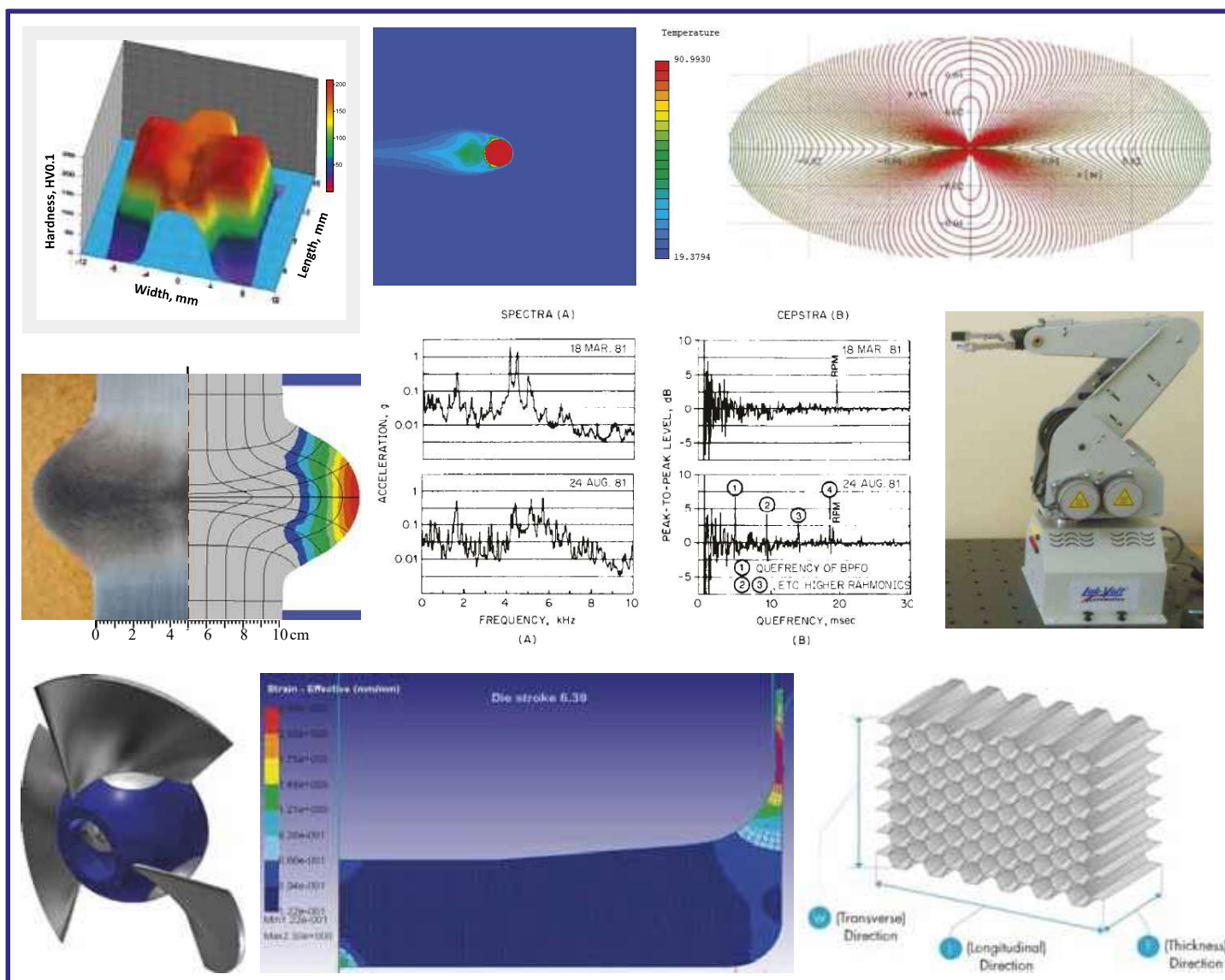


# GÉP

## A GÉPIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET MŰSZAKI FOLYÓIRATA



### K Ü L Ö N S Z Á M

EFOP-361-16-2016-00011 számú „Fiatallódó és megújuló Egyetem - Innovatív Tudásváros a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése”

**2021/1-2.**  
100 oldal  
LXXII. évfolyam



**SZÉCHENYI 2020**

Európai Unió  
Európai Szociális  
Alap



**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**

# 4<sup>th</sup> International Conference on Vehicle and Automotive Engineering VAE2022

8-9. September 2022. Miskolc, Hungary



## Call for papers

We have the pleasure to invite you to participate in the 4th International Conference on Vehicle and Automotive Engineering (VAE2022) from 8<sup>th</sup> to 9<sup>th</sup> September 2022 in Miskolc, Hungary. The Conference aims to bring together the experts from both the academic and industrial areas and show these fields' development.

### Main branches of topics of the Conference:

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| A. Conventional Powertrain & Emission | H. Active and Passive Safety                 |
| B. Alternative Powertrains            | I. Sustainability                            |
| C. Vehicle Dynamics                   | J. Education                                 |
| D. Materials & Manufacturing          | K. Design of Vehicle Structures and Surfaces |
| E. Vehicle Electronics                | L. Optimization                              |
| F. Autonomous vehicles                | M. Welding                                   |
| G. Noise & Vibration                  | N. Multi linkage structures                  |

### Publication of Papers

All papers are peer-reviewed. The accepted ones will be published in the *Lecture Notes in Mechanical Engineering series*, published by *Springer Verlag*, indexed by Scopus, as was on the previous conferences (<https://www.springer.com/gp/book/9789811595288> <https://www.springer.com/gp/book/9783319756769>, <https://www.springer.com/gp/book/9783319511887>). *The 2018 Proceedings had 157k downloads till now.* The Proceedings will be available to all registered participants electronically upon arrival at the Conference. Offered papers must be original, have not been published elsewhere. The paper length is a minimum of 6 pages, maximum of 16 pages. The author should give the lecture.

### Schedule

Event	Deadline
Call for papers	
Abstract submission	14 <sup>th</sup> January. 2022.
Abstract acceptance	11 <sup>th</sup> February. 2022.
Full paper submission	25 <sup>th</sup> March. 2022.
Full paper acceptance	29 <sup>th</sup> April. 2022.
Payment	16 <sup>th</sup> May. 2022.
Conference	Sept. 8-9. 2022.

The conference language is English. The abstract text must be between **300 and 500 words**.

**Conference fee (face to face): 299 Euro/person** (due 16<sup>th</sup> May. 2022), for online participation is zero.

**Publication fee (online): 169 Euro/paper** (due 16<sup>th</sup> May. 2022) (one paper between 6-16 pages).

### For further details, please contact:

Prof. Dr. JÁRMAI, Károly  
University of Miskolc, Hungary  
H-3515 Miskolc, Egyetemvaros  
Tel. +36-46-565111 ext 2929  
Fax. +36-46-563399

### The conference homepage

<http://vae2022.uni-miskolc.hu>

**E-mail: vae2022@uni-miskolc.hu**



„A kiadvány az EFOP-3.6.1-15-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.”

“The publication is part of the EFOP-3.6.1-15-2016-00011 “Younger and Renewing University – Innovative Knowledge City – institutional development of the University of Miskolc aiming at intelligent specialisation” project implemented in the framework of the Szechenyi 2020 program. The realization of this project is supported by the European Union, co-financed by the European Social Fund.”

# GÉP

## A GÉPIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET

műszaki, vállalkozási, befektetési, értékesítési, kutatás-fejlesztési, piaci információs folyóirata

### SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Dr. Döbröczöni Ádám

**elnök**

Vesza József

**főszerkesztő**

Dr. Jármai Károly

Dr. Péter József

Dr. Szabó Szilárd

**főszerkesztő-helyettesek**

Dr. Barkóczy István

Bányai Zoltán

Dr. Beke János

Dr. Bercsey Tibor

Dr. Bukoveczky György

Dr. Czitán Gábor

Dr. Danyi József

Dr. Dudás Illés

Dr. Gáti József

Dr. Horváth Sándor

Dr. Illés Béla

Kármán Antal

Dr. Kalmár Ferenc

Dr. Orbán Ferenc

Dr. Pálincás István

Dr. Patkó Gyula

Dr. Péter László

Dr. Penninger Antal

Dr. Szabó István

Dr. Szántó Jenő

Dr. Tímár Imre

Dr. Tóth László

Dr. Varga Emilné Dr. Szűcs Edit

Dr. Zobory István

### TISZTELT OLVASÓ!

A Miskolci Egyetem (ME) „*Fiatalodó és megújuló Egyetem - Innovatív Tudásváros, A Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése*” címet viselő programjában általános célként tűzte ki tevékenységének erőteljes innovációra és kooperációra való építését, a kiválóság fenntartásához kapcsolódó fókuszok kiemelését, hazai és nemzetközi versenyképességének és láthatóságának erősítését, kiemelt szerepet szánva a K+F+I tevékenységnek. Erre épülve a projekt stratégiai és átfogó célja: A ME hatékony bekapcsolása a Nemzeti Intelligens Szakosodási Stratégia megvalósításába, a kutatási feltételrendszerek- és kapacitások növelése.

A Miskolci Egyetemen a 4-es Kiválósági Központ keretében *Innovatív Járműmérnöki, Energetikai és Gépészeti Tervezés és Technológiák* címmel folynak kutatások. A központ célja a kutatási potenciál fejlesztése olyan kutatásokkal, amelyek innovatív modellezést, tervezést és technológiai folyamatokat valósítanak meg, összhangban az Európai Unió azon törekvésével, amely az innováció serkentésére, a leghatékonyabb környezetbarát technológiák alkalmazására és fejlesztésére irányul. A Kiválósági Központ szeretné az elért eredményeket továbbfejleszteni, újjal bővíteni.

A 2016-ban a Miskolci Egyetemen elindult járműmérnök képzés új kihívásokat teremtett. Az új doktoranduszok, akik részben a Stipendium Hungaricum keretében érkeztek hozzánk szintén lendületet adtak bizonyos területeken. Ezen új irányok és eredmények bemutatását kívánjuk ezzel a folyóirat-számmal megvalósítani.

A cikkek túlnyomó része a 4-es Kiválósági Központ Tudományos Műhelyeinek eredményei, aminek témakörei az Innovatív Járműmérnöki, Energetikai és Gépészeti Tervezés és Technológiák. A cikkek kapcsolódnak az Gépész-mérnöki és Informatikai Kar Intézeteihez.

A cikkekben ismertetett kutató munka túlnyomó részben az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

*Prof. Dr. Jármai Károly  
a Kiválósági Központ vezetője,  
a projekt szakmai vezetője*

A szerkesztésért felelős: Vesza József. A szerkesztőség címe: 3534 Miskolc, Szervezet utca 67.

Telefon/fax: 06-46/379-530, 06-30/9-450-270 • e-mail: mail@gepujsag.hu

Kiadja a Gépipari Tudományos Egyesület, 1147 Budapest, Czobor u. 68., Levélcím: 1371 Bp. Pf.: 433.

Telefon: 06-1/202-0656, fax: 06-1/202-0252, e-mail: a.gaby@gteportal.eu, internet: www.gteportal.eu

A GÉP folyóirat internetcíme: <http://www.gepujsag.hu>

Kereskedelmi és Hitelbank: 10200830-32310236-00000000

Felelős kiadó: Dr. Igaz Jenő ügyvezető igazgató.

Gazdász Nyomda Kft. 3534 Miskolc, Szervezet u. 67. Telefon: 06-46/379-530 • e-mail: gazdasz@chello.hu

Előfizetésben terjeszti a Magyar Posta Zrt. • Postacím: 1900 Budapest

Előfizetésben megrendelhető az ország bármely postáján, a hírlapot kézbesítőknél, [www.posta.hu](http://www.posta.hu) WEBSHOP-ban (<https://eshop.posta.hu/storefront/>), e-mailen a [hirlapelofizetes@posta.hu](mailto:hirlapelofizetes@posta.hu) címen, telefonon 06-1-767-8262 számon, levélben a MP Zrt. 1900 Budapest címen. Külföldre és külföldön előfizethető a Magyar Posta Zrt.-nél: [www.posta.hu](http://www.posta.hu) WEBSHOP-ban (<https://eshop.posta.hu/storefront/>), 1900 Budapest, 06-1-767-8262, [hirlapelofizetes@posta.hu](mailto:hirlapelofizetes@posta.hu)

Egy szám ára: 1260 Ft. Dupla szám ára: 2520 Ft.

INDEX: 25 343 ISSN 0016-8572

**A megjelent cikkek lektoráltak.**

A kiadvány a Nemzeti Kulturális Alap támogatásával jelenik meg.

# TARTALOM

1. Bassel Alsalamah, Dr. László Kuzsella,  
Dr. Zsolt Lukács: ..... 7

## FIZIKAI SZIMULÁCIÓ ÉS MATEMATIKAI MODELLEZÉS A SICO-VIZSGÁLAT KEMÉNYSÉGELOSZTÁSI FELTÉTELÉVEL

*Lehülés során akkor keletkezik repedés mikor a hőmérsékletcsökkenésből eredő összehúzódás gátolva van és az így keletkező feszültségek nem tudnak kiegyenlítődni képlékeny alakváltozással. Ez a jelenség nagyon jól szimulálható GLEEBLE 3500 termomechanikus fizikai szimulátor segítségével. Szolidus hőmérséklet alatt végzett melegsakító, -nyomó vizsgálatok mellett, egy különleges alternatív célvizsgálattal, „alakváltozás okozta repedéskeletkezés vizsgálat” (SICO, Strain-Induced Crack Opening test) segítségével. Egy ilyen vizsgálatsorozatot mutat be a cikk.*

2. Lucas Alexandre de Carvalho,  
Jemal Ebrahim, Dr. Zsolt Lukács: ..... 11

## A NYOMÁS ÉS A SEBESSÉG FÜGGŐ SÚRLÓDÁSI EGYÜTTHATÓ FONTOSSÁGA A FÉM MEGMUNKÁLÁS NUMERIKUS SZIMULÁLÁSÁBAN

*Az AutoForm az egyik legelterjedtebben használt FEM programcsomag a fémlemez formázásban. A költséghatékony gyártási folyamatok kidolgozásához a lemezalakítás pontos szimulációjára van szükség. A fejlett súrlódási modellek beépítése javítja a pontosságot a lemezformázó végelem szimulációkban. Ez a tanulmány elemzi azokat a nyomás- és sebességfüggő súrlódási modelleket, amelyeket az AutoForm szoftver segítségével alkalmaztak a lemezalakítás szimulációjához.*

3. Ahmad Yasser Dakhel, János Lukács: ..... 15

## SZÁLLÍTÓ CSŐVEZETÉKEK TÖNKREMENTELI MÓDJAI ÉS ANNAK KÖVETKEZMÉNYEI

*A nagy távolságú olaj- és gázvezeték-meghibásodások tanulmányozásának eredményei elengedhetetlenek az ipar számára. Ezek jelenthetik a csővezeték-üzemeltetők kockázatelemzésének, integritása értékelésének és a menedzsment fejlesztésének alapját. A vezeték meghibásodási arányára, okaira, következményeire, hasonlóságaira és a csővezeték-menedzsment eltéréseire vonatkozó európai statisztikai eredmények elemzését és értékelését használták a vezeték fókuszpontjainak és hatékonyságának meghatározásához. Javaslatot tesznek a távolsági csővezeték-védelem technológiáira és kezelésére.*

4. Ecsedi István, Baksa Attila,  
Lengyel Ákos József, Gönczi Dávid: ..... 19

## INHOMOGÉN ÉS ANIZOTROP PIEZOELEKTROMOS RÚD EGY STATIKAI FELADATA

*E tanulmány szerzői számos cikket publikáltak az utóbbi években a különböző inhomogén anyagú és anizotrop szerkezeti elemekkel kapcsolatban. Az ott alkalmazott matematikai és mechanikai módszerek szemléltetésére jelen tanulmányban inhomogén, orthotrop piezoelektromos ellipszis keresztmetszetű rúd Saint-Venant csavarási feladatának megoldását használják. E tanulmány a korábbi publikációk általánosításának tekinthető, orthotrop piezoelektromos ellipszis keresztmetszetű rúdra.*

5. Kállai Viktória, Szepesi L. Gábor: ..... 22

## SZITATÁNYÉROS KOLONNA SZÁRAZ TÁNYÉR ELLENÁLLÁSÁNAK MEGHATÁROZÁSA

*A tanulmányban egy adott geometriájú szitatányéros kolonna száraz tányér ellenállásának meghatározása történt számítással és CFD szimulációval különböző gázsebességek esetén. A számítások minden esetben túlbecsülik a nyomásesés értékét a szimulációhoz képest. Azon elméleti összefüggések, amelyek a tányér aktív felületét, illetve a lyukak felületét is figyelembe veszik a szimuláció eredményeihez közelebb eső értékeket adtak eredményül, de még így is kb. 20%-ra tehető a különbség a mért és szimulált értékek között.*

6. Mikáczó Viktória, Siménfalvi Zoltán,  
Szepesi L. Gábor: ..... 26

## LEFÚVÓVEZETÉK HATÁSA A REDUKÁLT ROBBANÁSI NYOMÁSRA – ELMÉLETI MODELLEK

*A cikkben bemutatott számítási modellek és egyéb módszerek alkalmasságát a maximális redukált robbanási nyomás meghatározására a cikkek, tanulmányok, publikációk szerzői megfelelően alátámasztották munkájuk során. Legtöbbjük a megnövekedett redukált robbanási nyomás számítására alkalmas összefüggés, ám az NFPA 68 a szükség szerint megnövelt lefúvató felület számítására használatos összefüggéseket ad meg. A számítási modellek mindegyike alkalmas a lefúvató vezeték hatásának leírására.*

7. Kriston J. Balázs, Dr. Jálics Károly: ..... 31  
MEGHIBÁSODÁSOK LOKALIZÁLÁSA VIBRO-  
AKUSZTIKUS MÓDSZEREKKEL GÉPÉ-  
SZETI SZERKEZETEK ESETÉN

*A tanulmány fő célja összefoglalni és áttekinteni a korszerű monitorozási eljárásokat és a vibrációs és akusztikus jeleken alapuló diagnosztikai technikákat irodalmi források segítségével. A cikk gyakorlati példákra keresztül igyekszik szemléltetni az egyes módszerek alkalmazását, így hasznos lehet azok számára, akik meg akarják érteni, hogy milyen típusú hibákat lehet diagnosztizálni a vibro-akusztikus diagnosztikai rendszerek használatával.*

8. Soltész László, Berényi László,  
Kamondi László: ..... 36  
TERMÉKFEJLESZTÉSI PROJEKTEK:  
ÉRINTETTEK PRIORITÁSAI A PROJEKT  
ELFOGADÁSOKOR

*A tanulmányban 112 termékfejlesztési szakértő kérdőíves megkérdezése alapján vizsgáljuk, hogy a projekt-siker háromszöge (idő, költség specifikáció) hogyan jelenik meg a gondolkodásukban. Az eredmények jelentős különbségeket mutatnak. Habár a specifikáció mindenkinek a legfontosabb a projekt tervezésekor, az időközbeni változások hatására ez háttérbe szorulhat. A vizsgálatok legfontosabb tanulsága, hogy a prioritások megismerése a szervezetben belül hozzájárulhat egy olyan szabályozási és kommunikációs megoldás kidolgozásához, ami minimalizálja a konfliktusok hatását a projekt sikerére.*

9. Kalmár László, Hegedűs György,  
Fáy Árpád: ..... 41  
AXIÁLIS ÁTÖMLÉSŰ  
SZIVATTYÚJÁRÓKERÉK AUTOMATIZÁLT  
TERVEZÉSE

*A cikk fő célja a kidolgozott AXPHD V2.0 számítógépes programcsomag bemutatása, ismertetve a rendelkezésre álló programmodulok jellemző tulajdonságait, összefoglalva az elért és fontosabbnak tartott eredményeket az axiális áramlású prototípus szivattyú tervezése során állítható lapátokkal.*

10. Fodor Béla: ..... 46  
FORGÓ ÁRAMLÁSTECHNIKAI GÉPEK  
NUMERIKUS VIZSGÁLATÁNAK MÓDSZEREI  
Ez a cikk a forgó áramlástechnikai berendezések numerikus teszteléséhez szorosan kapcsolódó általános szempontokat mutatja be, ahol röviden összefoglalja a legfontosabb feladatokat. Hangsúlyt helyeznek a vizsgálati módszer felépítésére, majd az egyes számítási modellek lehetőségeire.

11. Török Tamás István: ..... 50  
A KORRÓZIÓ ELLEN IS KELL  
VÉDEKEZNI, ISMÉT BUDAPESTRE  
JÖN AZ EUROCORN

*A szabadtéri acélszerkezeteknél a megfelelő szerves felületbevonatokkal hatékonyan megakadályozható a korrózió, mely bevonatok fizikai akadályt jelenthetnek az agresszív környezet ellen, míg az acél alkatrészek és az acél vasbeton szerkezetek esetében, amelyek időnként érintkezésbe kerülnek vagy érintkezésbe kerülnek vizes elektrolitoldatokkal a korróziós támadást hatékonyan enyhíteni lehet a korróziógátlók ilyen technológiai vízekhez vagy betonhoz való keverésével is. Ez a cikk néhány esettanulmányt mutat be, hogy szemléltesse ezt a fontos kérdést.*

12. Petrik Máté, Dr. Jármái Károly,  
Dr. Szepesi L. Gábor: ..... 53  
IDŐBEN VÁLTOZÓ HŐÁTADÁS  
NUMERIKUS ÉS ANALITIKUS  
SZÁMÍTÁSI LEHETŐSÉGEI

*A hőátadási folyamatok két részre oszthatók, először átmeneti állapotra, majd a hőmérsékleti profil kialakult állandó állapotra. Ez a fajta átmeneti hőátadási jelenség például a hőkezelések során fordul elő, amikor az ipari berendezéseket működési hőmérsékletre melegítik, vagy akár a főzés is megemlíthető. A tanulmány célja ezeknek a hőátadási folyamatoknak az általános bemutatása, és olyan empirikus összefüggések ismertetése, amelyek felhasználhatók a hőmérséklet értékek időbeli függvényének előre történő meghatározására.*

13. Szűcs Renáta, Dr. Jármái, Károly: ..... 58  
KÖLTSÉGOPTIMÁLT GÉPÉSZETI  
TERVEZÉSI MÓDSZEREK

*A költségoptimalt tervezés egyre fontosabbá válik a tervezési követelmények között. A vállalatok versenyképessége nagymértékben függ a költségoptimalt tervektől. Egy termék költsége jelentősen csökkenthető a tervezési szakaszban, cc. a költségek 70%-a a tervezési szakaszban dőlt el. Jelen tanulmányban a szerzők a tervezési szakaszban felhasználható, rendelkezésre álló költségoptimalt tervezési eszközök bemutatásával és ezen eszközök lehetséges fejlesztésével foglalkoznak.*

14. Szűcs Renáta, Galambos József,  
Dr. Jármái, Károly: ..... 63  
EMELŐASZTAL KÖLTSÉGOPTIMÁLT  
TERVEZÉSE

*A tervezési folyamat során különös figyelmet kell fordítani a felmerülő gyártási költségekre. Jelen tanulmányban a szerzők ollós emelőasztal szerkezetét elemzik költségoptimalt tervezési szempontból. Ezen elemzés révén meghatározzák az általános költségoptimalt tervezési szabályokat is. A bemutatott technika alapján kidolgozható lenne egy paraméteres modell meghatározása a költségoptimalizálás tervezéséhez.*

15. Jemal Ebrahim Dessie, Lucas Alexandre de Carvalho, Dr. Zsolt Lukács: ..... 67  
A TISZTA ALUMÍNIUM AEROSOL ÜTŐ  
EXTRUDÁLÁSSAL TÖRTÉNŐ GYÁRTÁSÁ-  
NAK NUMERIKUS SZIMULÁLÁSA

*Az ütő extrudálás a varrat nélküli aeroszolos flakonok legfőbb gyártási folyamata. A flakon vastagságának csökkentése és a mechanikai tulajdonságok csökkenésének kiküszöbölése a belső bevonat után kritikus probléma a jelenlegi aeroszolos flakonos iparágakban. A nagy szilárdságú alumíniumötvözet kiválasztásával lehetőség nyílik extrudálására inhomogén falvastagsággal, hogy vékonyabb és erősebb aeroszolos konzervdobozokat állítsunk elő. A Deform 2D FEM szoftver az inhomogén falvastagság modellezésére és szimulálására képes, ennek eredményeként hibamentes flakon vállat érhet el a nyak kialakító szakaszban.*

16. Hazim Nasir Ghafil, Dr. Jármai Károly: ..... 71  
OPTIMÁLÓ ALGORITMUSOK ROBOTOK  
INVERZ KINEMATIKÁJÁHOZ MATLAB  
FORRÁSKÓDDAL

*Ez a cikk módszertant mutat be az inverz kinematikai probléma megoldására bármilyen robotkarral optimáló algoritmusok felhasználásával. A direkt kinematika általában egyszerű elemzés minden robot számára, míg az inverz kinematika sok esetben nehezen megoldható. Ennek a módszertannak a bemutatására az 5DOF forgócsukló rész példáját alkalmaztuk, a forráskódot MATLAB-ban írva a célfüggvényhez. A cél minimálása érdekében a DDAO dinamikus differenciál optimáló algoritmust használtuk.*

17. Alaa Al-Fatlawi, Dr. Jármai Károly,  
Dr. Kovács György: ..... 75  
NAPELEMES SZENDVICS PANELEK  
OPTIMÁLIS MÉRETEZÉSE MŰHOLDAS  
ALKALMAZÁSOKHOZ

*A cikk célja a napelemes szendvicspanelek optimális kialakításának méretezése mikroszatellit alkalmazásokhoz. A szendvicspanel alumínium méhsejt magból és alumínium anyagú lapokból áll. Ebben a tanulmányban bemutatják az alumínium lapokkal és méhsejt maggal ellátott szendvicspanel együttes súly- és / vagy költségoptimalásának módszertanát.*

18. Chahboub Yassine, Dr. Szávai Szabolcs: ..... 80  
A BACK PROPAGATION MÓDSZER  
ALKALMAZÁSA A GTN PARAMÉTEREK  
MEGHATÁROZÁSÁBAN

*A Gurson – Tvergaard – Needleman (GTN) modell egy hatékony megközelítés, amelyet laboratóriumi minták alapján a csővezetékek meghibásodásának előrejelzésére használnak. A GTN paraméterek egyértelmű meghatározásához sok idő szükséges. A GTN-paraméterek megtalálásának és az anyagok károsodásának előrejelzésére irányuló azonnali stratégia a megfelelő arány megtalálása a kísérleti és a végelem eredményei között.*

19. Bolló Betti: ..... 83  
A SZENNYVÍZTISZTÍTÁS SORÁN  
ALKALMAZOTT KAVITÁCIÓS  
ELJÁRÁSOK ÁTTEKINTÉSE

*Ebben a tanulmányban különböző kavitációs eszközöket mutatunk be. Végül a tervezett Venturi csövön két-dimenziós numerikus szimulációkat vizsgáltak CFD számítások segítségével.*

20. Kiss László Péter: ..... 87  
A TÁMASZ ELMOZDULÁSÁNAK ÉS  
FORGÁSÁNAK HATÁSA GÖRBE RUDAK  
STABILITÁSÁRA

*A cikk célja annak feltárása, hogy a támasztási állapot apró hiányossága hogyan befolyásolhatja a körívek megengedett terhelését, hogy megakadályozza a kihajlást. Az egydimenziós tartó modell az egyrétegű Euler-Bernoulli elméleten alapszik. A statikus egyensúlyi egyenleteket a virtuális munka elvéből nyerjük. Az eredmény grafikusán kerül ábrázolásra.*

21. Fiák Lilla, Dr. Bencs Péter: ..... 90  
NAPELEM, MINT A JÖVŐ ÚTTÖRŐJE

*A napelemek piaca a hetvenes évek közepéig nem volt hozzáférhető a magánszemélyek számára, de ma már széles körben elterjedt és gyakorlatilag bárki számára elérhető. Számos napelemes alkalmazásról tudunk ma, mégis ezek csak a világ energiaellátásának néhány százalékát tudják fedezni. Képesek lesznek a jövőben szélesebb körben elterjedni a világpiacon, és nagyobb szerepet játszhatnak az energiaigények kielégítésében? A cikk kiemeli a kérdés megválaszolásához szükséges kulcsfontosságú témákat, például az újrahasznosíthatóság vagy az ár kérdését.*

Ezúton köszönjük mindazon bírálók segítségét, akik részt vettek a folyóirat aktuális cikkeinek szakmai véleményezésében.

*Bolló Betti, Bencs Péter, Czégé Levente, Cservenák Ákos, Demjén Ferenc, Dömötör Ferenc, Fortuna László, Gáspár Marcell, Jármai Károly, Joó Gyula, Kalmár László, Kántor Péter, Kiss László, Kovács György, Kovács Péter Zoltán, Kozsely Gábor, Kullmann László, Lukács Zsolt, Madácsi Attila, Mankovics Tamás, Marosné Berkes Mária, Nagy Szilárd, Orbán Ferenc, Spisák Bernadett, Szabó J. Ferenc, Szabó Szilárd, Szamosi Zoltán, Szilágyi Attila, Takács Ágnes, Telegdi Judit, Timár Imre, Váradi Károly, Venczel Gábor, Virág Zoltán*



# A BACK PROPAGATION MÓDSZER ALKALMAZÁSA A GTN PARAMÉTEREK MEGHATÁROZÁSÁBAN

## THE APPLICATION OF BACK PROPAGATION APPROACH IN THE DETERMINATION OF GTN PARAMETERS

CHAHBOUB Yassine\*, Dr. SZAVAI Szabolcs\*\*

### ABSTRACT

*The Gurson–Tvergaard–Needleman (GTN) model, is a powerful approach that we use to anticipate the failure of pipelines based on lab samples, To find GTN parameters straightforwardly we need to consume much time. The immediate strategy to find the GTN parameters and anticipate the damage of the materials is finding the right mix between the experimental and Finite Element results.*

*In this paper, we had the option to discover the GTN parameters for the single edge notched tension (SENT) specimen dependent on the Notch specimen test in a brief timeframe by utilizing the backpropagation approach. The outcomes that we got from this work demonstrate that we can utilize the backpropagation concept as another alternative to determine the GTN parameters and predict the failure of materials.*

### 1. INTRODUCTION

Guaranteeing that the Nuclear plants work perfectly, means that we need to guarantee that all the parts are well maintained and in decent condition; moreover one of these parts is the pipeline, the spillage issue in the pipelines is one of the primary basic issues that may influence the function of the Nuclear Power Plant, and the ferritic steel is the fundamental kind of material from which the pipelines are built.

The GTN model is an incredible micromechanical model that is utilized in the industry, to foresee the commencement and engendering of the crack, the GTN model is implemented in FEM programming tools as MSC Marc Mentat.

The direct process to find the GTN parameters is the mix between the test and Finite Element Modeling results, but its time consuming [1], so to determine the GTN parameters in a brief timeframe and with great exactness, we will utilize the combination of the backpropagation, Finite Element Modeling and experiment results.

#### 1.1. GTN model

The GTN model was chosen in this research for its simplicity and recognition in the industry field many studies [2]; [3]; [4]; prove that the model is successfully used to describe the ductile deformation behavior of the material with accurate results.

- The GTN model is implemented in MSC Marc Mentat Finite element modeling software and provides the possibility to determine GTN parameters without taking into account the void nucleation parameters. However, no literature was found on the issue related to the time consumed to implement the GTN model and to predict the failure of materials.
- GTN model and its extension have been applied for various industry fields such as Nuclear, Aerospace.
- The implementation of the GTN model requires the determination of different material parameters, and simulation procedures are required.
- The successful implementation of the GTN model during the design phase would be beneficial to the nuclear industry to get more specific and accurate data about material behavior during its service life, and the conditions that might lead to the material failure, which for instance help to boost the final product quality and ensure long time service operation without failure.

The mathematical form of the GTN model can be presented as below :

$$\phi = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_M^2} + 2q_1 f^* \cosh \left[ \frac{tr \sigma}{2\sigma_M} \right] - (1 + q_1^2 f^{*2})$$

In which  $\phi$  is the Gurson plastic potential,  $q_1$  is the material constant,  $tr \sigma$  is the sum of principal stresses,  $\sigma_M$  is the equivalent flow stress,  $\sigma_e$  is the effective stress. Furthermore,  $f^*$  is the ratio of voids effective volume, more details about the model can be found in [2].

To use the GTN model, we have to determine six parameters.

$f_0$  =Initial void volume fraction

$f_n$  =the new voids nucleation

$f_c$  =the voids volume ratio at the beginning of nucleation

$f_f$  =is the voids volume ratio when a fracture occurs

$S_N$  =the voids nucleation mean quantity

$\epsilon_n$  =strain at the time of voids nucleation

\* PhD Student University of Miskolc

\*\* Assistant Professor, University of Miskolc

The determination of those parameters it's not an easy task, and it takes a long duration to find the correct set of parameters that could predict the failure of pipes. Few researchers could give initial values of GTN parameters [5]; [6]; [7]; [8]; as listed in Table 1 [1].

Table 1 Gurson parameters according to literature

Reference	$E_N$	$S_N$	$f_0$	$f_c$	$f_n$	$f_f$
Bauvine au et al. (1996)	-	-	0.002	0.004	-	-
Decamp et al. (1997)	-	-	0.002 3	0.004	-	0.22 5
Schmitt et al. (1997)	0.3	0.1	0	0.06	0.002	0.21 2
Skallerud and Zhang. (1997)	0.3	0.1	0.000 3	0.026	0.006	0.15
Bensedd iq and Imad. (2008)	0.3	0.1	0	0.004 -0.06	0.002 -0.02	~0.2

## 2. METHODS AND RESULTS

The prediction of failure of SENT specimen is done by following the steps below:

- Perform the small scale tests (SENT, NT) To provide the Experimental data.
- Make the Finite Element Simulations to make the database use the backpropagation approach.
- Determination of the GTN parameters by using backpropagation.

### 2.1. NT sample simulation

To find the GTN parameters for the SENT sample (figure 1), we decided to use the notch tensile test (figure 2) results as a database to train our Neural network.



Figure 1 QUARTER OF THE SENT specimen

By applying the symmetry we make a 2D FEM model just for the quarter of the NT specimen (figure 2).

The mesh size has to be very fine near to the crack tip, and its the most sensitive place in the sample, unlike the upper part of the specimen, which saves a little more computing time the mesh size in the front of the pre-crack tip is  $0.125 \text{ mm} \times 0.0625 \text{ mm}$  and the mesh is composed of quadratic axisymmetric elements with 8 nodes.

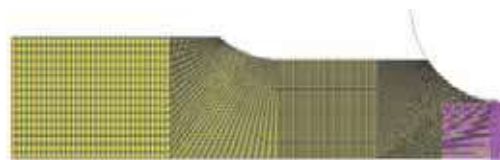


Figure 2 NT specimen

### 2.1.1 ANN AND DATABASE CREATION

To provide the database necessary to apply the artificial neural network (ANN) approach, eighty simulations were needed for an NT specimen with a different set of GTN parameters.

Backpropagation is among the most popular and forms of artificial neural networks and can deal with non-linear models with high accuracy.

the backpropagation procedure consists of finding the parameters which minimize the difference between a predicted response by the finite element method and the experimental one. The main drawback of this approach is its prohibitive time consuming especially when more than one test is used. [1]

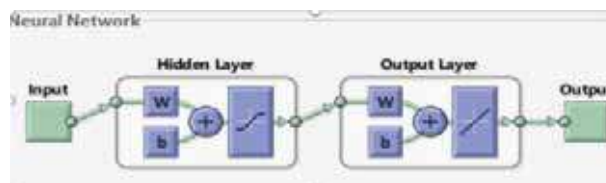


Figure 3 Neural Network architecture

The backpropagation algorithm has been one of the most widely used machine learning algorithms. The gradient of the loss function is calculated by backpropagation concerning the weights of the network. The backpropagation computes gradient by applying chain rule computing gradient one layer at a time starting from the last layer and propagate towards input which is the opposite to the forward feed propagation approach. [9]

The neural network is usually composed of three layers, namely, the input layer, hidden layer, and output layer. For the hidden layer, each neuron receives total outputs from all of the neurons in the input layer.

For the NT test, the trained model consists of one hundred neurons in the input layer (figure 3), eighty neurons in the hidden layer, and six neurons in the output layer (100-80-6).

The neurons of the input layer represent the values of the reaction force  $F$  of the NT specimen after simulations, and the neurons of the output layer are the eighty sets of the GTN parameters.

After training the Neural Network as described above, we could determine the six parameters for SENT specimen by using the ANN already trained, but in this time the



input data would be the experimental results of the SENT specimen and the output data are the predicted GTN parameters, the process didn't take a lot of time, it around 3 to 5 minutes then the ANN predicts the GTN parameters.

The GTN parameters determined by using the ANN are  $f_0=0.0001$ ,  $f_c=0.0042$ ,  $f_f=0.21$ ,  $S_n=0.034$ ,  $\varepsilon_n=0.34$ ,  $f_n=0.085$ .

The GTN parameters found in this study are related to our SENT specimen and it cannot be compared to the Literature (Table 1) as the conditions of the experiments are different and also the type of materials.

## 2.2 Prediction of Crack propagation for SENT SPECIMEN

To check the validity of the GTN parameters that we found from training the database provided from NT simulations, We are going to predict the failure of the SENT specimen (figure 1).

As we did for the NT simulation, we are going to use the axisymmetry, and make the 3D model just for the quarter of the specimen, the FEM model contains a total of 75,461 nodes and 68,160 elements. The mesh size in front of the pre-crack tip is the same as the NT specimen to avoid the mesh sensitivity effects.

After making just one simulation with the GTN parameters that we got from using the backpropagation approach, the results (figure 4) show that the simulation results of the SENT specimen fits the experimental curve and they are in good agreement, which proves that the GTN model was a great tool to predict failure of SENT specimen, during our simulation, the maximum reaction force found was 45 kN, which almost the same value found during the experiment.

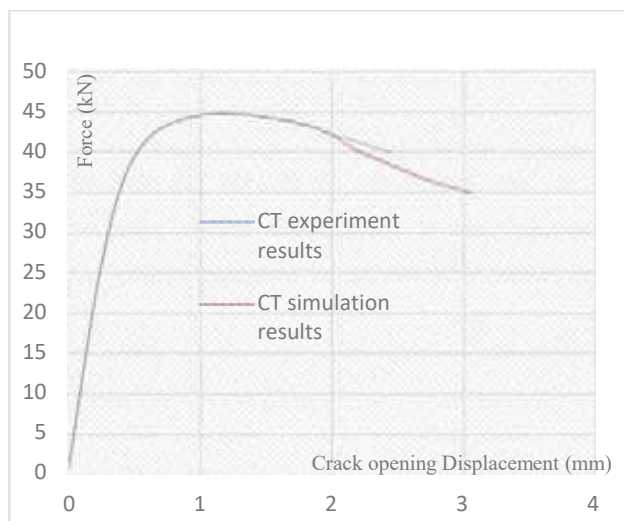


Figure 4 backpropagation and experiment results in fitting curves

## 3. CONCLUSION

The determination of the correct set of GTN parameters cannot be done in a short time, especially if we want to predict the failure of materials such as pipelines, for this reason, the usage of an approach such as backpropagation, will be an alternative to find an accurate set of GTN parameters.

To close, the backpropagation approach will help us to find a solution to some problems such as transferability, which means we can save a lot of money with the direct prediction of failure of huge material from small lab specimen in a short time.

## 4. REFERENCES

- [1] Y., Chahboub; Szávai, Szabolcs; H., Aguir *Determination of GTN parameters using artificial neural network for ductile failure* In Szita Tóthné, Klára; Jármay, Károly; Voith, Katalin (eds.) *Solutions for Sustainable Development: Proceedings of the 1st International Conference on Engineering Solutions for Sustainable Development, (ICSSD 2019)* London, the United Kingdom / England: CRC Press, (2019) pp. 25-32. , 8 p.)
- [2] S. Acharyya, S. Dhar 2008 *A complete GTN model for prediction of ductile failure of pipe* *Journal of Materials Science* 43(6):1897-1909
- [3] Sharlotte L. B. Kramer, et al 2019 *The third Sandia Fracture Challenge: predictions of ductile fracture in additively manufactured metal* *International Journal of Fracture*
- [4] Y.chahboub, S.Szabolcs, 2019 *Determination of GTN parameters for SENT specimen during ductile fracture* *Procedia Structural Integrity* Volume 16, 2019, Pages 81-88
- [5] Bauvineau, L., Burlet, H., Eripret, C., & Pineau, A.L., 1996. *Modeling ductile stable crack growth in a C-Mn steel with local approaches*. *Journal de Physique IV – Proceedings 06 (C6)*, C6-33–C6-42.
- [6] Benseddiq, N., Imad, A., 2008. *A ductile fracture analysis using a local damage model*. *International Journal of Pressure Vessels and Piping* 85 (4), 219–227.
- [7] Decamp, K., Bauvineau, L., Besson, J., Pineau, A., 1997. *Size and geometry effects on ductile rupture of notched bars in a C-Mn steel: experiments and modeling*. *International Journal of Fracture* 88 (1), 1–18
- [8] Skallerud, B., Zhang, Z.L., 1997. *A 3D numerical study of ductile tearing and fatigue crack growth under nominal cyclic plasticity*. *International Journal of Solids and Structures* 34 (24), 3141–3161.
- [9] R. Allavikutty, S. Chukka, R.Jayaganthan 2020 *Prediction of Fatigue Crack Growth Behaviour in Ultrafine Grained Al 2014 Alloy Using Machine Learning* *Open Access Metallurgy Journal*

# CONTENTS

1. Bassel Alsalamah, Dr. László Kuzsella,  
Dr. Zsolt Lukács: ..... 7  
PHYSICAL SIMULATION AND  
MATHEMATICAL MODELIZATION WITH  
HARDNESS DISTRIBUTION MAPPING OF  
SICO TEST  
*Hot cracks occur when thermal shrinkage, along with restraint-induced deformation, cannot be accommodated by plastic deformation. This procedure can be performed on a thermal-mechanical simulator using GLEEBLE 3500; It involves the tensile testing and determination of the hot strength and ductility of many cylindrical samples at temperatures below solidus. The Strain- Induced Crack Opening (SICO) test is an alternative to the hot tensile test during the simulated welding period.*
2. Lucas Alexandre de Carvalho,  
Jemal Ebrahim, Dr. Zsolt Lukács: ..... 11  
THE IMPORTANCE OF PRESSURE AND  
VELOCITY DEPENDENT FRICTION  
COEFFICIENT IN THE METAL FORMING  
NUMERICAL SIMULATION  
*The AutoForm is among the most widely used FEM packages in sheet metal forming. Accurate simulations of the sheet metal forming are needed for developing cost effective production processes. The incorporation of advanced friction models provide improved accuracy in sheet metal forming finite element simulations. This study analyses the pressure and velocity dependent friction models applied to the simulation of sheet metal forming by the software AutoForm.*
3. Ahmad Yasser Dakhel, János Lukács: ..... 15  
FAILURE STATISTICS OF TRANSPORTING  
PIPELINES AND THEIR CONSEQUENCES  
*The findings of the study of long-distance oil and gas pipeline failures are essential for the industry. They can be the basis for pipeline operators' risk analysis, integrity evaluation, and management improvement. Analysis and evaluation of Europe's statistical findings on pipeline failure rates, causes, effects, similarities, and discrepancies in pipeline management were used to define management's focal points and effectiveness. Suggestions on technologies and management for long-distance pipeline protection are proposed.*
4. Ecsedi István, Baksa Attila,  
Lengyel Ákos József, Gönczi Dávid: ..... 19  
A STATIC PROBLEM OF AN  
INHOMOGENEOUS AND ANISOTROPIC  
PIEZOELECTRIC BEAM  
*The authors published several works concerning with inhomogeneous and/or anisotropic structural elements in last years. The definition and the solution of these problems there was the main point that we used the special theory of mathematical linear elasticity which takes into account the material non-homogeneity and anisotropy. This work describes an analytical solution for a Saint-Venant torsion problem of an inhomogeneous, orthotropic, piezoelectric beam with elliptical cross section.*
5. Kállai Viktória, Szepesi L. Gábor: ..... 22  
DETERMINATION OF DRY PRESSURE  
LOSS OF A SIEVE TRAYED COLUMN  
*In this study dry pressure drop of a sieve tray was determined with calculation (three types of correlations) and CFD simulation. During the investigation three types of gas velocity was used: 1, 1,5 and 2 m/s. Our goal was to investigate the correlation between the results of the calculations and simulation. It could be determined that the calculations in each cases overestimated (approximately with 31%, and 19%) the dry pressure drop, than the simulation.*
6. Mikáczó Viktória, Siménfalvi Zoltán,  
Szepesi L. Gábor: ..... 26  
EFFECT OF VENT DUCTS ON THE  
REDUCED EXPLOSION OVERPRESSURE –  
THEORETICAL MODELS  
*In this paper, the authors summarize the major computational contexts reported in the scientific literature that has already been published, as a guide for further use. Values of relative errors mentioned at the end of each method were determined by Lautkaski based on experiments performed over a wide range of tests.*
7. Kriston J. Balázs, Dr. Jálics Károly: ..... 31  
LOCALIZATION OF FAILURES WITH  
VIBRO-ACOUSTICAL METHODS  
IN CASE OF MECHANICAL STRUCTURES  
*The main purpose of this study is to summarize and review the state-of-the art monitoring procedures and diagnostic techniques based on vibrational and acoustical signals by the help of literature sources. The paper seeks to illustrate the application of each method through practical examples, so it may be useful for those who wish to understand which types of fault can be diagnosed by using vibro-acoustic diagnostic systems.*

8. Soltész László, Berényi László,  
Kamondi László: ..... 36  
PRODUCT DEVELOPMENT PROJECTS:  
STAKEHOLDER PRIORITIES WHEN  
APPROVING A PROJECT

*The analysis is based on the responses of 112 experts on product development by a voluntary online survey. The results show that there is a remarkable difference in prioritization. Most of the development engineers stated that corporate management and project managers are time- and cost-centric. The main implication of the research is that the priorities are to explore within an organization that can support a suitable regulatory and communication system that minimizes the conflicts against the project success.*

9. Kalmár László, Hegedűs György,  
Fáy Árpád: ..... 41  
AUTOMATED DESIGN OF AXIAL FLOW  
PUMP IMPELLER

*The main purpose of compiling this article is to present the developed computer program package AXPHD V2.0 in general, describing the characteristic features of the available program modules, summarizing the results obtained and considered more important during the design of the axial flow prototype pump with adjustable blades.*

10. Fodor Béla: ..... 46  
DESCRIPTION METHODS FOR NUMERICAL  
ANALYSIS OF ROTARY FLOW MACHINERY  
*This article presents general aspects closely related to the numerical testing of rotating flow engineering equipment, where the most important tasks are briefly summarized. I place emphasis on the structure of the study method and then on the possibilities of each computational model.*

11. Török Tamás István: ..... 50  
CORROSION MUST ALSO BE PROTECTED,  
EUROCORR IS COMING TO BUDAPEST  
AGAIN

*The outdoor steel structures can be effectively prevented from corrosion by appropriate organic surface coatings which can provide some physical barrier against the aggressive environment, while for steel components and the steel reinforced concrete constructions, which occasionally are coming or being in contact with aqueous electrolyte solutions, the corrosion attack can also be effectively mitigated by admixing corrosion inhibitors to such technological waters or to the concrete. This paper presents some case studies to timely illustrate this important issue.*

12. Petrik Máté, Dr. Jármai Károly,  
Dr. Szepesi L. Gábor: ..... 53  
NUMERICAL AND ANALYTICAL  
CALCULATION POSSIBILITIES OF  
TRANSIENT HEAT TRANSFER

*The heat transfer processes can be divided into two parts, first to the transient state and then the temperature profile has formed to the steady state. This type of transient heat transfer phenomena occurs for example in heat treatments, when heating industrial equipment to operating temperature, or even cooking can be mentioned. The goal of this study is to present these heat transfer processes in general and to report empirical relationships that can be used to predetermine temperature values as a function of time.*

13. Szűcs Renáta, Dr. Jármai, Károly: ..... 58  
COST-OPTIMIZED MECHANICAL DESIGN  
METHODS

*Cost-optimized design is becoming more and more important among the design requirements. The competitiveness of companies highly depends on their cost-optimized design. The cost of a product can be reduced significantly in the design phase, cc. 70% of the expenses decided in the design phase. In the present study, the authors deal with presenting the available cost optimization design tools that can be used in the planning phase and the possible development of these tools.*

14. Szűcs Renáta, Galambos József,  
Dr. Jármai, Károly: ..... 63  
COST-OPTIMAL DESIGN OF SCISSOR  
LIFTING TABLE

*During the design process, special attention should be paid to the production costs incurred. In the present study, the authors analyze a scissor lifting table's structure from a cost-optimal design perspective. Through this analysis, general cost-optimal design rules are also determined. Based on the presented technique, the determination of a parametric model for cost optimization design could be elaborated.*

15. Jemal Ebrahim Dessie, Lucas Alexandre de  
Carvalho, Dr. Zsolt Lukács: ..... 67  
NUMERICAL SIMULATION OF IMPACT  
EXTRUSION FOR PURE ALUMINUM  
AEROSOL CAN MANUFACTURING

*Impact extrusion is a supreme manufacturing process for seamless aerosol can. Reducing can thickness and eliminating of decrease in mechanical properties after the internal coating is critical problems of current aerosol can industries. Through selecting highly strength aluminum alloy, there is a possibility of extrusion inhomogeneous wall thickness to manufacture thinner and strengthen aerosol can. Deform 2D is optimistic FEM software to model and simulate inhomogeneous wall thickness, as a result, it can acquire defect-free can shoulder at the necking stage.*

16. Hazim Nasir Ghafil,  
Dr. Jármai Károly: ..... 71  
OPTIMIZATION ALGORITHMS FOR  
INVERSE KINEMATICS OF ROBOTS  
WITH MATLAB SOURCE CODE

*This paper presents a methodology to solve the inverse kinematic problem for any kind of robot arm using optimization algorithms. Forward kinematic is usually a straightforward analysis for any robot while inverse kinematic is hard to be solved for many cases. A particle example of 5DOF revolute joint arm was used to present this methodology with source code written in MATLAB for the objective function. Dynamic differential optimization algorithm DDAO was used to minimize the objective.*

17. Alaa Al-Fatlawi, Dr. Jármai Károly,  
Dr. Kovács György: ..... 75  
OPTIMUM DESIGN OF SOLAR SANDWICH  
PANELS FOR SATELLITES APPLICATIONS

*The aim of the article was to verify the optimum design of solar sandwich panels for microsatellites applications. The sandwich panel consists of aluminium honeycomb core and aluminium materials facesheets. In this study, a methodology for a combined weight and/or cost optimization for sandwich panel with aluminium facesheets and honeycomb core is presented.*

18. Chahboub Yassine, Dr. Szávai Szabolcs: ..... 80  
THE APPLICATION OF BACK PROPAGATION  
APPROACH IN THE DETERMINATION OF  
GTN PARAMETERS

*The Gurson–Tvergaard–Needleman (GTN) model, is a powerful approach that we use to anticipate the failure of pipelines based on lab samples, To find GTN parameters straightforwardly we need to consume much time. The immediate strategy to find the GTN parameters and anticipate the damage of the materials is finding the right mix between the experimental and Finite Element results.*

19. Bolló Betti: ..... 83  
CAVITATION PROCEDURES IN  
WASTEWATER TREATMENT: A REVIEW  
ARTICLE

*In this study different cavitation tools are presented. Finally, on the designed Venturi tube, two-dimensional numerical simulations were investigated by the means of CFD computations.*

20. Kiss László Péter: ..... 87  
THE EFFECT OF MOVEMENT AND  
ROTATION OF THE SUPPORT ON THE  
STABILITY OF ARCHES

*The paper aims to find how a small imperfection in the support condition can affect the allowable load of circular arches to prevent buckling. The one-dimensional beam model is based on the single-layer Euler-Bernoulli theory. The static equilibrium equations are obtained from the principle of virtual work. Graphical representation of the result is provided.*

21. Fiák Lilla, Dr. Bencs Péter: ..... 90  
PHOTOVOLTAIC AS A FUTURE PIONEER

*The market for solar panels was inaccessible to private individuals until the mid-1970s, but today it is now widespread and accessible to virtually anyone. We know of many applications for solar panels today, yet they can only cover a few percent of the world's energy supply. Will they be able to spread more widely on the world market in the future and play a greater role in meeting energy needs? The article highlights the key topics needed to answer this question, such as the issue of recyclability or price.*

We would like to thank all the reviewers who contributed to the professional review of the current articles in the journal.

*Bolló Betti, Bencs Péter, Czégé Levente, Cservenák Ákos, Demjén Ferenc, Dömötör Ferenc, Fortuna László, Gáspár Marcell, Jármai Károly, Joó Gyula, Kalmár László, Kántor Péter, Kiss László, Kovács György, Kovács Péter Zoltán, Kozsely Gábor, Kullmann László, Lukács Zsolt, Madácsi Attila, Mankovics Tamás, Marosné Berkes Mária, Nagy Szilárd, Orbán Ferenc, Spisák Bernadett, Szabó J. Ferenc, Szabó Szilárd, Szamosi Zoltán, Szilágyi Attila, Takács Ágnes, Telegdi Judit, Tímár Imre, Váradi Károly, Venczel Gábor, Virág Zoltán*

# GÉP

## INFORMATIVE JOURNAL

for Technics, Enterprises, Investments, Sales, Research-Development, Market of the Scientific Society of  
Mechanical Engineering

Dr. Döbröczöni Ádám

**President of Editorial Board**

Vesza József

**General Editor**

Dr. Jármái Károly

Dr. Péter József

Dr. Szabó Szilárd

**Deputy**

Dr. Barkóczi István

Bányai Zoltán

Dr. Beke János

Dr. Bercsey Tibor

Dr. Bukoveczky György

Dr. Czitán Gábor

Dr. Danyi József

Dr. Dudás Illés

Dr. Gáti József

Dr. Horváth Sándor

Dr. Illés Béla

Kármán Antal

Dr. Kalmár Ferenc

Dr. Orbán Ferenc

Dr. Pálinkás István

Dr. Patkó Gyula

Dr. Péter László

Dr. Penninger Antal

Dr. Szabó István

Dr. Szántó Jenő

Dr. Szűcs Edit

Dr. Tímár Imre

Dr. Tóth László

Dr. Varga Emilné Dr. Szűcs Edit

Dr. Zobory István

**DEAR READER,**

The general goal of the University of Miskolc (ME) entitled *“Rejuvenating and Renewing University - Innovative City of Knowledge, Institutional Development of the University of Miskolc for Intelligent Specialization”* is to build its activities on strong innovation and cooperation, and increasing its visibility, with a focus on R & D & I. Building on this, the strategic and overall goal of the project is: to effectively involve the UM in the implementation of the National Intelligent Specialization Strategy, to increase the research conditions and capacities.

Research at the University of Miskolc at the 4<sup>th</sup> Center for Excellence is under the heading *Innovative Vehicle Engineering, Power Engineering and Mechanical Engineering and Technologies*. The Center’s objective is to develop research potential through research that innovates modelling, design and technological processes, in line with the European Union’s drive to foster innovation, and the application and development of the most efficient environmental technologies. The Center for Excellence wants to improve the results achieved with new ones.

In 2016 at the University of Miskolc, a car engineer training course started and created new challenges. The new PhD students who came to Stipendium Hungaricum to us also gave impetus to certain areas. We intend to introduce these new directions and results with this issue.

Most of the articles are the result of the Scientific Groups of 4<sup>th</sup> Center for Excellence, the topics of which are the Innovative Vehicle Engineering, Power Engineering and Mechanical Engineering and Technologies. All articles are linked to the institutes of the Faculty of Mechanical Engineering and Informatics.

The described articles mostly were carried out as part of the EFOP-3.6.1-16-2016-00011 “Younger and Renewing University – Innovative Knowledge City – institutional development of the University of Miskolc aiming at intelligent specialisation” project implemented in the framework of the Széchenyi 2020 program. The realization of this project is supported by the European Union, co-financed by the European Social Fund.

*Prof. Dr. Károly Jármái*  
*leader of the Center of Excellence,*  
*professional leader of the project*

Managing Editor: Vesza József. Editor’s address: 3534 Miskolc, Szervezet utca 67.

Phone/fax: (+36-46) 379-530, (+36-30) 9-450-270 • e-mail: mail@gepujsag.hu

Published by the Scientific Society of Mechanical Engineering, 1147 Budapest, Czobor u. 68., Postal address: 1371, Bp, Pf. 433

Phone: 202-0656, Fax: 202-0252, E-mail: a.gaby@gteportal.eu, Web: www.gteportal.eu

Web: http://www.gepujsag.hu \* Kereskedelmi és Hitelbank: 10200830-32310236-00000000

Publisher: Dr. Igaz Jenő, Managing Director

Gazdász Nyomda Kft. 3534 Miskolc, Szervezet u. 67. Telefon: 06-46/379-530 • e-mail: gazdasz@chello.hu

Distributed to subscribers by Magyar Posta Zrt, Postal address: 1900 Budapest

Subscription: subscription can be ordered at any Hungarian post office, from postmen, from the link: www.posta.hu WEBSHOP

(https://eshop.posta.hu/storefront/), via e-mail: hirlapelofizetes@posta.hu, by phone: 06-1-767-8262, or mail to: MP Zrt. 1900 Budapest

Subscription: subscription can be ordered from overseas and to overseas at Magyar Posta Zrt. Visit: www.posta.hu WEBSHOP (https://eshop.posta.hu/storefront/), mail to: 1900 Budapest, 06-1-767-8262, or hirlapelofizetes@posta.hu

Domestic subscription prices are: HUF 1,260 a single copy and HUF 2,520 a double copy.

INDEX: 25 343 ISSN 0016-8572

**The published articles have been reviewed.**

The publication is supported by the National Cultural Fund of Hungary



**Az ExNB Tanúsító Intézet  
és  
a Miskolci Egyetem együttműködésével:**



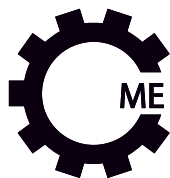
[www.dustlab.eu](http://www.dustlab.eu)

Kutató- és vizsgáló laboratórium porok,  
gázok, gőzök, hibrid keverékek potenciális  
robbanási tulajdonságainak vizsgálatára





**MISKOLCI**  
EGYETEM  
UNIVERSITY OF MISKOLC



GEIK.UNI-MISKOLC.HU  
GEIK@UNI-MISKOLC.HU

# GÉPÉSZMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR **ME-GÉIK**

A Gépészmérnöki és Informatikai Kar országosan elismert, vezető szerepet tölt be a műszaki- és informatikai képzési területen.

A kar kiemelt célja, hogy gyakorlatorientált képzést és versenyképes tudást biztosítson hallgatóinak. Mind a műszaki, mind az informatikai képzéseket magas szakmai színvonal jellemzi.

A kar majd minden alap- és mesterképzési szakján lehetőség van duális képzésben történő részvételre is, melynek nagy előnye, hogy a hallgatók párhuzamosan részesülnek egyetemi oktatásban és tesznek szert komoly szakmai gyakorlatra.

**KÖZEL 3000 HALLGATÓ** | **TÖBB MINT 90 DUÁLIS PARTNER** | **65 LABORATÓRIUM** | **38 SPECIALIZÁCIÓ** | **12 ALAPSZAK** | **11 INTÉZET** | **7 SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉSI SZAK** | **6 MESTERSZAK** | **2 DOKTORI ISKOLA**

