

# KOMPOZIT SZENDVICSSZERKEZET OPTIMÁLIS TERVEZÉSE RUGALMAS TOLERANCIA MÓDSZERREL

## OPTIMAL DESIGN OF A COMPOSITE SANDWICH STRUCTURE BY FLEXIBLE TOLERANCE METHOD

Kovács György PhD, Jármái Károly DSc  
Miskolci Egyetem

### ABSTRACT

*This study shows the optimization method of a new complex structural model [laminated carbon fiber reinforced plastic (CFRP) deck plates with aluminium (Al) stiffeners] which is depicted in Figure 1. The structure was designed for both minimal cost and minimal weight taking into consideration 7 design constraints.*

### 1. BEVEZETÉS

A kompozitok több szempontból fontos anyagok a mérnöki gyakorlatban, a műszaki célú szerkezeti anyagok legkorszerűbb családját képezik. A tulajdonságok olyan széles skálájával rendelkeznek, melyek más anyagokkal elérhetetlenek, mint például a nagy szilárdság, kis sűrűség, korrózióval és vegyi anyagokkal szembeni ellenállás, kedvező hajlítási merevség, jó rezgéscsillapítás, esztétikus megjelenés. A kompozitokat – ezen tulajdonságaiknak köszönhetően – jelenleg is számos iparágban (űrkutató, hadiipar, járműipar, építőipar, gépipar, vegyipar, egészségügy) alkalmazzák.

Számos szakirodalom foglalkozik a szendvicsszerkezetek vizsgálatával, tervezésével és alkalmazásával, mint például [3, 4, 6, 7, 8, 9].

A jelenlegi tanulmányban vizsgált többcellás kialakítású tartó, a szendvicsszerkezet és a cellalemez kombinációja (1. ábra). A szendvicsszerkezetek fém, vagy szálerősítéses műanyag fedőlemezekből állnak, a közbelső réteg pedig általában hab, vagy méhsejtváz. Ezzel szemben a cellalemezeket fém fedőlemezek és a közük hegesztett fém merevítők alkotják.

A megalkotott új szerkezeti modell 2 CFRP (carbon fiber reinforced plastic, szálerősítéses műanyag) fedőlemezből, és köztük több alumínium üreges négyszög szelvényű hosszmerevítő csőből áll. Így

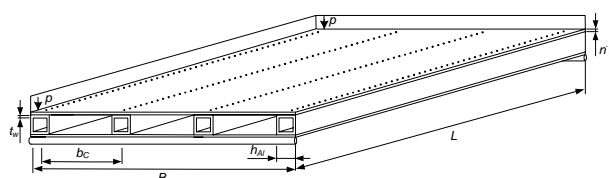
a megalkotott új modell az anyagok, merevítők és a gyártási technológiák kombinációja.

A dolgozat célja az új szerkezet optimálási módszerének kidolgozása. A kidolgozott célfüggvények költség- és tömeg-célfüggvények. A számítás során a teljes szerkezet középlehajlására, a kompozit lemezek horpadására, az Al merevítő cső gerinchorpadására, a kompozit lemezben ébredő maximális feszültségre, az Al csőben keletkező maximális feszültségre, a szerkezet sajátfrekvenciájára vonatkozó méretezési feltételek, valamint a fedőlemez rétegszámára ( $n$ ), az alkalmazott bordaszámra ( $n_s$ ) és a borda geometriájára ( $h_{Al}$ ,  $t_w$ ) vonatkozó méretkorlátozási feltételek lettek figyelembe véve.

Az egycélű optimálás során a rugalmas tolerancia (Flexible Tolerance) módszere került alkalmazásra.

### 2. AZ ÚJ TÖBBCELLÁS SZENDVICSSZERKEZET

A vizsgált többcellás szendvicsszerkezet az 1. ábrán látható. A CFRP fedőlemezek laminált réteges szerkezetek. Az egyes kompozit rétegek szál térfogat aránya 61%, a mátrix térfogat aránya pedig 39%. Az egyes rétegekben a karbonszál erősítés hosszirányban került elhelyezésre. A fedőlemezek szegecseléssel lettek az alumínium négyszög keresztmetszetű merevítő bordák (SHS) alsó és felső övlemezéhez rögzítve.



1. ábra. Többcellás cellalemez

Az optimálás célja egy  $L = 2250$  mm hosszúságú,  $B = 2000$  mm szélességű,  $p = 3,5 \cdot 10^{-3}$  N/mm<sup>2</sup> felü-

leten megoszló ( $p = 7$  N/mm vonalmenti) terhelésű cellalemez optimális szerkezeti méreteinek meghatározása.

A fedőlemezek összeállítása során felhasznált előimpregnált *CFRP* rétegek anyagjellemzői az alábbiak: az egyes rétegek vastagsága  $t^* = 0,2$  mm, a rugalmassági modulus hosszirányban  $E_x = E_c = 120$  GPa, keresztirányban pedig  $E_y = 9$  GPa. A *CFRP* réteg fajlagos tömege  $\rho_c = 180$  g/m<sup>2</sup>, Poisson tényezői  $\nu_{xy} = 0,25$  és  $\nu_{yx} = 0,019$ .

### 3. CÉLFÜGGVÉNYEK ÉS MÉRETEZÉSI FELTÉTELEK

#### 3.1. Költségfüggvény, mint célfüggvény

Általában a leggyakoribb követelmény, hogy a szerkezet gazdaságos legyen, vagyis törekedni kell a költségminimumra. A költségfüggvény a vizsgált többcellás kompozit lemez esetén az anyag és a gyártási költségek összegeként írható fel [2]:

$$f(x) = K = K_{CFRP} + K_{Al} + K_{hőkezelés} + K_{gyártás}$$

$$K (\text{€}) = 2 \cdot (n \cdot 31,047) + k_{Al} [n_s (\rho_{Al} 4 h_{Al} t_w L)] + 2 \cdot n \frac{525}{528} + k_f [n \cdot 14_{\min} + n_s \cdot 26_{\min} + 110_{\min}] \quad (1)$$

ahol  $n$  a *CFRP* rétegek számát jelenti,  $n_s$  a merevítő bordák száma,  $\rho_{Al}$  az *Al* profilok sűrűsége,  $h_{Al}$  az *Al* profilok magassága és szélessége,  $t_w$  pedig a falvastagsága, min pedig a percben kifejezett gyártási folyamatok.

A szerkezet anyagköltségének jelentős részét a kompozit fedőlemezek teszik ki. Esetünkben ez a költség a 31,047 €/réteget jelenti. Az *Al* bordák költsége 4,94 €/kg. A fajlagos gyártási költség  $k_f = 0,6$  €/min. A hőkezelés költsége a kezelendő fedőlemezek méretétől és a mátrix-gyanta típusától függ. Esetünkben ezen költségkomponens a fedőlemez rétegszám és méret függvényeként számítható. Egy általunk már korábban legyártott 220x1200x2mm méretű *CFRP* fedőlemez költségét ismerjük, mely alapján a számítási példában szereplő méretű lemez költsége már származtatható az (1) egyenletben látható módon.

A teljes gyártási költség (mint az idő függvénye [min]) a *CFRP* lemezek gyártásához szükséges idő ( $n \cdot 14_{\min} + 110_{\min}$ ), az *Al* bordák vágási idő ( $n_s \cdot 6_{\min}$ ), valamint a szerkezet összeállítási idő ( $n_s \cdot 20_{\min}$ ) költségének összegeként adódik. A *CFRP* lemezek gyártásához szükséges idő magába foglalja a présformák előkészítésének, az egyes rétegek leszába-

sának és a rétegek összeállításának időtartamait. A szerkezet összeállításának ideje a *CFRP* rétegek és az *Al* merevítők fúrásából és össze-szegecseleséséből tevődik össze. A furatok elkészítésének ideje a rétegszám függvénye.

Az optimálandó paraméterek az *Al* borda geometriája ( $h_{Al}$ ,  $t_w$ ), a *CFRP* fedőlemezek rétegeinek száma ( $n$ ), valamint a merevítő bordák száma ( $n_b$ ). A szálirány valamennyi rétegben ( $0^\circ$ ), mint az már korábban is meg lett adva.

#### 3.2. Szerkeztömeg, mint célfüggvény

A szerkezet teljes tömege a *CFRP* és az *Al* komponensek tömegének összegeként írható fel:

$$m = 2 \rho_c [B L (n t^*)] + n_s \rho_{Al} [L (4 h_{Al} t_w - 4 t_w^2)] \quad (2)$$

ahol:  $t^*$  az egyes rétegek vastagsága, a fedőlemez sűrűsége  $\rho_c = 180 \cdot 10^{-9}$  kg/mm<sup>2</sup>, az alkalmazott AlMgSi05 négyzetcső sűrűsége pedig  $\rho_{Al} = 2,7 \cdot 10^{-6}$  kg/mm<sup>3</sup>.

#### 3.3. Méretezési feltételek

##### 3.3.1. A szerkezet közleplehajlása

$$w_{\max} = \frac{5p L^4}{384(E_c I_c + E_{Al} n_s I_{Al})} + \frac{5\Delta M L^2}{48(E_c I_c + E_{Al} n_s I_{Al})} \leq \frac{L}{200} \quad (3)$$

ahol:  $I_c$  és  $I_{Al}$  a kompozit lemez és az *Al* borda inerciája,

$E_c$  és  $E_{Al}$  a *CFRP* laminát redukált rugalmassági modulusa, valamint az *Al* borda rugalmassági modulusa.

A szerkezet teljes lehajlásának számításánál számolnunk kell a szerkezeti elemek relatív elmozdulásból adódó járulékos lehajlással is. A  $\Delta\sigma$  feszültségkülönbségből adódóan  $\Delta M$  nyomatékkülönbség is jelentkezik. A szerkezet teljes lehajlása tehát a számított elsődleges lehajlás és a szerkezeti elemek relatív elmozdulásából adódó lehajlás összegeként írható fel.

##### 3.3.2. A kompozit lemez horpadása [1]

$$\left(\frac{b_c}{n t^*}\right) \leq \sqrt{\frac{\pi^2}{6\sigma_{\max}(1-\nu_{xy}\nu_{yx})} [\sqrt{E_x E_y + E_x \nu_{xy} + 2G_{xy}(1-\nu_{xy}\nu_{yx})}]} \quad (4)$$

ahol  $b_c$ : a bordák közötti lemezszelesség,  $\sigma_{\max}$ : a kompozit laminátban a terhelés hatására ébredő maximális feszültség,  $E_x$ ,  $E_y$ ,  $G_{xy}$ : a kompozit laminát modulusai,  $\nu_{xy}$ ,  $\nu_{yx}$ : Poisson tényezők.

### 3.3.3. Az Al cső gerinchorpadása [2]

$$\frac{h_{Al}}{t_w} \leq 42 \sqrt{\frac{235E_{Al}}{240E_{Steel}}} \quad (5)$$

ahol:  $E_{Al}$ ,  $E_{Steel}$  az alumínium és az acél rugalmassági modulusa.

### 3.3.4. Feszültségi feltétel a kompozit lemezre

A szerkezetre ható terhelésből adódó nyomaték megoszlik a szerkezet CFRP és Al teherviselő komponensei között.  $X_cM$  a teljes nyomaték kompozit lemezre eső része, az  $X_{Al}M$  pedig a merevítőre eső rész.

$$\frac{X_cM}{I_c} \cdot \frac{h_{Al} + nt}{2} \leq \sigma_{Call} \quad (6)$$

ahol:  $M = \frac{pL^2}{8}$ ;  $\sigma_{Call} = \frac{\sigma_T}{\gamma_c}$  a megengedett feszültség;

$X_cM$  a kompozit lemezre eső nyomaték;  $\sigma_T$  a kompozit laminát szakító szilárdsága;  $\gamma_c$  a biztonsági tényező (=2).

A merevítő bordák nagy számából adódóan az optimalálás során a keresztirányú hajlításból származó feszültséggel nem kell számolni.

### 3.3.5. Feszültségi feltétel az Al csőre

$$\frac{X_{Al}M}{n_s I_{Al}} \cdot \frac{h_{Al}}{2} \leq \sigma_{All} \quad (7)$$

ahol:  $X_{Al} = \frac{E_{Al} n_s I_{Al}}{E_{Al} n_s I_{Al} + E_c I_c}$ ;  $\sigma_{All} = \frac{f_y}{\gamma_{Al}}$

a megengedett feszültség;  $X_{Al}M$  az Al merevítőre eső nyomaték;  $f_y$  az Al folyáshatára;  $\gamma_{Al}$  a biztonsági tényező (=2).

### 3.3.6. Sajátfrekvencia feltétel

$$f_1 = \frac{\pi}{2L^2} \sqrt{\frac{10^3 (E_{Al} I_{Al} + E_k I_k)}{m}} \geq f_0 \quad (8)$$

$m$ : tömeg/folyóméter [kg/m];  $f_0$ : korlátozás a sajátfrekvenciára (50 Hz).

### 3.3.7. Méretkorlátozási feltételek

$$\begin{aligned} 10 &\leq h_{Al} \leq 100 \\ 2 &\leq t_w \leq 6 \\ 16 &\leq n \leq 32 \\ 7 &\leq n_s \leq 20 \end{aligned} \quad (9)$$

A fenti méretkorlátozási feltételek gazdaságossági és gyárthatósági szempontok alapján kerültek meghatározásra, valamennyi változó dimenziója [mm].

## 3.4. Rugalmas Tolerancia Optimáló Módszer (Flexible Tolerance Optimization Method)

Az optimalálás során a rugalmas tolerancia módszert alkalmaztam, mely egy véletlen kereső módszer [5].

Minimálja az  $f(x)$  függvényt,

a  $\Phi^{(k)} - T(x) \geq 0$  feltételek teljesülése mellett,

ahol  $\Phi^{(k)}$  a rugalmas tolerancia kritérium értéke a keresés  $k$ -edik lépésénél,  $T(x)$  pozitív funkcionál, mely a megsértett egyenlőségi és/vagy egyenlőtlenlőségi feltételekből kerül meghatározásra.

## 4. EGYCÉLFÜGGVÉNYES OPTIMÁLÁS NUMERIKUS EREDMÉNYEI

### 4.1. Költség optimalálás

Szendvicsszerkezetek tervezése során a költséghatékonyság az elsődleges tervezési cél tekintettel arra, hogy a kompozit szerkezetek anyagköltsége igen magas. Az 1. táblázat tartalmazza a vizsgált szerkezet költség optimalálásának eredményeit, mely az (1) egyenlet alapján, valamint a (3-9) méretezési feltételek figyelembe vételével lett elvégezve. A különböző (16-32 db) kompozit fedőlemez rétegszámokhoz tartozó optimális szabványos szelvényméretek és bordaszámok, valamint költségek az alábbiak szerint adódtak:

1. táblázat. A költség optimalálás eredménye

Rétegek száma	Optimális, szabványos szelvényméretek és bordaszám			Költség [€]
	$n$ [db]	$h_{Al}$ [mm]	$t_w$ [mm]	
<b>16</b>	<b>60</b>	<b>2.5</b>	<b>15</b>	<b>1730</b>
18	60	2.5	14	1841
20	60	2.5	12	1919
22	55	2.5	11	2014
24	55	2.5	10	2126
26	60	2.5	8	2219
28	50	2.5	8	2340
30	45	2	8	2452
32	45	2	7	2570

Összegzésként elmondható, hogy a fedőlemez rétegszámának növelésével a szerkezet teljes költsége is rohamosan nő. Költség szempontjából optimálisnak a 16 rétegű fedőlemez 15 db

60x60x2,5 mm geometriájú merevítőbordás szerkezet adódott.

## 4.2. Tömeg optimalálás

A vizsgált szerkezet tömeg optimalálása a (2) tömeg-célfüggvény alapján, a (3-9) méretezési feltételek figyelembe vételével lett elvégezve. A tömeg-célfüggvény szerinti optimalálás során kapott különböző kompozit fedőlemez rétegszámokhoz (16-32 db) tartozó optimális szabványos szelvényméreteket és bordaszámokat a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat. A tömeg optimalálás eredménye

Rétegek száma	Optimális, szabványos szelvényméretek és bordaszám			Tömeg [kg]
	$n$ [db]	$h_{Al}$ [mm]	$t_w$ [mm]	
16	60	2.5	15	78.317
18	60	2.5	14	78.064
20	55	2.5	13	73.862
22	55	2.5	11	70.723
24	55	2.5	10	70.8
26	50	2.5	9	68.1
28	50	2.5	8	66.445
<b>30</b>	<b>45</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>65.32</b>
32	45	2	7	66.469

Látható, hogy a fedőlemez rétegszámának növelésével a szerkezet tömege csökken. Tömeg szempontjából optimálisnak a 30 rétegű fedőlemezes, 8 db 45x45x2 mm geometriájú merevítőbordás szerkezet adódott.

Azonban azt is meg kell jegyezni, hogy a rétegszám növelésével a szerkezet tömege bár csökken, azonban a szerkezet előállításának költsége nagymértékben nő.

## 5. ÖSSZEFOGLALÁS

Egy új szerkezeti modell szerkezetoptimalási módszere került bemutatásra. A szerkezet laminált karbonszál-erősítéses fedőlemezekből és Al merevítőkből szegecseléssel került összeállításra. A tervezés során az optimális bordaszám és borda geometria, valamint az optimális kompozit fedőlemez rétegszám került meghatározásra, mely szerkezet biztosítja a minimális költséget és/vagy tö-

meget amellet, hogy teljesíti a megfogalmazott méretezési feltételeket is.

Összefoglalásként elmondható, hogy ezen típusú szendvicsszerkezet számos mérnöki teherviselő szerkezetben (vízi-, közúti-, légi járművek; híd; hajófedém; épület padozat, stb.) alkalmazható, ahol a tömegmegtakarítás az elsődleges cél.

A kompozit szerkezetek további előnyös tulajdonságai a rezgéscsillapítás, a hő- és hangszigetelő képesség, valamint a korrózióállóság, melyeknek köszönhetően rohamosan terjed a felhasználási körük és mértékük.

## KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A tanulmány a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként - az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében - az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. A kutatást az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok támogatta az OTKA T 75678 számú projekt keretében.

## IRODALOM

- [1] Barbero E. J. (1999) *Introduction to composite materials design*, USA: Taylor & Francis.
- [2] Farkas, J.; Jármái, K. (1997) *Analysis and optimum design of metal structure*, Balkema: Rotterdam-Brookfield.
- [3] Farkas, J.; Jármái, K. (1998) *Minimum material cost design of five-layer sandwich beams*. Structural Optimization 15 No.3-4, pp.: 215-220
- [4] Farkas, J.; Jármái, K. (2003) *Economic design of metal structures*. Rotterdam: Millpress.
- [5] Himmelblau, D.M. (1972): *Applied nonlinear programming*. McGraw-Hill, New York.
- [6] Jármái, K.; Farkas, J.; Petershagen, H. (1999) *Optimum design of welded cellular plates for ship deck panels*. Welding in the World 43 No.1, pp.: 51-54
- [7] Noor, A. K.; Burton, W.S.; Bert, C. W. (1996) *Computational models for sandwich panels and shells*. Appl. Mech. Rev. 49 No. 3, pp.: 155-199
- [8] Vinson, J. R. (2001) *Sandwich structures*, Appl. Mech. Rev. 54 No. 3, pp.: 201-214
- [9] Zenkert, D. (1995) *An introduction to sandwich construction*, W Midlands: EMAS Publ.

# CONTENTS

1. <i>Aczél Á.; Bojtár G.; Fehér L.; Keresztes D.:</i> <b>Finite element analysis of the beam model of a racing car chassis</b> .....	3	11. <i>Élő G.:</i> <b>Innovative problem solving model with hpc simulation regarding to INFCARE8 project</b> .....	49
2. <i>Antal D.; Szabó T.; Szilágyi A.:</i> <b>Drop test modeling in the period of designing</b> .....	9	12. <i>Handki A.; Tolvaj B.:</i> <b>Designing of an experimental stirling refrigerator</b> .....	52
3. <i>Barcsák Cs.; Dr. Jármái K.:</i> <b>Improving PSO algorithm with finite difference based gradient estimation for optimization needs..</b> 13		13. <i>Horváth P.; Törőcsik D.:</i> <b>Optimization of magnetorheological clutches</b> .....	56
4. <i>Bihari Z.; Dr. Szente J.:</i> <b>Misalignment investigation of roller freewheels with outer starwheel</b> .....	17	14. <i>Illés B.; Németh J.:</i> <b>Automatizált daru teherlengése csillapításának egy lehetséges módja</b> .....	60
5. <i>Bihari J.; Kamondi L.:</i> <b>Testing of small plastic gears</b> .....	21	15. <i>Jakab E.; Lénárt J.:</i> <b>CNC blechbearbeitungsmaschine</b> .....	68
6. <i>Czifra Á.:</i> <b>Fractal analysis of engineering surfaces</b> .....	25	16. <i>Jármái K.; Oláh R.:</i> <b>Analysis and optimum design of welded structures considering thermal fatigue</b> .....	72
7. <i>Daróczy L.; Dr. Jármái K.:</i> <b>New method for topology optimization of truss structures</b> .....	29	17. <i>Kota L.; Jármái K.:</i> <b>Optimization of technical inspection and maintenance systems</b> .....	75
8. <i>Drágár Zs.; Dr. Kamondi L.:</i> <b>Questions about design of gears generated by non-symmetric racks</b> .....	35	18. <i>Kovács B.; Nándoriné Tóth M.:</i> <b>Solution of invers kinematic problem of robots</b> .....	79
9. <i>Ecsedi I., Baksa A.:</i> <b>The saint-venant torsion of anisotropic prismatic bars</b> .....	39	19. <i>Kovács Gy.; Jármái K.:</i> <b>Optimal design of a composite sandwich Structure by flexible tolerance method</b> .....	83
10. <i>Égert J.; Aczél Á.; Fehér L.; Körmendy Á.:</i> <b>Finite element modeling possibilities and critical loads of a racing car chassis</b> .....	43		

# 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. 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. Kulcsár Béla  
Dr. Kalmár Ferenc  
Dr. Orbán Ferenc  
Dr. Pálkás István  
Dr. Patkó Gyula  
Dr. Péter László  
Dr. Penninger Antal  
Dr. Rittinger János  
Dr. Szabó István  
Dr. Szántó Jenő  
Dr. Tímár Imre  
Dr. Tóth László  
Dr. Varga Emilné Dr. Szűcs Edit

Cooperation in the editing:  
Dr. Péter József

### Dear Reader,

The number of applicants for the 27<sup>th</sup> Seminary of Machine Designers and Product Developers is more than it was in the previous years and the areas of subject of the papers are growing wealthier. Beside the traditional examples of machine structures there are more and more papers dealing with sanitary and surgical instruments and products, and the product pallet of supply industry becomes wider, too. All of these suggest that the tasks of mechanical engineers – together with the electrical engineers, engineers of information technology, engineers of material science, physicians and biologists – are multiplied, gradually renewed. They find their way to the automobile and transport industry as well as to the small and large producing and consuming units of the agriculture, environment and energy production. This also means the easier and more successful recruitment of the engineers but the employment, the recognition of value of work and often the recovery of monetary value represent new tasks. The rapidly changing environment of economy and legal-financial regulation require a new and more violent market practices from the private engineers.

In parallel, the preliminary knowledge of applicants to the technical higher education is improving and major requirements can be laid claim to. There are more and more Master students and at last – if very slowly – the number of Ph.D students is increasing independently of the “hunting”, both in homeland and abroad, for talented trainee engineers having knowledge of languages.

The generational renewal is coming slowly to the end at the universities educating engineering students. There has been grown already up a new young or middle-aged teaching staff, who takes over the tasks of the “warrior emeritus” predecessors. But we are considering always respectfully to these predecessors who educated all of us during the no less diversified second half of the 20th century, whether as professors, lecturers or as practicing engineers.

One of the great predecessors is the lately deceased Professor Dr. József Magyar, head of department, whose worth is commemorated also at this Seminary. In January 2012 an exhibition will be organized to the memory of Professor Dr. Zénó Terplán who has left for ten years.

The preserve of the memory of our professors, lecturers, our engineers graduated at one of the Hungarian technical universities and has been already honoured with golden jubilee certificate can give extra power to the multitude of successors.

*Dr. Ádám Döbröczöni*

Managing Editor: Vesza József. Editor's address: 3534 Miskolc, Szervezet utca 67.  
Postage-address: 3501. Pf. 55. Phone/fax: (+36-46) 379-530, (+36-30) 9-450-270 • e-mail: mail@gepujsag.hu

Published by the Scientific Society of Mechanical Engineering, 1027 Budapest, Fő u. 68.  
Postage-address: 1371, Bp, Pf. 433  
Phone: 202-0656, Fax: 202-0252, E-mail: a.gaby@gteportal.eu, Internet: www.gte.mtesz.hu  
Responsible Publishere: Dr. Igaz Jenő Managing Director

<http://www.gepujsag.hu>

Printed by Gazdász Nyomda Kft. 3534 Miskolc, Szervezet u. 67.  
Price per month: 1260 Ft.

Distribution in foreign countries by Kultúra Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat H-1389  
Budapest, Pf. 149. and Magyar Média H-1392 Budapest, Pf. 272.

INDEX: 25 343 ISSN 0016-8572