

# KÚPKERÉK FOGFELÜLETEK MATEMATIKAI MODELLEZÉSE VÉGESELEMES VIZSGÁLATHOZ

## MATHEMATICAL MODEL OF SPIRAL BEVEL GEARS FOR FINITE ELEMENT ANALYSIS

Várkuli Miklós PhD hallgató, Vadászné Bognár Gabriella DSc, Szente József PhD

### ABSTRACT

Finite element tests are an integral part of gear design. For this tool to be truly effective, an accurate CAD model of gears is needed having mathematical models of theoretical tooth surfaces. The latter task requires accurate modeling of manufacturing with the tools of mathematics. In this study, we perform mathematical modeling of bevel gear tooth surfaces. Theoretical surfaces are given by the points of a surface mesh. We create the tooth surfaces by fitting a surface to the point cloud in CAD software. After further processing in the CAD software, we obtain the model required for finite element tests.

### 1. BEVEZETÉS

A fogaskerék hajtópárok fejlesztésének elengedhetetlen eszközei a végelelemes vizsgálatok (VEM), melyekkel a fogfelületek kapcsolódását, a deformáció hordképre gyakorolt hatását ellenőrizzük, valamint a teherbírás szempontjából mértékadó feszültségeket határozzuk meg.

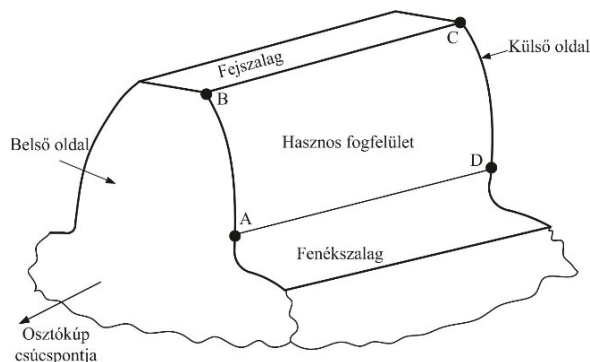
A VEM alapja a fogaskerek CAD modellje, melynek előállításához ismerni kell az elméletileg pontos fogfelületeket. Ezeket a gyártási eljárások matematikai modellezésével tudjuk előállítani. Gyakorlatban a fogfelületeket a VEM számára véges számú ponttal, diszkrét értékekkel adjuk meg. A pontok egy felülethálót (grid) adnak. Felmerülhet a kérdés, hogy hány pontra van szükségünk? Kiindulásként tekinthetjük a fogazatok koordináta mérőgépen (CMM) történő mérését, ahol az ellenőrzéshez 45 pontot használnak. Ez a fogoldalak leírására alkalmazható a VEM modellezéshez is, azonban előfordulhat, hogy olyan pontsorozatra van szükségünk, amelyik a fogárok metszeteként adódik, vagyis a két fogoldal és a fogtőgörbe pontjait is tartalmazza.

A tanulmányban ívelt fogú kúpkerekek fogfelületeinek matematikai modellezését mutatjuk be. A hálópontokat a hasznos fogfelületre

adjuk meg. A felületmodelleket CAD programmal dolgozzuk fel a végelelemes vizsgálatához.

### 2. A PONTHÁLÓ FELVÉTELE

Egy adott fogaskerék fogfelülete a két fogvég, a fejkúp és a fogtő felület közötti terület. Ez látható az 1. ábrán. A hálópontok felvétele során [1] ajánlását követjük, figyelembe véve, hogy a működés szempontjából hasznos felületet a két fogvég, a saját fejkúp és a kapcsolódó kerék fejkúpja határolja. Utóbbi alkalmazásával a valós fogfelületnél enyhén kisebb felületet jelölünk ki, ugyanakkor a határoló pontok meghatározása egyszerűsödik, kizárólag geometriai adatoktól függ. Ezzel szemben a valós fogfelület behatárolása csak a gyártás matematikai modellezése során lehetséges.



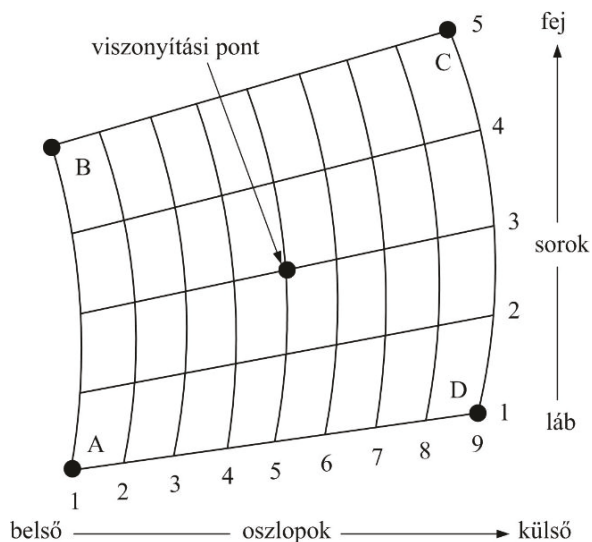
1. ábra. A hasznos fogfelület értelmezése

A jelölt területen belül egy 5 sorból és 9 oszlopból álló „mátrixot” alkotnak a pontok a 2. ábrának megfelelően.

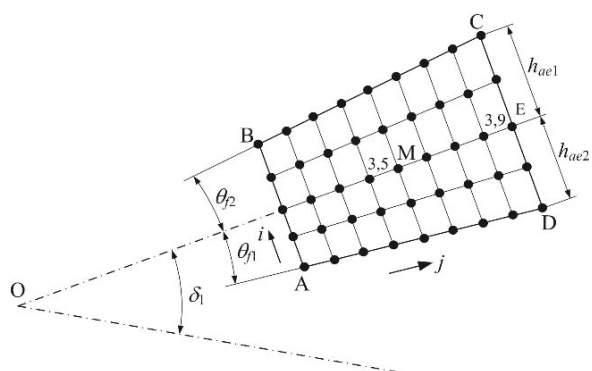
### 3. A HÁLÓPONTOK KOORDINÁTÁINAK MEGHATÁROZÁSA

A felülethálót alkotó pontokat poláris koordinátarendszerben fogjuk megadni. A koordinátarendszer origója a kúpkerek osztókúpjának O csücspontja. Az M viszonyítási pont (3,5) az osztókúpalkotón lévő, a középső osztókúpphossz-

hoz tartozó pont, melynek sugárirányú koordinátája  $R_{3,5} = R_m \sin \delta_1$ , tengelyirányú koordinátája pedig  $L_{3,5} = R_m \cos \delta_1$ . Az OE távolság az  $R_e$  osztókúphossz. A 3. ábrán  $h_{ae1}$  és  $h_{ae2}$  a fogaskerék-pár fejmagasságai,  $\theta_{f1}$  és  $\theta_{f2}$  a foglábsszögek,  $\delta_1$  a kisebb kúpkerék osztókúpszöge.



2. ábra. A hálópontok sorokba és oszlopokba rendezése



3. ábra. A hálópontok elhelyezése a kisebb kúpkerék fogfelületén

A határoló pontok koordinátái a következők:

$$\begin{aligned} R_C &= R_e \sin \delta_1 + h_{ae1} \cos \delta_1, \\ L_C &= R_e \cos \delta_1 - h_{ae1} \sin \delta_1. \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} R_D &= R_e \sin \delta_1 - h_{ae2} \cos \delta_1, \\ L_D &= R_e \cos \delta_1 + h_{ae2} \sin \delta_1. \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} R_A &= R_D + b(\tan \theta_{f1} \cos \delta_1 - \sin \delta_1), \\ L_A &= L_D - b(\tan \theta_{f1} \sin \delta_1 + \cos \delta_1). \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} R_B &= R_C - b(\tan \theta_{f2} \cos \delta_1 + \sin \delta_1), \\ L_B &= L_C + b(\tan \theta_{f2} \sin \delta_1 - \cos \delta_1). \end{aligned} \quad (4)$$

A hálópontok koordinátáit az alábbi módon számíthatjuk:

$$\begin{aligned} R_{i,j} &= R_A + (i-1)\Delta r_i + \\ &+ \frac{j-1}{8} [R_D - R_A + (i-1)(\Delta r_e - \Delta r_i)], \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} L_{i,j} &= L_A - (i-1)\Delta l_i + \\ &+ \frac{j-1}{8} [L_D - L_A - (i-1)(\Delta l_e - \Delta l_i)]. \end{aligned} \quad (6)$$

Itt

$$\Delta r_i = \frac{R_B - R_A}{4}, \quad \Delta r_e = \frac{R_C - R_D}{4}, \quad (7)$$

továbbá

$$\Delta l_i = \frac{L_A - L_B}{4}, \quad \Delta l_e = \frac{L_D - L_C}{4}. \quad (8)$$

A pontok azonosításához  $i = 1 \dots 5, j = 1 \dots 9$ .

#### 4. A FOGFELÜLET MATEMATIKAI MODELLEZÉSE

A fogaskerék fogfelületek matematikai modellezését Litvin [2, 3, 4] munkái alapozták meg.

A kúpkerék fogfelületek matematikai modellezéséhez a következő adatok, ill. előzetes számítások szükségesek:

- a kúpkerék geometriai adatai
- szerszámadatok: késfejsugár, kések profil-szöge, a két fogoldalt megmunkáló kések egymáshoz viszonyított helyzete
- gépbeállítási adatok: a szerszám és a munkadarab egymáshoz viszonyított helyzete a szerszámgépen
- mozgásvizonyok: a szerszám és a munkadarab összehangolt mozgása a gyártás során.

A Gleason-féle ívelt fogú kúpkerékek gyártásakor a forgácsolás a szerszám (késfej) forgó mozgásából adódik. Ez a mozgás független a fogfelület alakját meghatározó egyéb mozgásoktól. A szerszám forgácsoló élei a forgás során egy forgásfelületet súrolnak, amit származtató felületnek nevezünk. A származtató felület helyvektora két paraméterrel írható le:

$$\mathbf{r}_{ck}(s_k, \theta_k). \quad (9)$$

Mivel a származtató felület más a domború és más a homorú fogoldal esetén, a paraméterek is különbözőek lehetnek, vagyis  $k = d$  a domború és  $k = h$  a homorú fogoldalra.

A származtató felület a viszonylagos mozgásban egy felületsereget eredményez, mely a munkadarabhoz kötött, origójával az osztókúp csúcspontjában elhelyezett koordináta-rendszerben a következő:

$$\mathbf{r}_k(s_k, \theta_k, \psi_k) = \mathbf{M}_k(\psi_k) \mathbf{r}_{ck}(s_k, \theta_k). \quad (10)$$

Itt  $\mathbf{M}_k$  a transzformáció mátrixa,  $\psi_k$  az összehangolt mozgás paramétere.

A fogfelület előállításához kapcsolatot kell találnunk a felületsereg 3 paramétere között. Ennek egyik lehetséges módja a parciális deriváltak előállítása és a következő egyenlet megoldása:

$$\left( \frac{\partial \mathbf{r}_k}{\partial s_k} \times \frac{\partial \mathbf{r}_k}{\partial \theta_k} \right) \cdot \frac{\partial \mathbf{r}_k}{\partial \psi_k} = f(s_k, \theta_k, \psi_k) = 0. \quad (11)$$

Itt a baloldal első, zárójeles tagja a pillanatnyi érintkezési pontbeli normális, a második a relatív sebességgel arányos mennyiség, ugyanabban a pontban.

A (11) egyenlet megoldásából előállított paraméter-kapcsolat felhasználásával a kúpkerék fogfelületének egyenlete az alábbi formában rendelkezésünkre áll:

$$\mathbf{r}_k(\theta_k, \psi_k) = \mathbf{r}_k(s_k(\theta_k, \psi_k), \theta_k, \psi_k). \quad (12)$$

A (9) egyenlet kapcsán tett megjegyzésünknek megfelelően a (12) egyenlet érvényes mindkét fogoldalra azzal a kikötéssel, hogy az egyes paramétereket az aktuális fogoldalnak megfelelően kell figyelembe venni, vagyis  $k = d$  a domború és  $k = h$  a homorú fogoldalra.

## 5. A FOGFELÜLET KOORDINÁTÁI A HÁLÓPONTOKBAN

(12) helyvektor a koordinátákkal megadva a következő:

$$\mathbf{r}_k(\theta_k, \psi_k) = \begin{bmatrix} x_k(\theta_k, \psi_k) \\ y_k(\theta_k, \psi_k) \\ z_k(\theta_k, \psi_k) \end{bmatrix}. \quad (13)$$

A fogfelületen lévő tetszőleges pont helye meghatározható a következő, nem lineáris egyenletrendszer megoldásával.

$$\begin{aligned} [x_k(\theta_k, \psi_k)]^2 + [y_k(\theta_k, \psi_k)]^2 &= R^2, \\ z_k(\theta_k, \psi_k) &= L. \end{aligned} \quad (14)$$

Itt  $R$  a pont távolsága a tengelyvonalától,  $L$  pedig a pont távolsága az origótól, a tengelyvonal mentén.

(14) egyenletrendszer megoldásaként a  $\theta$  és  $\psi$  paraméterek rendelkezésre állnak, így a fogfelületi pont koordinátái meghatározhatók.

Most helyettesítsük (14) egyenletekbe a hálópontok (5) és (6) szerinti koordinátáit.

$$\begin{aligned} [x_k(\theta_k, \psi_k)]^2 + [y_k(\theta_k, \psi_k)]^2 &= R_{i,j}^2, \\ z_k(\theta_k, \psi_k) &= L_{i,j}. \end{aligned} \quad (15)$$

(15) egyenleteket az összes hálópontokra alkalmazva, mindkét fogoldalra 45 egyenletrendszert kell megoldanunk, melynek révén fogoldalanként 45  $\theta$  és 45  $\psi$  értéket kapunk. Ezeket jelölje  $\theta_{di,j}$ ,  $\psi_{di,j}$ ,  $\theta_{hi,j}$ ,  $\psi_{hi,j}$ . A paraméter értékek behelyettesítésével a fogfelületeken lévő hálópontok koordinátái a következők:

$$\begin{aligned} x_{di,j}(\theta_{di,j}, \psi_{di,j}), \quad y_{di,j}(\theta_{di,j}, \psi_{di,j}), \\ z_{di,j}(\theta_{di,j}, \psi_{di,j}) &= L_{i,j}. \end{aligned} \quad (16)$$

$$\begin{aligned} x_{hi,j}(\theta_{hi,j}, \psi_{hi,j}), \quad y_{hi,j}(\theta_{hi,j}, \psi_{hi,j}), \\ z_{hi,j}(\theta_{hi,j}, \psi_{hi,j}) &= L_{i,j}. \end{aligned} \quad (17)$$

## 6. ALKALMAZÁSI PÉLDA

A bemutatott módszer gyakorlati alkalmazására számpéldát dolgoztunk ki. A vizsgált kúpkerék körív fogirányvonalú ívelt fogú kúpkerék, melynek geometriai adatait az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat. A vizsgált kúpkerék adatai

Megnevezés	Jel	Adat
Fogszám	$N$	30
Külső homlokmodul, mm	$m_{te}$	4,791
Fogszélesség, mm	$b$	40
Normál profilszög, °	$\alpha_n$	20
Középső foghajlásszög, °	$\beta_m$	30
Külső osztókúphossz, mm	$R_e$	235,01
Középső osztókúphossz, mm	$R_m$	215,01
Osztókörátmérő, mm	$d_{ae}$	143,73
Külső fejmagasság, mm	$h_{ae}$	3,69
Külső lábmagasság, mm	$h_{fe}$	5,16
Késfejsugár, mm	$r_c$	114,3
Késfej fejszalagszélesség, mm	$P_w$	2,286
Osztókúpszög, °	$\delta$	17,8
Fejkúpszög, °	$\delta_a$	17,9667
Lábúpszög, °	$\delta_f$	17,6333
Foglábszög, °	$\theta_f$	0,1667
Foghajlás iránya		bal

A táblázatban nem szereplő, de a számításokhoz szükséges további adatokat [5] alapján határoztuk meg. A 3. fejezetben bemutatott módszerrel meghatározott hálópontok koordinátáit a 2. és a 3. táblázat foglalja össze.

2. táblázat. A hálópontok sugárirányú koordinátái

$R$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	55.8969	57.4115	58.9261	60.4408	61.9554	63.47	64.9846	66.4993	68.0139
2	57.6767	59.1983	60.7198	62.2414	63.7629	65.2845	66.806	68.3276	69.8491
3	59.4565	60.985	62.5135	64.042	65.5704	67.0989	68.6274	70.1559	71.6844
4	61.2364	62.7718	64.3072	65.8426	67.378	68.9134	70.4488	71.9842	73.5196
5	63.0162	64.5585	66.1008	67.6432	69.1855	70.7278	72.2702	73.8125	75.3548

3. táblázat. A hálópontok tengelyirányú koordinátái

$L$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	186.868	191.633	196.398	201.163	205.928	210.694	215.459	220.224	224.989
2	186.297	191.06	195.822	200.585	205.348	210.111	214.874	219.637	224.4
3	185.725	190.486	195.246	200.007	204.768	209.528	214.289	219.05	223.81
4	185.154	189.912	194.671	199.429	204.187	208.946	213.704	218.463	223.221
5	184.582	189.339	194.095	198.851	203.607	208.363	213.12	217.876	222.632

(15) egyenletrendszer megoldásából a hálópontok domború fogfelületen lévő  $x_d$  és  $y_d$  koordinátáit a 4. és az 5. táblázat, a homorú fogfelületen lévő  $x_h$  és  $y_h$  koordinátáit a 6. és a 7. táblázat tartalmazza. A  $z_d$  és a  $z_h$  koordináták azonosak a hálópontok  $L$  koordinátájával.

4. táblázat. Hálópontokhoz tartozó  $x$  koordináták a domború fogfelületen

$x_d$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	55.5	57.2	58.86	60.44	61.92	63.28	64.48	65.47	66.22
2	57.31	59.02	60.67	62.24	63.71	65.04	66.21	67.16	67.85
3	59.15	60.85	62.48	64.04	65.48	66.78	67.9	68.8	69.43
4	61	62.68	64.3	65.83	67.24	68.5	69.57	70.41	70.96
5	62.85	64.51	66.1	67.6	68.97	70.18	71.2	71.97	72.44

5. táblázat. Hálópontokhoz tartozó  $y$  koordináták a domború fogfelületen

$y_d$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	6.648	4.903	2.886	0.5867	-2.006	-4.904	-8.114	-11.65	-15.52
2	6.453	4.618	2.504	0.1023	-2.599	-5.61	-8.94	-12.6	-16.6
3	6.024	4.109	1.909	-0.5851	-3.385	-6.5	-9.942	-13.72	-17.84
4	5.404	3.414	1.134	-1.448	-4.341	-7.556	-11.1	-14.99	-19.23
5	4.613	2.552	0.1942	-2.471	-5.454	-8.764	-12.41	-16.4	-20.75

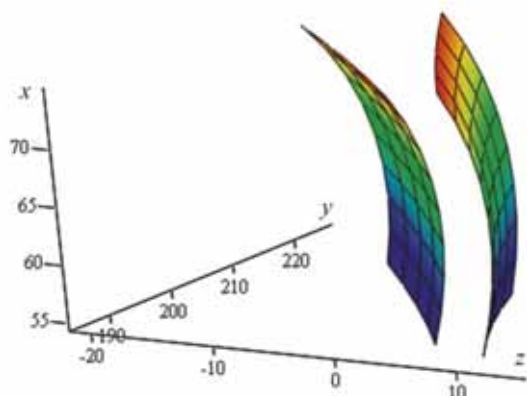
6. táblázat. Hálópontokhoz tartozó  $x$  koordináták a homorú fogfelületen

$x_h$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	54.90	56.73	58.53	60.27	61.92	63.46	64.86	66.08	67.07
2	56.57	58.43	60.26	62.02	63.71	65.28	66.71	67.96	68.98
3	58.19	60.09	61.95	63.76	65.48	67.10	68.57	69.86	70.92
4	59.76	61.70	63.61	65.46	67.24	68.90	70.42	71.76	72.87
5	61.28	63.27	65.23	67.14	68.97	70.69	72.26	73.66	74.83

7. táblázat. Hálópontokhoz tartozó  $y$  koordináták a homorú fogfelületen

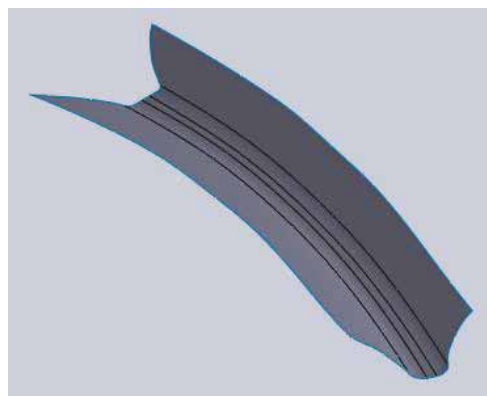
$y_h$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	10.52	8.808	6.827	4.567	2.017	-0.8351	-4	-7.488	-11.31
2	11.24	9.496	7.484	5.187	2.595	-0.3044	-3.522	-7.068	-10.95
3	12.21	10.43	8.375	6.031	3.386	0.4303	-2.849	-6.463	-10.42
4	13.36	11.55	9.444	7.049	4.349	1.331	-2.014	-5.699	-9.734
5	14.68	12.82	10.67	8.22	5.461	2.381	-1.034	-4.793	-8.908

A két fogfelület hálópontok alapján képezett modellje a 4. ábrán látható, a munkadarabhoz kötött koordináta-rendszerben.



4. ábra. A két fogfelület felületmodellje

A pontthalmazként rendelkezésre álló fogfelületeket CAD programmal feldolgozva előállítottuk a fogárok héjmodelljét (5. ábra), majd azt felhasználva a kúpkerék testmodelljét (6. ábra).



5. ábra. A fogárok felületmodellje



6. ábra. A kúpkerék testmodellje

## 7. ÖSSZEFOGLALÁS

Kúpkerékek elméleti fogfelületeinek meghatározására a gyártást leíró matematikai modellt készítettünk. A fogfelületek matematikai modellezése a gyakorlat számára diszkrét pontok megadásával történik. A felületet tetszés szerinti számú ponttal „behálózhatjuk”. A módszer gyakorlatban való alkalmazására számpéldát dolgoztunk ki, egy ívelt fogú kúpkerék adatait felhasználva. Példánkban a hálópontok számát a koordináta-mérőgépeken történő ellenőrzéshez ajánlott 45-re vettük fel. Kijelöltük a hálópontokat és meghatároztuk azok koordinátáit, majd előállítottuk az adott pontokban mindkét fogoldal elméleti fogfelületének koordinátáit. A koordinátákkal jellemzett pontfelhőt CAD szoftverrel feldolgozva megkaptuk a fogfelületek CAD modelljeit, melyek a kúpkerék testmodelljét felépítve a végsőelemes vizsgálatokhoz alapul szolgálnak.

## 8. IRODALOM

- [1] ANSI/AGMA 2009-B01: *Bevel Gear Classification, Tolerances, and Measuring Methods*. American Gear Manufacturers Association, 2009. p. 76.
- [2] Litvin., F. L.: *Theory of Gearing*. NASA RP 1212. 1989. p. 490.
- [3] Litvin., F. L.: *Gear Geometry and Applied Theory*. Prentice Hall. 1994. p. 724.
- [4] Litvin., F. L.; Fuentes, A.: *Gear Geometry and Applied Theory*. Second Edition. Cambridge University Press. 2004. p. 818.
- [5] ANSI/AGMA 2005-D03: *Design Manual for Bevel Gears*. American Gear Manufacturers Association, 2006. p. 102.



# CONTENTS

<i>1. Ahmad Dughmi, Prof. Dr. László Kátai:</i> A REVIEW OF THE GENERATIVE DESIGN METHOD ..... 5	<i>12. Dr. Ferenc János Szabó:</i> SIGMOID CURVES IN PRODUCT DESIGN ..... 52
<i>2. Judit Albert, Dr. Ágnes Takács:</i> OPTIMISATION METHODOLOGY FOR STRUCTURAL DESIGN OF THERMOELECTRIC MODULES ..... 11	<i>13. J. Balázs Kriston, Dr. Károly Jálics:</i> VIBRATION SIGNAL BASED INVESTIGATION OF MOTOR VEHICLE TRANSMISSION FAILURE ..... 56
<i>3. Sándor Apáti, Dr. György Hegedűs:</i> DESIGN OF EQUIPMENT SUITABLE FOR MEASURING THE NATURAL FREQUENCY OF ROTATING SHAFT ..... 15	<i>14. Imre Marada, Dr. János Bihari:</i> EXPERIENCES WITH 3D PRINTING OF SMALL PLASTIC GEARS USING FDM AND SLA METHODS ..... 60
<i>4. Ayham Aljawabrah, Dr. László Lovas:</i> DYNAMIC MODELING OF AN ELECTROMECHANICAL GEARSHIFT ACTUATOR ..... 19	<i>15. Péter Balaskó, dr. László Ferenczy, László Ferenczy, dr. Rudolf Postásy, Csaba Postásy:</i> DEVELOPMENT OF COMPUTER-INTEGRATED, ROBOTCONTROLLED FLEXIBLE MANUFACTURING CELL FOR SMALL AND MEDIUM PRODUCTION BATCHES ..... 66
<i>5. Prof. Dr. István Ecsedi, Dr. Attila Baksa, Dr. Ákos József Lengyel:</i> APPROXIMATE SOLUTION OF SAINT-VENANT TORSION OF CYLINDRICALLY ORTHOTROPIC BAR WITH SQUARE CROSS SECTION ..... 23	<i>16. Gyula Szabó, Dr. Károly Váradi:</i> APPLICATION OF THE DISPLACEMENT COUPLING TECHNIQUE FOR MODELLING OF UNIAXIAL TENSION OF A CORD-RUBBER COMPOSITE TUBE SAMPLE ..... 76
<i>6. Dr. János Bihari , Imre Fignár, Zsolt Tóbis:</i> IDENTIFICATION AND MANAGEMENT OF RISKS IN THE DESIGN OF MACHINES ..... 27	<i>17. Bence Boldizsár Szederkényi, Dr. Tamás Turcsán, Dr. Norbert Krisztián Kovács, Dr. Tibor Czigány:</i> FINITE ELEMENT ANALYSIS OF CONTINUOUS FIBER-REINFORCED COMPOSITES MADE BY ADDITIVE MANUFACTURING ..... 82
<i>7. Bálint Csehi, Dr. Zoltán Bihari:</i> 3D PRINTER STRUCTURE ANALYSIS AND IMPROVEMENT OPTIONS ..... 31	<i>18. Talal Alsardia, Dr. László Lovas:</i> EFFECT OF LUBRICATION DURING CYCLIC TIGHTENING ON THE BOLT PRELOAD FORCE ..... 88
<i>8. Dr. Csaba Dömötör:</i> SPECIAL SOLUTIONS IMPLEMENTING TRIZ PRINCIPLES ..... 37	<i>19. Martina Váradi, Dr. Zoltán Bihari:</i> DESIGN OF CNC GLASS PAINTING EQUIPMENT ..... 92
<i>9. Dr. Péter Ficzer, Dr. Lajos Borbás:</i> INVESTIGATION OF THE PRESSING PROCESS OF RAILWAY WHEELS USING OPTICAL PHOTOSTRESS ANALYSIS ..... 41	<i>20. Miklós Várkuli, Prof. Dr. Bognár Gabriella Vadászné, Dr. József Szente:</i> MATHEMATICAL MODEL OF SPIRAL BEVEL GEARS FOR FINITE ELEMENT ANALYSIS ..... 98
<i>10. Prof. Dr. László Kátai, Dr. Péter Gárdonyi:</i> EXAMINATION OF PRELOADED BOLTED JOINT TIGHTENING TORQUE ..... 45	
<i>11. Dr. Ferenc Orbán, Sándor Fenyvesi, Gyula Ferenc Vasvári:</i> ECONOMICAL DESIGN OF FLAT ENDS IN PRESSURE VESSELS ..... 49	



# 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. Barkóczy István

Bányai Zoltán

Dr. Beke János

Dr. Bukoveczky György

Dr. Czitán Gábor

Dr. Danyi József

Dr. Gáti József

Dr. Horváth Sándor

Dr. Illés Béla

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

**DEAR READER,**

Allow me to present a brief history of the National Seminar of Machine Designers and Product Developers. At the national secretary meeting of the Scientific Association for Mechanical Engineering in town Tégglás in August 1972, took part 234 delegates from 110 companies and institutions, mostly senior specialists in construction activities, dealt with industrial construction work and its organization. The meeting dealing with construction and design process was initiated by prof. Dr. Zénó Terplán, prof. Dr. József Magyar and Dr. Rezső Száday chief designer, at that time.

The first meeting was held on 22-24 August, 1973 with the participation of the staff of the Department of Machine Elements of the University of Miskolc. The meeting was opened by Professor Dr. Jenő Varga, chief designer of the GANZ Company, emphasizing that there was no such event in Hungary before. He advised that the evaluation of the construction should also be addressed, as several studies dealing with the design methodology, mainly in West Germany, have been published in recent years. The authors of 15 papers argued for a coherent, productive and efficient construction work in the proceedings of the meeting. After the 1975 event, the Conference of Leading Designers was transformed into the National Seminar of Machine Designers in 1977.

During the last decade of the 20th century, the Hungarian industry was radically transformed; producer and consumer have changed places, the depreciated consumer goods became equal to machines and means of production, and the word product was added to the dictionary of machine designers. The designers recognised that a product is anything that is of interest or interest can be aroused. The organizers of the seminar understood that the engineers at the beginning of their career are also happy to attend regular professional gatherings and would be happy to publish their papers in a reliable place and format, in our case with the support of the Scientific Association for Mechanical Engineering.

The Seminar of Machine Designers and Product Developers took place from the beginning at the Headquarters of the Committee of the Hungarian Academy of Science in Miskolc. The articles are published in printed form on journal GÉP with the support of Gazdász Ltd. Thanks for that.

Allow the Dear Reader a personal voice at the end of the greeting. The organization work of our seminar would not be effective without the support of the managers, lecturers and non-lecturers of the Institute of Machine and Product Design (formerly the Department of Machine Elements) of the University of Miskolc. We are also personally grateful for the encouragement, criticism and work to Professor Dr. Gabriella Bognár, director of the institute, Dr. Ádám Döbröczöni, professor emeritus and Gere Aranka economic administrator.

*Dr. Csaba Dömötör  
Secretary of the Seminar*

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

Phone: +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: +36-1/202-0656, Fax: +36-1/202-0252, E-mail: mail@gteportal.eu, Web: www.gteportal.eu

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

Publisher: Dr. Bárdos Krisztina, Managing Director

Gazdász Nyomda Kft. 3534 Miskolc, Szervezet u. 67. Phone: +36-30/9-450-270 • e-mail: mail@gepujsag.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: +36-1/767-8262, or mail to: MP Zrt. 1900 Budapest

Subscription: subscription can be ordered from overseas and to overseas at Batthyány Kultur-Press Kft., H-1013 Budapest, Attila út 2/A/III/14.

T: +36 1 201 88 91, +36 1 212 53 03, E-mail: batthyany@kultur-press.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

# Géptervezők és Termékfejlesztők XXXVIII. Szemináriuma

Miskolc, 2022. november 10 (csütörtök) – 11 (péntek)

## – PROGRAM –

- Időpont: 2022.11.10. Csütörtök 10:00-12:00 (Plenáris ülés)**  
**Helyszín: MTA Székház, Miskolc, Erzsébet tér 3., Díszterem (I. emelet)**  
**Elnök: Vadászné Prof. Dr. Bognár Gabriella**
- 10:00 - 10:10 Vadászné Prof. Dr. Bognár Gabriella egyetemi tanár ME Gép- és Terméktervezési Intézet: **MEGNYITÓ**
- 10:10 - 10:55 **BOTKA IMRE-DÍJ ÁTADÓ ÜNNEPSÉG**  
Köszöntők  
A Botka Imre-díj története  
Botka Imre életrajzának ismertetése  
A Díjazott életrajzának ismertetése  
A Díj átadása
- 11:00 - 11:40 Dr. habil. Döbröczöni Ádám professor emeritus ME Gép- és Terméktervezési Intézet: **Nem kapcsolódó, de „összeillő” szakmai emlékek az NME Gépelemek Tanszékének múltjából: „A Dsut-7x63 távkábel pászmasodró gépsor” és a „Fogaskerek-bolygóművek”**
- 11:40 - 12:00 Dr. habil. Horváth Sándor c. egyetemi tanár Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar: **Emlékezzünk a 100 éve elhunyt Bánki Donátra**
- 12:45 - 13:20 Ebéd a szeminárium regisztrált résztvevőinek
- Időpont: 2022.11.10. Csütörtök 14:00-17:00 (1. Szakmai szekció)**  
**Helyszín: MTA Székház, Miskolc, Erzsébet tér 3., Díszterem (I. emelet)**  
**Elnök: Dr. Sarka Ferenc • Társelnök: Dr. Lovas László**
- 14:00 - 14:15 Dr. Sarka Ferenc associate professor University of Miskolc: **Modelling possibilities of bolted joints using finite element method**
- 14:15 - 14:30 Albert Judit PhD student University of Miskolc: **The VIKOR algorithm in material decision support**
- 14:30 - 14:45 Albert Judit PhD student University of Miskolc: **Optimization of the Design process of a Peltier module**
- 14:45 - 15:00 Borsodi Eszter PhD student, Dr. Takács Ágnes associate professor University of Miskolc: **Generative design: an overview and its relationship to Artificial Intelligence**
- 15:00 - 15:15 Ayham Aljawabrah PhD student, Dr. Lovas László associate professor, BME Vasúti Járművek és Járműrendszeranalízis Tanszék: **Dynamic modeling of an electromechanical gearshift actuator**
- 15:15 - 15:30 Talal Alwardia PhD student, Dr. Lovas László associate professor, BME Vasúti Járművek és Járműrendszeranalízis Tanszék: **Effect of lubrication during cyclic tightening on the bolt preload force**
- 15:30 - 15:45 Alzghoul Mohammad PhD student, Dr. Ferenc Sarka associate professor, Dr. Ferenc János Szabó associate professor University of Miskolc: **A Spindle System Analysis Using Systems Receptance Coupling Approach**
- 15:45 - 16:00 Alzghoul Mohammad PhD student, Dr. Ferenc Sarka associate professor, Dr. Ferenc János Szabó associate professor University of Miskolc: **Analytical and Experimental Techniques for Chatter Prediction, Suppression and Avoidance in Turning - Literature Survey**
- 16:00 - 16:15 Ahmad Yasser Dakhel PhD student, Dr. János Lukács professor Institute of Materials Science and Technology University of Miskolc: **Full-scale tests of transporting pipeline sections - A review and consequences to our investigations**
- 16:15 - 16:30 Ahmad Yasser Dakhel PhD student, Dr. János Lukács professor Institute of Materials Science and Technology University of Miskolc: **Fatigue and burst tests on transporting pipeline sections under internal pressure and external bending**
- Időpont: 2022.11.10. Csütörtök 14:00-17:00 (2. Szakmai szekció)**  
**Helyszín: MTA Székház, Miskolc, Erzsébet tér 3., Deák terem (I. emelet)**  
**Elnök: Dr. Dömötör Csaba**
- 14:00 - 14:15 Dr. Ficzer Péter, egyetemi docens, BME Vasúti Járművek és Járműrendszeranalízis Tanszék, Dr. Borbás Lajos, címzetes egyetemi tanár, EDUTUS Egyetem, Műszaki Intézet: **Vasúti kerekek préselési folyamatának vizsgálata feszültségoptikai analízis segítségével**
- 14:15 - 14:30 Dr. habil. Döbröczöni Ádám professor emeritus ME Gép- és Terméktervezési Intézet: **Emlékek Terplán Zénó hallgatói múltjából**
- 14:30 - 14:45 Vadászné Prof. Dr. Bognár Gabriella egyetemi tanár ME Gép- és Terméktervezési Intézet: **Nanofolyadékok viszkozitási modelljei Einsteintől napjainkig**
- 14:45 - 15:00 Szabó Gyula tanszéki mérnök, Prof. Váradi Károly professor emeritus BME Gép-és Terméktervezés Tanszék: **Száltekeresztelt kompozit tömlő egytengelyű húzásának végeeselemes mikromodellje**
- 15:00 - 15:15 Szederkényi Bence Boldizsár PhD hallgató, Dr. Kovács Norbert Krisztián egyetemi adjunktus, Dr. Czigány Tibor egyetemi tanár BME Polimertechnika Tanszék, Dr. Turcsán Tamás Szimulációs csoportvezető eCon Engineering Kft.: **Additív gyártástechnológiával készített, folytonos szállal erősített kompozitok szimulációs elemzése**
- 15:15 - 15:30 Dr. Dömötör Csaba egyetemi docens ME Gép- és Terméktervezési Intézet: **TRIZ alapelveket megvalósító különleges megoldások**
- 15:30 - 15:45 Dr. Bihari János egyetemi docens, Tóbis Zsolt mesteroktató ME Gép- és terméktervezési Intézet, Fignár Imre ügyvezető, HD-Tools Kft: **Kockázatok azonosítása és kezelése a gépészeti tervezésben**
- 15:45 - 16:00 Albert Judit PhD hallgató ME Gép- és Terméktervezési Intézet: **Csőpótlás anyagválasztási folyamata VIKOR algoritmussal**
- 16:00 - 16:15 Albert Judit PhD hallgató ME Gép- és Terméktervezési Intézet: **Az MCDM módszer alkalmazása az anyagválasztásban az optimális tervezés érdekében: Áttekintés**
- 16:15 - 16:30 Arvai Tamás BSc géptervező hallgató ME Gép- és Terméktervezési Intézet: **Nagy nyomású légfegyver készítése**
- Időpont: 2022.11.11. Péntek 9:00-12:30 (3. Szakmai szekció)**  
**Helyszín: MTA Székház, Miskolc, Erzsébet tér 3., Díszterem (I. emelet)**  
**Elnök: Dr. Szabó Ferenc János**
- 9:00 - 9:15 Dr. Szabó Ferenc János egyetemi docens ME Gép-és Terméktervezési Intézet: **Szigmoid görbék a terméktervezésben**
- 9:15 - 9:30 Holló Mihály mérnökség vezető, Christophe Barbe projekt mérnök, Szelence Kft: **VOC pontforrások csökkentése tömítésvizsgáló berendezésekkel**
- 9:30 - 9:45 Dr. Ecsedi István professor emeritus, Dr. Baksa Attila egyetemi docens, Dr. Lengyel Ákos adjunktus ME Műszaki Mechanikai Intézet: **Approximate solution of Saint-Venant torsion of cylindrically orthotropic bar with square cross section**
- 9:45 - 10:00 Csehi Bálint MSc géptervező hallgató, Dr. Bihari Zoltán egyetemi docens ME Gép-és Terméktervezési Intézet: **3D nyomtató szerkezeti analízise és fejlesztésének irányai**
- 10:00 - 10:15 Váradi Martina BSc géptervező hallgató, Dr. Bihari Zoltán egyetemi docens ME Gép-és Terméktervezési Intézet: **CNC üvegfestő berendezés tervezése**
- 10:15 - 10:30 Kriston József Balázs PhD hallgató, Dr. Jálics Károly egyetemi docens, ME Gép-és Terméktervezési Intézet: **Gépjármű sebességváltó meghibásodásának rezgésjeleken alapuló vizsgálata**
- 10:30 - 10:45 Marada Imre PhD hallgató, Dr. Bihari János egyetemi docens ME Gép-és Terméktervezési Intézet: **A kisméretű műanyag fogaskerekűk FDM és SLA elven történő 3D nyomtatása során szerzett tapasztalatok**
- 10:45 - 11:00 Pusta Jalalova PhD student, Prof. Dr. Maria Berkes Maros full professor University of Miskolc, Institute of Materials Science and Technology: **Effect of application of advanced complex nitride coatings on the scratch and wear resistance of the X153CrMoV12 tool steel**
- 11:00 - 11:15 Iyad Fawzi Yousef Al-Najjar PhD student, Dr. Jálics Károly associate professor University of Miskolc: **Analytical and Experimental Study of Beam Bending Vibration**
- 11:15 - 11:30 Meknassi Raid Fekheddine PhD student University of Miskolc, Dr. Béres Gábor assistant professor John von Neumann University, GAMF, Dr. Lukács Zsolt associate professor University of Miskolc: **Prediction of strain distribution during the plane strain tensile test based on artificial neural networks**
- 11:30 - 11:45 Prof. Gabriella Vadaszne Bognar full professor, Zainab Ali PhD student University of Miskolc: **CFD Study of the effect of surface roughness on the ship resistance**
- 11:45 - 12:00 Apáti Sándor PhD hallgató, Dr. Hegedűs György egyetemi docens Miskolci Egyetem, Szerszámgépészeti és Mechatronikai Intézet: **Forgó tengely sajátfrekvenciájának mérésére alkalmas berendezés tervezése**
- 12:00 - 12:05 **ZÁRSZÓ**

