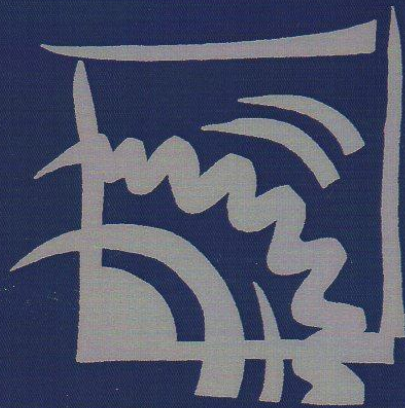


Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság
Hungarian Technical Scientific Society of Transylvania
Societatea Maghiară Tehnico-Științifică din Transilvania

**XXII. Nemzetközi
Gépészeti Találkozó**



**22nd International Conference
on Mechanical Engineering**

**Conferința Internațională
de Inginerie Mecanică
ed. a XXII-a**

OGÉT 2014

Nagyszeben, 2014. április 24-27.
Sibiu, April 24-27, 2014
Sibiu, 24-27 aprilie 2014

OGÉT 2014



ISSN 2068-1267

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság
Hungarian Technical Scientific Society of Transylvania
Societatea Maghiară Tehnico-Științifică din Transilvania



OGÉT 2014

XXII. Nemzetközi Gépészeti Találkozó

32nd International Conference
on Mechanical Engineering

Conferința Internațională
de Inginerie Mecanică, ed. a XXII-a

Kiadó / Publisher / Editura

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság – EMT
Hungarian Technical Scientific Society of Transylvania
Societatea Maghiară Tehnico-Științifică din Transilvania

Szerkesztő / Editor

Dr. Csibi Vencel-József

Nyomdai előkészítés / Desktop publishing / Tehnoredactare

Prokop Zoltán

Nyomda / Print / Tipografia

INCITATO, Kolozsvár / Cluj

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság
Hungarian Technical Scientific Society of Transylvania
Societatea Maghiară Tehnico-Științifică din Transilvania



OGÉT 2014

XXII. Nemzetközi Gépészeti Találkozó

32nd International Conference
on Mechanical Engineering

Conferința Internațională
de Inginerie Mecanică, ed. a XXII-a

Kiadó / Publisher / Editura

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság – EMT
Hungarian Technical Scientific Society of Transylvania
Societatea Maghiară Tehnico-Științifică din Transilvania

Szerkesztő / Editor

Dr. Csibi Vencel-József

Nyomdai előkészítés / Desktop publishing / Tehnoredactare

Prokop Zoltán

Nyomda / Print / Tipografia

INCITATO, Kolozsvár / Cluj

A konferencia szervezője

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság – EMT
Gépészeti Szakosztály

Organizer

Hungarian Technical Scientific Society of Transylvania
Mechanical Engineering Department

Organizator

Societatea Maghiară Tehnico-Științifică din Transilvania
Departamentul de Inginerie Mecanică

Társszervezők / Co-organizers / Co-organizatori

Kolozsvári Műszaki Egyetem (UTCN), Mechatronika és Gépek Dinamikája Osztály
Universitatea Lucian Blaga Egyetem, Sibiu / Nagyszeben
MTA – Kolozsvári Akadémiai Bizottság
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar
Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar
Széchenyi István Egyetem, Műszaki Tudományi Kar, Győr
Pannon Egyetem, Veszprém
Kecskeméti Főiskola
Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest
AGIR, Filiala Cluj – Romániai Általános Mérnök Egyesület, Kolozsvári Fiók

A konferencia elnöke / Chairman / Președintele conferinței

Dr. CSIBI Vencel-József

A konferencia tudományos bizottsága / Scientific committee / Comitetul științific

Dr. CSIBI Vencel-József
Dr. ÁBRAHÁM György
Dr. BARABÁS István
Dr. BEJAN Mircea
Dr. DUDÁS Illés
Dr. HORVÁTH Sándor
Dr. KAMONDI László
Dr. KUNDRÁK János
Dr. NAGY Vince
Dr. PÁLFFY Károly
Dr. TIMÁR Imre

Támogatók / Financial Support / Cofinanțatori

Bethlen Gábor Alapkezelő Zrt. – Budapest / Budapesta



Magyar Tudományos Akadémia – Domus program, Budapest / Budapesta



Tartalomjegyzék – Content

Az egyéni színérzékelés jellemzése az OCS színrendszerben Individual Color Perception in OCS System ÁBRAHÁM György, VERES Ádám	12
Virtuális fékpad labor kialakítása a győri Széchenyi István Egyetemen Development of A Virtual Engine Dynamometer at Széchenyi István University, Győr AGÓCS Tamás, HANULA Barna, SZABÓ Zsolt.....	16
Közúti közforgalmú közösségi közlekedés energetikai előrebecslése Energetic Forecast of Road Public Transport ANDREJSZKI Tamás, TÖRÖK Ádám	20
Költségkímélő biohajtóanyagkoncentráció-érzékelő fejlesztése Development of Cost-effective Biofuel Concentration Sensor BARABÁS István.....	24
Nyomáshatároló szelep zárótestére ható áramlási eredetű ellenálláserő kísérleti vizsgálata Analysis of Flow Induced Drag Force Acting on the Poppet of a Pressure Relief Valve BAZSÓ Csaba, HÓS Csaba.....	28
Kettős tüzelőanyagú motor égéstörvényének meghatározása az AVL Boost modellhez Determination of a Dual-Fuel Diesel Engine Combustion Model for the AVL Boost Software BERECZKY Ákos, LUKÁCS Kristóf, SIPOS Ádám	32
Belsőegésű motor súrlódásmérő próbapad betüzemelése és a próbapadon végzett első mérések eredményei a Széchenyi István Egyetemen Installation of a Friction Measuring Dynamometer for Internal Combustion Engine and its First Cycles of Operation at Széchenyi István University BERENCSIK Szabolcs, TÓTH-NAGY Csaba.....	36
Cink bevonatos duál-fázisú lemez csaphegesztése Stud Welding of the Dual Phases Sheets with Zinc Coating BERNÁTH Mihály, JUHÁSZ Krisztina.....	40
A kvantitatív információrobbanás tudományos, társadalmi és gazdasági kihívásai Scientific, Social And Economic Challenges Of Quantitative Information Revolution BESENYEI Lajos	43
A forgácsolási sebesség hatása a fajlagos forgácsolóerőre: modellalkotás az S960QL nagy szilárdságú szerkezeti acél homlokmarásához The Effect of the Cutting Speed on the Specific Cutting Force: New Model for the Face Milling Of S960ql High Strength Structural Steel BIRÓ István, SZALAY Tibor	46
Különleges bioanyagok lézersugaras megmunkálása Laser Processing of Advanced Biomaterials BITAY Enikő, DOBRÁNSZKY János.....	50
Új geometriájú spiroid csigahajtás és megmunkálószerszám gyors prototípusgyártása Rapid Prototyping of a New Geometric Spiroid Worm Gear Drive and Manufacturing Tool BODZÁS Sándor, DUDÁS Illés	54
Az ellenállástényező meghatározása hatványközegben On the Determination of the Drag Coefficients in Power Law Fluid BOGNÁR Gabriella	58
Alumínium mátrixú hibrid kompozitok kopási tulajdonságainak vizsgálata Wear Behavior of Aluminum Matrix Hybrid Composites BOZÓKI Benjámin, MÁJLINGER Kornél	62
A nagy pontosságú Klingelberg-Paloid kónikus fogaskerék hajtás kinematikai ellenőrzése The Checking of high Accuracy Klingelberg Palloid Gear Ovidiu CIUCUR, Mihai SUDRIJAN, Dana HERCIU	66
Virtuális robotlabor létrehozása RobotExpert segítségével Creating a Virtual Robotic Cell with Robotexpert Software System CSERVENÁK Ákos, SZABÓ Szilárdné MAKÓ Ildikó	70

XXII. NEMZETKÖZI GÉPÉSZETI TALÁLKOZÓ

Hengeres tartályban erősen forgó áramlás numerikus vizsgálata CFD Study of the Highly Swirling Flow in a Hydrodynamic Mixer CSIPPA Benjamin, CSIZMADIA Péter	74
Nemnewtoni folyadék-levegő szabadsugár felbomlási hosszának kísérleti vizsgálata Experimental Research of the Liquid-Air Jet Break Up in the Case of Non-Newtonian Fluids CSIZMADIA Péter, HÓS Csaba	78
Termékorientált szolgáltatás: karbantartás Product Oriented Service: Maintenance CSORTÁN Beáta Zsuzsanna, HORÁK Péter	82
Porkohászati szinterelt acélok hőtani tulajdonságainak vizsgálata Investigation the Thermal Properties of Sintered Metals CZAMPA Miklós, SZALAY Tibor	86
A CAD-CAM rendszerek oktatásának modern módszerei Modern Methods In Educational Process for CAD-CAM Systems Juraj CZIFRA, Peter SZABÓ, Iveta PÓLYA	90
Hegesztett lemezek visszarugózása Spring Back of the Tailor-welded Blanks DANYI József, VÉGVÁRI Ferenc, KECSKÉS Bertalan	94
Különböző folyáshatárú acélok és hegesztett kötéseinek kisciklusú fárasztása Different Yield Strength Steels and their Welded Joints Under Low Cycle Fatigue DOBOSY Ádám, NAGY Gyula	98
Hengerfalon alkalmazott, fémszór, változó krómtartalmú felületi bevonatok tribológiai tulajdonságainak vizsgálata Investigation on the Tribological Behavior of Thermal Sprayed Coatings with Varying Chromium Content Applied to Cylinder Liners DUDÁS Alexander, ERENEC Tibor, SCHINTZEL Kay	102
Belső égésű motor különböző felületi bevonattal ellátott dugattyúgyűrűinek tribológiai összehasonlítása oszcilláló tribométeren Investigation on the Tribological Properties of Internal Combustion Engine Piston Rings with Different Surface Coatings Using a High Frequency Friction Machine DUDÁS Alexander, CSONT Balázs, SCHINTZEL Kay	107
Új geometriájú spiroid csigahajtás tervezése és gyártása Designing and Production of a New Geometric Spiroid Worm Gear Drive DUDÁS Illés	111
Direkt- és konszenzuál-pupilláris fényreflex vizsgálata Direct- and Consensual-Pupillar Light Reflex Inspection FEKETE Róbert Tamás, RAJ Levente, HORVÁTH Anna	115
Otto-motor hengerfej szívócsatorna áramlási tulajdonságainak optimalizálása végelelemes módszer támogatásával Otto Engine Cylinder Head Inlet Channel Airflow Optimization with Finite Element Method FODOR Antal	119
Mély-fúróciklusok optimalizálása „Fanuc” típusú vezérléseknél Optimizing Deep-Drilling Cycle "Fanuc" Type Controls FODOR Antal, BOZA Pál	123
CAD/CAM alkalmazások integrációja forgácsolt alkatrészgyártásba The Integration of CAD/CAM Applications Into Cutted Component Production GEIER Norbert	127
Gyártórendszer szimulációs modellek automatikus előállítás Automatic Creation of Simulation Models of Manufacturing Systems HARASZKÓ Csaba, NÉMETH István	131
Önjáró vízfelszín-mérő eszköz fejlesztése nyílt felszínű csatornához Develop of an Surface Measurement Device for Open Channel Flows HARASZTI Péter	135

Akusztkusan gerjesztett kavitációs buborék stabil periodikus megoldásainak vizsgálata An Analysis of Stable Periodic Solutions of an Acoustically Excited Cavitation Bubble HEGEDŰS Ferenc.....	138
Homlokkereket generáló tóros csiga The Generating Toroidal Worm of Face-Gear Drive Daniela HERCIU, Dorin HERCIU, Mihai SUDRIJAN, Ovidiu CIUCUR	142
Minimális energiafelhasználású villamos hajtású jármű központi vezérlőegységének és telemetriás alrendszerének fejlesztése Development of the Engine Control Unit and Telemetry System of an Energy Efficient Electric Vehicle HORVÁTH Ernő, PUP Dániel, KOCSIS SZÜRKE Szabolcs, SZUROMI Csaba.....	146
Felületmódosító eljárások hatása az érdesség M-rendszerű és motíf paramétereire Effect of Surface Finishing to Roughness Parameters of M- and Motif-System HORVÁTH Sándor, CZIFRA Árpád, LIPUSZ Gergely Levente, NAGY Viktor.....	149
Egyetemi lelkészség az Óbudai Egyetemen University Chaplaincy at Óbuda University HORVÁTH Sándor, LEGEZA László	153
Hibamegelőzési módszerek a logisztikai folyamatokban Failure-Prevention Methods in Logistic Processes ILLÉS Béla.....	156
Rakodógép-alkatrészeket megmunkáló, fűrő-maró CNC gép orsószekrény-feszítésére alkalmazott kötélzet meghibásodási okainak a feltárása Reasons of Wire Rope Breakage in Case of Guy Rope of CNC Machine Headstock Used for Manufacturing of Loading Machine Components ILLÉS Béla, NÉMETH János.....	160
Szerszámpálya-generálás zsebek megmunkálásához Toolpath Generation for Pocket Machining JACSÓ Ádám, MÁTYÁSI Gyula	164
DC01 és DP1000 minőségű autóiipari lemezek ponthegeesztése Spot Welding on Automotive Sheet of Differing Quality (type DC01 and DP1000) JUHÁSZ Krisztina, VÉGVÁRI Ferenc	168
Fogtőfeszültség, feszültségkoncentráció tényező számítása nem-szimmetrikus fogalakú fogaskerekeken Tooth Root Stress and Stress Concentration Factor Calculation of Non-Symmetric-Toothed Gears KAMONDI László, DRÁGÁR Zsuzsa	172
A hőmérséklet, az áramlási sebesség és a koncentráció együttes hatása vízbázisú polimeradalékos közeg hűtőképességére The Joint Effect of Temperature, Agitation and Concentration on Cooling Power of Water Based Polymer Quenchant KEREKES Gábor, KOCSISNÉ Baán Mária, FELDE Imre	178
Harmonikusan gerjesztett gázbuborék nemlineáris dinamikai vizsgálata nagy viszkozitású folyadékban The Nonlinear Dynamical Analysis of a Harmonically Excited Gas Bubble in High Viscosity Liquid KLAPCSIK Kálmán, HEGEDŰS Ferenc.....	182
Járműipari alkalmazásokban használt napelemeket tesztelő berendezés villamos és informatikai felépítése Electrical and Informatics System of a Solar Panel Test Equipment for Automotive Applications KOCSIS SZÜRKE Szabolcs, SOMOGYI Huba	186
Elektromos meghajtású jármű szimulációs modelljének felépítése IPG CarMaker és AVL CRUISE programokban Structure of a Simulation Model for an Electric-powered Vehicle in the IPG Carmaker and Avl Cruise Programs KÖRÖS Péter, ORBÁN Tamás	190
Merev kerék deformálódó talajon történő mozgásának modellezése diszkrét elemes módszer segítségével Modelling the Motion of the Rigid Wheel on Deformable Soil Using Discrete Element Method KOTROCZ Krisztián, KERÉNYI György	194
Az előfeszítés hatása kapacitív mikrokapcsoló kapcsolási idejére Effect of Prestress on the Switching Time of a Capacitive Microswitch KOVÁCS Ádám.....	198

XXII. NEMZETKÖZI GÉPÉSZETI TALÁLKOZÓ

Logisztikai folyamatok teljesítménymérése Performance Measurement of Logistical Activities KOVÁCS György.....	202
Statikailag határozatlan forgóváz szerkezet nemlineáris optimalizálása Nonlinear Optimization On Statically Indetermined Bogie Structure KULCSÁR Tamás, TIMÁR Imre.....	206
Formula Student versenymotor töltetcsere folyamatainak optimalizálása AVL Boost-ban The Charge Motion Optimization for Aformul Student Race Engine in AVL Boost KURUCZ Gergő, NAGY András.....	209
Nagyszilárdságú acélok fázisátalakulásainak meghatározása fizikai szimuláció és matematikai modellezés segítségével Phase Transformation Diagram of high Strength Steel by Physical Simulation and Mathematical Modelling KUZSELLA László, RÉGER Mihály.....	213
Korszerű diagnosztikai célú teljesítménymérési lehetőségek Modern Diagnostical Methods for Performance Measurements LAKATOS István.....	217
Gépjárművek részecske emissziója Particle Emissions of Vehicles LAKATOS István, IMRE Kornélia, HOFFER András, CZEGLÉDI Dávid.....	221
Az okulár beállításához használatos rugalmas kötésű rendszer The Flexure Hinges System for Eyepieces Positioning LATES Daniel, NOVEANU Simona, CSIBI Vencel.....	225
Faipari célgép vezérlése Control of a Wood Machining Equipment LÉNÁRT József.....	229
A modellalkotás alapelvei és oktatásának módszerei Theory and Methods of Model Creation M. CSIZMADIA Béla.....	232
Csigatengely-gyártórendszer modellezése Plant Simulation rendszerben Modeling of Production System of Worm-shaft in Plant Simulation System MÁNDY Zoltán, DUDÁS Illés.....	236
A légi szállítás fejlesztési lehetőségeiből adódó logisztikai feladatok Logistical Tasks Originated from the Development Possibilities of Air Transport MANG Béla, VARGA Zoltán.....	240
Arkhimédész-féle spirál fogvonalú hengeres fogaskerekek tangenciális előtolásos lefejtésének kinematikája egyparaméteres burkolás esetében The Kinematics of the Tangential Feed Provided Tooth Cutting Process by Cylindrical Gears Having Archimedean Spiral Shaped Tooth Line in Case of Single Parameter Meshing Process MÁTÉ Márton, HOLLANDA Dénes, FALUVÉGI Erzsébet.....	244
Új szemlélet a lineáris dörzshegesztés technológiai paramétereinek optimalizálásában New Approach for Optimization of Technological Parameters at Friction Stir Welding MEILINGER Ákos, TÖRÖK Imre.....	248
Az emberi tájékoztatás hőháztartási összefüggései Heat Balance Relations of Human Transformation of Landscapes MOHAROS Sándor.....	252
100 éves a termikus szórás The Thermal Spraying Has Been Applied for 100 Years MOLNÁR András, BUZA Gábor, BALOGH András.....	256
Kerámia hengerfal bevonatok kiértékelése konfokális mikroszkóp segítségével Evaluating Ceramic Cylinder Liner Coatings with Confocal Microscopy MUSTÓ Veronika, NAGY András.....	262

Elektro-hidraulikus célgép módszeres tervezése Design of an Electro-Hydraulic Machine Tool NAGY Lajos.....	265
Flúidáramok instabilitásának vizsgálata Investigation of the Instability of Planar Jets NAGY Péter Tamás, PAÁL György	269
A hidrociklonban kialakuló légmag új értelmezése New Interpretation of the Air Core developing in the Hydrocyclone NÉMETH Jenő, TIMÁR Imre	273
Vezetéklánc-vizsgáló próbapad fejlesztése Timing Chain Test Bench Development NÉMETH Márk, SZALAI Ádám, PAULOVIC László	277
Négy érintkezési optimalizálási probléma elemzése Analysis of the Same Contact Optimization Problems PÁCZELT István, BAKSA Attila	281
Talajmunka energiafelhasználásának vizsgálata növényházban Study of the Rotary Tiller's Energy Consumption in Greenhouses PÁSZTOR Judit.....	285
Nyomásképző szenzoranyagok karakterizálása Characterization of Pressure Sensitive Materials PINTÉR Ákos.....	289
Ciklois szerszámpálya körrel történő közelítésének hibája The Failure of a Cycloid tool Path Approximation by Circle PÓKA György	293
Szemcsés anyagok szárítása fluidizációs szárító berendezésben Drying of Granules in a Fluidization Bed Dryer POÓS Tibor, SZABÓ Viktor.....	297
Négyoldalú térmechanizmus kinematikai vizsgálata kényszeregyenletek segítségével Kinematic Analysis of Quadrilateral Spacial Mechanism with Constraint Equations POPA-MÜLLER Izolda, PAPP István	301
Autópálya vékonylemezek kötéségénértékűségének vizsgálata Investigation of Equivalence Between Arc Spot and Resistance Spot-welded Joints of Automotive Steels PRÉM László, BALOGH András.....	305
Egy 4 szabadságfokú modell-robot inverz kinematikai feladata Inverse Kinematical Solution of a 4 Dof Model-robot RÓNAI László, SZABÓ Tamás	309
Új generációs LCD monitorok új típusú kalibrálása Study of New Method to calibrate LCD Monitor SAMU Krisztián, HONOS Bálint.....	313
Formula Student versenymotor főtengely és forgattyúház tömegének csökkentése Minimizing the Weight of the Crank Shaft and Crank Case of a Formula Student Racing Engine SASS Péter, NAGY András	317
Globális trendek a hajtásrendszerek fejlesztésében az AUDI és a Volkswagen szemszögéből Global Trends in Powertrain Development SCHINTZEL Kay.....	321
Az EBM gyártás hatása scaffoldok esetén Effect of EBM Manufacturing in Case of Scaffolds Geometry SIMONOVICS János, BUJTÁR Péter, VÁRADI Károly, Andrey KOPTYUG	325
Kiszűrő, több kritériumos kockázatkezelési módszertan alkalmazásának lehetőségei a kiterjesztett logisztikai hálózatokban Introducing a Multicriteria Risk Assessment Methodology and its Possibilities of Application in an Extended Logistics Environment SKAPINYEZ Róbert, ILLÉS Béla	329

XXII. NEMZETKÖZI GÉPÉSZETI TALÁLKOZÓ

Vasúti jármű fékezési folyamatainak többtest szimulációs vizsgálata Multibody Simulation of the Braking Process of a Railway Vehicle SZABÓ György.....	333
Géphibák rezgésspektrumainak vizsgálata modul rendszerű diagnosztikai próbapadon Examination of Vibration Spectra for Machine Failures on the Diagnostic Test Bench SZABÓ József Zoltán, LENDVAY Marianna	339
Hallgatói járműépítő versenyek hatása a mérnökképzésre The Effects of the Student Vehicle Competitions on the Engineering Education SZABÓ Tamás	343
Matematikai statisztikai módszerek alkalmazása vérnyomásgrafikonok elemzésére Mathematical Analysis of Blood Pressure Data Using Statistical Methods SZABÓ Viktor, GONDOS Tibor, HALÁSZ Gábor	347
Vezérműlánc-vizsgáló próbapad olajkondicionáló körének fejlesztése Development of Oil Conditioning System of a Timing Chain Test Bench SZALAI Ádám, NÉMETH Márk, PAULOVIC László	351
Szerszámkopás becslése mikrofúrás esetén mesterséges neurális háló alkalmazásával Estimation of the Wear of Micro Drill Using Artificial Neural Network SZALAY Tibor, BIRÓ István, Amit Kumar JHA, Karali PATRA	355
Mikrofúró kopásának vizsgálatára és kiértékelésére kifejlesztett módszer Experimental Method for Investigate and Evaluate the Tool Wear of Micro Drills SZALAY Tibor, CZAMPA Miklós, CSALA Vilmos, FARKAS Balázs	360
Folyadékfilm kenésű nagy fajlagos terhelésnek kitett felületek tribológiai elemzésére szolgáló modellezési eljárás fejlesztése Modelling Method Development for Tribological Investigation of Fluid Film Lubricated Surfaces Under High Contact Pressure SZÁVAI Szabolcs	364
Szűrőanyagok hatásának vizsgálata a kísérleti célú napelem cella vizsgáló berendezéssel Testing of the Effects of Filtering Materials with the Help of an Experimental Solar Cell Measurement Device SZÉKELY János Ádám, SZUROMI Csaba	368
P10-es jelű vasúti féktuskó szövetszerkezeti és nyomóvizsgálata és végeselemes modellezése Material Structure and Compression and Testing and Finite Element Modeling of P10 Railway Brake Block SZÜCS János, VÁRADI Károly, FÁBIÁN Enikő Réka	371
A koncepcionális tervezés környezeti szempontjai Environmentally Aspects of Conceptual Design TAKÁCS Ágnes	375
Keményesztérgálási művelet végeselemes analízisének lehetőségei Possibilities of Finite Element Simulation of Hard Cutting Process TAKÁCS Márton	379
Járműipari logisztikai rendszerek szimulációs vizsgálati lehetőségei Possibilities of the Simulation Examination for the Automotive Logistics Systems TAMÁS Péter, ILLÉS Béla	383
Maradófeszültség-mérések a STYLE csonkmaketten Residual Stress Measurements on Style Nozzle Mock-up TATÁR Levente, TÖRÖK Gyula	387
Ponyvák hajlító vizsgálata új mérési módszerrel Flexural Analysis of Coated Fabrics with New Measuring Method TATÁR Nikolett	391
Csőfal modell fejlesztése könnyen deformálódó csövekben folyó áramlások leírásához Development of a Wall Model for the Description of Fluid Flow in Highly Elastic Pipes TILL Sára	395
Konstrukciók hőszigetelésének optimalizálása Optimization of Heating Isolation of Constructions TIMÁR Imre, HORVÁTH Pál	399

Új technológiai megoldások a lemezalakításban New Innovations in Sheet Metal Forming TISZA Miklós.....	403
Nagyerősségű lemezanyagok alakíthatósága Formability of High-Strength Steels TISZA Miklós, KOVÁCS Péter Zoltán, GÁL Gaszton, KISS Antal, LUKÁCS Zsolt.....	411
Gyorsított fogfelület-modellezési eljárás pontosságvizsgálata Precision Study of Speeded Tooth Surface Modelling Procedure TOLVALY-ROSCA Ferenc, FORGÓ Zoltán.....	415
Acusztikusan gerjesztett kavitációs buborék nemlineáris dinamikai vizsgálata Nonlinear Dynamics of an Acoustically Excited Cavitation Bubble VARGA Roxána, PAÁL György.....	419
Féregszekereses hajtóművek merülő olajzási minimálmodelljének kísérleti vizsgálata Experimental Investigation of a Gearbox Dip Lubrication Minimal Model VÁRHEGYI Zsolt, KRISTÓF Gergely.....	423
Az írtlemények fajlagos-felülete és kapcsolat az előállító berendezések energetikájával The Specific Surface of Ground Products and the Relation to Energetics of Equipments Producing Them VERDES Sándor.....	427
Biztonsági problémák a motorvezérlő szoftverek biztonsági kérdéseiről Security Problems of Engine Control Softwares WAGNER György.....	431
Nagysebességű numerikus számítás nagyméretű időfüggő sebességterekben Numerical Calculation of Pathlines in Large Time-Varying Velocity Fields ZÁVODYSZKY Gábor, PAÁL György.....	435
Vasúti kerékabroncs végeelemes hőtani és feszültségi vizsgálata Thermal and Stress Fe Analysis of a Railway Wheel ZWIERCZYK Péter Tamás, VÁRADI Károly.....	438

Virtuális fékpad labor kialakítása a győri Széchenyi István Egyetemen

Development of A Virtual Engine Dynamometer at
Széchenyi István University, Győr

AGÓCS Tamás¹ Járműmérnöki MSc hallgató
HANULA Barna², PhD, Egyetemi docens, Audi Hungária Tanszékcsoport vezetője
SZABÓ Zsolt³, Járműmérnöki MSc hallgató

¹Széchenyi István Egyetem, Belső Égésű Motorok Tanszék, 9026 Győr, Egyetem tér 1.
tel.: +36 96 503491, fax: +36 96 613677, e-mail: agocs.tom@gmail.com

²Széchenyi István Egyetem, Belső Égésű Motorok Tanszék, 9026 Győr, Egyetem tér 1.
tel.: +36 96 503491, fax: +36 96 613677, e-mail: hanula@sze.hu

³Széchenyi István Egyetem, Belső Égésű Motorok Tanszék, 9026 Győr, Egyetem tér 1.
tel.: +36 96 503491, fax: +36 96 613677, e-mail: zsolt.szabo.ungarn@gmail.com

ABSTRACT

The development of novel computer aided teaching methods that encourages student involvement in laboratory exercises is essential for quality and cost reasons. This article demonstrates a virtual engine dynamometer at the Department of Internal Combustion Engines at Széchenyi István University, Győr. For the first time in Hungary, it is possible for students to perform measurements on internal combustion engines and evaluate them in a virtual measurement environment, using up to date computer programs.

ÖSSZEFOGLALÓ

A mérnökképzésben elengedhetetlen olyan új, számítógépek által támogatott oktatási módszerek kifejlesztése, melyek segítségével a hallgatók színvonalas és egyben költséghatékony laborgyakorlatokon vehetnek részt. A cikk a győri Széchenyi István Egyetem Belső Égésű Motorok Tanszékén felállított virtuális fékpad-labort mutatja be, mely Magyarországon, egyedülálló módon teszi a hallgatók számára lehetővé, hogy a legmodernebb fékpad szoftverek segítségével, egy virtuális környezetben végezzenek el fékpad méréseket és kiértékeléseket.

Kulcsszavak: interaktív oktatási módszerek, motorszimuláció, virtuális fékpad

1. BEVEZETÉS

A belső égésű motorokkal foglalkozó mérnökhallgatók számára rendkívül értékesek a fékpadon elvégzett motorvizsgálatok ahhoz, hogy a motorok komplex viselkedését megérthessék. A fékpadon töltött idő azonban igen magas költségekkel jár, amit a legtöbb felsőoktatási intézmény csak szűkös anyagi keretek között engedhet meg magának, így a hallgatók versenyképessége folyamatosan csökken a szakma egyre magasabb elvárásaival szemben. A szakirány iránti egyre nagyobb érdeklődés és a hallgatói létszám folyamatos növekedése is indokoltá teszi az új, eddig nem alkalmazott oktatási módszerek bevezetését.

A virtuális fékpad koncepciója azt, a fejlesztési metódusok között utóbbi időben teret nyerő eljárást használja fel a valós fékpadok helyettesítésére, amit modellalapú szimulációnak, vagy modellalapú fejlesztésnek – idegen nyelven Modell-Based Design-nak – neveznek [2]. Ennek a bizonyítottan költséghatékony eljárásnak az a célja, hogy a hardverelemek egy számítógépes környezetben, szimulációs módszerek segítségével helyettesíthetők legyenek. Az így elkészült modellek különböző kódgeneráló metódusokkal alkalmazhatók arra, hogy az egyébként hardveres mérésekhez kifejlesztett szoftverekkel is kompatibilissé váljanak. Ezt az előnyös tulajdonságot kihasználva már csak egy olyan szoftverre van szükség, ami teljesíti a kompatibilitási kritériumokat, az iparban széles körben elterjedt és a hallgatók önálló méréseket képesek végezni rajta, növelve ezzel versenyképességüket, bővítve szaktudásukat.

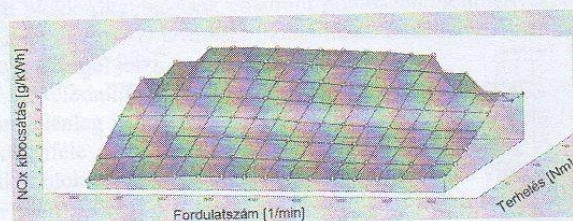
2. MODELLALKOTÁS

Egy szimulációs folyamat során a modellek feladata, az általuk leírt rendszer, vagy elem viselkedésének minél pontosabb reprodukálása. A fékpad és motor működésének legegyszerűbb szemléltetése jellemzőre épülő modellek segítségével kivitelezhető, melyek valós fékpad mérések során szerzett adatokból ke-

teljes felépítésre. Ezt a módszert az iparban is gyakran alkalmazzák a motortervezés korai fázisában. Ezek, a motor üzemállapotainak leírására szolgáló jellegmezők minden általunk szemléltetni kívánt paramétert tartalmaznak a fordulatszám, a terhelés és a keverék összetételének függvényében, ezért oktatási célokra is tökéletesen alkalmasak.

A modellalapú szimuláció Matlab Simulink szoftverrel valósítható meg legkönnyebben. A szoftvert a grafikus programozási felülete alkalmassá teszi a rugalmas modellalkotásra és megkönnyíti a jellegmezőkre épülő rendszermodellek létrehozását. Az általunk felépített modellekben három bemenő paraméter változtatása lehetséges, ezek a motor fordulatszáma, terhelése és keverék-összetétele. Ahhoz, hogy ezek a valóságban hasonló értékeket eredményezzenek a kimeneteken, a modellek struktúráját úgy kell kialakítani, hogy egy ténylegesen létező mérési módot lehessen kiválasztani a feladat végrehajtása során. Esetünkben ez, a gyakorlatban is leginkább alkalmazott fordulatszám/terhelés üzemmód. A kimeneti változók a korábban végrehajtott fékpadi mérések során meghatározott jellegmezőkből következnek, a bemeneti változók függvényében. Ezek a jellegmezők háromdimenziós felületként viselkednek. Két bemenő tengelyükön a fordulatszám és terhelés, tehát a pillanatnyi üzemállapot, kimeneti tengelyükön pedig az ehhez tartozó jellemzők, mint például a fajlagos fogyasztás vagy károsanyag-kibocsátás szerepelnek (1. ábra). A modell ekkor úgy viselkedik, mintha a motor fordulatszáma a fékpadról, a terhelés pedig a motorvezérlő elektronikán keresztül lenne szabályozva.

A modellekben olyan speciális blokkokra is szükség van, melyek a kimeneti paraméterek jelleghelyesnek felelősek. Az értékek folyamatos ingadozása, az üzemállapotok közötti váltások során megfigyelhető jelenségek, a stabilizációs idő meglétének érzékelte, szintén hozzá tartozik egy szimulátor funkcióihoz. A valós folyamatok során állandósult üzemállapotban is tapasztalható a mért értékek folyamatos változása, mely jellegzetes sztochasztikus folyamatok állnak. Az ezek szemléltetésére beépített speciális blokkok mesterségesen leírják a modell adott üzemállapotára vonatkozó, állandó kimeneti értékeket a mérési pont körül rezonáltatva, ezzel a valóságoshoz közelebb álló hatást érve el. A különböző üzemállapotok közötti váltáskor is meg kell oldani, hogy a görbék változásának sebessége megfelelően a fékpádon tapasztaltakhoz. Ehhez további blokkok szükségesek, ezek lesznek felelősek az értékek időbeli változásának késleltetéséért.



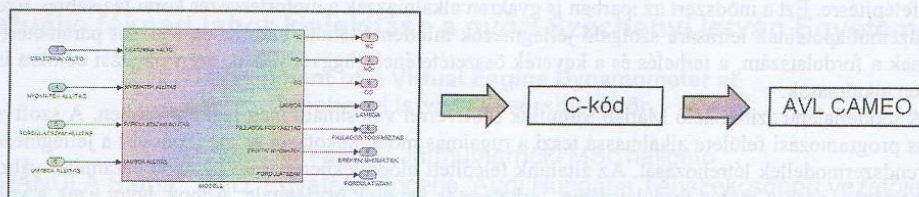
1. ábra

Fordulatszám- és terhelésfüggő háromdimenziós jellegmező

3. VIRTUÁLIS KÖRNYEZET

A modellek megalkotása után, egy alapos piackutatást követően a jelenleg egyik legmodernebb fékpadi szoftver, az AVL CAMEO került kiválasztásra. Segítségével a virtuális mérések igény szerint előre parametrizálhatók és lefuttathatók, valós fékpádon elvégzett mérésekhez hasonlóan, elkerülve ezzel egy rendkívül drága fékpád veszélyeztetését. Az AVL CAMEO egyik leginnovatívabb funkciója, hogy statisztikai, ún. DoE (Design of Experiment) módszerek segítségével, a fékpádon lemerő motorok viselkedése alapján egy matematikai modellt készít azokról [1]. Ez a modell képes jellemezni a motort, szinte minden szóba jöhető üzemállapotban anélkül, hogy mindegyiket végig kellene mérni. Ezen felül a szoftver lehetővé teszi a fizikai csatlakozás mellett, virtuális bemenetek megadását is a mérés előkészítése során. Ezzel lehetőség nyílik a tényleges berendezések helyett, egy virtuális fékpád- és motormodell használatára háttérkörnyezetként.

A Simulink modellek és az AVL CAMEO kapcsolatát az 2. ábra szemlélteti. Az AVL mérnökei által, egy speciálisan erre a feladatra készített szoftverösszetevő segítségével a modellekből C-kód generálható, majd ezt a kódot CAMEO-ba importálva a szoftver úgy érzékeli, mintha egy valós fékpáddal lenne összekötve. Meghatározhatók különböző fordulatszám/terhelés- illetve keverékösszetétel-állítást alapú mérési feladatok, melyek jól szemléltetik a motorok egyes paramétereinek változását a különféle üzemállapotok alatt.



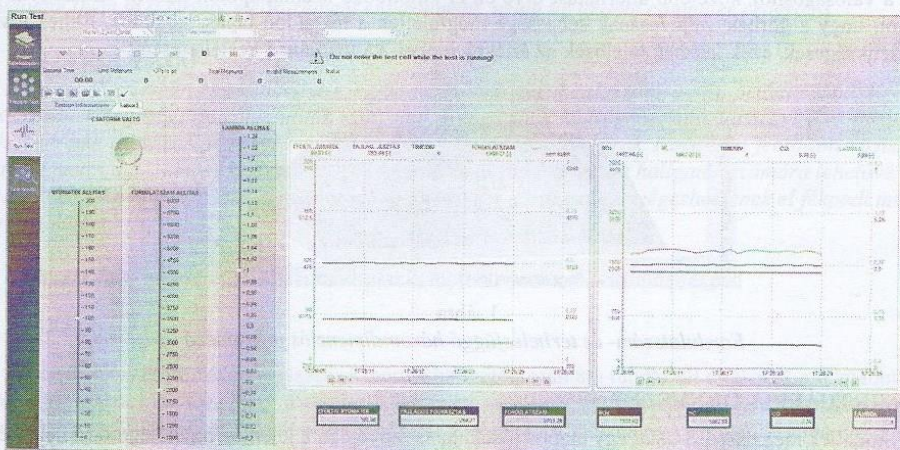
2. ábra

A Matlab Simulink és az AVL CAMEO közti kapcsolat

4. MÉRÉS

A virtuális fékpad projekt során kétféle modell kidolgozására került sor. Az egyszerűbb változatban a hallgatók által a motor terhelése és fordulatszámja változtatható, az összetettebb pedig lehetővé teszi az előre beállított pontokon kívül, egy meghatározott üzemállapotban a keverék-összetétel hatásának vizsgálatát. Ez különösen hasznos, mivel a katalizátorok megjelenése óta kevesebb alkalom nyílik ilyen jellegű vizsgálatokra, motorikus folyamatok szempontjából azonban nem elhanyagolható a hatásuk. Ezen paraméterek befolyása a fogyasztásra, a motor nyomatékára és a károsanyag-kibocsátásra, megfelel a valós körülmények között tapasztaltaknak.

A 3. ábra az összetettebb modellt mutatja működés közben. A hallgatók a felhasználói felület segítségével csúszkákon változtathatják az egyes bemeneti paraméterek értékeit, a grafikus és numerikus megjelenítőkön pedig vizsgálhatják azok hatását a kimeneti értékekre.



3. ábra

A CAMEO szoftver segítségével elkészült mérés, működés közben

A virtuális motorszimulációs labor felépítésekor a gyakorlatorientált mérnökképzés, a tanórák interaktívá tétele, a hallgatók aktív részvételének növelése, versenyképességük javítása volt a cél. Erre az egyik leghatékonyabb módszer, ha minden diák teljesíthet egy mérést egymaga, olyan szoftverekkel, amelyekkel nagy eséllyel találkozik a későbbiekben az iparban is.

A különbséget a hagyományos fékpaddal, illetve a virtuális szimulációs környezettel végrehajtott gyakorlatok között a 4. ábra szemlélteti. Utóbbi használatának további előnye, hogy nem igényel drága berendezéseket és segítségével olyan helyekre is eljuthat az oktatás ezen formája, ahol korábban arra pénz, vagy eszközhiány miatt nem volt lehetőség.



4. ábra
Az oktatási módszerek közti különbség

5. TOVÁBBFEJLESZTÉS

A fentiekben bemutatott virtuális motorszimulációs labor már az elmúlt félévben megtartott tantermi gyakorlaton is nagy érdeklődést váltott ki a hallgatók körében. Ezzel a gyakorlatban is bebizonyította, hogy az ilyen és ehhez hasonló módszerek alkalmazása hatékonyan képes a költséges laborokat olyan helyeken kiváltani, ahol a hallgatók magas létszáma miatt nem lenne lehetőség a gyakorlati foglalkozásokra. Az ilyen laborgyakorlatok a motorikus folyamatok megértése és a mérési környezet megismerése szempontjából is kiemelkedően fontosak, de ezzel együtt a hallgatók számára izgalmas, élményekben gazdag tanórákat is biztosítanak.

A jövőbeni cél, a virtuális labor továbbfejlesztése mind pontosság, mind funkcionalitás terén. Egyik nagy előrelépést a jellegzőkre épülő modellek, fizikai modellekre való cseréje jelenti. Ez feleslegessé teszi az eddig használt blokk alkalmazását, valamint pontosabb eredményeket produkál. Az iparban fejlesztési célokra használt szimulátorok is javarészt fizikai modelleket használnak háttérként, ami már a tervezési folyamat egy magasabb szintjét jelzi.

A virtuális fékpad funkcionalitásának kibővítése egy másik AVL termék, a BOOST használatával válik lehetővé. Ez a szoftver jelenleg is használatban van a Belső Égésű Motorok Tanszéken, számos hallgató gyakorlaton használja különféle motortípusok működésének szimulálására. A programok összehangolása lehetővé teszi, a más gyakorlatok keretein belül felépített motormodellek viselkedésének valósidejű vizsgálatát a virtuális fékpadon, bővítve ezzel a motorszimulációs labor alkalmazási lehetőségeinek palettáját. Az eddig az irányba mutató első tesztek jelenleg is zajlanak, a továbbiakban ilyen modellek fejlesztése, tökéletesítése a cél.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] AVL List GmbH: AVL CAMEO 2013 Basics & Beyond The Basics, AVL List GmbH, Graz, 2013
- [2] Wiley-ISTE: Formal Methods: Industrial Use from Model to the Code, ISTE Ltd, London, 2012