

## 3.2 | **Növényi rosttal erősített** 3.5 | **polipropilének** 2.8 |

*Tárgyszavak: polipropilén; erősítő szál; lenrost; cellulóz; üvegszál; mechanikai tulajdonságok.*

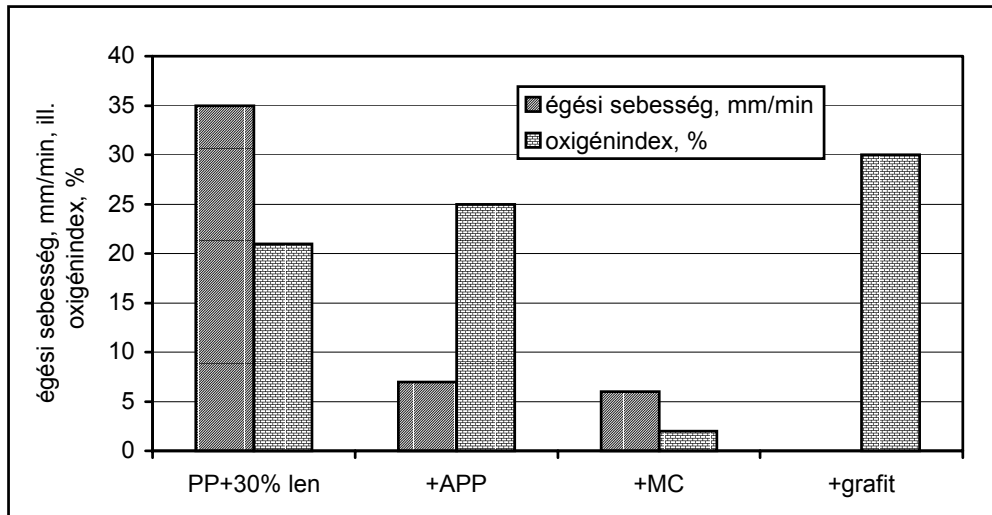
A természetes növényi szállal erősített polipropilének egyre népszerűbbek a járműgyártásban, az építőiparban és az elektrotechnikában, mert az ilyen kompozitok sűrűsége sokkal kisebb az üvegszállal erősítettekénél, és hulladékuk újrahasznosítása is könnyebb. Erősítőanyagként szívesen használnak len- és kenderrostot, falisztet, cellulózt. A kompozitokat folyamatosan fejlesztik. Egyik megoldandó feladat a lenrostot tartalmazó PP jellegzetes szagának mérséklése, ami gátolja alkalmazását a gépkocsi belső terében. Csökkenteni kell a növényi rosttal erősített PP-k éghetőségét, nedvességfelvételét, és természetesen a lehetőségeken belül növelni kell szilárdságukat. A legutóbbi fejlesztések eredménye egy felhabosodó grafittal csökkentett éghetőségű lenrostos PP, a hosszú növényi szálakkal direkt extrudálással készített PP és egy különleges cellulózszállal erősített PP.

### **Lenrosttal erősített, csökkentett éghetőségű PP**

A lenrostot tartalmazó PP-k szilárdsága és rugalmassági modulusa az ásványi anyaggal töltött és az üvegszállal erősített kompozitok hasonló tulajdonságai közé esik. Emiatt, továbbá mérsékelt áruk és  $1 \text{ g/cm}^3$ -nél alig nagyobb sűrűségük miatt felhasználásuk növekszik. A mai igényeket kielégítő, halogénmentes csökkentett PP/lenrost kompozitokhoz égésgátlóként általában ammónium-polifoszfátot (APP) és melamin-cianurátot (MC) adnak. Az APP az égés hőmérsékletén felhabosodik, és hőszigetelő réteget képezve védi meg a tüztől az alatta levő réteget. Ilyen védőréteg kialakulásához 25–30 % (m/m) adalék szükséges.

Hasonló mechanizmussal védi a terméket a Nordmann, Rassmann GmbH egy új égésgátlója, amelyet felhabosodó grafittként (Blähgrafit, BG; márkanéve Nord-Min APP 2) jellemez. Ez 200–900 °C között egyre erőteljesebben duzzad, és nagyon jó a hőszigetelő képessége, kevés füstöt képez, és megakadályozza a PP ömledékének csepegését. 10–25%-os mennyiséget elegendő belőle hozzáadni a PP-hez.

30% lenrostot tartalmazó PP-ből keverékeket készítettek a háromféle égésgátlóval. (PP: Inspire H715-12, Dow Plastics; lenrost: Flachsband Ref. DI 263, Saneco; MC: Melapur MC 50, Nordmann, Rassmann GmbH; APP: Exolith AP 751, Clariant GmbH.) A kompozitok egy részébe vágott szálként keverték be a lenrostot, másik részét laminátumként készítették el. Ehhez először extruderben a PP-hez keverték az égésgátlót, majd a polimert 500 mm-es szélesrésű szerszámmal lenszálszövetre extrudálták, és azt egymásra rétegelve sajtológépben összepréselték. A kompozitok éghetősége az 1. ábrán, mechanikai tulajdonságai a 2. ábrán láthatók.

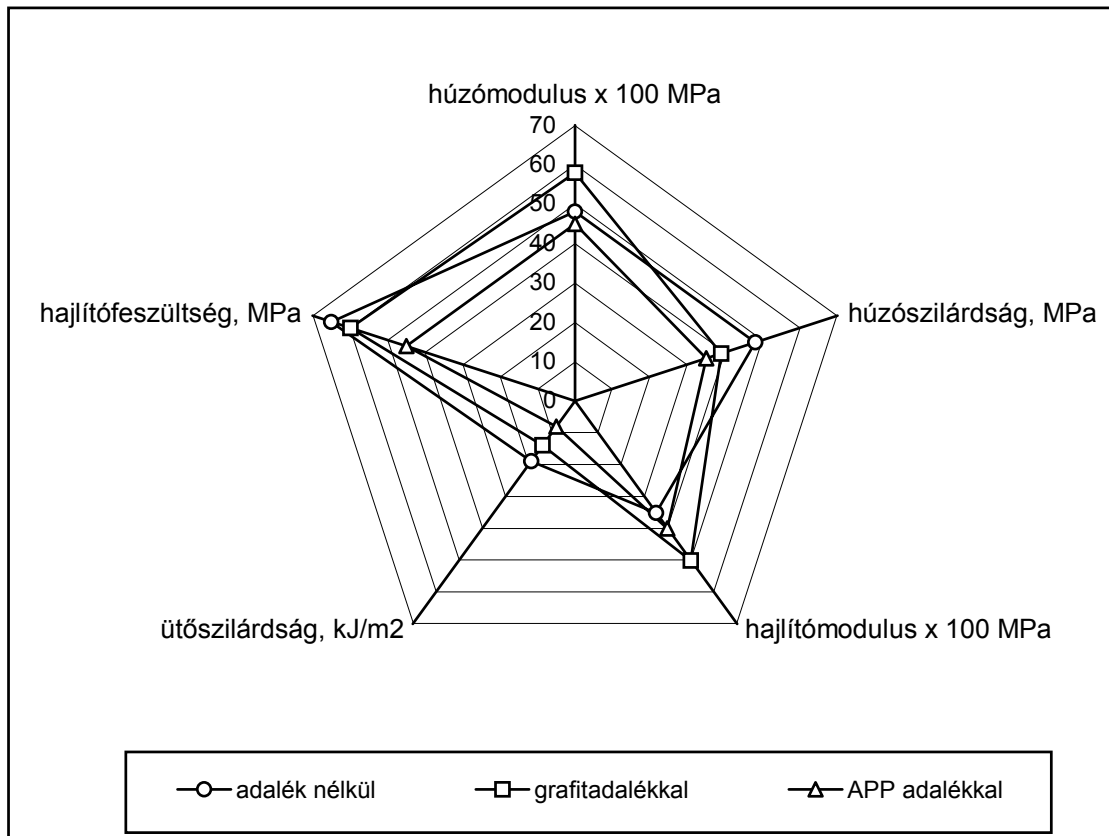


1. ábra 30% lenrostot tartalmazó PP és különböző égésgátlókat tartalmazó változatainak oxigénindexe és FMVSS 302 szabvány szerinti égési sebessége

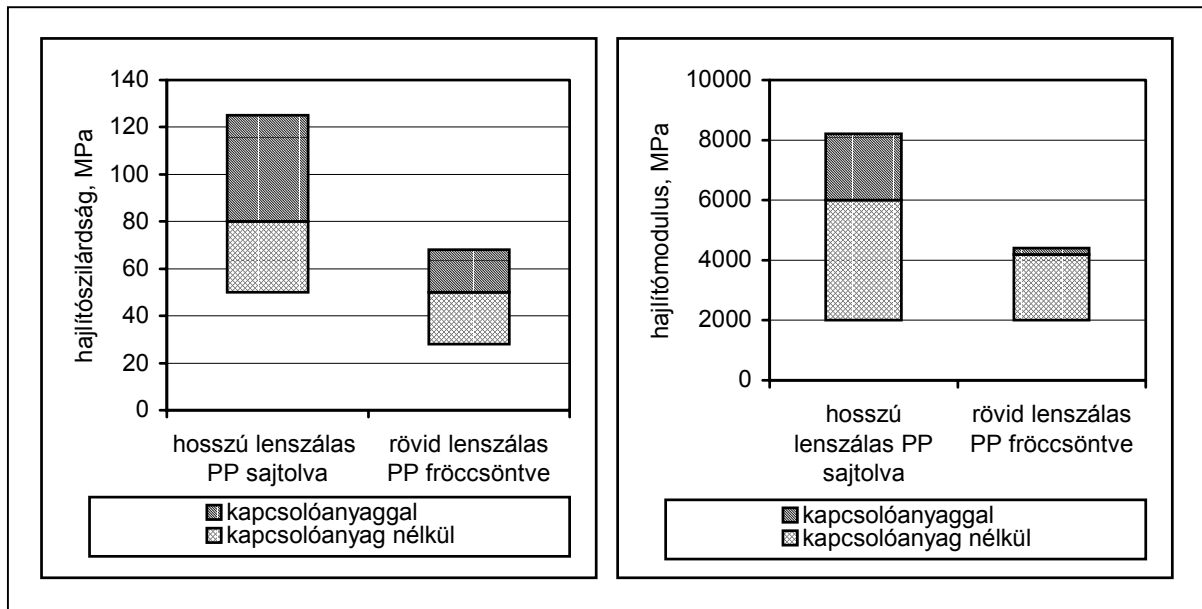
A felhabosodó grafitral adalékolt lenrostos PP-t elsősorban gépkocsik belső terébe és az építőipar számára ajánlják.

## Hosszú természetes szálakkal erősített PP direkt feldolgozása plasztifikáló–sajtoló eljárással

A rövid (néha mindössze néhány  $\mu\text{m}$  hosszú) természetes szálakkal töltött PP-k könnyen feldolgozhatók, pl. fröccsönthetők. Rövid szálakból azonban mindössze 20-40% keverhető a polimerhez, ennél több erősítő anyag már túlságosan megnehezíti az ömledék folyását. A hosszú (>30 mm) szálakból 20–70 % (m/m) is bevihető, az ilyen granulátum vagy polimerrel átitatott szálpaplan azonban csak sajtolással dolgozható fel, ami korlátozza a kialakítandó formát, és viszonylag sok hulladék képződésével jár. A hosszú szálakkal viszont sokkal jobb mechanikai tulajdonságú termékeket lehet előállítani (3. ábra).

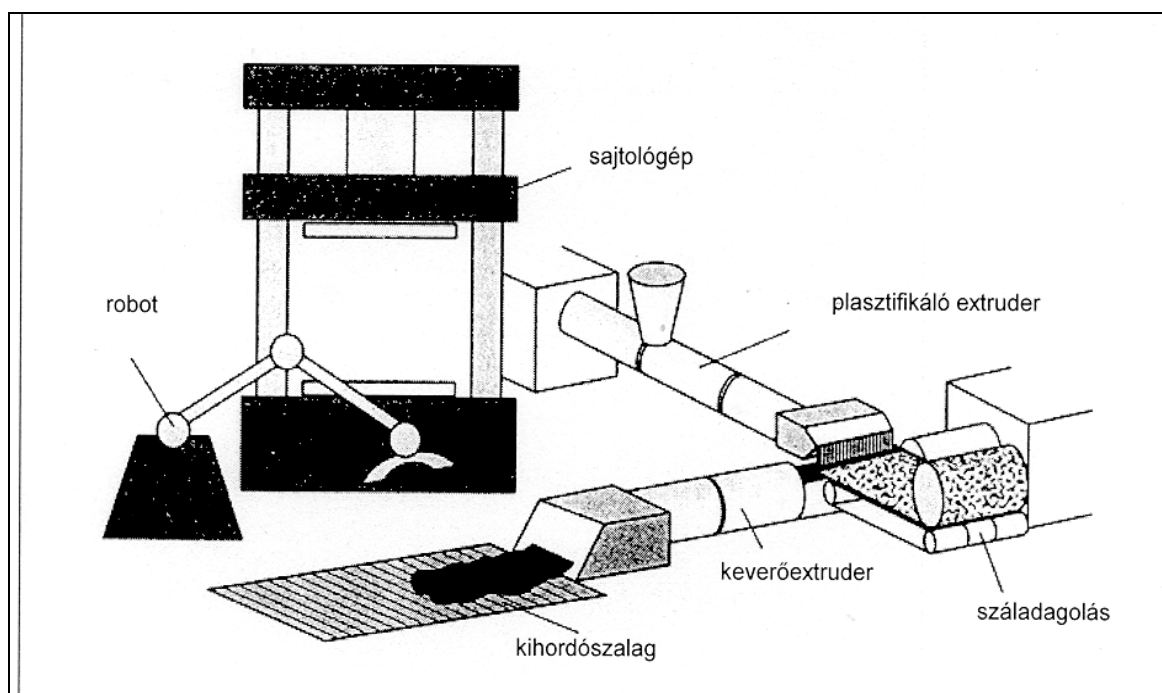


2. ábra 30% lenrostot tartalmazó PP és különböző égésgátlókat tartalmazó változatainak mechanikai tulajdonságai



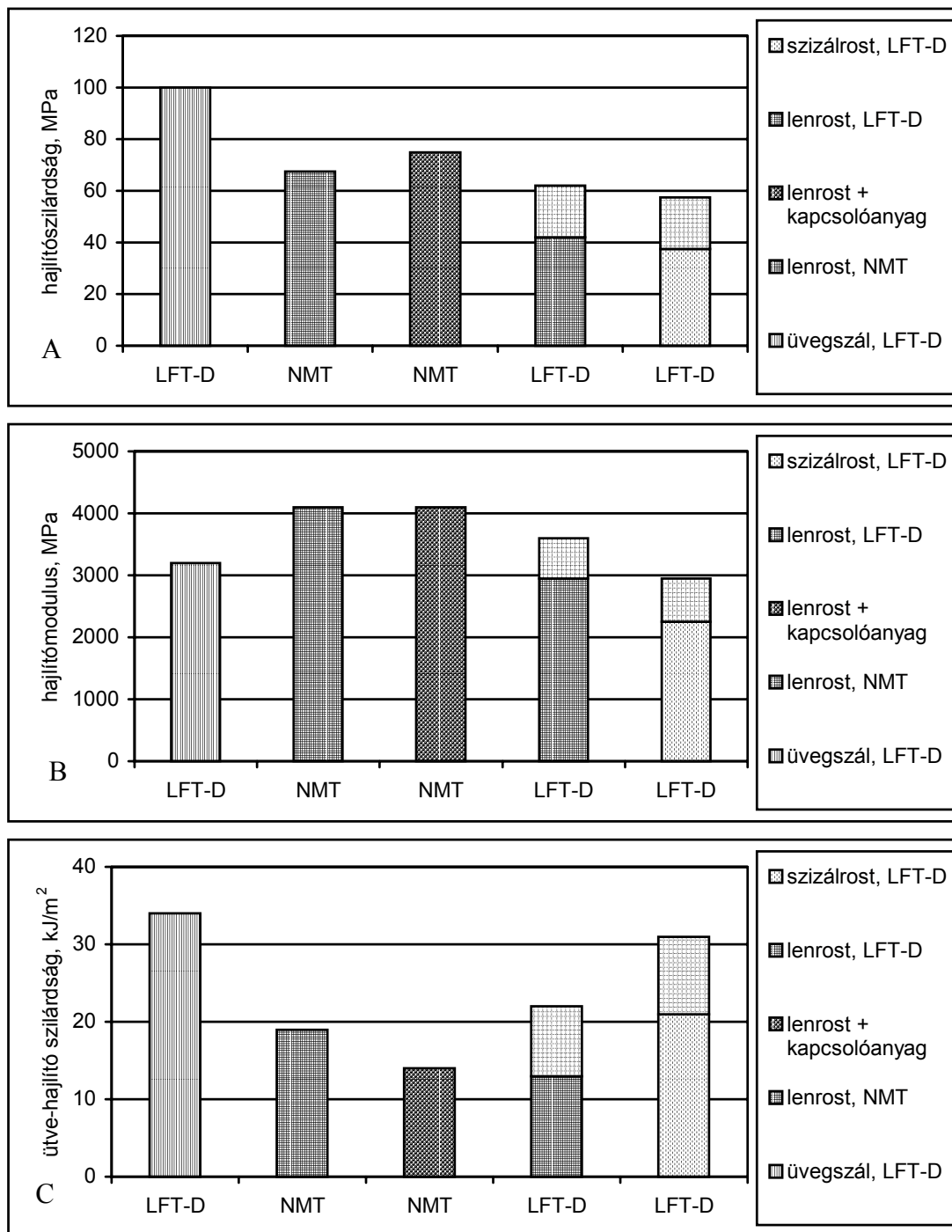
3. ábra Hosszú lencsás PP-ből sajtolt és rövid lencsás PP-ből fröccsöntött próbatestek hajlítószilárdsága és hajlítómodulusa

A hosszú üvegszálakkal erősített hőre lágyuló műanyagok feldolgozását már ipari méretekben alkalmazzák, és az üvegszálak közvetlen bevezetése a polimermátrixba is régen alkalmazott eljárás. A természetes szálak folyamatos betáplálása azonban nincs megoldva. A bálázott szálak szétbontása, szétválasztása, pormentesítése textilipari előkészítő eljárást igényel. A Tübingiai Textil- és Műanyagkutató Intézet (Rudolstadt) a Dieffenbacher céggel (Eppingen) közösen dolgozott ki egy közvetlen plasztifikáló–sajtoló eljárást, amelyben a természetes szálakat laza szövődék formájában egyesítik a plasztifikáló extruderből kiáramló ömledékkal, majd a masszát kétcsigás keverőextruderbe vezetik, ahol az homogén keverékké válik. A szükséges adalékanyagokat a plasztifikálás során adják a polimerhez. A természetes szálak mérsékelt hőállósága miatt (szilárdságuk már rövid ideig tartó 200 °C-os hőhatás után is csökken) a plasztifikálás hőmérsékletét optimalizálni kell. A keverőextruder a rövid időtartamú hőhatás és a különleges csigakialakítás révén kíméli a természetes szálakat. A folyamatosan kiáramló ömledékszalagot – amelynek szélességét és levágott hosszát a késztermék méreteinek megfelelően állítják be – robotkar helyezi be a sajtológépbe (4. ábra).

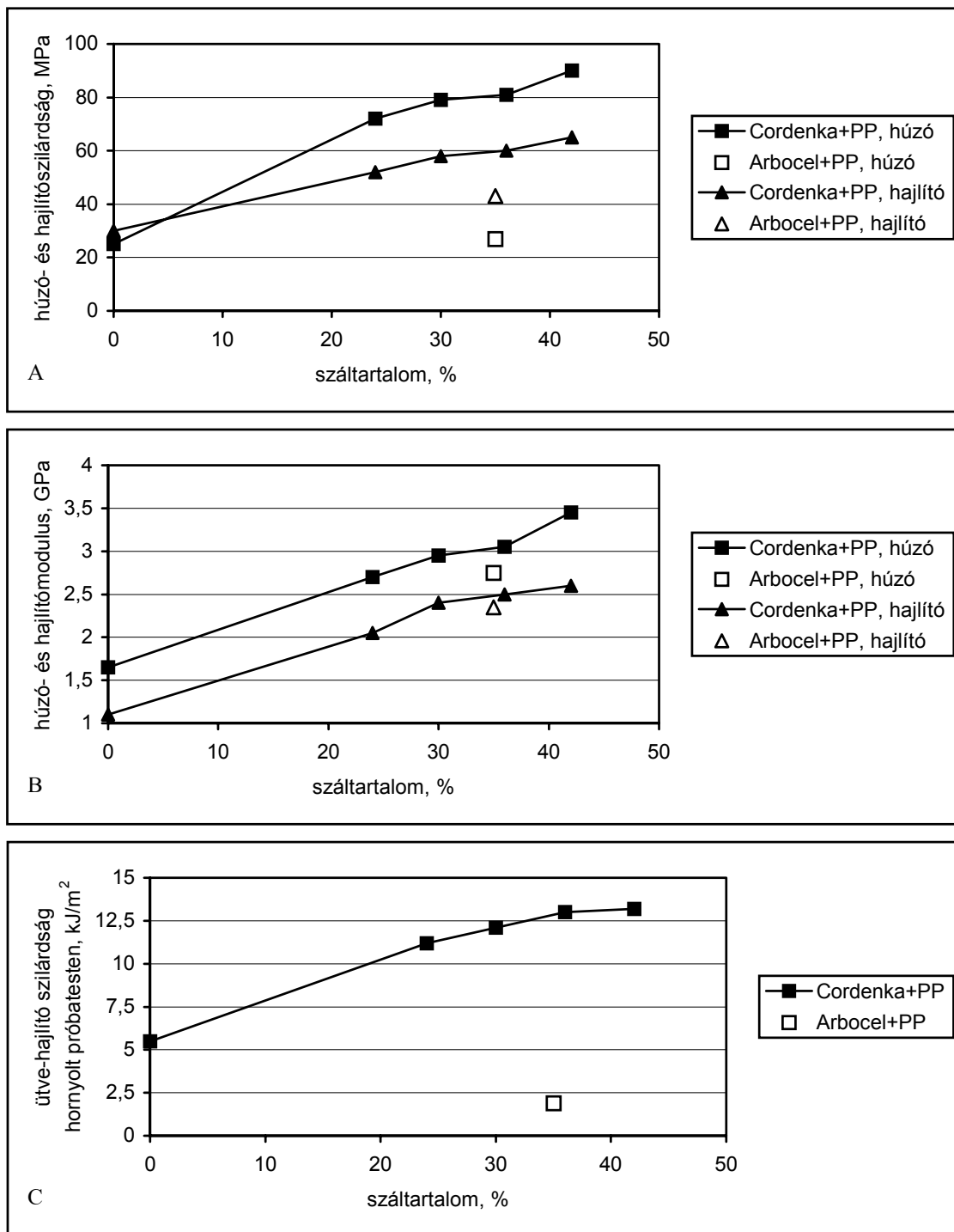


4. ábra Direkt sajtolás a természetes szálak folyamatos adagolásával

A Dieffenbacher cég a Dow cég C711-70 RNA típusú polipropilénjét felhasználva az új eljárással len- és szizálszállal erősített padlóburkolatot készí-



5. ábra 30% hosszú üvegszállal és természetes szállal erősített PP-ből hagyományos (NMT) és direkt sajtolással (LFT-D) elkészített próbatestek hajlítószilárdsága (A), hajlítómódulusa (B) és ütve-hajlító szilárdsága (C). (Az LFT-D eljárással gyártott, növényi rosttal erősített PP potenciális tulajdonságjavulását az oszlop felső, eltérő mintával jelölt része jelzi.)



6. ábra A cellulóztartalmú keverékek mechanikai tulajdonságai

tett gépkocsikba. A hosszú erősítő szálakkal direkt feldolgozással (LFT-D eljárással) sajtolt próbatesteken mért tulajdonságokat összehasonlították hagyományos módon átitatott szálpaplanokból (NMT eljárással) sajtolt próbateste

ken mért tulajdonságokkal. A természetes szálak mellett üvegszállal erősített próbatesteket is vizsgáltak. A vizsgálati eredmények az 5. ábrán láthatók. A természetes szállal erősített PP-k mechanikai tulajdonságai elmaradnak az üvegszállal erősítettekétől, és a direkt eljárással készített próbatesteké (az ütésállóságot kivéve) a hagyományos eljárással gyártottakétól. Az új feldolgozási eljárás paramétereinek optimalizálásával, a száeloszlás egyenletesebbé tételével, kapcsolóanyag alkalmazásával azonban még jelentős mértékű tulajdonságváltozásra lehet számítani.

## Cellulózzal erősített PP

A cellulózzal erősített kompozitok készítéséhez kétféle cellulózt használtak: az Acordis cég nagy teljesítményű, Cordenka 700 márkanévű végtelen cellulózszállját, amelyet gépkocsiabroncsok kordszövetéhez fejlesztettek ki, és a Rettenmaier cég természetes, Arbocel BC 200 márkanévű cellulózt, amelynek átlagos szálhosszúsága 300  $\mu\text{m}$ , átlagos szálátmérője 20  $\mu\text{m}$ . A polimermátrix Stamylan P412MN10 márkanévű polipropilén (gyártja DSM) volt. A szál és a mátrix jobb tapadása érdekében a keverékhez 3% malein-savanhidriddel ojtott PP-t (Fusabond P MD-353D, DuPont) adagoltak.

A végtelen Cordenka szálat és a tapadásnövelő adalékot tartalmazó PP-ömlédeket együtt átvezetve a fúvókán szállításos profilhúzással (pultrúzióval) zsinórt extrudáltak, amelyet 2 mm-es granulátummá aprítottak, majd szárítás után ismét extrudáltak és granulálták az anyagot. A granulátum száltartalmát (24–42%) a fúvókán átvezetett cellulózszálok száma határozta meg. A vágott Arbocel szálat egyszeres extrudálással, 35%-os mennyiségben keverték be a tapadásnövelő adalékot tartalmazó PP-be. A keverékek néhány tulajdonságát a 6. ábra és az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat

A különböző szállal erősített és erősítetlen PP néhány tulajdonsága

PP-típus	Szál-tartalom %	Sűrűség $\text{g/cm}^3$	Húzó-szilárdság MPa	Hajlító-modulus GPa	Ütőszilárdság $-40\text{ }^\circ\text{C-on}$ , $\text{kJ/m}^2$	Ütőszilárdság $23\text{ }^\circ\text{C-on}$ , horonyolt $\text{kJ/m}^2$
PP*, erősítetlen	0	0,899	24	1,09	10	5,6
PP* + Arbocel	35	1,034	27	2,33	9	1,9
PP* + Cordenka	30	0,999	79	2,37	50	12,1
PP**+ üvegszál	30	1,140	80	4,10	17	15***

\* Stamylan P 412MN10, \*\*Stamylan P 63G1030, \*\*\*U alakú horonnyal mérve.

Látható, hogy a Cordenka szállal erősített PP húzószilárdsága eléri az üvegszállal erősítettét, amit korábban természetes szállal nem lehetett megvalósítani, de Kevlar vagy Nomex szállal is legfeljebb 56 MPa-ig tudtak felmenni (igaz, 20% erősítő szállal és más PP-mátrixszal). A hornyolt próbatesten mért ütve-hajlító szilárdság értéke is megközelíti az üvegszál PP (ugyancsak más körülmények között mért) értékét. A hajlítómodulus ezzel szemben csak 58%-a, ami összefügghet a szálorientációval is. A természetes vágott cellulózszálnak, az Arbocetnek a vizsgálat körülményei között nincs erősítő hatása.

**(Pál Károlyné)**

Schwarz, U.; Pflug, G.; Reinemann, S.: Polypropylen-Flachs-Compounds flammgeschützt ausgerüstet. = Kunststoffe, 92. k. 5. sz. 2002. p. 93–94.

Reußmann, Th.; Mieck, K.-P.; Brüssel, R.: Naturfaserverstärktes Polypropylen. = Kunststoffe, 92. k. 7. sz. 2002. p. 86–89.

Weigel, P.; Ganster, J. stb.: Polypropylen-Cellulose-Compounds. = Kunststoffe, 92. k. 5. sz. 2002. p. 95–97.