a társadalom tagjai jólétét, biztonságát és egészségi állapotát értjük, ahol fontos az élhető város és a személyes biztonság és az egészségügyi kondíciókat javító intézkedések.

2.5. Okos emberek

Az okos emberek, mint alappillér a tudatosságot, a humán tőkét és a szociális tőkét jelenti, ahol fontos a befogadás és az integráció, valamint az iskolázottság és képzettség és kreativitás.

2.6. Okos kormányzás

Az okos kormányzás a nyílt, átlátható és részvételen alapuló döntési folyamatokat jelenti. Ez alatt érthetjük még az információs és kommunikációs technológia alapú támogatását, a személyre szabott városi és közszolgáltatásokat, az adatkezeléssel kapcsolatos intézkedéseket és a fejlesztő szemléletű, innovatív kormányzást.

3. Technikai adottságok és kihívások

Az okos városok technológiai és szolgáltatási ökoszisztéma komplexitása holisztikus megközelítési módot igényel. Az információ és kommunikáció technológia trendeket figyelembe véve, számos dilemma merül fel, amelyek megnehezítik az okos város rendszertervek kialakítását. [6]

3.1. Hálózat és kommunikáció

Kritikus pont, hogy számos technológiai trend kapcsolódik az okos városok alapjául szolgáló kommunikációs infrastruktúrához, amely lehetővé teszi, hogy az emberek és az eszközök csatlakozni tudjanak egymáshoz és adatokat lehessen gyűjteni a monitorozáshoz a későbbi szolgáltatások fejlesztéséhez. A változatos igényeknek megfelelően egy okos városban az adatátvitel különböző vezeték nélküli technológiák alkalmazásával lehetséges, mint például a bluetooth, Zigbee. és WIFI.

3.2. Alacsony energiájú WAN technológia

Illeszkedve a technológiai adottságokhoz a személyes-és helyi hálózati technológiák tekintetében, a már meglévő 3/4G hálózatok és a jövőbeli 5G technológia alkalmazása az okos városokban. Ezek a technológiák a nem liszenszelt spektrumot használják és az alacsony energiafogyasztásra - és költségekre fókuszálnak.

3.2.1. IPv6

„Az Internet Protocol version 6 (IPv6) az internetprotokoll (IP) új verziója, melyet az Internet Protocol version 4 (IPv4) leváltására terveztek.

Az IETF (Internet Engineering Task Force) által kezdeményezett kutatások lényege az új protokoll kifejlesztésére a 4-es verziójú (IPv4) címek előrelátható kimerülése volt. Ahogy az internetezők és az általuk használt eszközök száma egyre bővül, a kiadható IP-címek száma egyre csökkenő tendenciát mutat.” [7]

Az IPv6 mellett, hogy a jelenlegi dinamikus IP-cím kiosztás helyett minden végfelhasználó kaphat egy fix IP-címet, a biztonság terén is hoz újításokat a jelenleg használt IPv4-hez képest. A 128 bites címtartomány több ezer milliárd eszköz számára biztosíthat IP-címet, így gyakorlatilag kimeríthetetlen a kapacitása. Lefordítva ezt a háztartásokra, az otthonokban minden

internetképes eszköz önálló IP-címet kaphat, így azok zavar nélkül kommunikálhatnak egymással, amely alapfeltétele egy okos város rendszertervnek.

3.2.2. 3/4G evolúció

Manapság számos fontos kezdeményezés összpontosít a már meglévő 3/4G technológiák alkalmazására az okos városok kialakításában, bár jelentős az aktivitás az 5G hálózat szabványosításában és bevezetésében, amely telepítésének befejezését 2020-ig tervezik.

3.2.3. 5G hálózat

A tervezett 5G hálózat nagyobb sávszélességgel működne, mint a jelenlegi 4G, ezzel nagyobb lefedettséget biztosítana a széles sávú mobilhálózatoknak, valamint támogatja az eszközök közötti kiterjedt gépi kommunikációt is. Az 5G kutatás és fejlesztés egyik célja, hogy csökkentse a hálózati késleltetést és az energiafelhasználást, amely megteremti a tárgyak közötti internet fejlődését, ami alapfeltétele az okos város koncepciónak. [8]

3.3. Kiberfizikai rendszerek és az IoT

A kiberfizikai rendszer (CPS) a kapcsolatot jelenti a virtuális tér és a fizikai rendszerek között, valamint a dolgok internete (IoT) általános meghatározása, hogy minden eszköz hálózatban van egymással, amelyek szükségesek az okos városok kialakításában. A jelenlegi városok infrastruktúráját is monitorozzák évek óta, mint például az elektromos hálózat és közlekedési forgalom, de az IoT ezt jelentős mértékben optimalizálhatja. Erre egy jó példa az elektromos hálózatok esetén, amikor nagyobb mértékű a villamos energia termelés, mint a fogyasztás, akkor a háztartásokban vezérelten bekapcsolhatók a fogyasztók, amellyel így egyensúlyban hozható a villamos energia termelés egyenlege.

4. Következtetések

A kutatás eredményeként megállapítható, hogy az okos város koncepció egy hatalmas projekt, rengeteg közreműködő fejlesztő együttműködésével. A fejlett világban egy szemléletváltás tapasztalható a városfejlesztések tekintetében. A világ városait nézve sok pozitív folyamat, fejlesztés indult el, mint például az energetikai, vagy közlekedés infrastruktúra korszerűsítés de még messze állnak az ideálisnak tekinthető állapottól. A szolgáltatások összekötésével és monitorozásával hatalmas adatbázisok keletkeznek, amelynek kiértékelésével és felhasználásával a későbbiekben egy külön kutatást szeretnék végezni.

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] ITU, *Smart sustainable cities: An analysis of definitions*, 13.,
https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ssc/Documents/Approved_Deliverables/TR-Definitions.docx
- [2] B. Cohen, *The Smartest Cities In The World* 2015:
<https://www.fastcompany.com/3038818/the-smartest-cities-in-the-world-2015-methodology>
- [3] <http://lechnerkozpont.hu/doc/okos-varos/smart-city-tudasplatform-metodikai-javaslat.pdf>
- [4] <http://okosvaros.lechnerkozpont.hu/hu/>
- [5] https://media.licdn.com/mpr/mpr/AAEAAQA_AAAAAAAAAILAAAAJDEzZWRkNzY5LWV_kNDQtNGFjYy04MGRmLTA2ZTcyMzlkMjliOA.png
- [6] Rodger Lea, *Smart Cities: An Overview of the Technology Trends Driving Smart Cities*, IEEE 2017.march
- [7] <https://www.internetsociety.org/issues/ipv6/>
- [8] Osseiran, A.: *Scenarios for 5G mobile and wireless communications: the vision of the METIS project*. IEEE Communications Magazine 52 (5), (2014. május 1.) 26–35. DOI:10.1109/MCOM.2014.6815890. ISSN 0163-6804.

FUZZY LOGIKA ALAPÚ KERETRENDSZER PARAMÉTEREINEK MEGHATÁROZÁSA

PARAMETER DETERMINATION OF A FUZZY LOGIC- BASED FRAMEWORK

Tóthné Laufer Edit

*Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,
 Mechatronikai és Járműtechnikai Intézet, 1081, Hungary, Budapest, Népszínház u.
 8; Telefon / Fax: +36-1-666-5377, laufer.edit@bgk.uni-obuda.hu*

Abstract

During patient monitoring, personalization is extremely important in order to achieve realistic results when determining the risk level based on the measurement of physiological characteristics. This requirement can be met by a system where neither the inputs, nor their number are fixed but can be defined in a personalized way. In this article, that kind of flexible framework system is presented, with particular reference to its input factors and their measurement possibilities.

Keywords: *fuzzy inference system, patient monitoring, personalization.*

Összefoglalás

Páciens monitorozás során a személyre szabhatóság rendkívül fontos annak érdekében, hogy valóban reális eredményt kaphassunk, amikor az élettani jellemzők mérése alapján határozzuk meg a kockázati szintet. Ennek a követelménynek egy olyan rendszer képes megfelelni, ahol a bemenetek, és azok száma sem rögzített, hanem a konkrét személyre specifikusan határozható meg. Ebben a cikkben egy ilyen rugalmasan kezelhető keretrendszert mutatok be, különös tekintettel a bemeneti tényezők meghatározására és azok mérési lehetőségeire.

Kulcsszavak: *fuzzy következtetési rendszer, páciensmonitorozás, személyre szabhatóság.*

1. Bevezetés

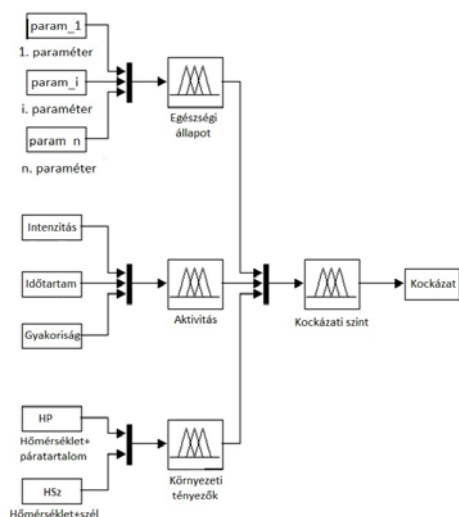
Napjainkban, elsősorban az öregedő népesség problémájának köszönhetően, egyre nagyobb igény van a páciensmonitorozó rendszerekre. Rengeteg idős, krónikus betegségekkel küszködő ember tölti napjait egyedül, felügyelet nélkül, akiknél egy megfelelően kialakított rendszer akár életet is menthet. A technológiai fejlődés következtében ennek eszközháttérre is biztosított. A sajnálatos sportolói tragédiák szintén rávilágítottak arra, hogy bár a sport számos kedvező

hatást gyakorol a szervezetre, bizonyos esetekben káros hatásai is lehetnek. Számos, különböző elven működő mérőeszköz áll rendelkezésre, melyek segítik egy ilyen kockázat értékelő rendszer működését, akár a bemenetek rugalmas kezelhetőségét is biztosítva. A rugalmasság ebben az esetben azt jelenti, hogy maguk a bemenetek, illetve azok száma se legyen általánosan rögzített, hiszen a személyes jellemzőktől és a választott mozgásformától is nagyban függ, hogy milyen tényezők mérése szükséges. A kiértékelés során a bemenetek jellegéből adódóan a látgy

számítási módszerek alkalmazása indokolt, mivel az élettani jellemzők esetén nem adható meg éles értékhatár [1]. Ebben a cikkben egy ilyen fuzzy logika alapú kockázatértékelő keretrendszert mutatok be a bemenetek és a mérőeszközök kiválasztására helyezve a hangsúlyt.

2. A keretrendszer

Az általam alkalmazott keretrendszer moduláris felépítése az **1. ábrán** látható. Minden egyes alrendszer egy-egy fuzzy következtetési rendszernek tekinthető, amelyek külön-külön módosíthatók, bővíthetők. A tanulmány szempontjából az első alrendszer a legfontosabb, amely az élettani jellemzők mért értékeinek kiértékelését végzi. Itt a bemenetek, illetve azok száma személyre szabottan változtathatók az illető kórelőzményeitől, az orvosi ajánlásoktól és a választott mozgásformától függően [2].



1. ábra. A rendszer felépítése

Az „Aktivitás” alrendszer a mozgás jellemzőit értékeli ki, figyelembe véve annak intenzitását, időtartamát és gyakoriságát. A „Környezeti tényezők”

csoportja pedig a kültéri tevékenység esetén fontos, hiszen a hőérzetet a szél, és a levegő páratartalma is befolyásolja, így a hőmérsékletnek ezekkel kombinált hatása vehető figyelembe.

Minden egyes alrendszerben Mamdani típusú következtetési rendszer végzi a kiértékelést, melyben *HA feltétel AKKOR következmény* alakú természetes nyelvi szabályokat alkalmazunk.

3. A bemenetek meghatározása

A bemenetek meghatározása során, ahogy korábban is említettem, a személyes jellemzőket vesszük figyelembe. Ennek elősegítése érdekében egy személyes profilban tároljuk a páciens adatait, beleértve az egyes mozgásformák alatt monitorozandó paramétereket is. A bemenetek ugyanazon sporttevékenység során különböző páciensek esetén eltérőek lehetnek, illetve ugyanazon páciens esetén a különböző mozgásformák más tényezők figyelemmel kísérését indokolhatják, ahogy ezt az 1. táblázat is illusztrálja.

1. táblázat. Lehetséges bemeneti kombinációk 28 éves férfi páciens esetén (HR-szívfrekvencia, RR-légzésszám, SBP-szisztolés vérnyomás, DBP-diasztolés vérnyomás)

Sporttevékenység	Bemenetek
Futás	HR, RR
Kerékpározás	HR, SBP, DBP

A bemenetek, vagyis a mérendő fiziológiai jellemzők meghatározása a személyes profilban rögzített adatok, kórelőzmények és orvosi ajánlások figyelembe vételével történik, illetve a rendelkezésre álló eszközök is befolyásolhatják azt. A legalapvetőbb, ennek következtében a leggyakrabban alkalmazott bemenet a pulzusszám, emellett a vérnyomás és a légzésszám is nagy jelentőséggel bíró tényezők. Fontos figyelembe venni azt is, hogy a kiértékelés valós időben történik,

ezért mérlegelni kell, hogy plusz bemeneti tényezők mérése ad-e annyi plusz információt, amiért cserébe a kiértékelés lassabb lehet és a páciensnek is több korlátozást jelenthet az eszközök viselése.

4. Mérőeszközök kiválasztása

A mérőeszközök kiválasztásánál fontos szempont, hogy minél inkább természetes környezetet biztosítson, ne akadályozza a felhasználót a tevékenység végzése közben, ezért mindenképpen vezeték nélküli technológia alkalmazására van szükség, illetve fontos az is, hogy ne igényeljen invazív beavatkozást. A természetes környezet nem csak a kényelem szempontjából fontos, hanem bizonyos esetekben akár a mérési eredményre is hatással lehet, ha a páciens számára az eszközhasználat stresszel jár, ami egy hamis, magasabb mért értéket eredményez, értékelhetetlenné téve a kiértékelést. Ebben a cikkben a pulzusszám és a vérnyomás méréseire alkalmas eszközök választási szempontjait tekintem át.

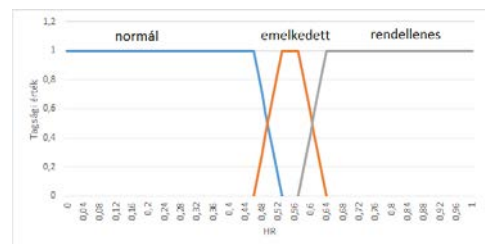
A pulzusszám mérése különböző elveken történhet. A legegyszerűbb, ugyanakkor a legkevésbé megbízható értéket a csuklón mért pulzus adja, ami az erek lüktetését, mint mechanikus ingert érzékeli. Ennél korszerűbb megoldás az optikai pulzusmérés, amikor egy karpántot kell viselni, ami a bőr átvilágításával a hajszálerek tágulásából egy algoritmus segítségével számítja ki a pulzusszámot. Abban az esetben azonban, ha gyors pulzusváltozások várhatóak, nem alkalmazható ez a módszer, mert nehezen és lassan tudja követni a változást, ezért kockázat értékelés során, amikor a hirtelen változások kiszűrése is fontos, nem alkalmazható biztonságosan. Ilyen eszköz a Polar cég OH1 optikai pulzusérzékelője.

A leginkább megbízható módszer, amikor egy mellkasi jeladóban lévő elektródák érzékelik a szívizom

összehúzódásakor keletkező elektromos impulzust és ezt továbbítják a program számára, így EKG pontosságú értéket szolgáltatva [3]. Számos pulzusmérő van, ami ezt a technológiát használja többek között a Polar, a TomTom Runner, és a Brighton Rider. A kutatáshoz ezek közül a Polar V800-at választottam, amely vízállóságának köszönhetően akár úszás közben is használható. Az adatátvitel Bluetooth kapcsolaton keresztül történik a számítógép, illetve a mobiltelefon felé. Az automatikus vérnyomásmérők a karra helyezett mandzsetta felfújása után a leeresztés közben a brachiális artériára gyakorolt nyomást érzékelik szenzorai segítségével, majd a szisztolés és diasztolés értékeket matematikai algoritmussal számítja ki a mérés során kapott oszcillometrikus hullámformából. Ez az algoritmus a gyártó cégtől függően változhat és ez határozza meg az eszköz pontosságát [4]. Mobiltelefonhoz is csatlakoztatható például a felkaros mérést biztosító Omron M7, illetve az iHealth BP7 csuklós vérnyomásmérő.

5. A kiértékelés folyamata

A kiértékelés során először a mért bemeneti értékeket fuzzifikálni kell, vagyis meg kell adnunk az egyes halmazokhoz tartozás mértékét minden egyes bemenetre, ami a vizsgált alrendszerhez tartozik. A pulzusszám esetén a tagsági függvények egy 37 éves hölgy páciens esetén a **2. ábrán** láthatók, melyek (1) segítségével definiálhatók.



2. ábra. Bemeneti tagsági függvények

$$A_i(x) = \begin{cases} 0 & x \leq a_i \\ \frac{x-a_i}{b_i-a_i} & a_i \leq x \leq b_i \\ 1 & b_i \leq x \leq c_i \\ \frac{d_i-x}{d_i-c_i} & c_i \leq x \leq d_i \\ 0 & d_i \leq x \end{cases} \quad (1)$$

ahol a_i , b_i , c_i , d_i a tagsági függvény paraméterek, ezeket megváltoztatva a függvények a felhasználó adottságainak megfelelően a kívánt irányba tolhatók. A mérési bizonytalanságok, pontatlanságok kezelése is itt történik a paraméterek meghatározása által, mivel a függvény meredeksége, tartója és magja, ezek segítségével szabályozható.

Ezután a tüzelési szint meghatározása történik, melynek során a fuzzifikált értékeket összesítjük, általában valamilyen konjunkciós operátort alkalmazva. Esetünkben ez a szorzat operátor (2).

$$w_i = \prod_{j=1}^m \mu_j(x) \quad (2)$$

ahol m az alrendszer bemeneteinek száma, hiszen az egyes bemenetekhez tartozó fuzzy halmazainak kombinációjából állíthatók elő a szabálypremisszák.

A kapott értékeket alkalmazzuk a Mamdani-implikáció során, annak érdekében, hogy meghatározzuk, az adott szabály milyen mértékben vesz rész a végső következtetésben. A tüzelési szintre és az adott szabályhoz tartozó konzekvens halmazra alkalmazzuk a következő összefüggést:

$$y_{Y_i} = w_i \mu_{Y_i} \quad (3)$$

Következő lépésként a kapott halmazokat szabályonként defuzzifikáljuk (4), majd ezeket a diszkrét értékeket aggregáljuk (5) így előállítva az összesített kockázati szintet az adott alrendszer esetén.

$$f_i = \frac{\int \mu_{D_i}(y) y dy}{\int \mu_{D_i}(y) dy} \quad (4)$$

$$O = \frac{\sum_{i=1}^n w_i f_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (5)$$

6. Következtetések

Páciensmonitorozó rendszerek esetén alapkövetelmény a személyre szabhatóság. Megbízható eredményt csak abban az esetben kaphatunk, ha figyelembe vesszük a páciens adottságait, körelőzményét, orvosi ajánlásait. A bemenetek megválasztását éppen ezért rugalmasan kell kezelni. A szerző egy olyan keretrendszert fejlesztett, amely képes különböző számú és jellegű bemenet kezelésére a kiértékelés során és a választott eszközöknek köszönhetően mobiltelefonon és számítógépen egyaránt történhet a kiértékelés.

Köszönetnyilvánítás

Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-4-I. kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Sieira, M. C, et al: *Blood pressure response to exercise testing*. Apunts Med Esport, Elsevier, 2010, 191–200 .
- [2] Tóth-Laufer, E: *A Flexible Fuzzy Logic-based Risk Assessment Framework*. Óbuda University E-Bulletin, 6(1), 2016, 3–8.
- [3] Dömötör, E: *Pulzuskontroll, testsúlykontroll*. Carita Bt, 2005, ISBN: 963-86741-0-5.
- [4] Barbé, K, et al, D: *Analyzing the Windkessel Model as a Potential Candidate for Correcting Oscillometric Blood-Pressure Measurement*. IEEE TIM, Vol. 61, No. 2, 2012, 411–418

NAPELEMES HATÓTÁV NÖVELŐ KIEGÉSZÍTŐ RENDSZER FEJLESZTÉSE

RANGE EXTENSION WITH SOLAR PANEL

Tóth Tibor

*Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 1081,
 Magyarország, Budapest, Népszínház utca 8.; tothtibi100@gmail.com*

Abstract

During my research, I found a solution to the problem that could help the spread of electric vehicles, promote their development, and promote renewable energy sources. The purpose of my research is to eliminate the disadvantages of electric vehicles, such as self-discharge, stationary charging and low range. I was thinking mainly of a solar-powered solution, because the small solar cells that are used in the Nissan Leaf type electric vehicle were solved to solve similar problems, but they bring very little or no positive returns to the car. With this upgrading, I've been designed such a larger and more useful solar powered auxiliary system for the electric car.

Keywords: solar panel, range extension, electric car.

Összefoglalás

Kutatásom során, olyan problémára kerestem a megoldást, amely segítséget nyújthat az elektromos járművek elterjedésének, elősegítheti azok fejlesztését, továbbá a megújuló energiaforrásokat is előtérbe helyezheti. Kutatásom célja, továbbá az elektromos járművek hátrányait próbálja kiküszöbölni, mint például az önkisülés, helyhez kötött töltés, illetve a kis hatótáv. Főként napelemes megoldáson gondolkodtam, mivel a hasonló problémák megoldására, a már forgalmazott Nissan Leaf típusú elektromos járművön alkalmazott kis napelemes cellák kínáltak megoldást, azonban ezek nagyon csekély vagy semmilyen pozitív hozamot nem hoztak az autó számára. Ennek a továbbfejlesztésén felbuzdulva terveztem meg, a nagyobb és hasznosabb napelemes hatótáv növelő kiegészítő rendszert.

Kulcsszavak: napelem, hatótáv növelés, elektromos autó.

1. Kutatás eszközei és módszertana

Az elektromos járművek energiaigénye igen magas, ezért az alternatív töltési rendszer kiépítéséhez a széleskörűen használható napenergiát vettem számításba, mivel Magyarországon, nagyjából 1kW/nm² a felhasználható energia besugárzás, ezért a napelemes témában szereztem először ismereteket, majd az elektromos járművek felépítését és működését vizsgáltam. A kutatás alapja az energiahozamra alapult, amit egy nemrégiben, a családi házunkra telepített

napelemes rendszer modellezett. Mivel ez az otthoni rendszer 4 kW- teljesítményű, és 14 Napelem panelt tartalmaz, a modellezett jármű tetejére pedig 1 napelem panel fér, ezért az 1 panelre megfeleltetett teljesítményt vettem alapul, és ezeket figyelembe véve, végeztem és hasonlítottam össze a Budapesti körülményeket, a modellezett Nissan Leaf 30 kWh típusú elektromos járművön. A kapott eredményt összehasonlítottam a napelemes rendszerek telepítésénél használt energiahozam adatbázisával. Ennek eredménye lett egy elméletben működő,

illetve gyakorlati mérések alapján is létesíthető, univerzálisan illeszthető töltőrendszer, az elektromos járművekhez, ami nem csak parkoláskor, de menet közben is tölti az elektromos hajtással rendelkező járművet. A modellezéshez egy komplett, a Nissan Leaf 30 kWh modellhez illeszthető rendszert terveztem, ami a mérések és a számítások alapján, átlagban 5,7 kilométert képes hozzáadni, a napi hatótávhoz. A tervezés során az LG neon2- 375 W-os napelemet, illetve a hozzá kompatibilis IQ6 plusz inverter, és BSR konvertert választottam. Ennek a 3 fő komponensnek a paraméterei határozták meg a rendszer hozamát.

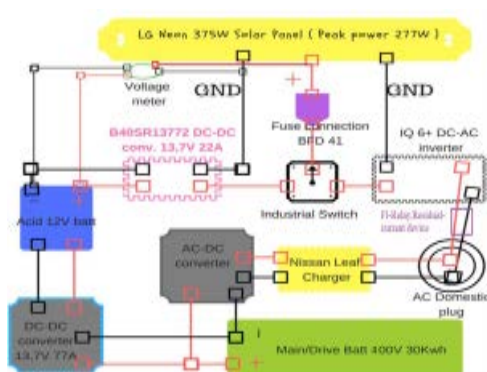
A kutatás sikerességét, és bizonyítását elősegítette a nemrégiben piacra hozott, hasonló megoldással megoldott Toyota Prius Plug in hibrid modelljében alkalmazott rendszer.

2. Kutatás során felmerült problémák, ezek megoldása

A kutatás során megoldást kellett találnom a rendszer illesztésére, ezért olyan rendszert fejlesztettem, ami 3 fő komponensből áll, és garanciavesztés nélkül illeszthető az elektromos járműhöz a meglévő csatlakozási pontok felhasználásával. Meg kellett oldanom a biztonsági kivitelezést, amelyhez megfelelő érintésvédelmi és minőségi alkatrészeket használtam, illetve a könnyű szerelhetőséget, ami az univerzális használatot segítette, továbbá olyan beszállítókat keresni, amelyek megbízhatók, és jó ár-értékarányú terméket kínálnak. Ennek függvényében kijelenthető, hogy körülbelül egy ilyen rendszer, 220 ezer forintból kihozható, és sok azonos méretű elektromos autóhoz illeszthető. Mivel a lítium-ion akkumulátor töltése csak 10%-80% között konstans, ezért a számított értékek ez az intervallum között valós, de mivel a városi elektromos járműveket úgy is ebben a tartományban használjuk, ezért az egész számítás csak a két érték között valós.

Mivel napenergiából nyeri a rendszer a plusz töltést, ezért az árnyékos időszakokra is kellett gondolnom, erre feszültség figyelést alkalmaztam, ez a vezetőknek pontos információval szolgál, hogy a rendszer mikor produktív, és hogy melyik töltési módszert érdemes alkalmazni (parkolás, vagy menet közbeni töltés).

Meg kellett oldani az érintésvédelmet, illetve az áramütés elkerülését. Ezekre Fi vagy más néven érintésvédelmi relét alkalmaztam, hogy az életveszélyes áramütést elkerüljük. Ezek a relék hamar beavatkoznak, és a rendszerünk épp marad, ami a költséghatékonyság miatt fontos. [1]



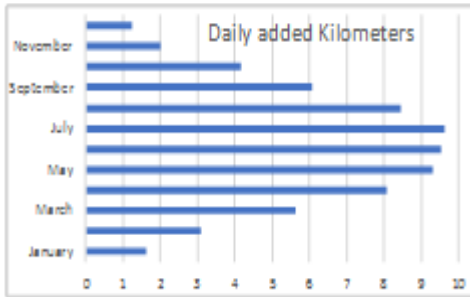
1. ábra. Tervezett rendszer blokkvázlata [1]

3. A kutatás eredményei, különös tekintettel azok gyakorlati és társadalmi alkalmazhatóságára

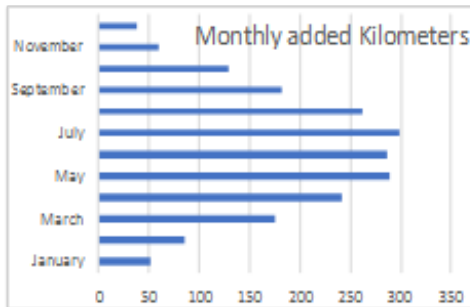
A rendszer 2 féle üzemmóddal rendelkezik: 1-es állásban, ha a kapcsolót elforgatjuk, akkor a menet közbeni töltést aktiváljuk, így a 12V-os rendszereket támogató savas akkumulátort tölthetjük, így spórolva a felhasznált energiával és kímélve a fő 30 kW-os akkumulátort, növelhetjük a hatótávot.

2-es állásban, a fő 30kW-os akkumulátort töltjük, viszont csak parkoló üzemmódban érhető el, amikor az autó áll, és 16V fölé megy a napelem által megtermelt feszültség.

A veszteségeket, illetve a Budapesti körülményeket figyelembe véve, illetve a Nisan Leaf 13 kWh-ás fogyasztásával kalkulálva kimondható, hogy a rendszer az alábbi energiahozamokat produkálja havi bontásban [2]:



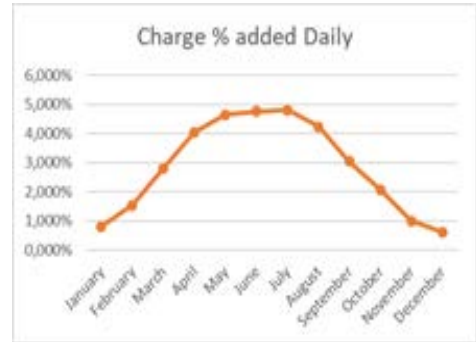
2. ábra. Napi éves kilométer hozzáadása a rendszernek



3. ábra. Havi éves kilométer hozzáadása a rendszernek



4. ábra. Akkumulátor kapacitásának havi százalékos hozzáadása



5. ábra. Akkumulátor kapacitásának napi százalékos hozzáadása

A fenti eredmények születtek a tervezett univerzális napelemes töltőrendszerre, így elmondható, hogy a használt technológiával, körülbelül a fenti adatokkal tudja bővíteni a hatótávot. Az éves megtermelt elektromos áram díja 11 ezer forint. A hasonló megoldással ellátott Toyota Plugin Hibrid modellben alkalmazott Panasonic Napelemes rendszer, egy 180 W-os napelemet használ, ami sokkal kevesebb energiát képes termelni. Az általam tervezett rendszer produktívabb, olcsóbb és szélesebb körben alkalmazható.

4. Továbbfejlesztési lehetőségek, tervek

A fejlesztést a továbbiakban a jobb Inverter, illetve a magasabb hatásfokú napelem panel jelenti, amellyel még nagyobb hozamot lehet elérni, illetve a napelem panelek bővítésével a rendszer produktivitása növelhető. Az üzemmódok közötti kapcsolást egy elektromos komporátor áramkörrel lehetne helyettesíteni, így automatizálva és optimalizálva az automatikus működést. Célszerű lenne tesztelni az adott rendszert a gyakorlatban, de ezt a finanszírozás hiánya miatt nem tudtam megtenni.

A számítógépes szimuláció, mivel napelemlről beszélünk, csak hozzávetőleges eredménnyel szolgálna, ezért mivel az adatbázis elég pontos, könnyen ki tudtam szá-

molni az adott feltételeknek megfelelő hozamot. A költségek optimalizálásához, más beszállítók termékei után is lehet nézni.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Panasonic looking to boost EV range with solar cells on car roofs, Photograph courtesy of Panasonic
<https://www.autovistagroup.com/news-and-insights/panasonic-looking-boost-ev-range-solar-cells-car-roofs> (2017.06.26.)
- [2] Panasonic's Photovoltaic Module HITTM adopted for Toyota Motor's New Prius PHV Press Release, Panasonic Corporation
<http://news.panasonic.com/global/press/data/2017/02/en170228-3/en170228-3.html> (2017.02.28.)
- [3] Katona M.: Toyota Prius 1.8 Plug-in Hybrid Executive teszt,
<https://www.autonavigator.hu/cikkek/nincs-mellebeszeles-08-1100-km-a-tesztfogyasztas/> (2017.09.18.)
- [4] BU-409: Charging Lithium-ion Isidor Buchmann, Battery University
http://batteryuniversity.com/learn/article/charging_lithium_ion_batteries (2017.05.09.)
- [5] J. Huetter: New wrinkle for roof repairs: Panasonic photovoltaic roof for plug-in Toyota Prius
<http://www.repairerdrivennews.com/2017/03/28/panasonic-photovoltaic-roof/> (2017.03.28.)
- [6] Véghely T.: Napelemes rendszerek villamos berendezései, Cser Kiadó, 2014

ELEKTROMOS GÉPJÁRMŰVEK SENZORHÁLÓZATÁNAK FELTÉRKÉPEZÉSE ÉS BIZTONSÁGI ELEMZÉSE

MAPPING AND SECURITY ANALYSIS OF SENSOR NETWORK FOR ELECTRIC VEHICLES

Tuloki Szilárd¹, Nagy István²

¹Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, H-1034 Budapest, Bécsi út 96/B; Tel.: +36-1-666-5300, tuszilard@gmail.com

²Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, H-1081 Budapest, Népszínház u. 8.; Tel.: +36-1-666-5366 nagy.istvan@bvk.uni-obuda.hu

Abstract

Today's vehicles are becoming more and more complex, becoming more and more complicated in order to meet the ever increasing safety and comfort requirements. Most people usually do not consider the car sitting in their driveway to be on the leading edge of new technology. However, for most people, the personal automobile has now become their initial exposure to new intelligent computational technologies such as fuzzy logic, neural networks, adaptive computing, voice recognition and others. This paper tries to explore the sensory-network of the electric vehicles and analyse it from a security, reliability perspective.

Keywords: sensory network, reliability, on-board control system.

Összefoglalás

Napjaink járművei egyre összetettebbé, egyre bonyolultabbá válnak annak érdekében, hogy kielégítsék az egyre növekvő biztonsági és kényelmi követelményeket. A legtöbb ember észre sem veszi, hogy a bejárat előtt álló kocsija az új technológia élvonalába tartozik. Továbbá a legtöbb ember számára a személygépkocsi az első eszköz, ahol új intelligens számítástechnikai technológiával, mint az adaptív irányítás, hangfelismerés stb., találkozunk. Ennek érdekében, már a hétköznapi életben fellelhető személygépkocsik is nagymértékben tartalmaz intelligens szenzorokat, melyek valamilyen hálózatban kapcsolódnak egymáshoz, illetve a fedélzeti processzorhoz. Ez a dolgozat ezt a szenzorrendszer-hálózatot próbálja feltérképezni, majd biztonság szempontból elemezni.

Kulcsszavak: szenzorhálózat, megbízhatóság, fedélzeti irányító-rendszer.

1. Bevezetés

Az elektromos autók érzékelő rendszere *belső érzékelőkre* (pl. inkrementális kódolók, kerékegyeneség-érzékelők) és *külső érzékelőkre* (pl. kamerarendszer, GPS) osztható. Jelen cikkben a szenzorhálózatok redundanciájának kiaknázására összpontosítunk a térbeli interpoláció összefüggésében. A hálózat elosztott mintavételi rendszerként

működik, ahol az érzékelők rendszeres időközönként megvizsgálják a kívánt fizikai jelenségeket, pl. hőmérséklet, sebesség. Az autók számára a folyamatos biztonság, teljesítmény növelése, a környezeti hatások csökkentése, kényelem növelése érdekében folyamatosan növelni kell az autó elektronikus vezérlőegységei (ECU) közötti kommunikáció sebességét, mennyiségét és megbízhatóságát. Fejlett vezérlési és biz-

tionsági rendszerek, -több érzékelőt, működtetőt és elektronikus vezérlő egységet kombinálva–, olyan szinkronizációt és teljesítményt igényelnek, amik felülmúlhatják a jelenlegi sínrendszerek teljesítőképességét. A kommunikációs hálózatban a topológia kifejezés azt jelenti, hogy az eszközök hogyan vannak összekapcsolva a hálózatban. A hálózati topológiák alapvető típusai: Sín (Busz) Topológia, Csillag Topológia, Gyűrű Topológia, Háló Topológia és Fa Topológia. A szenzoros rendszer elektromos eszközei többnyire a *fa* topológiát és a *háló* topológiát kombinálják, így a hibadiagnózis egyszerűbb lehet. [1,2]

2. Szenzor-hálózat topológia

A fa topológiában csak egy útvonal található a hálózat bármelyik két csomópontja között. Ezt nevezik *hierarchikus* topológiának is, amelynek legalább három szintje van a hierarchiában [2,3].



1. ábra. Fa és Háló Topológia

A háló topológiában a csomópontok vagy utasítások között pont-pont „point to point” összeköttetés van. Ez lehetővé teszi a folyamatos összeköttetéseket és a „szakadt” vagy blokkolt útvonalak újrakonfigurálását a csomópontról a csomópontra történő úgrással a rendeltetési helyig. [2,3]

3. Lehetséges fedélzeti vezérlő-eszközök, processzorok

3.1. GPP

Az általános célú processzorokat (*General Purpose Processor*) több alkalmazás végrehajtására és több feladat elvégzésére tervezték. Sajnos meglehetősen drágák lehetnek, különösen olyan kis eszközök szá-

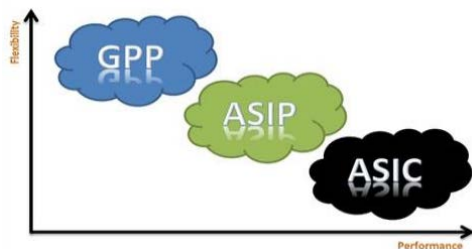
mára, amelyeket speciális feladatok elvégzésére terveztek.

3.2. ASIP

Az alkalmazás specifikus processzorok (*Application Specific Processor*) megoldást jelentenek a nagy teljesítményű és költség-hatékony processzorok számára. Alkalmazás-specifikus processzorok életünk részévé váltak, és szinte minden olyan eszközben megtalálhatóak, amiket napi rendszerességgel használunk: TV, GPS, mobiltelefonok. Az alkalmazás specifikus processzor ötvözi a nagy teljesítményt, az alacsony költségeket és az alacsony fogyasztást. [4]

3.3. ASIC

A GPP-hez képest az ASIC (*Application Specific Integrated Circuit* – alkalmazás alapú IC-k) alapú rendszerek jobb teljesítményt és áramfogyasztást kínálnak, de a rugalmasság és a bővíthetőség rovására. Noha nehéz használni az ASIC-t más feladatokhoz, mint amire tervezték, de lehetséges a GPP használata az ASIC mellett ugyanazon a rendszeren belül is általánosabb, kevésbé igényes feladatokra.[4]



2. ábra. Processzorok összehasonlítása a teljesítmény és rugalmasság terén[4]

4. Kommunikációs protokollok

A kommunikációs protokollokban a legtöbb gépjármű különböző típusú technológiákat alkalmaz. A legnépszerűbb ezek közül az univerzális aszinkron adó-vevő (UART), a soros RS-232, soros periféria-illesztő (SPI), integrált áramkörök közötti

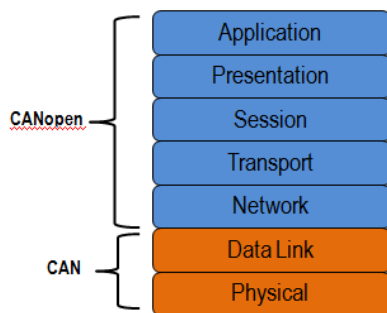
(I²C), CAN, CANOpen, helyi összeköttetés hálózata (LIN), média orientált rendszer (MOST), FlexRay. Az általunk vizsgált rendszeren CAN és CANOpen hálózatok vannak jelen.

4.1. CAN

A CAN-buszt a BOSCH fejlesztette ki, mint „multi-master” üzenetszóró rendszer, melynek maximális jelátviteli sebessége 1 megabit/másodperc (Mbps). Ellentétben a hagyományos hálózatokkal (USB, Ethernet), a CAN hálózat nem küld nagy üzenetblokkokat, hanem sok rövid üzenetet, például hőmérsékletet vagy fordulatszám (RPM), és ez biztosítja az adatok egységeségét a rendszer minden csomópontjában. Eredetileg az autóipar számára fejlesztették ki, hogy lecserélje a bonyolult kábelkötegeket egy két vezetékes rendszerre. Ezáltal a rendszer nagyfokú elektromágneses interferencia ellenállású és az adatok hibáinak önmeghatározására és az adat hibák javítására képes. [5]

4.2. CANOpen

Amikor a nagyfeszültség zavarja az adatátvitelt, elkülönítésre van szükség. A CANOpen lehetővé teszi a csomópontok közötti közvetlen „peer-to-peer” adatcserét szervezett és szükség esetén, determinisztikus módon. A CANOpen által meghatározott hálózati menedzsment funkciók egyszerűsítik a projekttervezést, a végrehajtást és a diagnózist a hálózati indítás és a hibák kezelésének szabványos mechanizmusaival. A CANOpen támogatja mind a *ciklikus*, mind az *eseményvezérelt* kommunikációt. Ez lehetővé teszi a buszterhelés minimalizálását, de továbbra is rendkívül rövid reakcióidőt tart fenn. Viszonylag alacsony átviteli sebesség mellett nagy kommunikációs teljesítmény érhető el, csökkentve ezzel az elektromágneses interferenciákat (EMI) és a kábelköltségeket. [6]



3. ábra. CAN és CANOpen az OSI modellben [6]

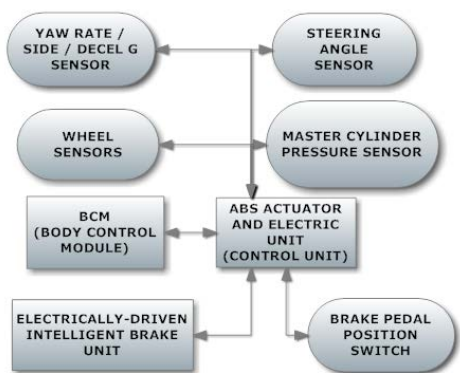
4.3. Jármű kommunikáció

Alapvetően egy jármű kommunikációs rendszere három fő részre osztható:

- Gépjárműben történő kommunikáció: a sávszélesség növekvő igénye, valamint a teljesítmény, a költségek és a megbízhatósági követelmények változatossága a járművekben használt hálózatok diverzifikációjához vezet. Különböző hálózatok különböző követelményeket, sávszélességet igényelnek (pl. keréknyomás érzékelő);
- Járművek közötti kommunikáció: olyan rendszer, melynek célja az alapvető biztonsági információk átadása a járművek között, megkönnyíti a gépjárművezetőknek a közelgő balesettel kapcsolatos figyelmeztetéseit;
- Jármű - műhold kommunikáció: új technológia, amely új lehetőségeket kínál a járművek számára. Mint például a sürgősségi vész hívók, a járművek nyomon követése vagy a forgalom nyomon követése.

5. Hiba terjedésének elemzése elektromos járművek érzékelő hálózatában

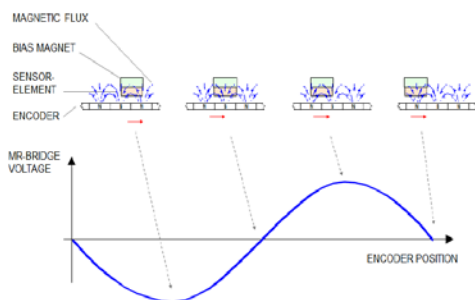
A keréksebesség-érzékelő esetén az alábbi hálózati kapcsolatot fedeztük fel.



4. ábra. Keréksebesség érzékelő kapcsolatok

5.1. Az AMR keréksebesség-szenzor ismertetése

Az érzékelés során az anizotropikus mágneses ellenállást (AMR) alkalmazza. A magnetostrikció ferromágneses anyagok tulajdonsága, ami magnetizáció által változtatja az alakját és a dimenzióját. Mivel az MR hatás nem képes közvetlenül mérni a forgási sebességet, az impulzus keréknek (kódtárcsa) képesnek kell lennie a mágneses mező megváltoztatására. A keréksebesség-alkalmazásokhoz kétféle kódtárcsa használható: mágnesezett és ferromágneses. A mágnesezett kódolók saját mágneses mezővel rendelkeznek, míg a ferromágneses jeladók csak egy meglévő mágneses mezőt befolyásolnak - ezt az érzékelőn alkalmazott mágnes generálja [7]



5. ábra. Az AMR híd kimeneti jele mágneses jeladóval

5.2. Lehetséges hibák

Az 5. ábrán mindegyik érzékelő képes hibaüzenetet küldeni, és a vezérlőegységek képesek egy másik, rendszer hibaüzenetet küldeni, amely segít a hiba forrásának megállapításában. A kerékérezékelők esetén 4 különböző hibát kapunk, egyenként minden egyes kerékre. A lehetséges hibaforrások, amiket elemezni kell: az analóg jel küszöbölési szintje, A/D átalakítás, és a jelterjedés (itt a zavarás és a terjedési sebesség ellenőrzése a fontos). A kérdés, hogy mennyire valós-idejű az aktuális hiba kezelése.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális alap társfinanszírozásával megvalósuló EEFP 3.6.2-16-2017-00016: "Autonóm járművek dinamikája és irányítása az automatizált közlekedési rendszerek követelményeinek szinergiájában" project támogatta.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Culler, D., Estrin D., & Srivastava, M. B. (2004). *Overview of sensor networks*. in *Computer*, August 2004.
- [2] National Instruments: *FlexRay Automotive Communication Bus Overview*, Publish Date: Srp 24, 2016;
- [3] *Analytical study of different network topologies*, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) e-ISSN: 2395-0056,
- [4] *Application specific processors ECE/CS 570 project final report*, Yousef Qasim Pradyumna, Janga Sharath Kumar, Hani Alesaimi,
- [5] *Introduction to the Controller Area Network (CAN)*, Application report, Texas Instrumens, SLOA101B August 2002 Revised May 2016
- [6] National Instruments, *The Basics of CANopen*, Publish Date: Srp 21, 2013

SZÜRKEVÍZ MINTÁK SZÜRÉSSSEL TÖRTÉNŐ KEZELÉSI ELJÁRÁSAINAK VIZSGÁLATA

ANALYSIS OF GREYWATER SAMPLES TREATED BY FILTRATION

Ungvári Csaba¹, Izbékiné Szabolcsik Andrea², Bodnár Ildikó³

*Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Környezetmérnöki Tanszék, 4028 Magyarország,
Debrecen, Ótmető utca, 2-4*

¹*csaba.ungvari31@gmail.com*

²*szabolcsikandi@eng.unideb.hu*

³*bodnari@eng.unideb.hu*

Abstract

In our research we pre-treated synthetically produced greywaters with filtration on various filters. We characterised the quality of greywater samples with several parameters. We investigated these parameters on the untreated and pre-treated samples as well. We evaluated the efficiency of the treatments by measuring the characteristic parameters. It was shown, that the most effective pre-treatment for the greywater's preparation for reuse is the filtration on silica sand or activated charcoal and silica sand combined filter media.

Keywords: *greywater, reuse, artificial bathwater, filtration.*

Összefoglalás

Vizsgálataink során szintetikusán előállított szürkevizek különböző szűrőközegeken történő előkezelését végeztük el. A szürkevíz mintákat többféle vízminőségi paraméter mérésével jellemeztük. Ezeket a vizsgálatokat elvégeztük a kezeletlen illetve előkezelt mintákon is. A vízminőségi paraméterek változásainak segítségével következtettünk a különböző kezelések hatékonyságára. A vizsgálataink során kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a fürdővizek újrafelhasználásának céljából a kvarchomokból- vagy az aktív szénből és kvarchomokból álló kombinált szűrőközegeken történő szűrés bizonyult a leghatékonyabb előkezelési eljárásnak.

Kulcsszavak: *szürkevíz, újrafelhasználás, szintetikus fürdővíz, szűrés.*

1. Bevezetés

Az édesvízkészleteink végesek, így egyre nagyobb globális problémát jelent a fokozódó vízhiány. Tovább súlyosbítja a problémát, hogy egyes édesvízlelőhelyek antropogén vagy természetes okból kifolyólag elszennyeződnek, és csak megfelelő kezelési technológiák alkalmazásával válnak felhasználhatóvá. A technológiák fejlődésének köszönhetően az energiaigénye-

inkkel párhuzamosan a vízigényünk is folyamatosan nő, így a probléma fokozódik. Ezen probléma megoldására, mérséklésére számos törekvést tesznek a szakemberek. Például a szennyezett vízforrások tisztításával illetve a sós tengervíz sótartalmának eltávolításával újabb alternatív vízforráshoz juthatunk, azonban a vízhiány fokozódása nagyobb mértékű, mint ezeknek a törekvéseknek az eredményei [1]. Ezeken túlmenően alternatív vízforrás lehet még a háztartási

szinten keletkező szürkevizek kezelése és újrahasználat is.

2. A szürkevíz

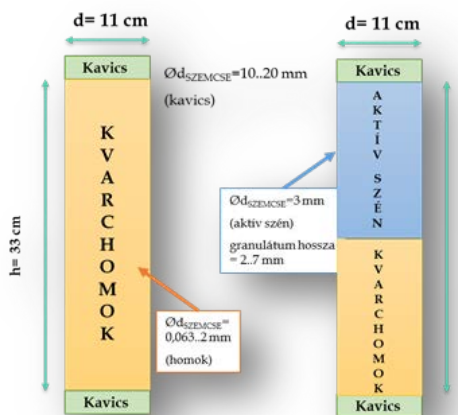
Szürkevíznek (greywater) nevezzük a háztartásban keletkező hulladékvizeket, amelyek fürdés, mosás, és konyhai tevékenységek során keletkeznek, és ezen vizek nem tartalmazzák a WC-k öblítéséből származó szennyvizeket. Egy főre vetítve az átlagos szennyvízkibocsátás 150-250 liter/nap, amelyből a szürkevíz mennyisége 75-90%-ot jelent, attól függően, hogy pl. mennyire víztakarékos az épületbe telepített WC. Európában a keletkező szürkevíz mennyisége 35-150 liter/fő/nap között mozog [2]. Ha a kezelt szürkevizet pl. a WC-öblítésre használnánk, a napi vízfogyasztás akár 30%-kal csökkenthető lenne [3]. Magyarországon az átlagos vízfogyasztás 100-110 liter/fő/nap, ami nagyobb városokban ennél több is lehet, kisebb városokban pedig 50-70 liter/fő/nap között alakul [4].

A nemzetközi szakirodalomban a szürkevizet két nagyobb csoportba sorolják, amelyet a szennyezettség mértéke alapján light és dark jelzővel illetnek. Így megkülönböztetnek egy kevésbé terhelte (light greywater) és egy terheltebb (dark greywater) típust. Az ún. „light greywater” frakció a szürkevizek kevésbé szennyezett részét jelenti, például a fürdővizeket, amelyek szappanokból, tusfürdőkből, úgynevezett detergenszeket, emellett a bőrről, hajról és testről származó zsírokat tartalmaznak [5]. A mosásból vagy mosogatásból (dark greywater) származó szürkevíz nagy koncentrációban tartalmaz kémiai anyagokat a mosogató- illetve mosóporokból, fehérítőkből, zsírokból, olajokból, ruhafestékekből származó komponenseket és emellett pl. ruhákból nem lebomló szöveteket, továbbá ételmaradékokat is [2]. A Debreceni Egyetem Műszaki Karának Környezetmérnöki Tanszékén korábban zajló kutatások során megállapítást nyert, hogy ezen frakciók

közül a fürdés, tisztálkodás során keletkező szürkevizek minőségi paraméterei állnak a legközelebb az ivóvíz minőséghez, illetve az összes keletkező háztartási szürkevíz közel 50 százalékát alkotja, [4,6] ezért ezen frakció kezelésének vizsgálatát tűztük ki célul.

3. Anyag és módszer

Vizsgálataink alkalmával a Debreceni Egyetem Műszaki Karának Környezetmérnöki Tanszékén korábbi évek kutatásai során kifejlesztett ivóvíz alapú, állandó összetételű szintetikus fürdővizeket készítettünk és használtunk, melyek összetételükben jól jellemzik a háztartásokban keletkező szürkevizet. Az elkészített szintetikus fürdővizeket ezután szűréssel, mint jól ismert mechanikai szennyvízkezelési eljárás alkalmazásával kezeltük. A szintetikus fürdővízből előkezelés céljából egyenlő térfogatokat 4 féle szűrőközegen engedtük át: természetes zeoliton, kvarchomokon, aktív szén és kvarchomok, ill. természetes zeolit és kvarchomok kombinált szűrőközegen. Az általunk létrehozott szűrőrendszer elvi rajza az **1. ábrán** látható.



1. ábra. A szűrőrendszer elvi vázlata

A kezeletlen, kezelt fürdővíz és ivóvíz minták vízminősítése során következő paraméterek változását követtük nyomon: pH, zavarosság, zéta-potenciál, vezetőképesség, biológiai oxigénigény (BOI₅), kémiai oxigénigény (KOI), oldott szerves széntartalom (DOC). A minősítést követően megvizsgáltuk az említett paramétereket és azok változásából vontuk le következtetéseket.

3. Kutatás eredménye

Szürkevizetek újrafelhasználásának tekintetében az irányelvek a legfontosabb minősítési paraméterként a BOI₅, pH és zavarosság értékek vizsgálatát írják elő. Az USA-ban érvényben lévő szabályozás szerint a zavarosság értéke átlagban 2 NTU, maximum pedig 5 NTU, a BOI₅ 10 mg/l alatti és a pH 6-9 közötti értékű lehet [2, 7, 8]. Ezen okból kifolyólag jelen tanulmányban a zavarosság, a pH és a BOI₅ vizsgálati eredményeit mutatjuk be részletesen.

A 4 mérőssorozat során kapott paraméterek átlageredményein keresztül mutatjuk be a szűrőközegek szürkevizek összetételére gyakorolt hatásait.

A pH értéke meghatározza, hogy egy oldat savas, semleges vagy bázikus tulajdonságú, illetve az értéke alapján következtetni lehet az oldatban levő hidrogén ionok mennyiségére [8, 9]. A kezeletlen szürkevíz minta pH-ja a négy mérőssorozat során átlagban 7,74-nek adódott. A szűrési eljárások ezt az értéket legtöbb esetben kis mértékben megemelték. Legnagyobb mértékben a kvarchomokon történő szűrés alkalmával emelkedett meg a pH, ekkor átlagban 8,09 lett az érték. A többi szűrőközeg esetében a növekedés nem volt szignifikáns, természetes zeoliton történő szűréskor a pH 7,91-nek, természetes zeolit és kvarchomok kombinált szűrőközeg esetén 7,96-nak adódott. Az aktív szén és kvarchomok kombinált szűrőközeg a pH értékét kis mértékben csökkentette a nyers mintához

képest, ebben az esetben az átlagos szűrést követő pH érték 7,60 lett.

A zavarosság mérése során az oldatban található oldhatatlan komponensek mennyiségét mérjük, amely azért lényeges, mert az oldhatatlan komponensek nagy mennyisége káros lehet a vízi életközösségekre. A zavarosság mértékét NTU-ban adjuk meg, mely jól reprezentálja a szűrőközegek hatásfokát [8, 9]. A szüretlen minták esetén a zavarosság átlagosan 41,50 (±9,10) NTU-nak adódott. Ezen az értéken az általunk használt szűrőközegek jelentős mértékben csökkentek. A legkisebb csökkenés a természetes zeoliton történő szűrés során következett be, ezen eljárások során 22,06 (±7,78) NTU-ra csökkent a zavarosság értéke. A másik három szűrőközeg esetében a zavarosság értéke minden esetben szignifikánsan változott, a természetes zeolit és kvarchomok kombinált szűrőközeg használatakor az átlagos érték 2,30 (±1,54) NTU lett, míg a kvarchomok (1,56 (±0,24) NTU), illetve az aktív szén és kvarchomok kombinált szűrőközeg (1,68 (±0,31) NTU) használata során minden esetben a szabályozásban megfogalmazott 2 NTU alá sikerült csökkentenünk a zavarosság értékét.

A biológiai oxigénigény azt az oldott oxigénmennyiséget jelenti, amely a vízben levő szerves anyagok aerob baktériumok általi lebontásához 5 nap alatt 20°C-on szükséges [8, 9]. A vizsgálataink során a szüretlen szürkevíz minták átlagos BOI₅ értéke 102,08 (±19,78) mg/l volt. A szűrési eljárások hatására ez az érték jelentősen nem csökkent, nem közelítette meg a határértéket, sőt a természetes zeolit szűrőközeg esetében az elszennyeződés következtében átlagosan 168,73 (±24,71) mg/l-re növekedett a fent említett érték. A legnagyobb csökkenés az aktív szén és homok kombinált szűrőközegek esetében értük el, ebben az esetben az eredeti érték a szűrés hatására 47,08 (±7,10) mg/l-re csökkent.

4. Következtetések

A kapott eredmények kapcsán megállapíthatjuk a következőket:

- A fenti eredményekből jól látható, hogy a két legfontosabb szűrkevíz újrafelhasználásra vonatkozó paraméter közül a zavarosság értékét az általunk használt szűrőközegek közül a kvarchomok szűrőközeg, illetve az aktív szén és kvarchomok kombinált szűrőközeg minden esetben a határérték alá csökkentette. A természetes zeolittal történő szűrés esetén átlagosan 48%-kal, a kvarchomok ill. az aktív szén és kvarchomok kombinált szűrőközegnél 96%-kal, a zeolit és kvarchomok kombinált szűrőközeg esetében 94%-kal. Ezen adatok alapján elmondható, hogy a zeolittal történő szűrés kivételével az összes szűrési eljárás eltávolítja a zavarosságot okozó oldhatatlan komponensek nagy részét.
- A biológiai oxigén igény értékét önmagában a szűrőközegek nem voltak képesek a határérték alá csökkenteni, ezért a szűrés csak előkezelési eljárásként használható.
- A BOI_5 értéke a szűrési eljárások során a zeoliton történő szűrés kivételével mindig csökkent, a zeolit esetében a növekedést véleményünk szerint a szűrőközeg szennyezettsége okozza. A többi szűrőközeg esetében a BOI_5 csökkenése átlagban kvarchomokon történő szűrés alkalmazásánál 29%, aktív szén és kvarchomok kombinált szűrőközegnél 51%, zeolit és kvarchomok kombinált szűrőközeg esetén 19% volt.
- A pH értékek minden esetben 6-9 közötti tartományba estek.

További kezelésként lehetséges alternatíva lehet az oxidatív kezelés, amellyel az előzetes vizsgálataink alapján 10 mg/l alá csökkenthető a BOI_5 értéke. Emellett másik

alternatíva szűrkevizek további kezelésére a koagulálás, amelynek szűréssel történő kombinálásával szintén nagy hatásokkal távolíthatóak el a szerves illetve a szervesen szennyezőanyagok a szennyvízből.

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] „United Nations,” 24 november 2014. <http://www.un.org/waterforlifedecade/scarcity.shtm>. [Hozzáférés dátuma: 22 október 2017].
- [2] Ghaitidak, D. M., & Yadav, K. D. (2013). Characteristics and treatment of greywater—A review. *Environmental Science and Pollution Research*, 20(5), 2795–2809.
- [3] Penn, R., Schütze, M., & Friedler, E. (2013). Modelling the effects of on-site greywater reuse and low flush toilets on municipal sewer systems. *Journal of environmental management*, 114, 72–83.
- [4] Szerk: Ferenc, Kalmár „Fenntartható energetika”, Budapest: Akadémiai Kiadó, 2014. 167-201.
- [5] Noah, M. (2002). Graywater use still a gray area. *Journal of environmental health*, 64(10), 22.
- [6] Bodnar, I., Szabolcsik, A., Baranyai, E., Uveges, A., Boros, N. (2014). Qualitative Characterization of the Household Greywater in Northern Great Plain Region of Hungary *Environmental Engineering and Management Journal*, Vol. 13, N.11. 2717–2724.
- [7] Boyjoo, Y., Pareek, V. K., & Ang, M. (2013). A review of greywater characteristics and treatment processes. *Water Science and Technology*, 67(7), 1403–1424.
- [8] Boros, N.; Szabolcsik, A.; Bodnár, I.: Greywater treatment and reuse possibilities in household. Debreceni Egyetem, Proceedings of DENZERO International Conference, 2014, 193-200.
- [9] Morel A. and Diner S., Greywater management in Low and Middle-Income Countries Review of different treatment systems for households or neighbourhoods, *Swiss Federal Institute of Aquatic Scien. and Techn. (Eawag)*, Dubendorf, Switzerland, 2006.

ARUDINO ÉS RAPSBERRY PI ALAPÚ HIBRID RFID BELÉPTETŐ RENDSZER MOBIL PLATFORMMAL

ARDUINO AND RAPSBERRY PI BASED HYBRID RFID ACCESS CONTROL SYSTEM WITH MOBILE PLATFORM

Uszkai Sándor¹, Papp Beatrix², Nemes Ádám³, Erdei Timotei István⁴

¹*Debreceni Egyetem, Informatikai Kar, Debrecen, Magyarország
 uszkaisanyi@gmail.com*

²*School of Law and Social Sciences Criminology with Psychology United Kingdom,
 London pappb@lsbu.ac.uk*

^{3,4}*Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Mechatronikai Tanszék, 4028 Magyarország,
 Debrecen, Ötemető utca 2-4., (52) 415 155, ³nemes.adam96@gmail.com*

⁴*timoteierdei@gmail.com*

Abstract

Nowadays the ongoing trend of integrating everything into the cloud, connecting all sorts of gadgetry to the Internet (IoT) is basically omnipresent at this point, even in the industry, where the small and medium sized companies alike can join to this tendency. This is undoubtedly the result of the arrival of Industry 4.0, which caused an exponential growth in this field. This proposes a new challenge for the IT field, since it needs in-depth knowledge of networking and routing, and formidable knowledge of the different devices and programming languages alike. Our project premises an RFID-based fully-fledged access control system, with the targeted market of small to large companies, but also individuals, as the result of ease of use, low price, and simplicity.

Keywords: *Android, Arduino, RFID, database, IoT, Industry 4.0.*

Összefoglalás

Manapság a különféle eszközök hálózatba kötése és a virtuális felhők használata rohamtempóban növekszik, már-már a nagyvállalatokon túl, a kis és középvállalkozásokat is elérte. Ez természetesen az Ipar 4.0 megjelenésének köszönhető, amely ezt a robbanásszerű ugrást okozta. Ez az IT területen dolgozóknak új kihívásokat állítanak, hiszen igen mély tudást igényelnek mind a hálózati informatika, mind a hardverismeret, de a programozás terén is. Feladatunk során egy RFID-alapú, teljes beléptető rendszer létrehozására törekedtünk, melynek a nagyvállalattól, a legkisebb cégig, de még egyéni felhasználó is a célközönsége, hiszen egyszerű, olcsó, és könnyen használhatóra terveztük.

Kulcsszavak: *Android, Arduino, RFID, adatbázis, IoT, Ipar 4.0.*

1. Bevezető

Az ember internettől való félelme mára már technofóbiának fogható fel, hiszen a fejlett, és fejlődő országokban már kisgyermekkorban megismerkedünk az informatika nyújtotta vívmányokkal. Az angol Internet of Thing (IoT)

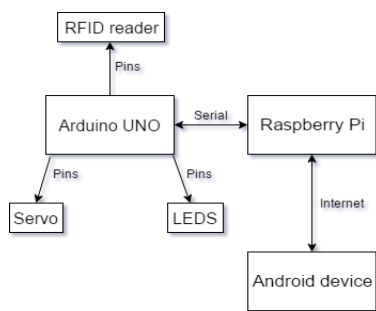
avagy a „dolgok” Internete gyakorlatilag bármilyen eszköz, mely rendelkezik csatolófelülettel, hálózatba kötését jelenti, legyen az termosztát, kenyérpirító, vagy hűtőszekrény. Ez az új tendencia megkönnyíti ezek kezelését, működésük megfigyelését, viszont alaposabb kiberbiztonsági intézkedések végrehajtását követelik meg [1].

A munka során a már kipróbált és bevált technológiák segítségével internet hozzáféréssel rendelkező IoT szemléletű beléptető rendszert hoztunk létre a Debreceni Egyetem Villamosmérnöki és Mechatronikai Tanszéke számára. A rendszer minimális átalakítással alkalmazható vállalatok számára, illetve akár a magánszférában is.

2. Tervezési szempontok

A Debreceni Egyetem Műszaki Karának B épületében számos kutatólaboratórium található, amelyek nagy értékű gépekkel és robotokkal vannak felszerelve. Ebből kifolyólag világossá válik, hogy a termekbe való belépést szigorú szabályozásnak kell alávetni. Az internet korában szinte már elképzelhetetlenné vált, hogy biztonsági megoldásként a hagyományos kulcsos megoldást alkalmazzuk, ezért esett a választás az RFID technológiára. Mivel a rendszer többféle hardver- és szoftverelemet tartalmaz, a tervezés legfontosabb kérdése az volt, hogy lehet-e ezeket az eszközöket és programozási nyelveket együttesen alkalmazni, valamint az, hogy ez hogyan kerüljön megvalósításra. A kompatibilitási kérdések leküzdése érdekében a fizikai eszközök kiválasztásánál azok kerültek előtérbe, amelyek paraméterei publikusak.

A projekt szoftver komponenseinél elsősorban a platformfüggetlen programozási nyelvek élveztek előnyt.



1. ábra. A rendszer elemei és azok kapcsolódási interfészei

A rendszer biztonságos működése érdekében a belépések naplózására szolgáló adatbázis Linux alapú operációs rendszeren működik, mivel ezek a rendszerek fokozott biztonsági komponensekkel vannak ellátva, valamint sokkal ritkábbak a sikeres támadások ellenük.

A mobilalkalmazás fejlesztése során az Androidra esett a választás, mivel ez a legelterjedtebb operációs rendszer napjainkban, ezt a piaci részesedések is mutatják.

3. A rendszer fizikai felépítése

A beléptető rendszer fizikai eszközeinek fontos eleme a szervomotor. Ez valósítja meg az ajtók ki-be zárását. Ehhez egy Adafruit TowerPro SG-5010 [2] típusú szervó került felhasználásra. Mivel a 39g tömegű eszköz 5.5kg-cm forgatónyomatéka viszonylag magas, ezért alkalmas a záruk eltolására. A kiválasztásnál további szempont volt, hogy viszonylag kis feszültségről működjön az eszköz. Mivel az optimális feszültségként a gyártó 5V-ot határozott meg, ezért kompatibilis az Arduino UNO fejlesztőpanellel.

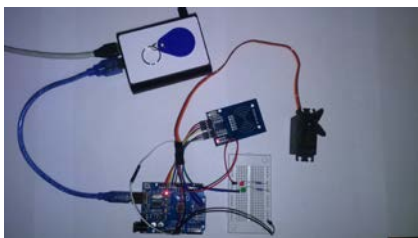
Az UNO az Arduino gyártó egyik belépő szintű terméke, ami ideális kezdő fejlesztők számára, de bonyolultabb rendszerek vezérlésére is alkalmas. Az eszközt egy ATmega328P típusú, 16 MHz órajelű mikrokontroller vezérli. 14 digitális pinnel rendelkezik, ezek közül 6 képes az impulzusszélesség-modulációra (PWM). További 6 analóg pin áll rendelkezésre az analóg eszközökkel való kommunikációra, a tesztelési fázisban ezen pinek egyikébe volt bekötve a potenciométer, amivel a szervomotor szükséges forgási szöge került meghatározásra. A panel további be- és kimenetei a tápellátásért, illetve a földelésért felelősek.

Az RFID technológia előnye, hogy kényelmesen, egy érintéssel azonosíthatják magukat a belépésre jogosultak, ráadásul működik kártyával, illetve ún. tag-ekkel is. Mivel minden kártya vagy tag egyedi azo-

nosítóval rendelkeznek, ezért a belépés csak az adatbázisban szereplő, és arra jogosult ID-vel rendelkező kártyatulajdonosok számára biztosított.

1. táblázat. Csatlakozási pontok

RFID-RC522	Arduino UNO
SDA	Digital Pin 10
SCK	Digital Pin 13
MOSI	Digital Pin 11
MISO	Digital Pin 12
RST	Digital Pin 3
3.3V	3.3V
GND	GND



3. ábra. Az elkészült fizikai rendszer felépítése

4. ARDUINO SKETCH

A sketch megalkotása során elsősorban az átlátható kód létrehozása volt a kitűzött cél, valamint a gyorsaság maximalizálása. A kódolás gyorsítása érdekében előre megírt RFID.h header került a forráskódba, ami az RFID modulhoz szükséges függvényeket tartalmazza.

A kártyák azonosítója 5 számjegycsoportból áll, ezért ennek tárolására egy öt-elemű tömb létrehozása szükséges.

Ahhoz, hogy azonosítani tudja az olvasó a felhasználók által használt belépőkártyákat, ellenőrizni kell, hogy a kártyaazonosító megadott tartományon belül van-e. Hamis esetben újról kezdődik a ciklus, igaz esetben az RFID eszköz leolvassa a belépőkártya azonosítóját, és kiírja azt a soros portra, ahonnan majd a Raspberry Pi-n futó Python szkript ellenőrzi, hogy szerepel-e az adatbázisban az adott számsorozat. Annak érdeké-

ben, hogy a lekérdezés biztosan végrehajtsódjon mire az Arduinonak szüksége lenne annak eredményére, 1 másodperces késleltetést állítottunk be.

5. A Raspberry Pi konfigurálása

Mivel a beléptető rendszer egyszerre egy kártyát képes kezelni, ezért az adatbázis szervereül szolgáló fizikai egység kiválasztásánál a teljesítmény nem élvezett előnyt a költséghatékonysággal szemben. Erre a célra a projektemhez egy Raspberry Pi 2 Model B, alacsony árú, bakkártya méretű számítógépet használtam fel. Előnye, hogy többféle Linux alapú operációs rendszer futtatására alkalmas. Tárhelyként egy 8 GB méretű micro SD kártya szolgál. A rendszer gördülékenysége érdekében class 10-es gyorsaságú kártyát helyeztem el, ami az egyik leggyorsabb olvasási és írási sebességű típus.

A Linux rendszerek előnye a Windows rendszerekhez képest a nyílt forráskód, valamint a legtöbb ingyen elérhető bárki számára. Ez fontos szempont volt, mivel az iparban is a szerverek többsége Linux alapú. A Raspberry Pi eszközön egy LAMP [4] szerver került felkonfigurálásra. A LAMP mozaikszó a Linux, Apache, MySQL, PHP szavak kezdőbetűiből áll össze, ami már a nevével is elárulja a felhasznált technológiákat. Az eszközre operációs rendszerként a Raspbian legújabb verziója, a Jessie került feltelepítésre.

Az Apache a leelterjedtebben használt webkiszolgáló a Linux rendszerek körében. Ez a webkiszolgáló képes a kliensek (jelenzően böngészők, de lehetnek más alkalmazások is) által kért weboldalak kiszolgálására. Támogatja a HTTP, HTTPS, valamint az FTP protollokat.

Az adatbázis kiépítésénél fontos szerepet játszott, hogy ingyenes, nyílt forráskódú megoldás kerüljön felhasználásra, így a választás a MySQL adatbázisra esett. Előnye, hogy az adatbázis-kezelő rendkívül sokféle programozási nyelv segítségével támogatását élvezi: PHP, C++, Java, Delp-

hi, Lisp, Perl, Python, Ruby stb. Az elkészült beléptető rendszer adatbázisának lekérdezéseinek futtatásához a PHP 5-ös verzióját választottam, mivel ez a leggyakoribb párosítás a MySQL adatbázisokhoz. A táblák vizuális tervezéséhez és létrehozásához a phpMyAdmin programot használtam fel.

6. Android alkalmazás

A beléptető rendszer nyomon követése kényelmetlen lenne asztali számítógépről, SQL parancsok kézzel történő futtatásával. Innen eredt az az ötlet, hogy mobil készülékkel történhessen meg a rendszer ellenőrzése.

Az applikáció az RFIDoor nevet viseli. 2 activity-t tartalmaz: az első a MainActivity, a második a DisplayListView activity. Az Android alkalmazásoknak 4 fő komponense van: activity, service, content provider és broadcast receiver. Az activity-k hivatottak a felhasználóval való interakcióra, továbbá itt hozhatunk létre objektumokat, osztályokat definiálhatunk stb.

Az alkalmazás az angol mellett támogatja a magyar nyelvet is. A készülék lokalizációjától függően a szövegek magyar területi beállítások mellett magyarul, minden egyéb mellett angolul jelennek meg.

7. Tesztelés és összegzés

Abból kiindulva, hogy nincs tökéletes rendszer, a projektet számos tesztelési folyamatnak vetettük alá. Meg kellett győződnünk a felhasznált eszközök minőségéről és sértetlenségéről, továbbá az Autodesk Circuits [7] nevű szimulációs környezetben ellenőriztük, hogy az általam kiválasztott ellenállások és LED-ek megfelelőek-e az együttes használatra. Az Android applikáció fejlesztése közben, illetve a befejezése után szintén tesztelésre került emulátoron és fizikai eszközökön egyaránt. Emulátoron a legújabb, Nougat rendszert futtató Nexus 6-on végeztem tesztelést. Fizikai eszközök közül saját készülékemen, egy 5.1-es rendszerű Sony Xperia M2-n, illetve tableten is

teszteltem. Mindegyik készüléken akadástmentes, és hiba nélküli volt a futás.

Az RFID technológiát használó beléptető rendszer megépítésre került, a tesztelési folyamaton sikeresen átment. A nyílt forráskódú, Linux alapú eszközök használatának, valamint a hálózati megoldásoknak köszönhetően az IoT és az Industry 4.0 főbb alapelveinek eleget tesz [8]. A rendszer szükségtelemmé válása esetén annak elemei újra programozhatók, illetve újrahasznosíthatóak, így költséghatékony megoldásnak bizonyult. Előnye a gyártók által létrehozott hasonló célt szolgáló architektúrákkal szemben az, hogy teljes körű irányítást birtokolhatunk a rendszer tervezőjeként, valamint a változtatásokat is könnyebb rajta végrehajtani, mint társainál.

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Fadele Ayotunde Alaba, Mazliza Othman, Ibrahim A.T. Hahsem, Faiz Alotaibi: *Internet of Things Security: A Survey*. Journal of Network and Computer Applications, 2017, 88:10–28.
- [2] Adafruit, (2017, May 14). <https://www.adafruit.com/product/155>
- [3] Arduino, (2017, May 14). <https://www.arduino.cc/en/main/arduinoBoardUno>
- [4] Sander van Vugt: *Setting up a LAMP Server the Definitive Guide to SUSE Linux Enterprise Server 12*, 309–329.
- [5] Sanjib Sinha: *Python Environment*. Beginning Ethical Hacking with Python. 39–41.
- [6] Murat Yener, Onur Dundar *Android Application Development with Android Studio*. Expert Android® Studio, 45-79.
- [7] Autodesk Circuits, (2017, May 14). <https://circuits.io/>
- [8] A. J. C. Trappey, Ch. Trappey, Usharani Hareesh Govindarajan, J. J. Sun: *A review of essential standards and patent landscapes for the Internet of Things: A key enabler for Industry 4.0*. Advanced Engineering Informatics, 2016.

SZERZŐK JEGYZÉKE

LIST OF AUTHORS

A, Á

ÁGOSTON Gábor 107
AL-BKREE Mahmod 23
ANDRAWS Andrew 27
APAGYI Antal 39

B

BAGYINSZKY Gyula 31
BAKOSNÉ DIÓSZEGI Mónika 35
BALÁZS Viktor 39
BÁLINT Krisztián 43
BARTHA László 175
BERA József 47
BERTÓK Ádám 51
BITAY Enikő 31
BOCSI Róbert 55
BODNÁR Ildikó 143, 247
BODNÁR István 123
BODOLAI Henrietta 59
BORZAN Marian 91
BUDAI István 111, 203

C, CS

CIPLEA Cristian 159
CSORBA Béla 63

D, E

DEZSŐ Gergely 171
DOMBI Kristóf Barnabás 67
ERDEI Timotei István 39, 251

F

FAITLI Tamás 71
FARKAS Gabriella 207
FARKAS Tibor 75
FEJES Gergő Richárd
FEKETE Albert-Zsombor 79
FERENCZ Katalin 83
FICZERE Péter 135
FREGÁN Beatrix 87

G, GY

GÁBORA András 91, 219
GOBESZ Ferdinánd-Zsongor 127
GONDA Viktor 51, 163
GYÜRE Lilla 131

H

HAJDÚ Sándor 219
HALÁSZ Gergely 95
HANÁK László 55, 99
HODAI Zoltán 55, 99
HORICSÁNYI Krisztina
HORVÁTH Fruzsina 103
HORVÁTH Géza 99
HORVÁTH Richárd 107
HRONYECZ Erika 75

I, J

IZBÉKINÉ SZABOLCSIK Andrea 143, 247
JAKAB-FARKAS László 79
JUHÁSZ György 227
JUHÁSZ Hajnalka 131

K

KAKUCS András 191
KELLER Katalin 111
KOÇAK Sinan 115
KOCSI Balázs 111, 203
KOC SIS Dénes 119
KOC SIS István 87
KOÓS Dániel 123
KOPENETZ Lajos György 127
KÓSA Balázs 59, 131, 151, 167, 179, 223
KOTHENCZ Réka 175
KOVÁCS Bálint Ádám 135
KULCSÁR Balázs 139
KUTI János 95

L

LENDVAI Péter 175
LÓS Réka 143
LOVADI Gyula Dávid 91
LOVAS Bence 147

M

MAJOR Róbert 151
MÁRTON Loránd 155
MÁTHÉ Aliz Éva 159
MIHALOVITS Roland 163
MISLYENÁC Adrienn 167
MOLNÁR Richárd 171
MOLNÁR Tamás 59, 151, 167, 223

N

NAGY István 195, 243
NAGY Lajos 203
NAGY Roland 175
NAGYNÉ KONDOR Rita 227
NEMES Ádám 251
NÉMETH-SZIGETI Renáta 131, 179

P

PACZOLAI Kinga 131, 179
PAPP Beatrix 251
PAPP István 199
PÁSZTOR Judit 191
PÉCSI Levente 191
PIMENTEL Edgar Marcial 195
POKORÁDI László 103, 115
POPA-MÜLLER Izolda 199
PUSZTAI László Péter 203

R

RÁCZI Viktor Gergely 207
RAJNAI Zoltán 87
RIPPELNÉ PETHŐ Dóra 55, 99

S

SÁNDOR Barnabás 211
SCHMIDT Olivér 131
SIPOS Kristóf Balázs 91, 219
SIPOS Sándor 207
SÜTŐ Tamás Sándor 227

SZ

SZABÓ Zsolt Mihály 215
SZÁNTÓ Attila 91, 219
SZAUTER Daniella 223
SZÉLL Attila Béla 131
SZÉLL Károly 27, 51, 95, 163
SZESZÁK Bence Márk 227
SZÍKI Gusztáv Áron 91, 219, 227
SZILÁGYI László 39
SZÖGI Gábor 231
SZÜCS Gábor Arnold 59

T

TAR József 71
TÓTH János 67
TÓTH Tibor 235
TÓTHNÉ LAUFER Edit 239
TÖRÖK Ádám 135
TULOKI Szilárd 243

U

UNGVÁRI Csaba 247
USZKAI Sándor 251

V

VÉGVÁRI Ferenc 63
VESZELSZKI Krisztián József 227