

## Speciális műanyagok az autópárhban

A gépjárművekben felhasznált műanyagok részaránya folyamatosan nőtt az elmúlt években. Napjainkban az elektronikai berendezések terjedése miatt a fejlesztők figyelmé e terület felé fordul. A bioüzemanyagok megjelenése pedig a vegyszerállóság tekintetében állítja új kihívások elé a műanyag-gyártókat.

*Tárgyszavak: műszaki műanyagok; autópárh; lézeres hegesztés; karcállóság; PP kompaundok; mechatronika; vegyszerállóság.*

## Elektronika és műanyagok az autópárhban

Annak ellenére, hogy a jelenlegi válság az autópárh növekedését visszavetette, a szakértők egyetértenek abban, hogy az egy gépkocsira jutó elektronika mennyisége folyamatosan nőni fog (1. táblázat). A **Mercer Management Consulting** becslése szerint az autóelektronikai szegmens 2005–2015 között kb. 6%-kal nő évente. A **BASF** is arra következtetésre jutott, hogy 2015-re az autók értékének mintegy 30%-át fogják kitenni a villamos és elektronikai alkatrészek (az előbbi 10%-ot, az utóbbi 20%-ot). A biztonsági követelmények növelni fogják az elektronikai innovációk számát. A kábelköteg már ma is az egyik legnagyobb egyben épített alkatrész a gépkocsikban. Az utasbiztonság és kényelem mellett a tömegcsökkentés és a hatékonyabb, környezetkímélőbb üzemanyag-felhasználás is szükségessé teszi a fejlett elektronika minél szélesebb körű alkalmazását. A műanyagok kis tömege és a gyártási integráció, valamint a szabad formakialakítás lehetősége mind amellet szól, hogy egyre több műanyagot alkalmazzanak az autópárh villamos és elektronikai alkatrészek gyártásakor. A hatvanas években is voltak már villamos alkatrészek a gépkocsikban, de elektronika alig – *ma pedig egy felsőbb osztályú gépkocsi akár 70 elektronikus vezérlőegységet is tartalmazhat.*

A kipörgésgátlókkal felszerelt gépkocsik száma a **Bosch** adatai szerint folyamatosan nő. Különösen gyors a növekedés a NAFTA régióban, ahol úgy tűnik, hogy 2012-től kötelező lesz az új gépkocsikban felszerelni. Az EU-ban 2015-től lesz kötelező minden új autóba beépíteni, de az új modellekbe már 2012-től. Ázsiában is nagy növekedésre lehet számítani.

Számos más olyan szenzor, végrehajtó (aktuátor) és vezérlőegység van az autópárhban, amelyek elkészítése műanyagok nélkül elképzelhetetlen, pl. a szervokormány, ülésvezérlés, „fedélzeti számítógép”, villamos gázpedál, útérzékelő, meghajtásvezérlés, világításvezérlés, olajérzékelő, automatikus gyújtásvezérlés, légáramlás-szabályo-

zó, blokkolás- és kipörgésgátló, motorvezérlés, légzsákérzékelő, navigációs rendszer stb.

1. táblázat

Az autóiipari részegységek értéke (Mrd EUR) és várható éves növekedésük (%)  
2005–2015 között

Részegység	2005	2015	Éves növekedési ütem, %
Alváz	13	23	5,9
Motor és meghajtás	28,5	46	4,9
Karosszéria	19,5	35	6,0
Belső tér	31	61	7,0
Villamosság és elektronika	38	65	5,5
<b>Összesen</b>	<b>130</b>	<b>230</b>	
Villamosság és elektronika részaránya, %	20	≥30	

Egyre nagyobb érdeklődés mutatkozik a mechatronikai egységek beépítése iránt, amelyeket egyre kisebb helyre, egyre csökkenő tömeggel kell elhelyezni és megtervezni – ami azt jelenti, hogy egyre kisebb falvastagsággal. Az ehhez szükséges követelményeket csak a legkorszerűbb műszaki műanyagokkal lehet kielégíteni. További követelményként lép fel a *lézeres hegeszthetőség, a hidrolízis- valamint vegyszerállóság (pl. kalcium-kloriddal, bioüzemanyagokkal szemben)*, ciklusos hősokkállóság. Ezeket a követelményeket kielégítő korszerű műanyagok pl. a poliamidok (PA) és a poliésztercsoportba tartozó poli(butilén tereftalát) (PBT), amelyeket többek között a BASF cég kínál *Ultramid*, ill. *Ultradur* márkaneven.

## Mechatronikai alkalmazások

A modern, kompakt, integrált mechatronikai egységek abban különböznek a hagyományos rendszerektől, hogy a szenzor, az aktuátor és az elektronika magába a mechanikus egységbe van integrálva, vagy annak közvetlen közelében helyezkedik el. Ahhoz, hogy a kábelezést és a csatlakozások számát jelentősen csökkenteni lehessen, a terméknek kicsinek, könnyűnek és megbízhatónak kell lennie. Korábban a mechatronika fő hajtóereje a villamos és a gépipar volt, most egyértelműen az autóiipar vette át a vezető helyet. Tipikus mechatronikai egységnek számítanak a hajtásvezérlések. A **Volkswagen** 2006 óta használja például az *Ultradur B4300 G6* jelű anyagot a kettős kuplung meghajtásvezérlésében. A forró olajnak is ellenálló PBT lehetővé teszi, hogy közel két tucat szenzort, aktuátort és a hozzájuk tartozó összekötőket egyetlen egységbe integrálják. Egy újabb kettős kuplung hajtásvezérlésben a különösen nagy hőstabilitású *Ultramid A3WG6*-ot alkalmazzák. Mivel a hajtásokban használt olajok

agresszívebbek és kevésbé standardizáltak, mint a motorolajok, és a hőmérséklet is magas, ez az alkalmazás különösen nagy igénybevételt jelent.

Különleges mechatronikai egységeket lehet előállítani a lézerrel aktiválható műanyag típusokból, mint amilyen az *Ultramid T 4381 LDS*. A lézerre érzékeny adalékanyagok segítségével a műanyagból olyan góccok válnak ki, amelyek lehetővé teszik a könnyű és tartós galvanizálást, és így bonyolult vezető kapcsolatok hozhatók létre. Az ún. 3D-MID (molded interconnected device) technológia segítségével integrált kapcsolóelemeket lehet előállítani, nyomtatott áramkörök és kábelezés nélkül. Az *Ultramid T LDS* család részben kristályos, részben aromás, erősített PA 6/6T típus, amelynek a terhelés alatti behajlási hőmérséklete 265 °C (0,45 MPa terhelés mellett) és kibírja az ólommentes forrasztás hőmérsékletét (295 °C).

## Hegeszthetőség és folyóképesség

Az autóiparban is egyre inkább terjed a *lézeres hegesztés*, amelynek során egy lézerek számára átlátszó és egy lézert elnyelő alkatrészt hegesztenek össze érintésmentesen, mechanikai terhelés és forgácsolás nélkül, és az elektronikát sem veszélyezteti a mechanikai rezgés, amely néhány más hegesztési eljárás (pl. dörzshegesztés, ultrahangos hegesztés) velejárója. Nincs szükség ragasztókra sem a nagy megbízhatóságú kötések kialakításához. A hegesztés során a lézert elnyelő alkatrész olvad meg, és ez tapad hozzá a lézer számára átlátszó alkatrészhez. Az átlátszó anyagot úgy kell kiválasztani, hogy annak átteresztőképessége jó és egyenletes legyen. A BASF erre a célra fejlesztette ki a távoli IR számára átlátszó, egyébként fekete színű *Ultramid A3WG6 LT* (PA66) típust, de tovább bővíti *Ultradur* választékát is erre az alkalmazási területre.

Az előzőekben említett vékony falú termékek csak akkor állíthatók elő megbízhatóan, ha az alkalmazott műanyag folyóképessége nagy – miközben megmarad a szilárdsága, merevsége, hőállósága stb. Ezt manapság nanoadalékok segítségével érik el. A BASF ezeket a típusait „High Speed” (nagy sebességű) jelzővel forgalmazza. Ennek a családnak a tagja a frissen piacra kerülő *Ultradur B4520 High Speed*. A megoldás kiterjeszhető a poliamidokra is, ezt igazolja az *Ultramid A3EG7 High Speed* típus (PA66), amelyet hőstabilizált és a motortérbeli alkalmazásokhoz ajánlanak. A nagy folyóképesség előnyei több oldalról is kihasználhatók: rövidebb ciklusidő, kisebb fröccnyomás, kisebb záróerő, biztosabb szerszámkitöltés (kevesebb selejt). Az *A3EG* családba tartozó műanyagok világos alapszínűek, ezért a vevő kívánságra többféle színben előállíthatók.

## Vegyszer- és hőállóság

Az Egyesült Államokban bevezetett, de más régiókban is jelentőségre szert tevő *USCar-Test* követelményei szerint a villamos és az elektronikai egységben felhasznált műanyagoknak az eddiginél is nagyobb hidrolitikus ellenállást kell tanúsítaniuk ahhoz, hogy gépkocsiban is felhasználhatók legyenek. A poliamidok általában teljesítik a vizsgálat követelményeit, azonban a legtöbb piacon levő PBT típusnál – amelyeket

méretstabilitásuk miatt egyébként szívesen alkalmaznának ezen a területen – a bomlás jelei mutatkoznak. A PBT hidrolízise tulajdonképpen az előállításánál felhasznált reakciók megfordítottja. A láncok rövidülése miatt az anyag hamarosan rideggé válik.

Ciklusos vizsgálatokban  $-40$  és  $+150$  °C között változtatják a hőmérsékletet, állandó hőmérsékletű tartamvizsgálatoknál pedig  $85$  °C-on  $85\%$ , vagy gyors vizsgálatok esetében  $110$  °C-on  $100\%$  relatív nedvességet használnak. Az ilyen körülmények között is megfelelően teljesítő *Ultradur* (PBT) típusokat HR (Hydrolysis Resistant, azaz hidrolízisálló) jelöléssel látják el (ld. pl. az *Ultradur HR B4300 G6 HR* és az *Ultradur B4330 G6 HR* típusokat). Az utóbbi típus alkalikus körülmények között is kiváló hidrolízisállóságot mutat. A hidrolízisállósági tesztekben gyakran extrém hőciklusokat is alkalmaznak, ami pl. különösen fémbetétes termékeknél nagy jelentőségű, ugyanis a termikus feszültségek miatt az anyagnak kitűnő alacsony hőmérsékletű ütésállóságot kell mutatnia, hogy a repedezés ne induljon el, a jó hidrolitikus stabilitásra pedig többek között azért van szükség, hogy a repedezés lassabban terjedjen nedves körülmények között.

## **Vegyszerállóság és fémekhez való tapadás**

Tekintettel arra, hogy a modern bioüzemanyagok a hagyományos benzin mellett kis szénatomszámú alkoholokat (metanolt és etanolt) is tartalmaznak, az ezzel érintkező műanyagoknak vegyszerállónak kell lenniük ezekkel a komponensekkel szemben is. Tekintettel az alkoholok benzintől eltérő polaritására, ez egészen más oldhatósági jellemzőket követel.

Az utak szórásához használt sóból keletkező tömény NaCl oldat a horganyzott acéllemezekkel érintkezve cink-kloridot eredményez, ami ismét újfajta vegyszerállósági követelményeket támaszt. Az USA-ban és Japánban a jégmentesítésben egyre jobban terjednek a kalcium-kloridot (is) tartalmazó sókeverékek, ezért vizsgálni kell ezek tömény oldataival szembeni ellenálló képességet is.

Ha fém és műanyag érintkezik, a kapcsolatnak általában gáz- és víztömörnek kell lennie, különben fennáll pl. a fémvezetékek elszennyeződésének vagy a rövidzár kialakulásának veszélye. A BASF *Ultramid Seal-Fit* néven kínál anyagot és technológiát, amelyben nem erősített, átlátszó kopoliamiddal öntik körül a fém vezetősávokat. Ez a kialakítás egyszerűbb, mint a manapság leggyakrabban alkalmazott szilikonos, ömledékragasztós vagy gyantaimpregnálásos megoldások. Előnyt jelent, hogy a védőréteget a szokásos fröccsöntési technológiával lehet felhordani (esetleg más fröccsöntési lépésekkel többlépcsős fröccsöntésben kombinálni). Megoldható pl. az, hogy a fém vezetőket először *Ultramid Seal-Fit* technológiával bevonják, majd ezt a félkész terméket öntik körül pl. a ház anyagával.

## **Karcállóság javítása adalékanyagokkal**

Manapság aki autót vásárol, elvárja, hogy a gépkocsi belső tere még több évi használat után is újszerű benyomást keltsen. Ezt a várakozást nyilván nem teljesíti egy

olyan műanyagból készült műszerfal vagy középső konzol, amelyen már viszonylag csekélyebb behatásra is esztétikát rontó karcolások keletkeznek. Minden karcolással csökken az autó eladási értéke és vele a vevő elégedettsége is. A vevők vonzó, értéket sugárzó környezetet várnak el, ezért sima felületek helyett gyakran barkázott, kellemes tapintású felületeket kell készíteni. *Különösen nagy az igény sötétebb, barkázott felületekre.* Manapság a gépkocsik tömegének mintegy 20%-át alkotják műanyagok, elsősorban poliamidok, ABS, polikarbonát, hőre lágyuló poliuretán és polipropilén. A karcállóság javításának egyik lehetséges módja a nemesebb, de drágább anyagok alkalmazása (pl. poliamid vagy ABS), vagy a műanyag utólagos bevonása védőlakkal vagy egyéb bevonattal – de ennek költségei csak a drágább gépkocsiknál térülnek meg. A közepes és alacsonyabb kategóriájú gépkocsik tervezésénél minden centen spórolni kell. Éppen ezért szívesen használják az olcsóbb polipropilén (PP) típusokat, amelyeknek szilárdságát legfeljebb 20% talkum hozzáadásával javítják. A kompaundokban a PP és a talkum mellett gyakran használnak TPO (termoplasztikus poliolefin) adalékot is a mechanikai és a felület esztétikai tulajdonságainak javítására.

## **Karcálló PP kompaundok**

Nagy igény van tehát a gépkocsigyártók részéről tartósan karcálló polipropilén alapú kompaundokra, amelyből ajtófogókat, műszertáblákat, ütközőket, ajtóborításokat és központi konzolokat lehet készíteni. Az anyagnak olcsónak, könnyen feldolgozhatónak, mechanikailag stabilnak, barkázhatónak és minél karcállóbbnak kell lennie. A barkázottság és a karcállóság első pillantásra egymásnak ellentmondó követelménypárnak tűnik, hiszen a barkázott felületbe könnyebben beleakad minden éles tárgy, vagyis könnyebben karcolódik, mint egy sima felület. A veszély csökkentésére gyakran olyan adalékokat adnak a polimerhez, amely lehetővé teszi, hogy felületén az éles csúcs könnyebben elcsússzon. PP alapú kompaundokban a leggyakrabban alkalmazott, *karcállóságot javító adalékok az amidok, szilikonolajok, esetleg ojtott polipropilén kopolimerek.* Ezek többsége azonban nem kínál tartós megoldást és jelentős a kipárolgás veszélye is [ami a belső üvegfelületek bepárásodásához („fogging”) vezetnek]. A kismolekulás adalékok szaga sem elhanyagolható, és manapság egyre inkább kerülnek a belső térben a párolgó szerves vegyületeket, mert azok környezeti terhelést jelentenek az emberi szervezet számára. A szilikonok és az amidok a felületre migrálva olajszerű foltokat képeznek és tapadós tapintást eredményeznek. Az ojtott polimeradalékok ugyan kevésbé migrálnak, de lényegesen drágábbak a kismolekulás adalékoknál, és általában rontják a spirál folyási teszttel vizsgált folyóképességet [ezen a szinten a megszokott folyási index (MFI) mérések sokszor nem elegendőek].

Új megoldást kínál a problémára az **Evonik Goldschmidt GmbH Tegomer AntiScratch 100** nevű terméke, amely nem mutatja a kismolekulás adalékok hátrányait, viszont kedvezőbb áron kapható, mint az ojtott polimer alapú termékek. Az adalék teljesítőképességének vizsgálatára egy sor PP/TPO/talkum kompozitot készítettek különböző adaléktartalommal. Változtatták a talkumtartalomtól kívül az átlagos szemcseméretet és a módosított sziloxánadalék mennyiségét. *Általában minél kisebb a szem-*

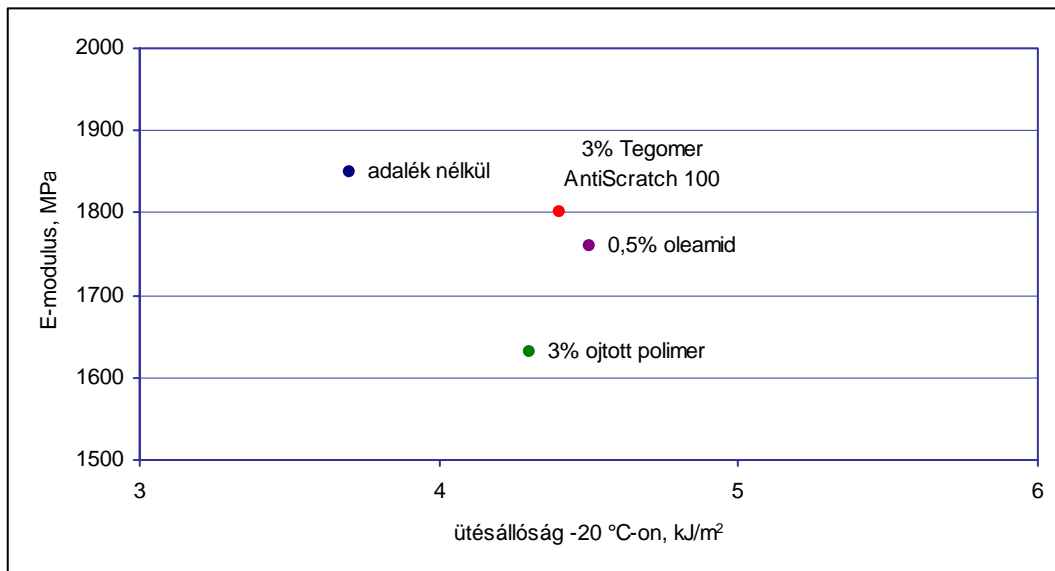
*cseméret, annál jobb a karcállóság.* Ugyanakkor az is igaz, hogy a szürke talkum alkalmazása esetén kevésbé „világít” a karcolás, mint a nagyon fehér, többnyire igen finom szemcsés talkumoknál. A karcállóság vizsgálatára sokféle berendezést használnak, ezek közül az egyik legfontosabb az *Erichsen teszt*, amelyben egy acéltűt használnak különböző (5 és 30 N közti) erővel a felületnek nyomva. A talkum minden esetben fontos szerepet játszik, ugyanis minél mélyebb a karcolás, annál nagyobb az eltérés a sima, sötét műanyagfelszín és a karcolásban szabaddá váló talkumszemcsék világossági foka között. Az eltérést az ún. delta L értékkel jellemzik, amelyet konfokális lézermikroszkópiával lehet megállapítani. Az eltérés annál nagyobb, minél több talkum van a mintában, 40% talkumtartalomnál pl. már a legkisebb karcolás is jól látható.

## **Adalékokkal szembeni követelmények**

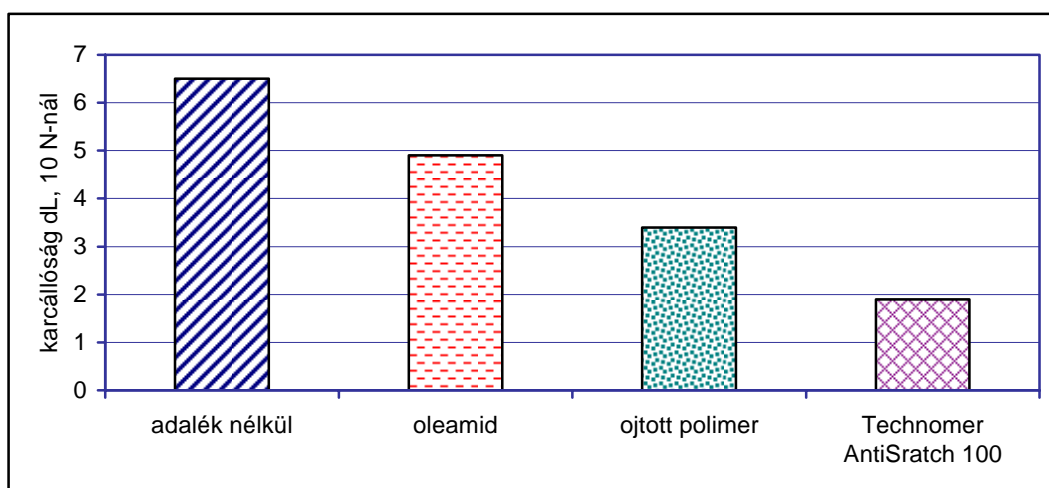
Manapság a korszerű adalékokkal szemben számos követelményt támasztanak. Először is rövid távon kell biztosítani a karcállóságot, hogy a termék felülete a készítésnél és a szerelésnél ne sérüljön meg. Ezt a fröccsöntés után 24 órával mért karcállóság vizsgálatával ellenőrzik. Legalább ilyen fontos a hosszú távú (több éves) karcállóság, ami a felhasználókat érinti. A hosszú távú öregedést 70–80 °C-os öregítéssel szimulálják, a hosszú távú 120 °C-os vizsgálattal pedig a molekuláris degradációt és annak a mechanikai jellemzőkre gyakorolt hatását vizsgálják. Az adaléknak különböző összetételű PP/TPO rendszerekben is működni kell, és barkázott felületeken is biztosítani kell a kis delta L értéket az Erichsen tesztben. A *Tegomer AntiScratch 100* minden tekintetben kedvezően viselkedett: a sziloxánadalék nem migrál, ami annak köszönhető, hogy a sziloxán szerves oldalláncai kedvező kölcsönhatásba lépnek a PP mátrixszal. Az adalék szagmentes és nem képez fényes felületi kiválást, a karcállóságot pedig a termék egész élettartama alatt biztosítja.

A vizsgálatok szerint a 3% Tegomer adalékot tartalmazó PP kompaundok mind rövid idejű, mind hosszú idejű vizsgálatokban kis delta L értéket mutatnak. Az *1. és a 2. ábra* az adalékok hatását mutatja egy 20% talkumot (gyártó: **IMI FABI Talc**, Olaszország, típus: *HTP1*) tartalmazó PP/TPO kompaund mechanikai tulajdonságaira. A 3% Tegomer AntiScratch 100 adalékot tartalmazó kompaund adja a legjobb karcállóságot, az ütésállóság és a rugalmassági modulus nem romlott a versenytárs kompaundokhoz képest. Még jobb eredményeket lehet elérni, ha a normál talkum helyett egy utókezelt (hidrofobizált) változatot (*NS 140*) használnak töltőanyagként. A módosított töltőanyag alkalmazásával nemcsak jobb karcállóság, de nagyobb ütésállóság érhető el alacsony hőmérsékleten (*3. ábra*). Ez azt mutatja, hogy a kompaundálók előtt még sok optimalizálási lehetőség áll: a talkum típusát és mennyiségét és az adalék mennyiségét is optimalizálni kell. Mivel az adalék rendkívül egyszerűen bekeverhető a rendszerbe, az első kísérleteket kompaundálás nélkül magán a fröccsgépen is el lehet végezni, majd egy profi kompaundálóval együttműködve célszerű a receptúrát optimalizálni. Az eddigi vizsgálatok szerint a *Tegomer AntiScratch 100* adalékkal a PP kompaundokban nyert pozitív eredmények átvihetők PC/ABS, PMMA és PA alapú

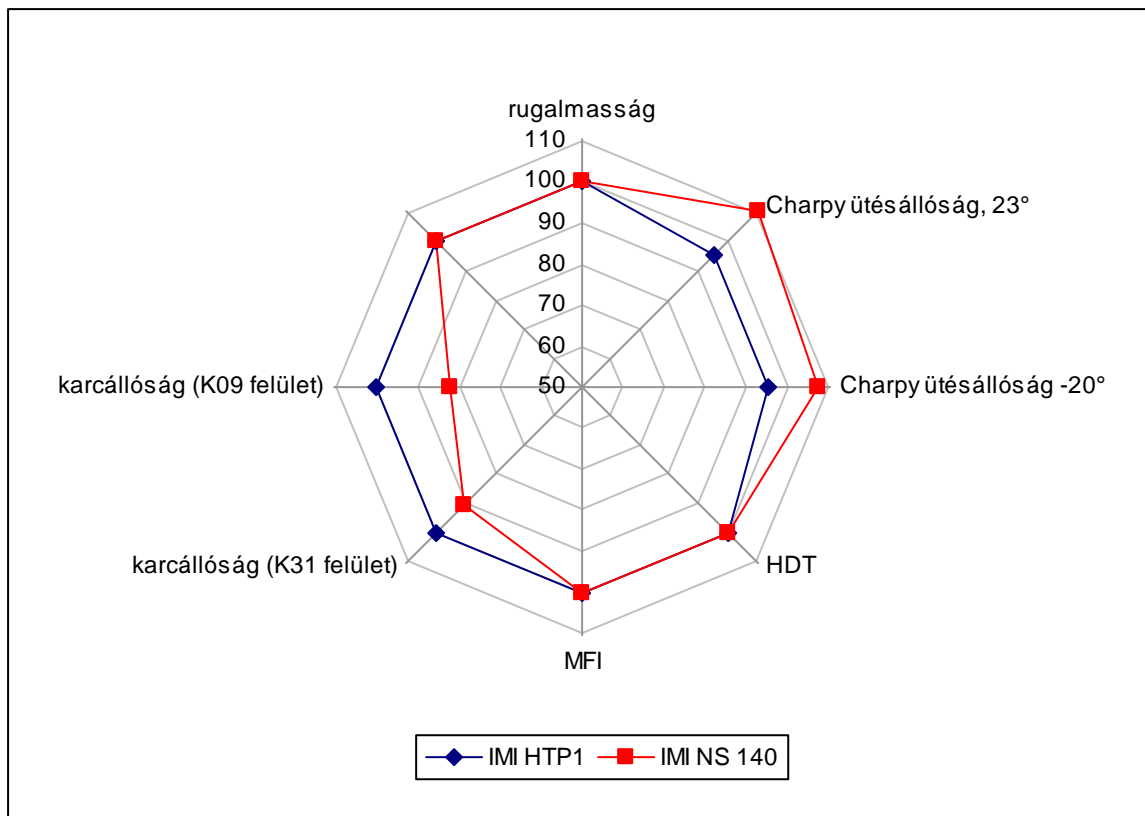
rendszerekre is. A poliamidokhoz egy külön adalékot, a *Tegomer AntiScratch 200-at* fejlesztettek ki, amely még az üvegszál-erősítésű poliamidok folyási tulajdonságait is javítja. Ennek eredményeként javul a felületminőség, és sötét színezés esetén sem okoz felületi problémát az erősítő üvegszálak „kibukkanása” a felületen.



1. ábra 20% standard talkummal (HTP1) töltött PP/TPO kompaund mechanikai tulajdonságainak változása karcállóság-javító adalékok hatására. A Charpy-féle ütésállóságot hornyolt próbatesteken mérték



2. ábra Az 1. ábrán bemutatott rendszerek karcállóságát jellemző értékek (minél kisebb a dL érték, annál jobb az adalék)



3. ábra Két különböző talkum hatása egy 20% talkumot tartalmazó PP/TPO kompaund különböző tulajdonságaira.

A HTP1 típus normál, az NS 140 típus felületkezelt (hidrofobizált).  
A terhelés alatti behajlási hőmérsékletet 1820 kPa terhelés mellett mérték

Összeállította: Dr. Bánhegyi György  
www.polygon-consulting.ini.hu

Stransky, R.: Immer mehr Strom – und Kunststoff = Kunststoffe, 99. k. 6. sz. 2009. p. 82–86.  
Lehmann, K.: Hochwertig und dauerhaft kratzfest = Kunststoffe, 99. k. 9. sz. 2009. p. 99–102.

## Raklap műanyag hulladékból

A Greiner Packaging International egyik divíziója a Greiner Assistec egy, az európai normának megfelelő többször felhasználható raklapot fejlesztett ki, amelyet friss PP és PP reciklátum keverékéből gyárt. A 13,5 kg súlyú raklap teherbírása 1 t. Kialakítása miatt könnyen kezelhető és tisztítható. További újdonsága, hogy megrendelésre a gyártó RFID azonosításra alkalmas csippel látja el a raklapot.

O. S.

K-Zeitung, 41. k. 8. sz. 2010. p. 33.

[www.quattroplast.hu](http://www.quattroplast.hu)