

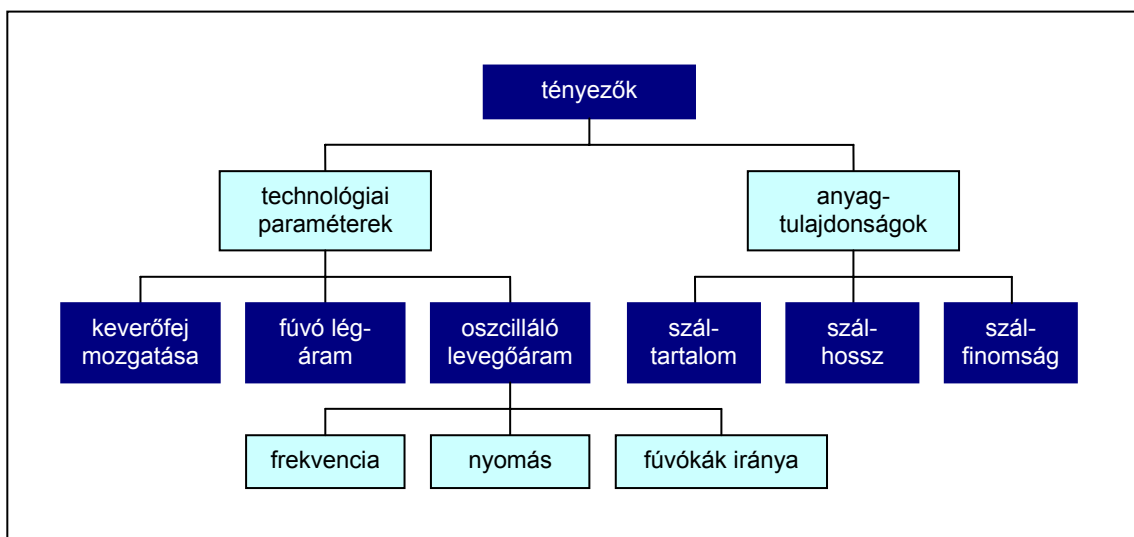
## Hosszú szállal erősített műanyag elemek tulajdonságainak optimalizálása

A szállal erősített PUR elemek egyik fő alkalmazási területe a könnyűszerkezetes építés, amelyben fontos, hogy az elem szilárdsága az igénybevétel irányában a lehető legnagyobb legyen. Az LFI technológia tüzetes vizsgálatával sikerült ezt a követelményt még pontosabban meghatározni.

*Tárgyszavak: poliuretán; kompozit; üvegszál; könnyűszerkezetek.*

### Irányított szálerősítésű poliuretánkompozit előállítása

Járműipari építőelemek gyártásánál gyakran alkalmazzák a hosszú szállal erősített habosítható poliuretánrendszereket. Ezek feldolgozása során az LFI (Long Fiber Injection) eljárásban a meghatározott hosszúságra vágott üvegszálat levegőárammal szállítják egy keverőfej kilépő oldalára, majd a szál a poliuretánmátrixszal együtt kerül a nyitott szerszámba. A befröccsentés és a szerszámzárás után a poliuretán-üvegszál rendszer megszilárdul és az összetételtől függően habosodik.



1. ábra A kompozit kialakulására ható tényezők az LFI eljárásban

Az alapeljárásban az üvegszál véletlenszerűen oszlik el, így az anyagtulajdonságok izotrópiát mutatnak. Az eljárásban kapott kompozit tulajdonságait mind a techno-

lógiai paraméterek – mindenekelőtt a szállító és az oszcilláló levegő viszonyának változtatásával – mind az anyagtulajdonságok megválasztásával jelentősen lehet befolyásolni, amint ezt az *1. ábra* mutatja. A kompozit építőelemeknél gyakori követelmény, hogy a mechanikai tulajdonságok a terhelésnek megfelelő irányban jobbak legyenek, mint az arra merőleges irányban. Ezt a fejlesztés során az *irányított szálerősítés* megoldásával érték el. *A módosított új eljárás az A-LFI, ahol az A betű az aligned (sorbaállított) szóra utal.*

A technológiai paraméterek optimalizálása céljából először magát a folyamatot analizálták. Mindenekelőtt a szálak és a mátrix, valamint a kétféle levegőáram kölcsönhatását vizsgálták a gyártási folyamat különböző fázisaiban. A vizsgálatnál a többi paramétert – a szalagsebességet, a keverőfej távolságát a szerszámtól és a keverőfej pozícióját – nem változtatták. Kiindulási állapotként az izotróp szerkezethez tartozó paramétereket rögzítették. A befröccsentési folyamatot nagysebességű kamerával vették fel és analizálták, továbbá optikailag is értékelték a szál elhelyezését a szerszámban a formaadás előtt. A kísérleteket a **Drezdai Egyetem Lichtbau und Kunststoff Institut** berendezésén végezték.

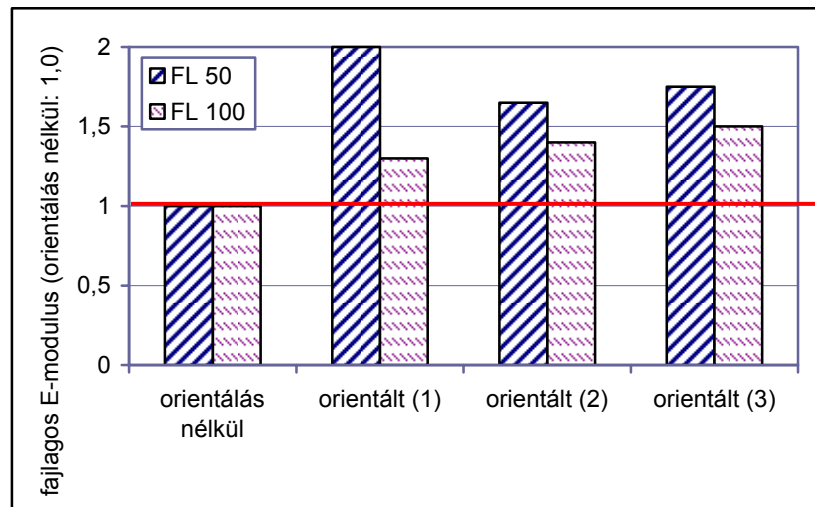
Az első sorozatban a fűvő és az oszcilláló levegő nyomásának egymáshoz való viszonyának hatását vizsgálták 12,5, 25, 50 és 100 mm hosszú szálhosszaknál. A mérések szerint az üvegszál tartalmazó poliuretánkeverék lerakására az oszcilláló fűvők szabályozása és gyakorisága van leginkább hatással. A várakozásnak megfelelően a befűvött levegő nyomásának növelése szűkebb szórási kúpot, és ezáltal kisebb szélességben lerakott szálréteget eredményez. Megállapították azt is, hogy minél kisebb a szálhossz, annál turbulensebb a szálak mozgása, míg a hosszabb szálakat kevésbé lehet mozgatni.

A kamerák felvételeinek tanulmányozása alapján meghatározták azon paraméterkombinációkat, amelyekkel a szálakat bizonyos (a vizsgált esetben  $0^\circ$ ) irányba orientálni tudják a szerszámba adagolás során. Mivel kiderült, hogy *az orientáció a száláram szűkítésével érhető el, a szerszám egyenletes kitöltése érdekében növelni kellett a szórófűvők számát.*

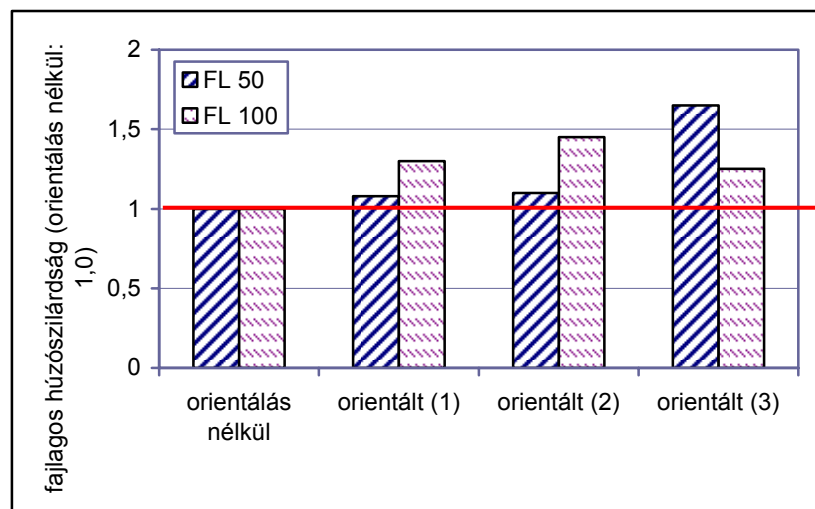
Az elsődleges értékelést a szerszámban lerakott szálréteg optikai képe alapján végezték, majd a kész kompozitból metszeteket készítettek egyrészt a megcélzott  $0^\circ$ -os irány mentén, majd arra merőlegesen. A metszetek azt mutatták, hogy a választott paraméterekkel elérték, hogy a szálak többsége a kívánt irány mentén helyezkedik el.

A szálorientáció hatását a mechanikai tulajdonságokra az *EN ISO 527-4* szabvány szerinti húzóvizsgálatokban vizsgálták a szabványban szereplő 3. számú próbatesten. A vizsgálatban a húzás iránya a megcélzott irány volt. A kísérletsorozatban különböző paraméterekkel készített három mintát a teljesen izotróp mintával hasonlították össze 50 és 100 mm hosszú üvegszál használata esetén. A húzóvizsgálatok eredményét a *2. és 3. ábra* mutatja be. A *2. ábra* szerint az 50 mm hosszú szálat tartalmazó kompozit fajlagos E-modulusa 100%-kal, a 100 mm hosszú szálnál 50%-kal növelhető. A húzószilárdság is jelentős mértékben növekedett. Az 50 mm hosszú üvegszálnál

a legnagyobb növekedést, 70%-ot a 3. paraméter beállítással érték el, a 100 mm-esnél egy másik beállításnál közel 50% növekedést tapasztaltak.



2. ábra A-LFI kompaundok fajlagos húzási E-modulusa a szálhosszúság és a szálorientáció függvényében (FL = szálhosszúság)



3. ábra A-LFI kompaundok fajlagos húzószilárdsága a szálhosszúság és a szálorientáció függvényében (FL = szálhosszúság)

## LFT gyártása a lehető legkisebb szálrövidüléssel

A német **Extruder Experts** cég már korábban bemutatta *Nexus LFT* nevű „pull-push” (húz-nyom) elven működő berendezését, amelynek segítségével elérhető, hogy a kompaundálás során az erősítő szál 2–6 mm hosszú maradjon. Az eljárásban a

rovingot egy többcsatornás rotorban elhelyezkedő C-formájú csatornákon keresztül áthúzva vezetik az olvadékszivattyúba, ahol a szálakat impregnálják.

A szálát az olvadékban fellépő nagy nyíróerők mintegy „behúzzák” a szivattyúba, amely az impregnált szálát „kinyomja”, vagyis átadja egy másik berendezésnek. A *Nexus* készüléket fröccsöntő géphez, kompaundáló berendezéshez is lehet kapcsolni. Kétcsigás extruderben az olvadékot a *Nexus LFT* az egyik extruderzónából kapja, és az impregnált szál egy későbbi zónában lép be az extruderbe.

A cég szerint a *Nexus* rendszer előnye a pultrúzióval szemben, hogy kisebb teljesítményeknél is gazdaságos és a fröccsöntéshez képest jobb homogenitást lehet elérni. Az eljárást eddig üveg- és szénszállal alkalmazták PP, PA6, PA66 és PES mátrixban, valamint jutaszállal PLA-ban. Mivel a berendezésben öt csatorna van, mód van pl. üveg- és szénszállat együtt tartalmazó hibridek előállítására is. A *Nexus LFT* berendezés 5–600 kg/h teljesítménnyel dolgozik.

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

Werner, A.; Hufenbach, W. A. stb.: Fasern orientiert sprühen = Kunststoffe, 101. k. 11. sz. 2011. p. 74–77.

Expert solution for LFT production = European Plastics News, 38. k. 3. sz. 2011. p. 22.