

# A HIDROSZTATIKUS CSAPÁGYTERVEZÉS ÉS OPTIMALIZÁLÁS JELENLEGI FEJLEMÉNYEI

## CURRENT DEVELOPMENT FOCUSES OF THE HYDROSTATIC BEARING DESIGN AND OPTIMIZATION

*Tóth Sándor Gergő, PhD hallgató, szgttosg@uni-miskolc.hu*  
*Dr. Takács György, egyetemi docens, takacs.gyorgy@uni-miskolc.hu*  
*Dr. Szilágyi Attila, egyetemi docens, szilagyi.attila@uni-miskolc.hu*

### ABSTRACT.

The number of scientific articles dealing with hydrostatic bearings has jumped significantly over the last decade due to the huge increase in the development of the Far East industry. With new numerical calculations and simulations, the shape of the bearing pads, the fluid film thickness can be optimized and the behavior of special hydrostatic bearing designs can be tested. Considering the research results revealed, new directions for optimization, new applied fluids and further development directions are emerging.

### 1. BEVEZETÉS

A hidrosztatikus csapágyakat hosszú élettartamuknak, és forgási pontosságuknak köszönhetően a szerszámgépek egyik legfontosabb elemei lehetnének, azonban az elterjedésüket nagyban hátráltatja a gördülőcsapágyakhoz képest jóval bonyolultabb méretezésük, gyártási pontosságra való érzékenységük, illetve a bonyolult mechanikai tulajdonságuk leírásának nehézségei. Emiatt az 1990-es évekig, a numerikus számítások és CFD szimulációk szélesebb elterjedésig, a hidrosztatikus csapágyak tervezése leginkább korábbi mérésekre és tapasztalatokra épült. Miközben Európában a hidrosztatikus csapágyazásokkal foglalkozó vállalatok egyre inkább kezdenek kiszorulni, addig a Távol-Keleten a nagy ipari fejlesztéseknek köszönhetően egyre több publikáció foglalkozik a hidrosztatikus csapágyak fejlesztésével.

Az új publikációk a hidrosztatikus csapágyak tervezésénél és elemzésénél immáron a mérnöki alkalmazhatóságot is figyelembe veszik. Az 1990-2018-as időszak alatt közel 200 új publikáció született a témában. Az elméleti kutatások egy része a Reynolds egyenlet javításával foglalkozik, míg a publikációk nagyobb hányada felosztható a csapágypárna alakja, nyomás szabályozás módja, illetve csapágykialakítás szerint.

### 2. A HIDROSZTATIKUS CSAPÁGYAK ALAPEGYENLETEI

A hidrosztatikus csapágyak tanulmányozásához a Reynolds egyenlet nyújt megfelelő alapegyenletet, amely segítségével vékony folyadék rétegű áramlásban a nyomáseloszlás meghatározható, míg hőtani analízisre a folyadékáramlás energiaegyenlete választható. Az energiaegyenlet és a Reynolds egyenlet összevonásával M. Khelifi, [1] foglalkozott,

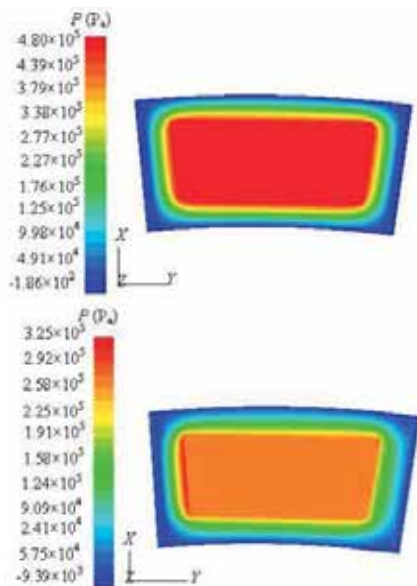
$$u \frac{\partial T}{\partial x} + \left( v - u \frac{\partial h}{\partial x} - w \frac{\partial h}{\partial z} \right) \frac{\partial T}{\partial y} + w \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{k_c}{\rho c_p} \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\eta}{\rho c_p} \left( \left( \frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 + \left( \frac{\partial w}{\partial z} \right)^2 \right) \quad (1)$$

melyben,  $u, v, w$  a folyadéksebesség  $x, y, z$  irányban,  $T$  a folyadék hőmérséklete,  $\eta$  a dinamikus viszkozitása,  $\rho$  a sűrűsége,  $k_c$  a hővezetési tényező, és  $c_p$  a fajhő (adott nyomáson). A Reynolds egyenlet egy másodrendű differenciálegyenlet, melynek analitikusan történő megoldása körülményes, illetve csak newtoni folyadékokra alkalmazható. A reológiai és más nem newtoni folyadékok, áramlásának leírásával E De la Guerra Ochoa [2] foglalkozott, aki a Reynolds egyenletet nem-newtoni folyadékokra történő alkalmazását vizsgálta, ehhez Carreau dinamikus viszkozitásra felírt függvényét alkalmazta (2),

$$\eta = \eta_0 \left( 1 + \left( \frac{\tau}{G} \right)^2 \right)^{\left( \frac{1 - \left( \frac{1}{n} \right)}{2} \right)} \quad (2)$$

ahol  $\eta_0$  a nyugalmi állapotban mért dinamikus viszkozitás,  $\tau$  nyírófeszültség,  $G$  nyíró rugal-

massági modulus,  $n$  (0.2...1) a Carreau exponenciális kitevő, mely az adott nem newtoni folyadékot jellemez. A Reynolds egyenletet az összes jelenleg alkalmazott csapágypárna alakra felírásra kerültek. A Reynolds egyenlet analitikus megoldásával ki lehet fejezni az egyes paraméterek hatásait, de ehhez komplex matematikai levezetések és egyszerűsítések szükségesek. A CFD szoftverek segítségével mérnöki problémák szimulációjára szolgálnak, új modellek interpretálása azonban körülményes, ezért elméleti kutatásokban a numerikus számítás terjedt el. A számítási eredmények és új modellek validálásához számottevően kevesebb kísérlet került publikálásra. Zhang Y. G. [3] a fordulatszám és nyomáseloszlás közti összefüggést ellenőrizte kísérleti módon, illetve véges differenciás módszerrel történő szimulációval.



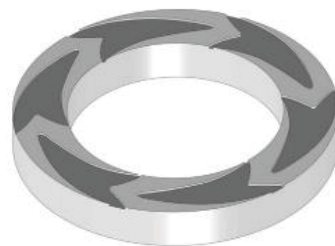
1. ábra. Hidrosztatikus csapágy párnáján a folyadék nyomáseloszlása 2 és 20 1/min fordulatszám esetén [3].

### 3. AXIÁLIS HIDROSZTATIKUS CSAPÁGYAK KUTATÁSI EREDMÉNYEI

Axiális hidrosztatikus csapágyaknál általában kör és gyűrű alakú csapágypárnát alkalmaznak. A körgeometria miatt hengerkoordináta rendszerrel felírható Reynolds egyenlet számítása egyszerűbbé válik, illetve a könnyebb gyárthatósága miatt a publikáció legnagyobb hányada ezzel a csapágytípussal foglalkozik. A publikációk négy témacsoportra oszthatók: az axiális csapágyak tervezése és fejlesztése, felület textúrázásával kapcsolatos kutatások, csapágyopti-

malizálás és a dinamikus viselkedés tanulmányozása. Antoon van Beck [4] megállapította, hogy rugalmas csapágyfelületek (*a folyadékfilm vastagságát megtartva*) kedvezően hatnak a csapágy terhelhetőségére., ezen felül analitikusan származtatta a rugalmas megtámasztásból származó csapágyterhelhetőséget. A konvex alakú deformációt ebben az esetben kerülni kell, viszont kismértékű konkáv deformáció megengedett. Későbbiekben a modellt többen felhasználták lineáris deformációt feltételező-, valamint felületérdességet figyelembe vevő új numerikus modellekben.

Y. Kang [5] zárt axiális csapágyakkal megtámasztott körszal dinamikai viselkedését tanulmányozta kapilláris és áramállandósított szivattyú esetén. Az áramállandósított szivattyúval szabályozott axiális csapágy merevsége számottevően nagyobb, mint a kapilláris szabályozás esetében. Ezen felül a statikus terhelés jelentősen befolyásolja a hidrosztatikus csapágy dinamikus karakterisztikáját. T. A. Osman [6] gyűrűkamrás axiális hidrosztatikus csapágy dinamikai tulajdonságát vizsgálta. Számításai alapján optimális térfogatáram határozható meg a csapágy teherbírás, merevség és csillapítás viszonylatában. Ezen felül az is megállapítható, hogy a csapágy tulajdonságai nagy mértékben romlanak, ha csapágyfelületek nem párhuzamosak egymással. F. Shen [7] több csapágykamra formát vizsgált meg (*téglalap, kör, gyűrű, ellipszis*), az eredmények alapján a kör alakú nyomókamra segítségével érhető el a legnagyobb merevség, míg a gyűrűs csapágykamrával lehet a legnagyobb folyadéknyomást biztosítani.



2. ábra. Axiális hidrosztatikus csapágy álló lapja optimalizált hornyokkal [8]

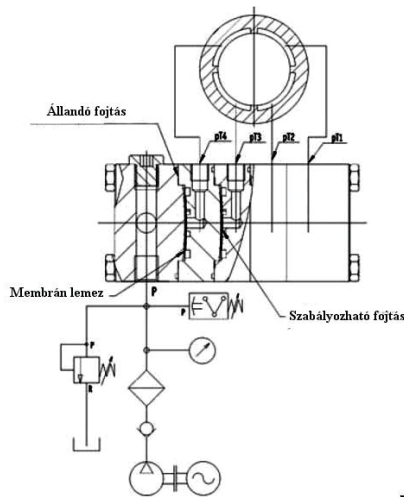
A nagysebességen történő alkalmazásának korlátját axiális csapágyak esetén a centrifugális tehetetlenségi erő szolgálja. Ennek kompenzálására a csapágyfelszín spirális textúrázása, valamint áramvonalas csapágyhornyok [8] alkal-

mazhatóságát vizsgálják. Jelenleg ezeket a speciális felszínű csapágyakat csak mikrogyártásnál, illetve aerosztatikus csapágyazásoknál alkalmazzák.

#### 4. RADIÁLIS HIDROSZTATIKUS CSAPÁGYAK KUTATÁSI EREDMÉNYEI

Radiális hidrosztatikus csapágyakról szóló publikációk száma jelentősen kevesebb, mint axiális csapágy esetén, ez elsősorban a sokkal bonyolultabb csapágyfelületnek köszönhető. A publikációk nagyobb hányada a csapágyak statikus terhelések szimulációjával foglalkozik, kisebb hányadban a dinamikus viselkedés leírásával, ezen felül kombinált radiális-axiális csapágyazások kutatása is zajlik.

Radiális hidrosztatikus csapágyak alkalmazását nagyban befolyásolja a fordulatszámából származó korlátok. Összenyomható folyadék esetén a radiális csapágy csillapítási képessége romlik kis fordulatszámon, míg nagy fordulatszám esetén örvényinstabilitás jelentkezik [9]. S.C Jain analitikus megoldással összehasonlította a különböző kamraszabályozásokat. A számítások alapján a membrános áramállandósító szeleppel (3. ábra) történő szabályozással érhető el a legnagyobb terhelhetőség és merevség.



3. ábra. Membrános áramállandósító szelep hidraulikus kapcsolási rajza (Hyprostatik)

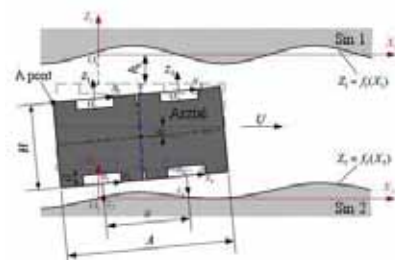
Jerry C.T. Su és K.N. Lie [10] hibrid (hidrosztatikus/hidrodinamikus) csapágyazás nagysebességű forgásából származtatható jelenségeket vizsgálta. A forgás hidrodinamikai hatást indukál, a hidrosztatikus hatás határ fordulatszáma

kitolható több soros, hornyos kiömlőkkel, azonban a hidrodinamikus merevség romlik ezáltal. A hidrodinamikus hatás javítható a csapágyhossz/átmérő növelésével is ( $L/D$ ). Nagysebességű működtetés esetén kisebb kiömlőket célszerű kialakítani. S.C. Sharma [11] különböző kamra alakokat vizsgált megválasztott csapágyparaméterek szerint. A négyszög vetületű kamra biztosítja a legnagyobb terhelhetőséget az olajfilm réteg vastagság függvényében. Ennek ellenére a kör vetületű kamra merevsége a legnagyobb. A háromszög vetületű csapágykamrát a nagysebességű működtetéshez szükséges stabilizálásához lehet alkalmazni. Ezekkel az eredményekkel párhuzamosan a nem-newtoni, nano méretű mágneses részecskéket tartalmazó reológiai folyadékokkal történő kísérletek is elkezdődtek.

#### 5. HIDROSZTATIKUS VEZETÉKRENDSZEREKKEL KAPCSOLATOS TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

A hidrosztatikus csapágyazások közül a hidrosztatikus vezetékek gyártása a legegyszerűbb a szabályos alakú csapágykamra kialakítás miatt. A jelenlegi kutatások főbb irányai a hidrosztatikus vezetékek dinamikus viselkedésének tanulmányozása, szimulációja, ezen felül a pontossági hibaanalízis és optimalizációs lehetőségek kutatása. Számottevően kevesebb kutatás készült korábban hidrosztatikus vezetékekkel kapcsolatban, ugyanis a Reynolds egyenletet derékszögű koordináta-rendszerben nehezebb egyszerűsíteni, amely az analitikus számítást bonyolítja.

Yikang D.U. [12] a hidrosztatikus vezetékrendszerek dinamikai tulajdonságát vizsgálta a folyadék-összenyomhatóság és tehetetlenségi erő figyelembe vételével, eredményei alapján a Maxwell-féle dinamikai modell folyadékkenés esetén jól alkalmazható.



4. ábra. Hidrosztatikus vezeték mozgáshibájának meghatározására készített elméleti modell [13]

Zhiwei Wang [13] a hidrosztatikus vezetékek mozgáshibájának meghatározásához egy új modellt hozott létre (4. ábra). Az asztal sebessége szintén befolyásolja a mozgáshibát, a tápnyomás növelésével ez a hatás csökkenthető. A folyadékfilm vastagsága növelésével a mozgáshiba szintén javítható.

## 6. ÖSSZEFOGLALÁS

Az alábbi cikkben különböző hidrosztatikus csapágyazásokról szóló jelentősebb tudományos publikációk kerültek összefoglalásra. A legtöbb publikáció továbbra is a Reynolds egyenletre alapszik, amellyel jó hatékonysággal és pontossággal elemezhetők a különböző típusú csapágyak felszínén áramló folyadék filmréteg, viszont a csapágykamrákban fellépő áramlás leírására csupán csak közelítő eredményt biztosíthat. A nem-newtoni folyadékok megjelenésével a Reynolds egyenletet szintén módosítani szükséges, hogy a dinamikus viszkozitásának változását kezelni lehessen.

Az egyszerűsített analitikus megoldást a számítástechnikai fejlődés fokozatosan átveszi a numerikus számítások. Új egyre pontosabb számítási modellek kerülnek lefektetésre, amelyek egyre inkább figyelembe veszik a csapágyparaméterek egymás közötti kapcsolatait is. A számítási idők rövidülése és a számítási pontosság növekedése miatt CFD rendszeren belül véges differenciál és véges elem módszerrel szimulációk hozhatók létre.

A hidrosztatikus csapágyak kamráinak nyomásszabályozása történhet kapilláris vezetékkel, fojtószeleppel vagy membrános áramlálandósítóval, utóbbival lehet elérni jelenleg a legnagyobb terhelhetőséget és merevséget. Habár a hidrosztatikus csapágy önszabályozó rendszer, szervoszivattyúk segítségével állandó, közvetlenül szabályozott nyomás lehetne elérni, amellyel a nyomásszabályzó elemeket el is lehetne hagyni. A mágneses reológiai folyadékok alkalmazásával szintén belső szabályzást lehetne elérni, a csapágy teherbírás képességét növelve.

Számos kutatás foglalkozik a csapágy-párna és kamra alakjának optimalizálásával. A spirális hornyok, vagy áramvonalasított csapágykamrák jelenleg csak axiális hidrosztatikus csapágyaknál fordulnak elő. A CFD szimulációk segítségével a kamraforma radiális csapágyak esetén is optimalizálhatóvá válik majd. Az új optimalizációs módszerek segítségével a csapágytervezés és méretezés szintén javítható.

A hidrosztatikus vezetékrendszerek és csapágyazások Európában egyre inkább a periferiára szorulnak, így új kutatási eredmények továbbra is Távoll-Keletről várhatóak.

## 7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS



Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-18-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült”

## 8. IRODALOM

- [1] M. El Khlifi, D. Souchet M. Hajjam, F. Bouyahia: Numerical Modeling of Non-Newtonian Fluids in Slider Bearings and Channel Thermohydrodynamic Flow, *J. Tribol.*: T 129; pp. 695-699, 2007
- [2] E. de la G. Ochoa, J. E. Otero, A. S. López, E. C. Tanarro: Film thickness predictions for line contact using a new Reynolds-Carreau equation, *J. Tribol.* 82, pp.133-141, 2015
- [3] Zhang Y., Fan L., Li R., Dai C., Yu X.: Simulation and experimental analysis of supporting characteristics of multiple oil pad hydrostatic bearing disk, *Journal of Hydrodynamics*, 25 (2) pp.236-241, 2013
- [4] A. van Beek, R. A. J. van Ostayen: Analytical solution for tilted hydrostatic multi-pad thrust bearings of infinite length, *Tribology International* 30, pp. 33-39, 1997
- [5] Y. Kang, H.-C. Chou, Y.-P. Wang, C. H. Chen: Dynamic Behaviors of a Circular Worktable Mounted on Closed-Type Hydrostatic Thrust Bearing Compensated by Constant Compensations, *Journal of Mechanics*, 29, pp. 297-308, 2013
- [6] T. A. Osman, Z. S. Safar, M. O. A. Mokhtar: Design of annular recess hydrostatic thrust bearing under dynamic loading, *Trib. Internat.* 24, pp.137-141, 1991
- [7] F. Shen, C.-L. Chen, Z.-M. Liu: Effect of Pocket Geometry on the Performance of a Circular Thrust Pad Hydrostatic Bearing in Machine Tools, *Trib. Transactions* 57, pp.700-714, 2014
- [8] M. Fesanghary, M. M. Khonsar: On the optimum groove shapes for load-carrying capacity enhancement in parallel flat surface bearings: Theory and experiment, *Trib. Inter.* 67 pp. 254-262, 2013
- [9] W. B. Rowe: Dynamic and Static Properties of Recessed Hydrostatic Journal Bearings by Small Displacement Analysis, *J. Lubrication Tech.* 102, pp.71-79, 1980.
- [10] J. C. T. Su, K. N. Lie: Rotational effects on hybrid hydrostatic/hydrodynamic journal bearing. *Industrial Lubr. and Trib.* 53, num. 6, pp.261-269, 2001.
- [11] S. C. Sharma, R. Sinhasan, S. C. Jain, N. Singh, S. K. Singh: Performance of Hydrostatic/Hybrid Journal Bearings with Unconventional Recess Geometries, *J. Trib. Transactions* 41, pp. 375-381, 1998.
- [12] Yikang D., Kuanmin M., Yaming Z., Fengyun W., Xiaobo M., Bin L.: Dynamic modeling of hydrostatic guideway considering compressibility and inertia effect. *Frontiers of Mechanical Engineering* 10, pp.78-88, 2015.
- [13] Zhiwei W., Wanhua Z., Yaolong C., Bingheng L.: Prediction of the effect of speed on motion errors in hydrostatic guideways, *International J. Machine Tools & Manufacture* 64 pp.78-84, 2013.







# CONTENTS

|  |  |
|--|--|
| 1. Dr. Czifra Árpád, Dr. Horváth Sándor: ..... 5<br>TOPOLOGICAL MAPS OF DIFFERENTLY<br>MACHINED SURFACES   | 11. Kis Katalin, Dr. Ficzer Péter,<br>Dr. Kovács Norbert Krisztián,<br>Dr. Szabó Gábor: ..... 49<br>TESTING OF FLEXIBLE PLASTICS<br>PRODUCED BY ADDITIVE MANUFACTURING<br>TECHNOLOGY                     |
| 2. Debreczeni Dániel, Dr. Kamondi László: ..... 9<br>ZAHNFEDERSTEIFIGKEITS- UND<br>VERFORMUNGSBERECHNUNG BEI<br>EVOLVENTISCH-AUSSENVERZAHNTEN,<br>ZYLINDRISCHEN ZAHNRADPAAREN  | 12. Kocsis B., Kóti D, Kovács G.: ..... 54<br>INVESTIGATING THE EFFECTS OF CUTTING<br>PARAMETERS OF AMORPHOUS MAGNETIC<br>MATERIALS BY CLASSIC METALLOGRAPHIC<br>AND INDIVIDUAL MAGNETIC<br>MEASUREMENTS |
| 3. Dr. Dömötör Csaba: ..... 13<br>EXPERIENCE FROM EXPOSITION OF<br>INDUSTRIAL DESIGN ENGINEERING<br>STUDENTS   | 13. Dr. Lovas László: ..... 59<br>NOTES ON BOLTED LINK MODELLING   |
| 4. Dr. Ficzer Péter: ..... 17<br>RELATIONSHIPS BETWEEN THE INDUSTRY<br>4.0 AND THE INDIVIDUALIZED MEDICAL<br>IMPLANTS  | 14. Lukács Judit, Melegh Gábor: ..... 63<br>APPLICATION OF RESPONSE SURFACE<br>METHODOLOGY IN CASE OF ACOUSTIC<br>STUDIES OF VEHICLES  |
| 5. Bogya Péter, Dr. Ficzer Péter, Dr. Horváth<br>Eszter, Dr. Lovas László: ..... 21<br>FROM CT SCAN TO THE CAD GEOMETRY  | 15. Németh Géza: ..... 69<br>MODELING AND LOADS OF HELICAL<br>TORSION SPRINGS  |
| 6. Horváth Richárd, Stadler Róbert Gábor: ..... 25<br>THE INVESTIGATION OF MILLING PROCESS<br>OF GLASS FIBRE REINFORCED PLASTIC  | 16. Németh Géza: ..... 73<br>FRICTION ASSESMENT OF LUBRICATED<br>STEEL PAIRS OF SURFACES   |
| 7. Hriczó Krisztián: ..... 31<br>THE EFFECT OF THE MAGNETIC POTENTIAL<br>IN THE FLOW OF VISCOSE FERROFLUID   | 17. Suriné Lengyel Veronika: ..... 77<br>TPM VS. INDUSTRIE 4.0 – ANOMALIE<br>ODER POTENTIAL?   |
| 8. Kaczvinszki-Szabó Vera, Telekes Gábor: ..... 35<br>COMPARISON OF METHODS USED FOR<br>THE PILE FOUNDATION PLANNING OF HIGH-<br>BASED AND FERROUS AGRICULTURAL<br>INDUSTRY COMPLEXES  | 18. Dr. Szabó Ferenc János: ..... 82<br>ITERATION HISTORY ANALYSIS OF<br>EVOLUTIONARY TYPE OPTIMIZATION<br>ALGORITHMS  |
| 9. Kardos Szilárd, Dr. Krisch Róbert: ..... 41<br>DEVELOPMENT OF A FLAT WHEEL<br>HARMONIC DRIVE AT K.K.K. 99 CO. LTD.  | 19. Máté Tamás, Dr. Zwierczyk Péter: ..... 86<br>FINITE ELEMENT ANALYSIS OF CRACKS<br>CAUSED BY THERMAL EXPANSION  |
| 10. Dr. Kátai László, Dr. Szabó István,<br>Lágymányosi Attila, Lágymányosi Péter,<br>Dr. Szakál Zoltán: ..... 45<br>INVESTIGATING THE STRENGTH<br>PROPERTIES OF A MATERIAL USED IN<br>ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGY<br>DEPENDING ON THE PARAMETERS OF<br>3D PRINTING | 20. Tóth Dániel, Dr. Takács György,<br>Dr. Szilágyi Attila: ..... 90<br>DETECTION OF BEARING FAILURES USING<br>TIME DOMAIN FEATURES  |
|  | 21. Tóth Sándor Gergő,<br>Dr. Takács György, Dr. Szilágyi Attila: ..... 94<br>CURRENT DEVELOPMENT FOCUSES OF<br>THE HYDROSTATIC BEARING DESIGN AND<br>OPTIMIZATION                                       |

# 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. Jáрмаi 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. Pálincás 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 organization of the 34rd Conference of the Designers and Product Developers was begun on time as usual, the circle of the possible participants were looked for by letters. By varying slightly the deadline the friendly invitation was repeated and this seemed to be successful. The participants applied for our conference by 58 presentations and 30 papers. Considering the volume, it is the same as it was last year. The papers are published in two periodicals of the GÉP (Machine).

Analysing the names of presenters, authors and co-authors, the change seems to be strong. Excellent, well-known authors are missing, new and encouraging names have appeared. There are many young presenters, the authors or co-authors of the 30 pieces of papers are post- or undergraduate students. The phenomenon is not unique, there is a similar changing in the other parts of the world, and in the other areas of the science. Beside or instead of the populous generation born after the war, there are essentially younger ladies and gentlemen appeared. I am surfing at the sites of NASA willingly, there are many young ladies among the designers and developers who – with their vision mode differing from that of the men – are bearing original solutions. Perhaps this formulation is not offensive.

The change can be perceived in the subject of presentations and papers, too. The horizons of the presenters, the available knowledge and solving tasks are wider than before. Besides the results of mathematics, mechanics, material science, production science, machine design and theory of design the results of research of information technology, ergonomics, biology, medicine, psychology, industrial design and nature analogies appear. I am very glad to announce that this year there are lectures and articles on the history of technology, proving the validity of the latin proverb, *historia est magistra vitae*.

*Dr. József Péter*  
*organizing secretary of the Conference*

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.gte.mtesz.hu

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

**14.45-15.00** Dr. Bihari János egyetemi docens, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Kis fogszámú hajtófogaskerekek tervezési problémái

**15.00-15.15** Horváth Richárd PhD, egyetemi docens, Stadler Róbert Gábor Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar: Üvegszállal erősített polimer (GFRP) marási vizsgálata

**15.15-15.30** Lukács Judit tanársegéd, Óbudai Egyetem: Válaszfelületek módszerének alkalmazása gépjárművek akusztikai vizsgálatában

**15.30-15.45** Vermes Brúnó PhD hallgató, BME Gépészmérnöki Kar Polimertechnikai Tanszék, MTA-BME Kompozittechnológiai Kutatócsoport, Dr. Czigány Tibor egyetemi tanár BME Polimertechnikai Tanszék, MTA-BME Kompozittechnológiai Kutatócsoport: Kompozitok alakváltásának lehetőségei

**15.45-16.00** Tóth Dániel tanársegéd, Dr. Takács György egyetemi docens, Dr. Szilágyi Attila egyetemi docens Miskolci Egyetem, Szerszámgépek Intézeti Tanszéke: Csapághibák feltárása időtartománybeli módszerekkel

**16.00-16.15** Dóczi Martin Olivér MSc hallgató BME Gép- és Terméktervezés Tanszék, Dr. Simonovics János egyetemi adjunktus BME Gép- és Terméktervezés Tanszék: Egyedi vápakosaras rögzítés végelelemes modelljének elkészítése

**16.15-16.30** Máté Tamás demonstrátor, Dr. Zwierczyk Péter Tamás adjunktus BME Gép- és Terméktervezés Tanszék: Hótágulás okozta repedés vizsgálata végelelemes módszerrel

**16.30-16.45** Dr. Papp Zoltán múzeumigazgató: A vízemelő kos története

**16.45-17.00** Dr. Szabó Ferenc egyetemi docens, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Optimális algoritmusok iteráció-történetének vizsgálata

**17.00-17.15** Erdei Réka, MSc gépészmérnök hallgató, Miskolci Egyetem, Jálics Károly c. egyetemi docens, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Ultrahangos anyagvizsgálat támogatása számítógépes modellezéssel

## I. SZEKCIÓ, I. EMELET, DEÁK-TEREM 2018. NOVEMBER 9. (PÉNTEK) DÉLELŐTT 9.00-TÓL

**Szekcióvezető: Dr. Jálics Károly egyetemi docens, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet**

**9.00-9.15** Dr. Szávai Szabolcs egyetemi docens, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet, Béres Levente tudományos munkatárs, Kelenföldi Brigitta kutató, Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Nonprofit Kft.: Gördülő felületpárok vizsgálati próbatestének felületkezelési technológiai modellezése és validálása

**9.15-9.30** Dr. Kovács Sándor tudományos munkatárs, Margitai Péter junior kutató, Dr. Szávai Szabolcs osztályvezető, Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Nonprofit Kft.: Modellalkotás kihívásai cink bevonatú réz elektromos csatlakozók fretting korrozójának vizsgálatok

**9.30-9.45** Ungár Péter junior kutató, Bézi Zoltán tudományos munkatárs, Szűcs Renáta vezető kutató Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Nonprofit Kft.: Motorhűtő ventilátor kiegyensúlyozatlanságának vizsgálata

**9.45-10.00** Dr. Szávai Szabolcs osztályvezető, Dr. Kovács Sándor tudományos munkatárs Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Nonprofit Kft.: A csúszva-gördülő felületpárok károsodását leíró lokális modellek kritikai elemzése

**10.00-10.15** Szirbik Sándor, PhD, egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Műszaki Mechanikai Intézet: Hiperszinguláris integrálegyenletek elsőrendű feszültségfüggvényekkel L alakú ortotrop test peremén végzett feszültségszámításra

**10.15-10.30** Dr. Dömötör Csaba egyetemi docens, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Ipari termék- és formatervező mérnök hallgatók kiállításának szervezési tapasztalatai

**10.30-10.45** Fodor Lóránt DLA BME Gép- és Terméktervezés Tanszék: Ipari formatervező a termékfejlesztési team-munkában

**10.45-11.00** Debreczeni Dániel PhD hallgató, Dr. Kamondi László címzetes egyetemi tanár Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet:

Zahnfedersteifigkeits- und Verformungsberechnung bei evolventisch-aussenverzahnten, zylindrischen Zahnradpaaren

**11.00-11.15** Sipkás Vivien PhD hallgató Miskolci Egyetem, Gép- és Terméktervezési Intézet, Vadász Dr. Bognár Gabriella egyetemi tanár, Miskolci Egyetem, Gép- és Terméktervezési Intézet: Micro switch failure analysis

**11.15-11.30** Suriné Lengyel Veronika tanszéki mérnök Soproni Egyetem: TPM vs. Ipar 4.0 – anomália vagy lehetőség?

**11.30-11.45** Mohamad Barhm Abdullah PhD hallgató, Dr. Jálics Károly egyetemi docens, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: 1D and 3D modelling of modern exhaust manifold

**11.45-12.00** Alsarayefi Saad Jabber Nazal PhD hallgató, Dr. Jálics Károly egyetemi docens, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Failure detection of fibre reinforced plastic component with acoustic methods

**12.00-12.15** Haidar Faisal Helal Mobark PhD student University of Miskolc Institute of Materials Science and Technology, Dr. János Lukács Professor University of Miskolc Institute of Materials Science and Technology: HCF design curves for high strength steel welded joints

**12.15-12.30** Tóth Sándor Gergő PhD hallgató, Tóth Dániel tanársegéd, Dr. Takács György egyetemi docens, Dr. Szilágyi Attila egyetemi docens ME Szerszámgépek Intézeti Tanszéke: Tóth Sándor Gergő PhD hallgató, Tóth Dániel tanársegéd, Dr. Takács György egyetemi docens, Dr. Szilágyi Attila egyetemi docens ME Szerszámgépek Intézeti Tanszéke: Current development focuses of the hydrostatic bearing design and optimization

## II. SZEKCIÓ, I. EMELET, NAGYTEREM 2018. NOVEMBER 9. (PÉNTEK) DÉLELŐTT 9.00-TÓL

**Szekcióvezető: Dr. Bihari Zoltán egyetemi docens, Dr. Jálics Károly c. egyetemi docens, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet**

**9.00-9.20** Kugler Gergely BSc gépészmérnök hallgató, Miskolci Egyetem, Dr. Bihari Zoltán egyetemi docens, Miskolci Egyetem: CNC vezérelt lézer gravírozó komplex tervezése

**9.20-9.40** Simon Krisztián BSc gépészmérnök hallgató Miskolci Egyetem, Tóbis Zsolt mesteroktató, Miskolci Egyetem: Élelmiszeripari daráló berendezés fejlesztése

**9.40-10.00** Marada Imre BSc gépészmérnök hallgató Miskolci Egyetem, Dr. Bihari János egyetemi docens, Miskolci Egyetem: Pneumobil hajtómű tervezése

**10.00-10.20** Bódi Máté BSc gépészmérnök hallgató Miskolci Egyetem, Dr. Szabó J. Ferenc egyetemi docens, Miskolci Egyetem: Személygépkocsi jobb mellső futóművének végelelem vizsgálata, kátyúba hajtás esetén

**10.20-10.40** Klecskó Szimonetta hallgató, Kun Patrik hallgató, Ábrám Tibor iskolaigazgató fizika tanár, Lévay József Református Gimnázium és Diákotthon, Miskolc: Miért is nem magyar találmány a radar? – Csorba György élete és munkássága

**10.40-11.00** Magyar Balázs BSc formatervező mérnök hallgató Miskolci Egyetem: Számítógépház tervezése

**11.00-11.20** Orosz Adrián BSc gépészmérnök hallgató, Dr. Kamondi László c. egyetemi tanár, Miskolci Egyetem: Kézi hajtású háztartási aprító tervezése

**11.20-11.40** Kmetz Barbara, BSc formatervező mérnök hallgató, Miskolci Egyetem, Dr. Kamondi László c. egyetemi tanár, Miskolci Egyetem: A kézprotézisek fejlesztésének lehetőségei

**11.40-12.00** Kocsis Gergő, BSc gépészmérnök hallgató, Miskolci Egyetem, Jálics Károly c. egyetemi docens, Miskolci Egyetem: A fejlődés útja az önműködő kézfegyverekig

**12.00-12.20** Papp Szonja BSc gépészmérnök hallgató, Miskolci Egyetem: Kenőolajok tulajdonságai és vizsgálatuk

**12.30** Összefoglalás. A Géptervezők és Termékfejlesztők XXXIV. Szemináriumának bezárása

## A GÉPTERVEZŐK ÉS TERMÉKFEJLESZTŐK XXXIV. SZEMINÁRIUMÁNAK SZERVEZŐI:

Vadászné Prof. Dr. Bognár Gabriella  
az MTA doktora, habil intézetigazgató

**Dr. habil. Döbröczi Ádám** egyetemi tanár, professor emeritus  
**Dr. Péter József** c. egyetemi tanár, a szeminárium titkára  
**Németh Géza** egyetemi adjunktus  
**Gere Aranka** intézeti ügyintéző

## KORÁBBI RENDEZVÉNYEINK:

Vezető Konstruktőrök Tanácskozása  
Miskolc, 1973. augusztus 23 - 24.

Vezető Konstruktőrök Tanácskozása  
Miskolc, 1975. július 23 - 24.

Géptervezők III. Országos Szeminárium  
Miskolc, 1977. augusztus 30 - szeptember 1.

Géptervezők IV. Országos Szeminárium  
Miskolc, 1980. augusztus 26 - 27.

Géptervezők V. Országos Szeminárium  
Miskolc, 1982. augusztus 25 - 26.

Géptervezők VI. Országos Szeminárium  
Miskolc, 1985. április 11 - 12

Géptervezők VII. Országos Szeminárium  
Miskolc, 1989. május 29 - 31.

Géptervezők VIII. Országos Szeminárium  
Miskolc, 1991. május 29 - 30.

Géptervezők IX. Országos Szeminárium  
Miskolc, 1993. szeptember 30 - október 1.

Géptervezés ,94 (Géptervezők X. Országos Szeminárium)  
Miskolc, 1994. május 20.

Géptervezők XI. Országos Szeminárium  
Miskolc, 1995. május 29-30.

Géptervezés-termékfejlesztés ,96 (Géptervezők és  
Termékfejlesztők XII. Országos Szeminárium),  
Miskolc, 1996. május 24-25.

Géptervezők és Termékfejlesztők XIII. Országos Szeminárium,  
Miskolc, 1997. november 28.

Géptervezők és Termékfejlesztők XIV. Országos Szeminárium,  
Miskolc, 1998. december 15.

Géptervezők és Termékfejlesztők XV. Országos Szeminárium,  
Miskolc, 1999. szeptember 30-október 1.

Géptervezők és Termékfejlesztők XVI. Országos Szeminárium,  
Miskolc, 2000. november 15 - 16.

Géptervezők és Termékfejlesztők XVII. Országos Szeminárium,  
Miskolc, 2001. november 8 - 9.

Géptervezők és Termékfejlesztők XVIII. Országos Szeminárium,  
Miskolc, 2002. november 7 - 8.

Géptervezők és Termékfejlesztők XIX. Országos Szeminárium,  
Miskolc, 2003. november 6 - 7.

Géptervezők és Termékfejlesztők XX. Országos Szeminárium  
Miskolc, 2004. november 11 - 12.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXI. Országos Szeminárium  
Miskolc, 2005. november 10 - 11.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXII. Országos Szeminárium  
2006. november 9 - 10.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXIII. Országos Szeminárium  
2007. november 15 - 16.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXIV. Országos Szeminárium  
2008. november 13 - 14.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXV. Országos Szeminárium  
2009. november 5 - 6.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXVI. Országos Szeminárium  
2010. november 11-12.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXVII. Országos Szeminárium  
2011. november 10-11.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXVIII. Országos Szeminárium  
2012. november 8-9.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXIX. Országos Szeminárium  
2013. november 7-8.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXX. Országos Szeminárium  
2014. november 6-7.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXXI. Országos Szeminárium  
2015. november 5-6.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXXII. Országos Szeminárium  
2016. november 10-11.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXXIII. Országos Szeminárium  
2017. november 9-10.

## GÉPTERVEZŐK ÉS TERMÉKFEJLESZTŐK XXXIV. SZEMINÁRIUMA

**Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet**  
**H-3515 MISKOLC-EGYETEMVÁROS**  
**Telefon/Fax: (0036)-46-327 643**  
**E-mail: machpj@uni-miskolc.hu**

