

# KERETES PNEUMATIKUS PRÉS TERVEZÉSE

Pintér Márton András<sup>a</sup>, Borbély Tibor<sup>b\*</sup>, Biczó Roland<sup>c</sup>

<sup>a</sup> ELTE, Informatikai Kar, Savaria Műszaki Intézet, Duális gépészmérnöki BSc, 4. évf.

<sup>b</sup> ELTE, Informatikai Kar, Savaria Műszaki Intézet, egyetemi docens

<sup>c</sup> Schaeffler Savaria Kft., okleveles gépészmérnök

## ABSZTRAKT

A gépkocsi sűrűlódó tengelykapcsolójának egyik legfontosabb alkatrésze a sűrűlódótárcsa. A különböző belső kialakítású (különböző szerkezetű) sűrűlódóbetétek roncsolásos vizsgálatához próbatestek kivágására van szükség. Egy, a próbatestek alapanyagául szolgáló sűrűlódóbetét előgyártmányok elkészítéséhez szükséges keretes, pneumatikus működtetésű prés fejlesztési folyamatát mutatja be a cikk, amely kitér a méretezés és a szilárdsági ellenőrzés kérdéseire is. A prés a próbatestekhez szükséges sűrűlódóbetét előgyártmányok készítésén kívül alkalmas a gyártásközi selejtek javítására, azaz utómunkázásra is.

**Kulcsszavak:** *présgép, vizsgálati darabok, sűrűlódóbetét, utómunka*

## 1. Bevezetés

A présgép megtervezése és elkészítése után a következő feladat szálerősítésű kompozit betét mechanikai vizsgálata lesz. A végeelemes szimulációhoz létre kell hozni a kompozit merevségi mátrixát, amihez a kompozitból készített próbatestek mechanikai tulajdonságainak kimérésére van szükség. A vizsgálatokhoz adott orientációba rendezett szálakkal készülő előgyártmányra van szükség, hogy a mechanikai vizsgálatok során egytengelyű feszültségállapot jöjjön létre. Ez a feladat nehezen oldható meg a jelenleg gyártásban lévő présgéppel, mivel a két szerszámfél között nincs elég szabad hely, és az üzemi hőmérséklete is magas. Ezért volt szükség a különböző szövési mintájú, száraz sűrűlódó szálerősítésű kompozit-betét előgyártmányának elkészítésére alkalmas, kézi prés tervezésére, mely ezen kívül használható a sorozatgyártás utómunkázására, azaz a selejtszám csökkentésére is.

A feladat megoldásának első lépése a koncepciólista összeállítása és az optimális megoldás kiválasztása volt, majd a geometriai kialakítás és a szilárdsági ellenőrzés következett. Szakirodalmi áttekintésben vizsgáltuk a sűrűlódóbetét szokásos szerkezetét, kialakítását, gyártástechnológiáját. A polimerek alkalmazása ma már igen elterjedt, akár sűrűlódó elemekként is használatosak kiváló mechanikai és tribológiai tulajdonságaik miatt. A járműiparban használt sűrűlódóbetétek egy része üveg- vagy fémszál-erősítésű kompozit [1]. A kompozit olyan többfázisú, összetett erősítőanyagból és beágyazó anyagból álló anyagrendszer, amelyben a nagy szilárdságú és nagy rugalmassági modulusú erősítőanyag és a szívós mátrix között jelentős deformáció és/vagy igénybevétel esetén is tartós adhéziós kapcsolat van [1].

A nagyobb teljesítményű motoroknál az élettartamra vonatkozó új előírások bonyolultabb tengelykapcsoló kialakításokat kívántak meg. Más fontos alkotóelemek mellett a sűrűlódóbetét a tengelykapcsoló szíve. A repedési fordulatszámra vonatkozó követelmények és így a sűrűlódó anyag szakítószilárdsága fontos kritérium a sűrűlódóbetét tervezésekor [2].

## 1. táblázat: Kiértékelés

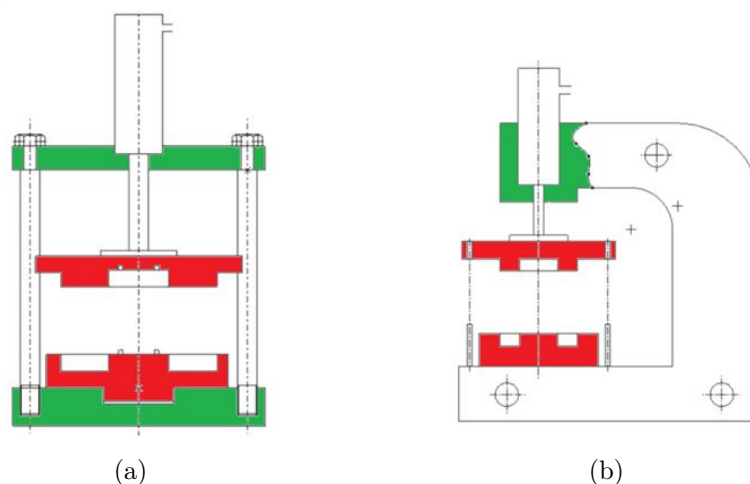
| Kiválasztott koncepciók: | Gyárthatóság:     | Szerelhetőség: | Ár: | Rugalmasság: | Szabályozhatóság: | Kezelhetőség: | Karbantarthatóság: | Össz pontszám 35-ből |
|--------------------------|-------------------|----------------|-----|--------------|-------------------|---------------|--------------------|----------------------|
| 1.Koncepció              | 4                 | 4              | 2   | 4            | 3                 | 5             | 4                  | 26                   |
| 3.Koncepció              | 2                 | 2              | 4   | 3            | 3                 | 5             | 1                  | 20                   |
| 4.Koncepció              | 5                 | 5              | 4   | 5            | 5                 | 4             | 5                  | 33                   |
| 5.Koncepció              | 3                 | 4              | 2   | 3            | 5                 | 4             | 2                  | 23                   |
| 10.Koncepció             | 5                 | 5              | 3   | 4            | 5                 | 4             | 4                  | 30                   |
| Értékelési fokozatok:    | 1 Elfogadhatatlan |                |     |              |                   |               |                    |                      |
|                          | 2 Rossz           |                |     |              |                   |               |                    |                      |
|                          | 3 Javítható       |                |     |              |                   |               |                    |                      |
|                          | 4 Elfogadható     |                |     |              |                   |               |                    |                      |
|                          | 5 Megfelelő       |                |     |              |                   |               |                    |                      |

## 2. A prés gép tervezésének a folyamata

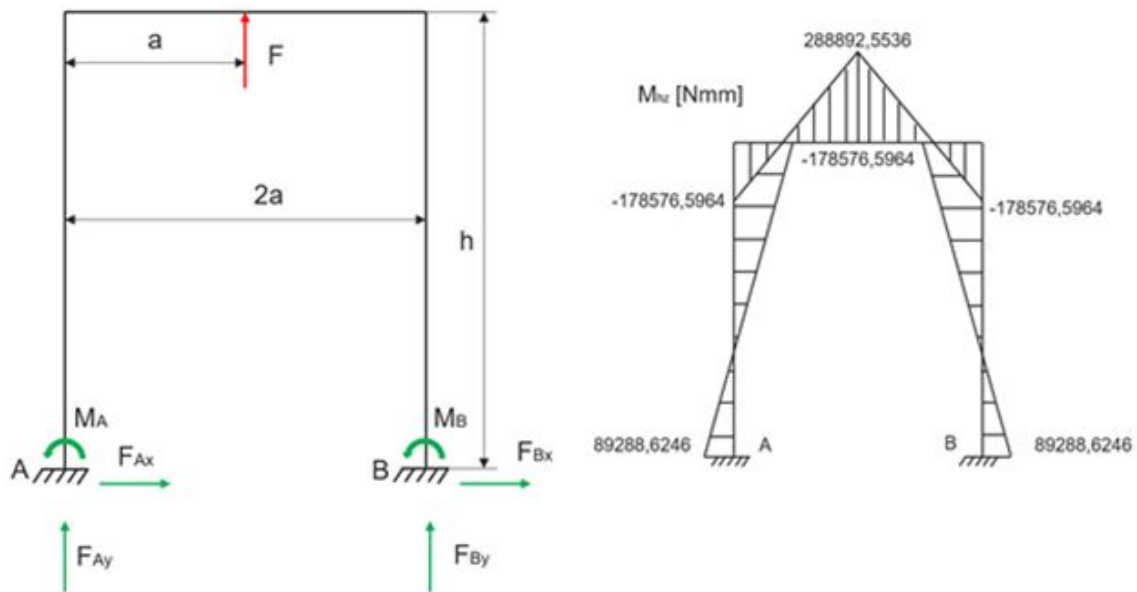
Elsőként meghatároztuk az összfunkciót: a gépnek alkalmasnak kell lennie a kezdeti adhézió létrehozására az előgyártmányban nyomással. Ezt követte a részfunkciók meghatározása, amelyek (a teljesség igénye nélkül): az alkatrészek közötti mechanikai kapcsolat létrehozása, a szerszám pozícionálása, a megfelelő szilárdságú alátámasztás létrehozása. Következő lépésben létrehoztunk egy 10 megoldásváltozattól álló koncepciólistát, amelynél sajátos jelöléseket alkalmaztunk, majd ezek közül választottunk ki ötöt, melyeket 7 szempont szerint értékeltünk. Az előzetesen kiválasztott koncepciókat kiértékelő táblázatot az 1. táblázat mutatja. A legjobbra értékelt két koncepcióról készült vázlatot az 1(a) és 1(b) ábra szemlélteti.

Az ábrázolt két megvalósítási lehetőség közül az 1(a) ábrán látható keretes prést választottuk, mivel ez könnyebben kivitelezhető. A mechanikai méretezés első lépéseként felvettünk egy állandó keresztmetszetű keretszerkezetet, amelyet a 2. ábra szemléltet.

Mivel hat ismeretlen volt az egyensúlyi egyenletben, így a tartó határozatlan, amelyet Betti-tétellel oldottunk meg. A számítást követően megkaptuk a reakcióerőket és a reakciónyomatékokat, amelyek alapján felrajzoltuk az állandó keresztmetszetű tartó nyomatéki ábráját (2. ábra).

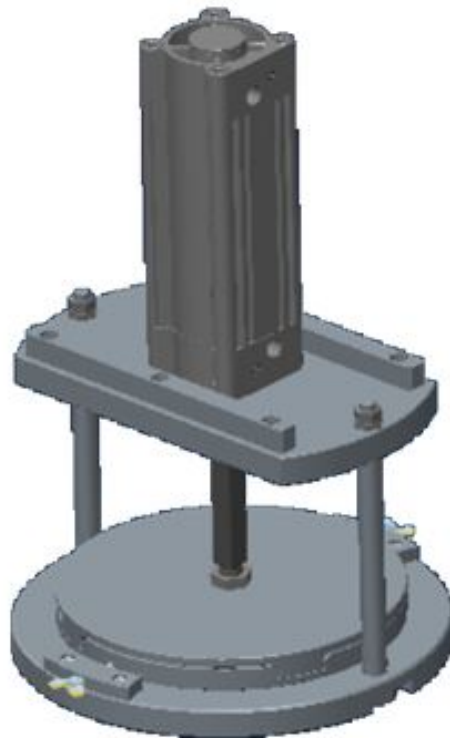


1. ábra: A legjobbra értékelt koncepciók vázlata: a) keretes prés, b) öntött házas prés

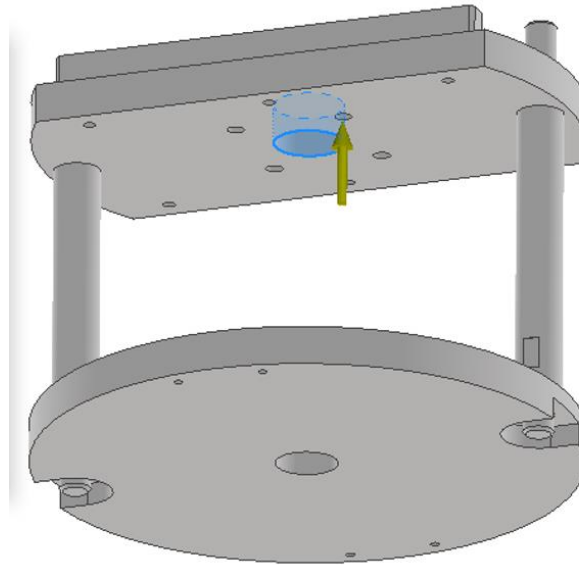


2. ábra: A keretszerkezet egyszerűsített vázlatja a nyomatéki ábrával

Ezután a fellépő igénybevételek alapján meghatároztuk, melyik keresztmetszeteket kell nagyobb merevséggel ellátni. A legjobban igénybe vett elem a kereszttartó, ezért annak nagyobb hajlítómerevségűnek kell lennie, mint a tartóoszlopoknak. A következő lépés a prés CAD modelljének létrehozása, amelyhez a Creo Parametric II program használtuk. A berendezés háromdimenziós modellje a 3. ábrán látható.



3. ábra: Prés gép CAD modellje

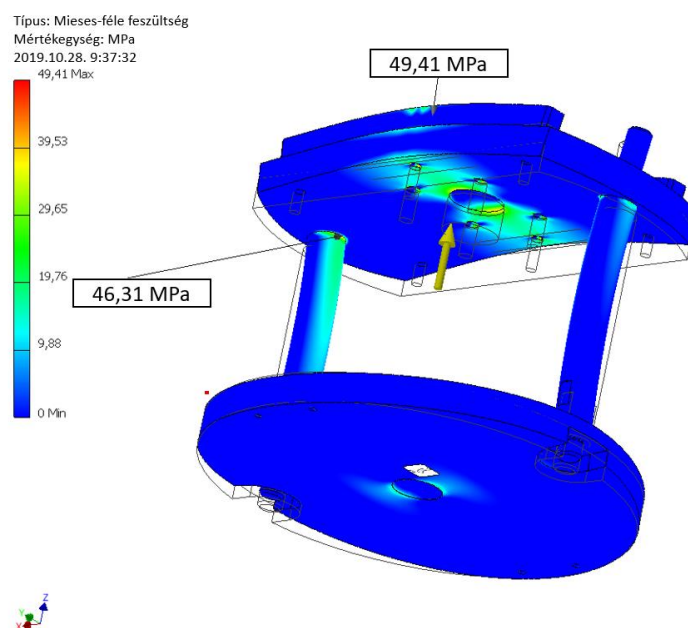


4. ábra: A keretre ható terhelőerő

A keretes prés nagyobb merevségű keresztartóját és talapzatát két tartóoszlop köti össze, amelyek mindkét végüknél csavarkötéssel vannak rögzítve. A keresztartó középső furatába illeszkedik a pneumatikus munkahenger központosító válla. A munkahenger csavarkötéssel van rögzítve a keresztartóhoz. Az alsó szerszámfél a talapzaton rögzített, a felső szerszámfél pedig a munkahenger dugattyúrúdjának végéhez.

### 3. Szilárdsági ellenőrzés analitikus és végelem módszerrel

Az Autodesk Inventor 2019 tervezőprogram VEM funkciójával vizsgáltuk a keretszerkezet megfelelőségét a kötőgelemek elhagyásával. A terhelő erőt a szimmetriatengely mentén, a pneumatikus munkahengernek kialakított furatban helyeztük el (4. ábra). Ahhoz, hogy a talapzat deformálódhas-



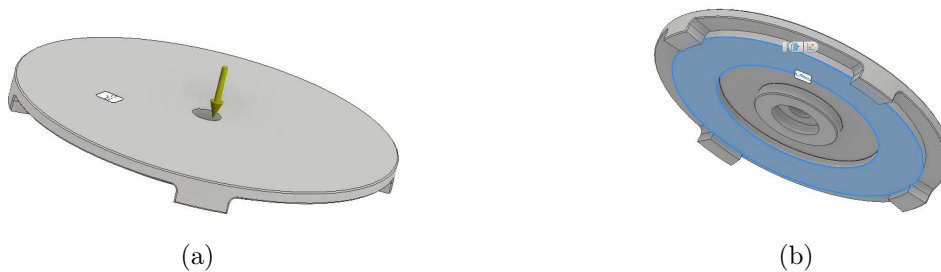
5. ábra: Keret feszültségeloszlása

son, a megfogás az alkatrész középső furatában történt, és itt semmiféle elmozdulást nem engedtünk meg, tehát fix megfogást definiáltunk. A hálózás az Inventor program által generált elemekkel történt. Az alkatrészek között „bonded” kapcsolatot állítottunk be, kivéve a keresztartó és a merevítőelem között, ahol „sliding/no separation” kapcsolatot definiáltunk. A keletkező redukált feszültség a teljes keretszerkezetben a használt anyagok folyáshatára alatti (5. ábra), tehát képes a terhelés elviselésére.

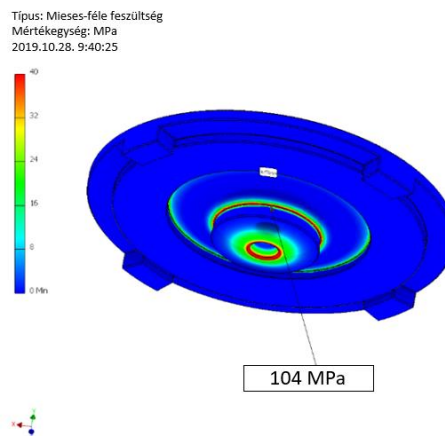
A szilárdsági ellenőrzés utolsó lépéseként végeelem módszerrel vizsgáltuk a felső szerszámfelet, amely vizsgálatnál az elsődleges szempont a lehajlás mértékének meghatározása volt. A szimuláció során az alkatrész felső részén kialakított horonyban hat a 6032 N nagyságú terhelés, mely középen hajlítja meg legjobban a darabot (6(a) ábra). Az alátámasztás a préselés során a szerszámfél és az előgyártmány érintkező felülete között lesz, így ezt a felületet láttuk el megfogási kényszerrel (6(b) ábra). A legjobban terhelt rész a megvezető csap töve, melyben 104 MPa feszültség lép fel (7. ábra). A feszültségeloszlás egyenletes az alkatrész felülete mentén, így egyenletes erővel képes terhelni az előgyártmányt. Az alkatrész C45-ös ötvözetlen acélból készül, melynek folyáshatára:  $R_{eH} = 340$  MPa.  $n = 2$  biztonsági tényezővel számolva a megengedett feszültség  $\sigma_{meg} = 170$  MPa. Az alkatrészben fellépő maximális feszültség a megengedett alatt van ( $\sigma < \sigma_{meg}$ ) így az alkatrész szilárdságtani szempontból megfelel.

4. Összefoglalás

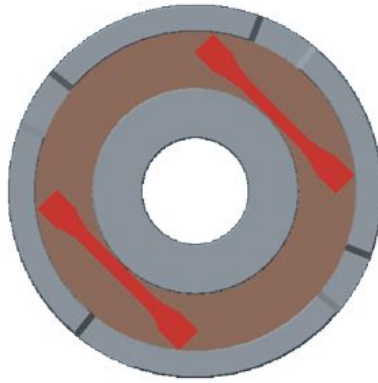
A fejlesztési feladat elkészítésének célja egy olyan présgép tervezése volt, amely alkalmas mechanikai vizsgálatokhoz szükséges vizsgálati darabok gyártására, valamint a gyártásban egyes munkadarabok utómunkázására is. A szakítópróbateteknek elegendő hely áll rendelkezésre az alsó szerszámfélben (8. ábra), ezért fő célját elérte a munka. Alfeladatként még szükséges volt megismerni a Schaeff-



6. ábra: Felső szerszámfélen definiált peremfeltételek: a) Terhelés, b) Rögzített felület



7. ábra: Felső szerszámfél feszültségeloszlása



**8. ábra:** A szabványos szakítópróbatestek elhelyezkedése a szerszámban

ler Savaria Kft. kuplungjának működését és felépítését, ezen kívül a kuplung egyik legfontosabb alkatrészének szokásos kialakítási módjait és gyártástechnológiáit, továbbá el kellett végezni a tervezési folyamat lépéseinek, eszközeinek és nem elhanyagolható szempontjainak összegyűjtését is. Ezen alfeladatokat főleg szakirodalmak áttekintésével tudtuk elvégezni. Ezek után számba vettük a tervezendő présgép összes elemét és azok feladatait, a megoldásváltozatok értékelése és a legjobb megoldás kiválasztása után analitikus, kézi számításokkal végzett előtervezést követően végeselemes program segítségével is megvizsgáltuk a szerkezet megfelelőségét. Ezek után kijelenthető, hogy a megtervezett présgép alkalmas az előzetesen meghatározott feladatok elvégzésére.

A présgép szilárdságilag megfelel az elvárásoknak, azonban el kell látni megfelelő védőberendezésekkel, hogy biztonságos legyen a használata. További teendő még a működtetésének biztosításához szükséges egyéb berendezések felszerelése, amelyet a vállalat erre specializálódott alkalmazottjai végeznek el.

## 5. Irodalomjegyzék

- [1] Czvikovszky T., Gaál J., Nagy P., *A polimertechnika alapjai*, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2000.
- [2] R. Felger, C. Spandern, M. Häßler, H.D. Elison, *Innovative clutch facing materials – Cool facing for hot applications!*, LuK symposium, 2006.