

## Egy- és többkomponensű műanyag görgők előnyei

A műanyagok egyik érdekes alkalmazása a görgőalkatrészként való beépítés például mélyhűtött áruk szállítására alkalmas eszközökben. Az igénybevételek teljesítése sokszor csak kétkomponensű görgőkkel vagy hibrid szerkezetekkel lehetséges. A műanyag görgők a fémgörgőkhöz képest megnövelik a sodronyok élettartamát, ami a lengő szerkezetek biztonságát szolgálja.

*Tárgyszavak: műanyag görgő; kétkomponensű fröccsöntés; porfröccsöntés; poliamid; termoplasztikus poliuretán; poli(oxi-metilén).*

## Mélyhűtött környezetben működő görgők

A mélyhűtött termékek széles választéka hozzátartozik napjaink életéhez. A tetzőlegesen csomagolt áruféleségek azonban a hűtőpultig hosszú utat tesznek meg. Az élelmiszerek ilyen választéka csak úgy vált lehetővé, hogy a termék lehűtésétől a fogyasztóig egy folyamatos „hűtláncot” sikerül megteremteni. *A mélyhűtéshez kapcsolódó logisztika azonban igen nagy követelményeket állít az ott alkalmazott alkatrészekkel szemben.* A kenőanyagok viszkozitása gyorsan csökken a hőmérséklet csökkenésével. A görgők szabad mozgása ebben a környezetben fontos feltétele a logisztikai rendszer működésének. Az integrált kenőanyagokat tartalmazó sikló felületpárok egész élettartamuk során karbantartás nélkül működnek. A bejáratás során az érintkező felületek „összecsiszolódnak”, a kenőanyagok kidiffundálnak a felületre és eközben kenőképes műanyagfelület képződik, amely a mozgás kezdetén már teljesen aktív és működésre kész. Eltérően az olaj- vagy zsíralapú kenéstől a kenőanyagfilm nem a felületek mozgása során alakul ki, hanem akkor is működőképes, ha az érintkező felületek már hosszabb ideje állnak.

A mélyhűtött termékek logisztikája csak egyik azok közül a területek közül, ahol a műanyagok teljesítőképességét megcsodálhatjuk, ahol a fogyasztók naponta élvezhetik a műanyagok előnyeit: a kis tömeget, a zajmentes működést, a megbízhatóan alacsony működési költségeket és a hosszú élettartamot. Másik példaként említhetjük azokat a peremes görgőket, amelyeket tartályok továbbítására szolgáló rendszerekbe vannak beépítve. Ezeket a görgőket V-hornyokkal ellátott meghajtósíjakkal mozgatják. Annak érdekében, hogy ezek a meghajtósíjak a sarkokon ne vágjanak bele a görgőkbe, acélszalagokkal erősítik őket. Ezeket a stancolt, majd sorjamentesítés után cinkbevonattal ellátott acélpántokat már a gyártás helyén rápattintják a görgőkre, a vevő már a kész, beszerelhető darabot kapja meg, semmi további műveletet nem kell végeznie. Ezeknél a tartálymozgató szerkezeteknél különösen fennáll annak a veszé-

lye, hogy sztatikusan feltöltődnek, ezért jobban vonzzák a port és a piszkot. Ezért a görgőket *vezető műanyagból (PAS-100)* készítik, amelyek levezetik az esetlegesen keletkező sztatikus töltéseket. A sztatikus töltéseket levezető képességet ebben az esetben integrálták a görgőfunkcióval. A görgőkhöz olyan golyóscsapágyakat használnak, amelyek ugyancsak „élethosszig” tartó kenést biztosítanak, ezért azokat szobahőmérsékleten éppúgy használni lehet, mint alacsonyabb hőmérsékleten. A logisztikai berendezések vezérlését és automatizálását csak az teszi gyakorlatilag is lehetségessé, hogy ha hosszú élettartamú, kevés karbantartást igénylő elemeket építenek be a gépeszeti berendezésekbe.

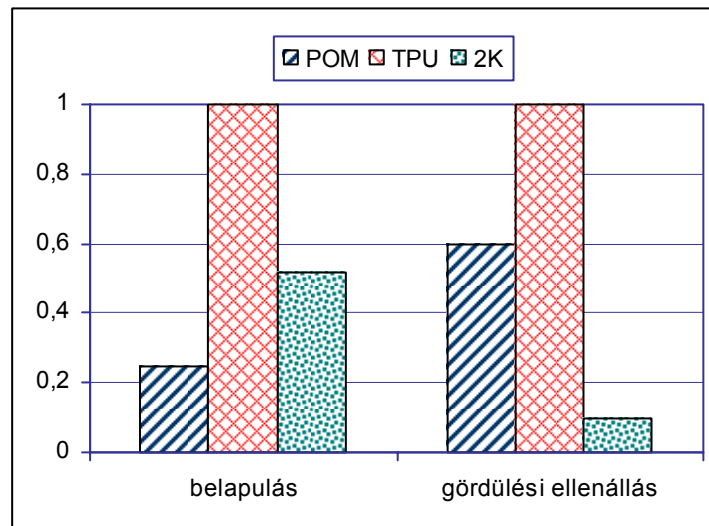
## **Különböző anyagok kombinációja műanyag görgőkben**

A svájci Rapperswilben alakult **Műanyag-feldolgozástechnikai Intézet (IWK)** fő célja a műanyagok fröccsöntéséhez és a szálerősítésű műanyagokhoz kapcsolódó alkalmazott kutatás. A fröccsöntésen belül sok olyan alkalmazás létezik, ahol nem elegendő egyetlen anyaggal dolgozni, hanem úgynevezett 2K (két-, esetleg többkomponensű) megoldásokra kell áttérni. Az egyik ilyen terület a műanyag görgők gyártása. A hőre lágyuló elasztomerekből (TPE) készülő görgők nagyon csendesen működnek lágyságuk miatt, de éppen ezért a gördülési ellenállásuk is valamivel nagyobb, mint a megszokott POM [poli (oxi-metilén) vagy acetál] görgőké. *A megoldás az lehet, hogy a futóköpenyt merev POM-ból, a görgő testét pedig lágyabb anyagból fröccsöntik.* Az IWK egyik kutatási témája annak vizsgálata volt, hogy miként deformálódik egy ilyen 2K görgő az alkalmazás körülményei között. Ki kellett számolni, hogy az alkalmazott anyagok mechanikai tulajdonságai és a geometria (kerékátmérő, futófelület vastagsága stb.) függvényében milyen felületen „lapul be” a görgő, milyen felületen érintkezik a síkkal, milyen erők ébrednek és mekkora lesz a gördülési ellenállás. Ezeknek az adatoknak a birtokában lehet megtervezni egy adott tulajdonságokkal rendelkező görgőt. Az ún. *Hertz elmélet* megfelelő eredményeket szolgáltat a maximális érintkezési nyomásra és az érintkezési felületre. A végeelem (FEM) módszerrel végzett összehasonlító vizsgálatok azt mutatták, hogy a hőre lágyuló poliuretán (TPU) görgőtesttel és POM futófelülettel készülő görgők gördülési ellenállása alig nagyobb, mint a tiszta POM termékeké, viszont mintegy tizede annak, ami tiszta TPU görgők esetében jelentkezne (*1. ábra*). Úgy tűnik tehát, hogy érdemes ebben az irányban fejleszteni, mert gyakorlatilag is fontos eredmények várhatók.

## **Konstrukciós megoldások**

Ha két különböző anyagból készítenek egy terméket, különösen, ha az egyik komponens üvegszál-erősítésű, akkor a két komponens érintkezése mindig potenciálisan „gyenge” hely lehet, ezért különös gondot kell fordítani ennek megtervezésére és vizsgálatára. Az IWKV egy másik fejlesztése arra irányult, hogy miként lehet *megfelelő erőbevezetést tervezni* folyamatos szállal erősített műanyag héjszerkezetekbe. Ezt a feladatot hagyományosan fém erőbevezetéssel oldják meg, amelyet vagy beépítenek a

szerkezetbe („insert” technológia), vagy ráerősítenek („onsert” technológia). Az erőbevezető elemek gyakran komplex geometriájúak, és kialakításuk hosszadalmas fúrási/marási műveleteket igényel. A feladat alternatív megoldásához a *porfröccsöntési technológiát* alkalmazták, amelynek során fémport és hőre lágyuló műanyag keverékét formázzák, majd rögtön utána a fémport szinterezik is. Ezzel a hagyományosnál filigránabb, ugyanakkor kielégítő szilárdságú elemeket sikerült előállítani. A projekt célja a geometria optimalizálása, ugyanakkor prototípusok előállítása volt. Az eredményeket tervezési segédletekben rögzítették, amivel a folyamatos üvegszál-erősítésű műanyag alkatrészek elterjedését kívánják segíteni.



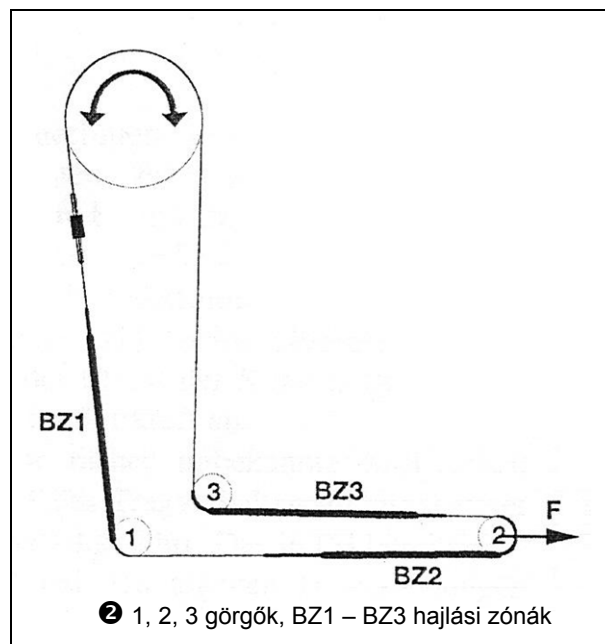
1. ábra Merev (POM), lágy (TPU) és 2K görgő belépulása és gördülési ellenállása (a függőleges tengely értékeit a TPU görgő értékeihez viszonyítva adták meg)

Az üvegszálás erősítésen kívül más *hibridtechnológiák* is rendelkezésre állnak, amelyekkel új, a hagyományosnál könnyebb/olcsóbb termékek állíthatók elő. Ha pl. 0,3 mm vastag acél- vagy alumíniumlemez mögé öntenek műanyagot, a fémlemez (vagy inkább fólia) biztosítja a fényes felszínt és a hűvös tapintást, a műanyag pedig a könnyű gyárthatóságot, kis tömeget és a mechanikai szilárdságot. A fröccsöntés arra is lehetőséget teremt, hogy bepattanó kötéseket vagy szilárdságnövelő elemeket építsenek be. A fémlemez elég vékony ahhoz, hogy a szerszámfelület mintázata is leképeződjön rajta. Ez a megoldás alternatívát jelent a hagyományos fémfóliás vagy az utólag galvanizált műanyag tárgyakhoz képest.

## Sodronyok élettartamának növelése műanyag görgőkkel

Az acél- vagy öntöttvas görgőket alkalmazó drótkötélpályák esetében részletes számításokkal a szilárdsági határokat már korábban megállapították. Annak ellenére, hogy egyre több műanyag görgőt használnak, ezekre csak általános, empirikus korrekciós formulák léteznek. A műanyag görgők könnyebbek az acélváltozatoknál, amiből szá-

mos előny adódik pl. a daruknál. Másik előnyük azonban az, ahogy *megnyújtják a sodronyok élettartamát*. Ezt régóta tudják, de megfelelő számítási módszer hiányában nem tudták bekalkulálni a méretezéskor. Ezt a hiányt próbálta meg pótolni egy, a **Drezdai Műszaki Egyetemen** végzett kutatás-fejlesztési projekt. A műanyag görgőknek a drótkötél élettartamára kifejtett hatását pászmakötéssel és felvonókötéssel vizsgálták. (A kötelek részletes leírása az eredeti cikkben megtalálható). A *poliamid 6G-ből készült görgőket* a 2. ábra szerint az 1, 2 és 3 helyekre építették be. A referenciaértékeket az ugyanezen elrendezés szerint, fémgörgőkkel elvégzett vizsgálatok eredményei szolgáltatták. A három hajlat általában három élettartamértékre ad felvilágosítást, amikor is a kötél elszakad a legjobban károsodott hajlatban, mielőtt a legkevésbé károsodott hajlatban a kötélcseré aktuálissá válna. A méréseknél figyelembe vették az *OIPEEC 1-6 számú ajánlását*. 15, 25, 50 és 75 kN terhelést használva lefedték az adott sodronyátmérőhöz (16 mm) tartozó teljes erőtartományt, sőt annak maximumát még 25%-kal meg is haladták. Tönkremeneteli kritériumként a *DIN 15050 szabvány* szerinti *drótszakadási számot* ( $B_{30}$ ) használták. Szemmel látható szakadások csak az acélgörgő/sodrony kombinációnál jelentkeztek, a többi esetben inkább a sodrony belsejében szakadtak az elemi szálak, ezért a tönkremenetel mértékét mágneses indukció segítségével becsülték meg. Tekintettel azonban arra, hogy ennek a módszernek a felbontóképessége a szokásos esetben nem elegendő a kismértékű tönkremenetel kimutatására, a mérést és a kiértékelést tovább kellett fejleszteni és a statisztikus kiértékelést számítógéppel kellett elvégezni. A kiértékeléskor kiderült, hogy a műanyag görgőnél a 15 kN-os terhelésnél az élettartam-eloszlás eltér a lognormáltól, ami arra utal, hogy az élettartamot nem a szilárdság, hanem az elemi szálak közti súrlódásból eredő kopás határozza meg, az összes többi esetben a hagyományos kiértékelést lehetett alkalmazni.

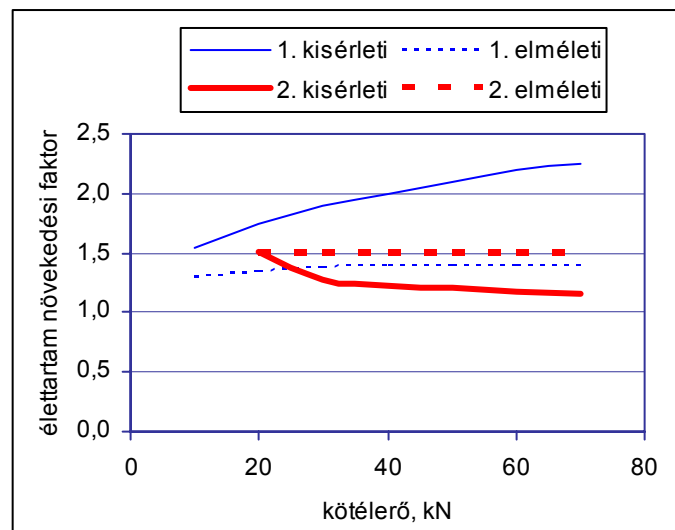


2. ábra A görgők anyagválasztásának a huzal élettartamára gyakorolt hatását vizsgáló berendezés geometriai felépítése

A kísérletileg meghatározott élettartamgörbék a kétféle sodronykötélnél eltérően alakulnak. A pászmakötélnél a kötélterőnek az élettartamra gyakorolt hatása megegyezik az irodalomban leírtakkal, a felvonókötélnél viszont a műanyag görgők hatása csökken a növekvő kötélterővel. Ez a kis elfordulású sodronykötelek teherfeltevő tulajdonságaival van összefüggésben, amelyet más vizsgálatokban is megfigyeltek: kis kötélterők esetében betekeredés, nagy kötélterőknél kismértékű kitekeredés következik be, ami ahhoz vezet, hogy nagy kötélterőknél valamelyest csökken a kötélt terhelése a külső szálaknál. Ezek a külső szálak nem jól ágyazódnak be a görgőbe, viszont merev beágyazást jelentenek az enyhén továbbcsavarodott, ezért túlterhelt belső szálak számára. Ezt támasztják alá azok a roncsolásos vizsgálatok is, amelyekben megvizsgálták, hogy a mágnesesen megmért tönkremeneteli hányad hogyan oszlik meg a sodronykötél keresztmetszetében.

### *Tervezési segédletek, számított és mért értékek*

A továbbiakban mechanikai modelleket állítottak fel, amelyekkel megpróbálták figyelembe venni az acél- és a műanyag görgők viselkedésének eltéréseit a sodrony és a görgő közti erők kiszámításakor. A modellszámítások szerint a műanyag görgők alkalmazásánál 31–32%-kal csökken a maximális nyomás értéke a görgő felületén. Ennek kiszámításával a már ismert módszereket alkalmazva meg lehet becsülni az élettartamfaktort (3. ábra). *Az elméletileg számított faktorok a pászmasodronykötélnél kisebbek a kísérletileg meghatározottaknál, ezért biztonsággal alkalmazhatók.* A felvonókötél esetében azonban sajnos az ellenkezője igaz, itt a számított értékek nem alkalmazhatók a kis elfordulású felvonó-sodronykötelek élettartamának meghatározásához.



3. ábra A műanyagörgők élettartam-növekedési faktora (számított és mért értékek) a kötélterő függvényében, különböző típusú sodronykötelekre (1. pászmakötél; 2. felvonókötél)

*A műanyag görgők alkalmazásából adódó nagyobb élettartam egyszerre hordoz előnyöket és hátrányokat. A hátrányt az jelenti, hogy nem alkalmazható az a sodronycserélési kritérium, hogy „külsőleg is látható szálszakadás” esetén kell cserélni a sodronyt. Ahhoz, hogy biztonsággal ki lehessen használni a megnövelt élettartamot, követni kell a károsodás akkumulációját az idő függvényében. Ehhez a sodronyt az átmérő kb. tízszeresét kitevő szakaszokra osztják, és szakaszonként egy bevált algoritmus segítségével számítják a várható akkumulált károsodási értéket, és a számítógép jelzi, hogy mikor célszerű cserélni a sodronyt. Ezen a módon kvantitatíve is meg lehet jósolni a fémgörgők műanyag görgőkre történő cseréjének előnyeit, és biztonsággal ki lehet aknázni a megnöött élettartamot.*

Összeállította: Dr. Bánhegyi György  
[www.polygon-consulting.ini.hu](http://www.polygon-consulting.ini.hu)

Bisesti, I.: Am laufenden Band mit der richtigen Rolle. = *Plastverarbeiter*, 56. k. 2007. p. 64–65.

Ehrig, F.; Henne, M.; Kunz, J.: Wenn ungleiche Partner sich binden. = *Plastverarbeiter*, 57. k. 12. sz. 2006. p. 62–63.

Marquardt, H-G.; Barthel, T.: Betriebsdauerzuwachs für Drahtseile. = *Hebezeuge und Fördermittel*, 46. k. 11. sz. 2006. p. 548–551.