

# GÉPÉPÍTŐ ALUMÍNIUM PROFIL LEHAJLÁS VIZSGÁLATA

## BENDING TEST OF ALUMINIUM PROFIL FOR MECHANICAL ENGINEERING

Besenyei István\*, Dr. Bihari Zoltán\*\*

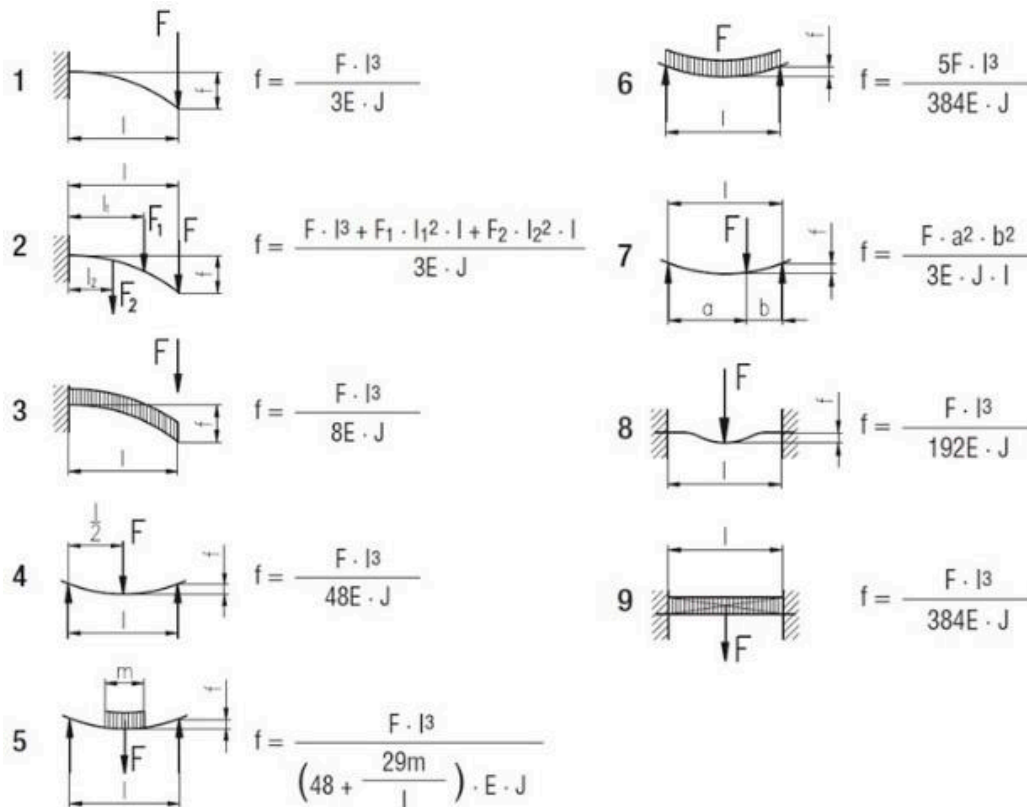
### ABSZTRAKT

The load capacities of the elements of a frame structure are usually well reflected by the deflection values of the elements. The deflection values may vary depending on the direction of load applied to the machine element and the type of gripping method chosen. In this sense, the aluminium profiles used in machine building can be considered as similar frame elements, whose deflection values can be determined by conventional calculation or by using a finite element program.

### 1. BEVEZETÉS

Az alumínium profil gyártók (Bosch, Item, MayTec, Isel, Lipro, stb.) a katalógusaikban több adattal is szolgálnak a saját profiljaikat illetően: anyagminőség, geometriai méretek, szilárdsági jellemzők és terhelhetőségre vonatkozó mérőszámok.

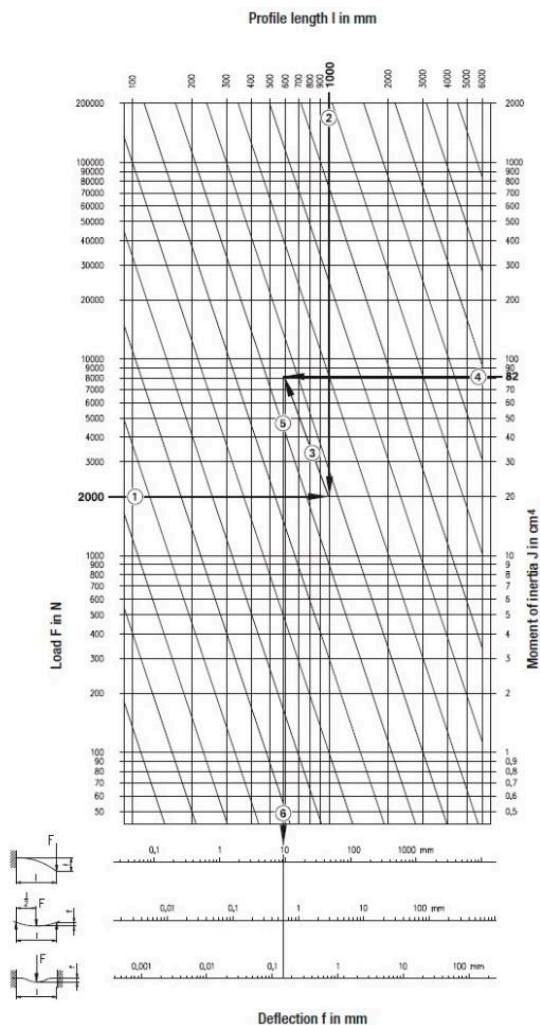
A különböző falvastagságú és különböző keresztmetszetű alumíniumprofilok különböző feszültségű deformációkkal reagálnak a terhelésre.



1. ábra. Terhelési esetek alumínium profilok esetén [1]

\* PhD hallgató, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet

\*\* egyetemi docens, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet



2. ábra. Referencia diagram lehajlás meghatározásához alumínium profilok esetében [1]

Vannak olyan profilgyártók (pl.: MayTec), amelyeknek a profilkatalógusaik tartalmaznak egy gyors ellenőrző diagramot, amit az alumínium profilok által elért deformáció nagyságának leírására használják külső erők hatására, különböző rögzítési módszerek mellett (2. ábra).

Az így kapott deformáció numerikus referenciaként használható az alumíniumprofil-keret fizikai tulajdonságainak meghatározásához.

Ezen diagramok használhatósága és pontos leolvashatósága vitatható a viszonylag egyszerű összefüggések által adott eredményekhez viszonyítva.

1. táblázat Bosch gépépítő profil anyaga és anyagjellemzői [2]

<b>Anyagjelölés:</b>	AlMgSi 0.5 F25
<b>Anyagszám:</b>	3.3206.7
<b>Szakítószilárdság:</b>	$R_m=250 \text{ N/mm}^2$
<b>Egyezményes folyáshatár:</b>	$R_{p0,2}=200 \text{ N/mm}^2$
<b>Rugalmassági modulus:</b>	$E = 70000 \text{ N/mm}^2$
<b>Felületi keménysége:</b>	300 HV

## 2. LEHAJLÁSOK MEGHATÁROZÁSA SZÁMÍTÁSSAL

Az 1. ábra szerinti megfogási módok közül az alábbi esetek a leggyakrabban alkalmazottak:

1. Egyik végén befalazott rúdmodell legnagyobb deformációja:

$$f_1 = \frac{F \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I \cdot 10^4} \text{ [mm]} \quad (1)$$

4. Mindkét végén alátámasztott rúdmodell legnagyobb deformációja:

$$f_4 = \frac{F \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I \cdot 10^4} \text{ [mm]} \quad (2)$$

8. Mindkét végén rögzített befalazott rúdmodell legnagyobb deformációja:

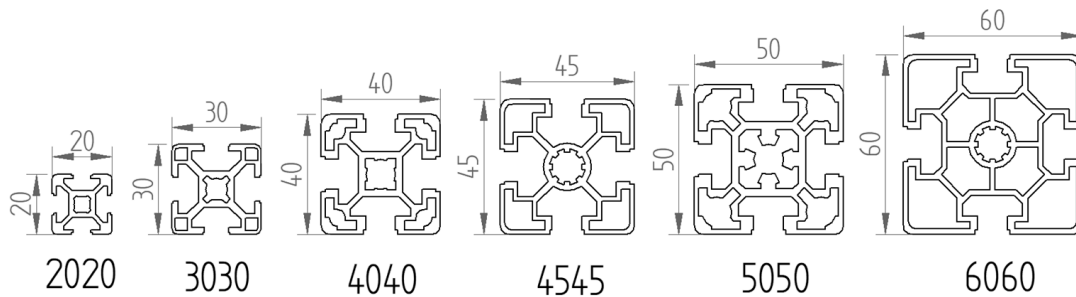
$$f_8 = \frac{F \cdot L^3}{192 \cdot E \cdot I \cdot 10^4} \text{ [mm]} \quad (3)$$

A profilok lehajlása az előbb felsorolt képletek segítségével könnyedén meghatározható mindhárom megfogási esetben.

Ebben a cikkben arra keressük a választ, hogy a gépépítő alumínium profilok végeelem vizsgálata mennyire jól tükrözi a katalógusokban szereplő adatokat vagy a képletek által nyert lehajlásokat.

A vizsgálatot  $L=500 \text{ [mm]}$  hosszúságú négyzet keresztmetszetű Bosch profilokon végeztük el (3. ábra).

Ha ismert a terhelőerő (F), a profil hossza (L), másodrendű nyomatéka (I) és az alumínium rugalmassági modulusa (E), akkor mindhárom esetben meghatározható a profil lehajlása.



3. ábra. Négyzet keresztmetszetű Bosch profilok [2]

### 3. LEHAJLÁSOK MEGHATÁROZÁSA VÉGESELEM VIZSGÁLATTAL

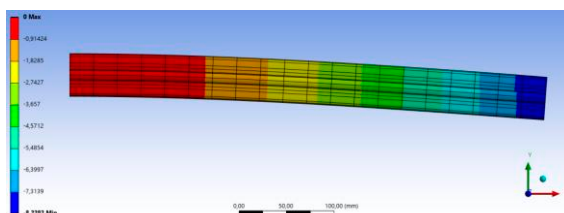
A különböző négyzet keresztmetszetű Bosch profilok lehajlásai az Ansys végelem modellező program segítségével határozhatók meg. Anyagmegadás (1. táblázat) és a profil hálózása után a peremfeltételek definiálása, vagyis a terhelőerő megadása és a rögzített felületek kiválasztása

következik. Ezek után már csak ki kell választani, hogy a deformáció értékét melyik síkban akarjuk kijeleztetni a szoftverrel.

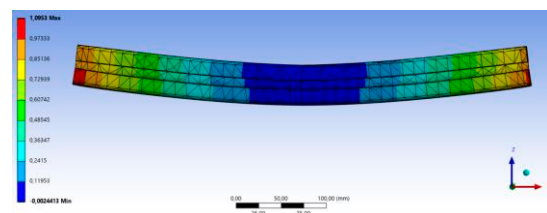
Az alábbi táblázatban láthatóak a vizsgált négyzet keresztmetszetű Bosch profilok deformációs értékei olyan terhelőerők mellett, amelyek a folyáshatárral megegyező feszültséget eredményeznek a profilokban.

2. táblázat Négyzet keresztmetszetű Bosch profilok lehajlásai [2]

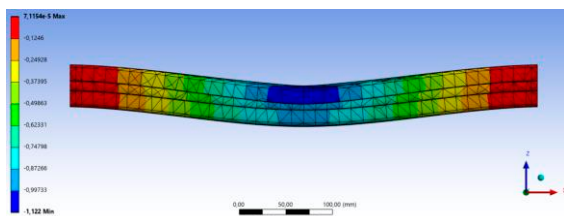
Keresztmetszetek		2020	3030	4040	4545	5050	6060
Másodrendű nyomaték	$I$ [cm <sup>4</sup> ]	0,67	2,75	9	11	21,2	32,41
Egyik végén befalazott rúdmodell	$F_1$ [N]	275	740	1190	1430	3260	4050
	$f_1$ számított [mm]	24,431	16,017	7,870	7,738	9,153	7,438
	$f_1$ VEM [mm]	24,203	16,251	8,078	8,035	9,369	7,712
Mindkét végén alátámasztott rúdmodell	$F_4$ [N]	1010	1980	3790	2450	3920	4080
	$f_4$ számított [mm]	5,608	2,679	1,567	0,829	0,688	0,468
	$f_4$ VEM [mm]	5,713	2,921	1,813	0,969	0,814	0,509
Mindkét végén rögzített befalazott rúdmodell	$F_8$ [N]	1830	5480	9890	8200	15200	12850
	$f_8$ számított [mm]	2,540	1,853	1,022	0,693	0,667	0,369
	$f_8$ VEM [mm]	2,675	2,159	1,358	0,952	0,933	0,551



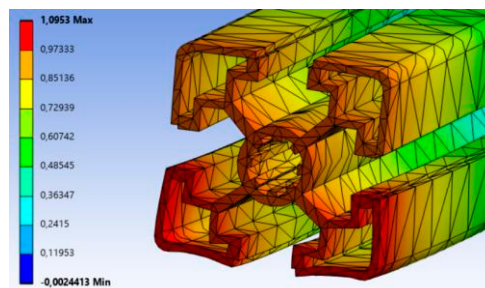
4. ábra. Bosch 4545 profil egyik végén befalazott rúdmodellje



5. ábra. Bosch 4545 profil mindkét végén alátámasztott rúdmodellje



6. ábra. Bosch 4545 profil mindkét végén befalazott rúdmodellje



7. ábra. Helyi deformáció megjelenése az alátámasztási helyeken

#### 4. ELTÉRÉSEK

A végeelem program által kapott eredményeket összehasonlítottuk a számítással kapott eredményekkel. Az alábbi táblázat az Ansys által generált eredmények eltérését mutatja a katalógusban szereplő képletekkel előállított lehajlási eredményekhez képest százalékos formában.

3. táblázat A VEM és a képletek közötti eltérések táblázata

Keresztmetszet	Mefogási módok		
	f <sub>1</sub>	f <sub>4</sub>	f <sub>8</sub>
2020	-0,9 %	+1,9 %	+5,3 %
3030	+1,5 %	+9 %	+16,5 %
4040	+2,6 %	+15,7 %	+32,9 %
4545	+3,8 %	+16,9 %	+37,4 %
5050	+2,4 %	+18,3 %	+39,9 %
6060	+3,7 %	+8,8 %	+49,3 %

Látható, hogy jelentős eltérések vannak a számított és végeelem által kapott lehajlások között.

A vizsgált alumínium gépépítő profilok nem tömör, hanem félig üreges alkatrészek. A teljes keresztmetszet mentén különböző falvastagságok találhatók. A profil terhelésekor az alátámasztás helyén a vékony falvastagság miatt az adott rész hamarabb deformálódik, mint maga a teljes profil. Ezért nem lehet teljes mértékben a katalógusokban szereplő képletek által meghatározott eredményeket visszacapni.

Ahogy azt a 7. ábra is mutatja, a terhelés az alátámasztási pontokon megoszlik, azonban ezeken a helyeken lesz a lehajlásnak vagy elmozdulásnak a legnagyobb értéke, nem pedig a profil középvonalánál.

#### 5. ÖSSZEZÉS

A kutatás jelenlegi fázisában próbáljuk a végeelemes modellt finomítani, hogy a mechanikából ismert összefüggéseknek megfelelő hasonló eredményeket kapjunk.

A későbbiekben valós próbatesteken is szükséges lesz vizsgálatokat végezni, hogy a számított és szimulált eredményeket validálhassuk.

Csak ezt követően szabad más gyártók által forgalmazott profilokat összehasonlítani egymással.

#### 6. SUMMARY

In the current phase of the research, we are trying to refine the finite element model to obtain similar results to the known mechanics.

In the future it will be necessary to perform tests on real specimens to validate the calculated and simulated results.

Only then should comparisons between profiles from other manufacturers be made.

#### 7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném megköszönni a FATH Kft. és a Trinox Kft támogatását, akik nélkül ez a cikk nem jöhetett volna létre.

A KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS MINISZTERIUM EGYETEMI KUTATÓI ÖSZTÖNDÍJ PROGRAMJÁNAK A NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS ALAPBÓL FINANSZÍROZOTT SZAKMAI TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.



#### 8. FORRÁSOK

- [1] MayTec: The Profile System, English 1/2018
- [2] Rexroth Bosch Group: Aluminium Structural Framing System, Version 6.0