

PROFILHORONY VIZSGÁLÓ BERENDEZÉS TERVEZÉSE

DESING OF PROFILE GROOVE TESTING DEVICE

Besenyei István*, Dr. Bihari Zoltán**

ABSZTRAKT

Machine-building aluminium profiles are extruded products with complex cross-sections. Their cross-sectional geometries vary considerably depending on the design of the extrusion die. Two of their main features, the central bore and the T-slot, are designed to accommodate other machine elements, thereby enabling the profile to be assembled and mounted. The load-bearing capacity of the slot ribs can be determined based on manufacturers' catalogues or by means of finite element analysis. However, it is advisable to develop a test fixture for the experimental investigation of actual profiles, allowing the obtained results to be compared with the available data..

1. BEVEZETÉS

Korábbi publikációkban ismertettük a gépépítő alumínium profilok felhasználási körét, a keresztmetszetük felépítését, illetve bemutattunk néhány végelem vizsgálatot ezen alumínium profilok háromdimenziós modelljein. Sok esetben a háromdimenziós modelleken végzett szimulációk hosszadalmas számítási feladatnak bizonyultak, amelyek vagy nem hoztak megbízható eredményt, vagy a feladat bonyolultságától függően a program nem tudta lefuttatni az adott vizsgálatot.

Természetesen a VEM (Véges Elem Modellezés) rengeteg információval szolgál azokban az esetekben, amikor bizonyos vizsgálatok elvégzése a valós próbatesteken csak nehezen kivitelezhető lenne, azonban a valós anyagokon végzett kísérletek validálhatják a szimulációt. Ezért is egészítettük ki az alumínium profilok centrál furatának vizsgálatát a valós próbatesteken elvégzett mérésekkel.

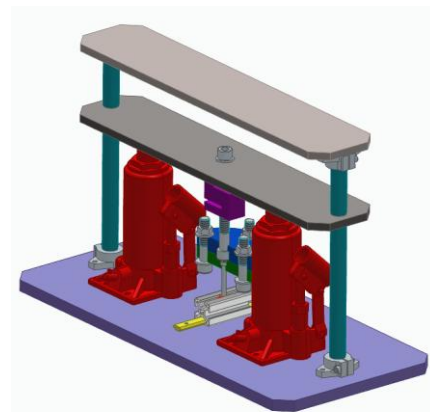
A centrál furat mellett az alumínium profilok másik lényeges része a horonyorom, aminek terhelés hatására bekövetkező deformációját korábban az Ansys programban végelem vizsgálatnak vetettük alá. A Bosch és az Item gyártók profiljainak profilhorony terhelhetőségét összehasonlítottuk azokkal a terhelési adatokkal, amiket a gyártók feltüntetnek a termékkatalógusaikban. Ehhez a részhez kapcsolódóan készült egy olyan berendezés, amely segítségével négyzet keresztmetszetű profilekat lehet vizsgálni. Az

imént említett készülék háromdimenziós modellje és működési elve egy korábbi publikációban már szerepelt. Azóta az elkészült berendezésen sikeresen elvégeztünk néhány vizsgálatot, amelyek biztató eredményeket mutattak.

2. A BERENDEZÉS FELÉPÍTÉSE, MŰKÖDÉSE

Az 1. ábrán a korábban háromdimenziós formában összeállított készülék koncepciója látható.

Egy korábbi tanulmányban [1] már röviden ismertettük, hogy a két hidraulikus elven működő emelő függőleges mozgásával a rajtuk elhelyezett lemezt elmozdítják, ami az erőmérő egységen, csavarokon és horonyanyán keresztül a vizsgált profil hornyát terheli. Az éppen aktuális alumínium profil alsó hornya az alaplaphoz csatlakoztatott profilhoronyba illeszkedik, ami megakadályozza a profil függőleges elmozdulást, kvázi rögzíti az alaphoz.



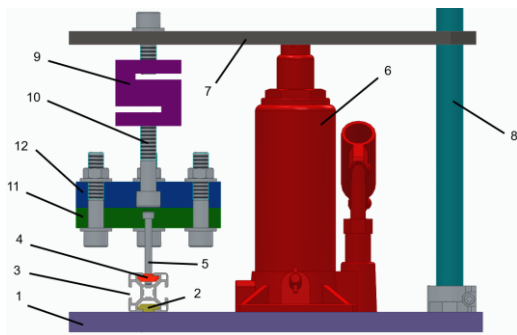
1. ábra. Horonyorom vizsgálatra kialakított készülék első változata

A készülék felépítése a 2. ábra szerint:

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1. Alaplap | 7. Lemezlap |
| 2. Profilhorony | 8. Rúd |
| 3. Alumínium profil | 9. Erőmérő bélyeg |
| 4. T-horonyanya | 10. Belső kulcsnyílású csavar_2 |
| 5. Belső kulcsnyílású csavar_1 | 11. Tárcsa_1 |
| 6. Hidraulikus elven működő emelő | 12. Tárcsa_2 |

* PhD hallgató, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet

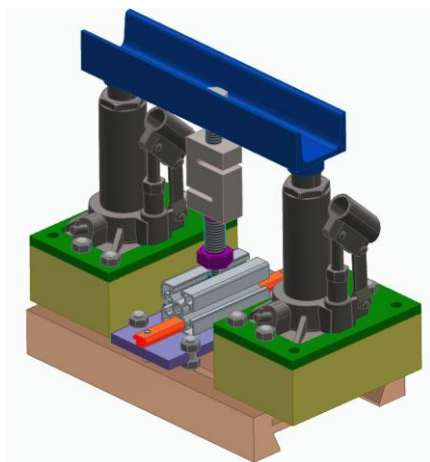
** egyetemi docens, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet



2. ábra. A készülék felépítése

3. A BERENDEZÉS MEGVALÓSÍTÁSA

A 3. ábrán a berendezés pontosított, gyártható modellje látható.



3. ábra. A megvalósított berendezés háromdimenziós modellje

Amint az jól látható, a korábbi háromdimenziós modellhez képest kisebb-nagyobb változtatásokat kellett elvégezni az összeállításban, hogy a rendelkezésre álló, illetve beszerezhető alapanyagok felhasználásával is megvalósítható legyen (3. ábra).



4. ábra. Hornyolt alaplapp

A készülék alapjának egy, a Gép- és Terméktervezési Intézet műhelyében meglévő marógép hornyolt szánját választottuk (4. ábra). Olyan alaplapot kerestünk, amely kellő merevséggel rendelkezik, illetve a „T” hornyok segítségével könnyen csatlakoztatható hozzá a szerkezet felépítménye. A hornyoknak köszönhetően azok

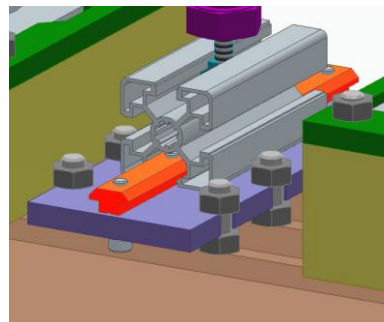
irányában szabadon mozgathatók a bennük elhelyezett hatlapfejű csavarok, amelyek fején a szemben lévő lapokat méretre kellett munkálni, a horonyban történő megfelelő illeszkedés érdekében.

A száron egy 10 mm vastag S235JR anyagú acéllemez helyezkedik el (5. ábra).



5. ábra. A megmunkált acéllemez

A lemez oldalán található félkör alakú kivágásokon keresztül oldalirányból az alaplap T-hornyaiba csúsztatható lelapolt fejű csavarok szárai illeszkednek, amelyek egy-egy hatlapú anyával szorítják a lemezt az alaplaphoz. A közepén található furatokon keresztül egy adott hosszúságú hosszított horonyanya rögzíthető a lemezhez, szintén csavarok segítségével. Ez a horonyanya viszonylag könnyen cserélhető, amely lehetővé teszi a különböző gyártók különböző horonygeometriával forgalmazott profiljainak a vizsgálatát. Így a 3030, a 4040, a 4545, az 5050 és a 6060 profilokon is lehet méréseket végezni (6. ábra).

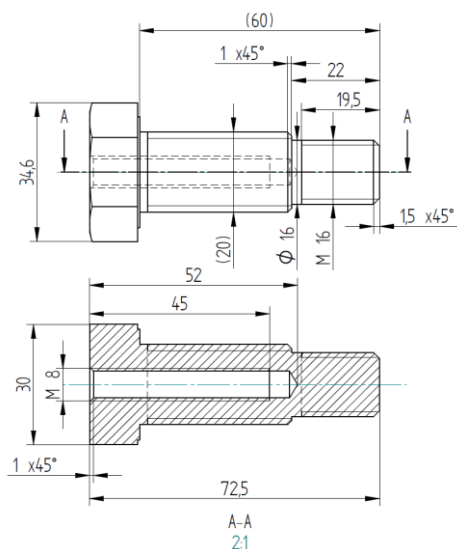


6. ábra. Alumíniumprofil rögzítése a készülékben

A hosszított horonyanyák lehetővé teszik, hogy a vizsgált profilok könnyen a helyükre csúsztathatók legyenek, és a vizsgálat során függőleges irányban ne mozduljanak el. A horonyanyák nagy hosszuknak köszönhetően jelentős felületen érintkeznek a profilok hornyával, így biztosítják azok stabil rögzítését.

A különböző profilok felső hornyának terhelhetőségét kívánjuk vizsgálni ezzel a berendezéssel. Ezért a profil felső hornyában elhelyezhető a vizsgálatnak megfelelő T-horonyanya vagy kalapácsfejű csavar. A csavarok szár része egy, a 7. ábra szerinti egyedi megmunkálással készült M20x60-as hatlapfejű csavar fejrészében kialakított menetes furatba illeszthető. Ez az M20-as csavar utólag leesztergált vége csatlakoztatható az erőmérő egységhez, amivel a későbbiekben adott időközönként a pillanatnyi húzóerő értékeket lehet rögzíteni táblázatos formában. Ebből az adatbázisból a

későbbiek során diagramok is készíthetők. A 7. ábrán a megmunkálendő csavar alkatrészrajza látható.



7. ábra. M20x60-as csavar alkatrészrajza

Ha nem kalapácsfejű csavart szeretnénk terhelni, hanem egy horonyanyát, akkor az M20-as csavar fejrészébe kialakított menetes furatba egy adott hosszúságú menetes szár egyik vége illeszthető, a másik vége pedig a profilhoronyban elhelyezett horonyanyához csatlakozik.



8. ábra. Hegesztett U-profil

Az erőmérő egység (2. ábra, 9. tétel) M16-os csavarral rögzíthető egy U-acélhoz (8. ábra), amelyhez a két szélén látható gyűrű alakú megvezető elemek hegesztett kötéssel csatlakoznak. Erre az acél profilra középen egy furat készül, amelyre az M16-os csavar, valamint az erőmérő egység [4] rögzíthető. A két hidraulikus emelő mozgásával fölfelé emelhető az U-acél profil.

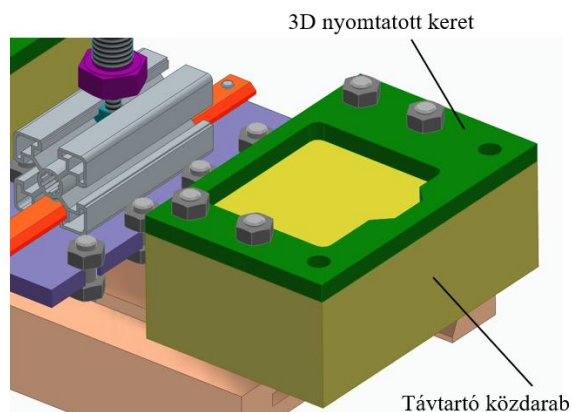


9. ábra. 3 tonnás autóemelő

Mivel ez az egység a kialakított menetes kötéseken, valamint az erőmérő cellán keresztül kényszerkapcsolatban van a profil hornyával, így közvetett úton, de valójában a horonyormot terheljük.

A rendelkezésre álló egyenként 3 tonnás teherbírású hidraulikus emelők bizonyos geometriai méretei, nevezetesen a magasságuk nem ideális a szerkezet szempontjából. Egy szűk tartományban a kezdeti magasság az emelőfejben kialakított menetes kapcsolattal szabályozható ugyan, de a kívánt méret létrehozása, valamint a nyomóterhelés közben kialakuló káros kihajlás veszélyének elkerülése érdekében az emelők alá egy-egy közdarab került.

Ezek a távtartó darabok a rajtuk található furatokon keresztül, átmenő csavarok alkalmazásával a T-horný alaphoz rögzíthetők (10. ábra). Ezt kiegészíti egy-egy 3D nyomtatással készült keret, amelynek funkciója a hidraulikus emelők megfelelő pozícióban tartása, az oldalirányú elmozdulás megakadályozása.



10. ábra. Közdarab (sárga) és nyomtatott keret (zöld) az emelők alatt

4. PRÓBAVIZSGÁLAT

A teljes készülék megépítését követően próbaméréseket végeztünk.

A vizsgálat célja annak meghatározása volt, hogy a 4545-ös Bosch profilba helyezett, M8-as menetes furattal rendelkező 10-es horonyanya húzóterhelés hatására milyen módon károsodik. Arra kerestem a választ, hogy a horonyanya vagy a profil szenved-e előbb képlékeny alakváltozást, illetve melyik elem szakad el hamarabb.

Lehetséges esetek:

1. A vizsgált profil hornya a terhelés hatására kidomborodik, kipúposodik.
2. A profilban elhelyezett horonyanya menetes furatából húzás hatására a menetes rész kiszakad.
3. A horonyanyához csatlakoztatott menetes szár külső részén lévő menet elnyíródik húzás hatására.
4. Az M20-as hatlapfejű csavarban kialakított menetes furatból a csatlakoztatott hossz mentén kiszakad a menetes rész.

5. EREDMÉNYEK

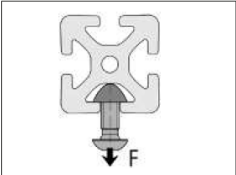
A vizsgálatot elvégezve a 2. esethez hasonló jelenséget tapasztaltunk (11. ábra). Az M8-as menetes szár azon része, amely a horonyyába illeszkedett, kb. 6 mm hosszan képlékenyen alakváltozott, illetve a horonyanya menetes furata is károsodott.



11. ábra. A sérült menetes szár

A vizsgálatot 5 alkalommal megismételve minden alkalommal hasonló eredményt kaptunk, miközben az alumínium profil horonyormán látható, maradandó elváltozást nem tapasztaltunk.

Az Item gyártó katalógusában $s > 2$ biztonsági tényezővel tüntetik fel a profilhornyok terhelésének adatait (12. ábra).

	Nutform	
	normal	leicht
	500 N	1.750 N
	leicht	500 N
E		

Angabe der zulässigen Zugkraft F auf die Nutflanken. Diese Nennlasten beinhalten bereits Sicherheitsfaktoren ($S > 2$) gegen plastische Deformation.

12. ábra. Item profilok hornyának terhelhetőségi adatai [2]

A Bosch gyártó esetében az összekötő elemekre vonatkozó terhelő adatok találhatóak meg a katalógusban a legnagyobb menetre vonatkozóan (13. ábra).

A Bosch katalógusában az összekötő elemekre található adat a képlékeny alakváltozást még meg nem haladó terhelőerő értékére. A 8-as és 10-es horony megengedhető értékei e szerint a T-horonyyát tekintve 4000N és 6000N. Mivel jelentős deformáció nem történt, inkább csak a csatlakoztatott gépelem menetes része szenvedett képlékeny deformációt, így arra lehet következtetni, hogy az alumínium profilokkal történő építés során a gyenge láncszemnek az összekötő elemeket tekinthetjük.

		T-bolt	T-nut
 	20x20, 20x20R 10x40 20x40, 20x60 20x40x40	1700 N	1700 N
	30x30, 30x30R 30x30°, 30x45°, 30x60° 11x20, 15x120 30x45, 30x60, 30x60x60 30x90, 30x120	4000 N	4000 N

13. ábra. Bosch profilok hornyának terhelhetőségi adatai a csatlakoztatható összekötő elemekre vonatkozóan [3]

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A fejlesztés eredményeként egy olyan vizsgálóberendezést készítettünk, amely alkalmas a gépépítő alumíniumprofilok hosszanti hornyainak teherbírás-vizsgálatára. A készülék nemcsak a Bosch négyzet keresztmetszetű profiljaival használható, hanem más gyártók profiljainak vizsgálatára is lehetőséget biztosít, amennyiben azokhoz megfelelő horonyanya alkalmazható. A berendezés továbbfejlesztésének következő lépése az erőmérő egység által szolgáltatott mérési adatok rögzítésének megvalósítása.



14. ábra. A megépített készülék összeszerelt állapotban

7. IRODALOM

- [1] Besenyei István, Dr. Bihari Zoltán: Simulation studies in advanced engineering, JOURNAL OF PHYSICS CONFERENCE SERIES (1742-6588 1742-6596): 3142 Paper 012003. 10 p. (2025)
- [2] Item: Basic elements; 2007
- [3] Rexroth Bosch Group. Aluminium Structural Framing System. Version 9.0.
- [4] Besenyei István, Dr. Bihari Zoltán: Determination of the coefficient of friction between aluminium profiles and other materials, DESIGN OF MACHINES AND STRUCTURES (1785-6892 2064-7522): 16 1 pp 49-60 (2026)