

## Műanyagok a sportban

*Tárgyszavak: sporteszköz; labda; szán; síléc; sícipő; korcsolya; kerékpár; görkorcsolya; sportcsarnok; futópálya; padozat; tető; ruházat; sportcipő, műszaki műanyag; elasztomer; poliuretán; polikarbonát; poliacetál; poliamid.*

### Műanyagok alkalmazása sporteszközökben

A legutóbbi világbajnokságon nagy feltűnést keltett az **Adidas** cég *Fevernova* nevű *futballabdája*. A labda „bőre” több poliuretánréteget tartalmaz, amelyek közé egy *Impranil* alapú szintaktikus poliuretánhabot ágyaztak be. Ez az anyag rugalmas, gázzal töltött mikroüregeket tartalmaz, ennek hatására a labda erősebben pattan vissza. A rúgás után a labda nagyon hamar felveszi eredeti alakját, kevésbé deformálódik a repülés során, mint a régebbiek, és ezért alig változik a röppályája.

Egy másik cég *összehajtható szánkót* fejlesztett ki, amelyet eredeti méretének mintegy negyedére lehet összecsupkni. Az alkalmazott mechanika nagyrészt 30% üvegszállal erősített *Durethan BKV 130 PA 6* típusú műanyagból készül. Ez teszi lehetővé, hogy a szerkezet egyszerre legyen tartós, könnyű, szabadon alakítható és olcsó. A műanyagok alkalmazásával csökkenteni lehet a jégkorongozókra és a korcsolyázókra ható erőket is. Ezért készítik a *korcsolyarögzítőket* ütészálló PA 6-ból vagy polikarbonátból. Mindkét műanyag alacsony hőmérsékleten is szívós marad, de legnagyobb előnyük a kis tömeg. A *Makrolon* polikarbonátból készült korcsolyarögzítő kb. 120 grammal könnyebb, mint a hasonló acél alkatrész. Mivel egy jégkorongozó egy meccsen kb. 4000-szer emeli fel a lábát, ez a meccs végére mintegy másfél tonnával kevesebb tömeg mozgatását jelenti.

A *sílécek* is már rég nem fából készülnek. A *Baydur poliuretán integrálhabknak* köszönhetően, amelyeket a síléc belsejében használnak, a lécek még nagy hidegben is ellipszissé görbíthetők anélkül, hogy eltörnének. Az alkalmazott anyag előnye továbbá a nagy energiafelvétel és az erős csillapítás. A *szőrfdeszkák* héját is szokták **Bayer** gyártmányú szálerősítésű poliuretánkompozitokból (*Baypreg*) készíteni, amely könnyű, vízben alig duzzad és ütészálló.

A különösen könnyen guruló *sportkerékpárok abroncsát* speciális kaucsukkeverékekből készítik, rendszerint oldatos eljárással szintetizált sztirol-butadién kaucsukból (S-SBR) és butadiénkaucsukból (BR), kovasav adalék

felhasználásával. Az utóbbi biztosítja a jó nedves tapadást és a kis gördülő ellenállást. Hosszú utakra igen kényelmes *kerékpárülést* készítenek *PUR bevonattal* és *Technogel* (a Technogel **Italia Srl** terméke) *töltéssel*. Az utóbbi speciális poliolo kból és izocianátokból épül fel, ami lehetővé teszi, hogy az ülés jól alkalmazkodjon a testfelülethez, és egyenletesen ossza el a nyomást az ülés egész felületén.

A *görkorcsolyások* is új lehetőségekhez jutnak a polimerek alkalmazásával. A *görgöket* különlegesen magas műszaki színvonalat képviselő *PUR-elasztomerből* (*Baytec P*) készítik. A poliéter-poliol alapú prepolimerekből készülő poliuretángörgők rendkívül rugalmasak és lágyak, míg a poliészter-poliolo kból készülő keményebbek és mechanikailag tartósabbak. A kettő arányával állítható be a legalkalmasabb mechanikai tulajdonságegyüttes.

## Műanyagok a sportpályákon

A *könnyűatlétika* nem egy rekordot köszönhet a *műanyag futópályáknak*. Egyes esetekben a futófelületek Buna EP etilén-propilén kaucsukból (EPDM) készülnek. Alkalmazásának egyik fő indoka a jó időjárásállóság, mert az EPDM 1000 szénatomonként csak mintegy 15 kettős kötést tartalmaz, a természetes kaucsuk pedig 250-et. Ennek köszönhetően sokkal jobban ellenáll az oxigén vagy az ózon hatásának, vagyis lassabban keményedik, és sokáig rugalmas marad.

Az új kölni *footballstadionban* egy hatalmas, 15 E m<sup>2</sup> felületű *Makrolon polikarbonáttető* teszi lehetővé, hogy a szurkolók szárazon és világosban élvezhessék a meccseket. Az üveggel szemben a PC nagy előnye, hogy a felületi tömege (1,8 kg/m<sup>2</sup>) jóval kisebb az üvegénél. Ilyen adottság mellett jóval merészebb tetőkonstrukció is elképzelhető. A másik előny az üveggel szemben az, hogy a polikarbonát gyakorlatilag törhetetlen. A *labdarúgó-stadionok ülése* is érthető módon erős igénybevételnek van kitéve, ezért a németországi Leverkusenben az üléseket a **Bayer** cég *Durethan* nevű *poliamidjából* készítik, amely időjárásálló, fagyban is mechanikailag ellenálló marad, kopásálló, tetzés szerint színezhető és könnyen fröccsönthető. A müncheni olimpiai stadion üléseit csak 30 év után kellett lecserélni.

A *sportcsarnokok padlózatát* poliuretán és kaucsuk elegyből készítik. A *Desmodur* és *Desmophen* alapú önthető poliuretánbevonatokat fugamentesen lehet elhelyezni, és igen kopásállóak, tartósak. A keménység, szívóosság, rugalmasság stb. az alapanyag megválasztásával befolyásolható. Rugalmas padlók készíthetők a **Bayer** *Levapren* márkanévű etilén/vinil-acetát kopolimerjéből is, amely nem csak kopásálló, színtartó, de nehezen éghetőnek is minősül (a DIN 4102 szabvány szerint a B1 osztályba tartozik). Az égés során nem képződnek toxikus gázok, és a füst sűrűsége is kicsi marad.

## Műanyagok a sportruházatban

A funkcionális *téli sportöltözékek* gyártása mára valóságos tudománnyá vált. A ruházat gyorsan felszívja az izzadságot, csökkenthető a kellemetlen didergés. A *PUR szálak* (pl. *Dorlastan*) jól fekvő, formatartó, kényelmes ruházat elkészítését teszik lehetővé. A PUR szálakból úszó-, futó-, tornász- és kerékpárosruhákat is készítenek.

A sokféle műanyag lehetővé teszi, hogy minden *sportcipőt* az adott sportág igényeihez igazítsanak. A formatartó, hidrolízisálló *Bayflex poliuretán köztes talprétegek* elnyelik az energiát, ami kíméli az ízületeket és a gerincet. A PUR alapanyagokból készült *futócipőtálpak* akár 40%-kal is könnyebbek lehetnek a más anyagokból készült cipőtálpaknál. A külső talpréteget esetenként lágy, de kopásálló, hőre lágyuló poliuretánból (pl. *Desmopan*) készítik, ami jó tapadást, csúszásmentességet és hidegállóságot biztosít. A *talprétegek ragasztásához* oldószermentes, vizes *poliuretánszperziókat* (pl. *Dispercoll*) használnak.

Cipőtálpak készítéséhez szívesen használnak különféle kaucsukokat is, pl. *kosárlabdázó cipőkhöz* butilkaucsukot, amely enyhén nedves padlón is lehetővé teszi a gyors irányváltást. A *hegymászó cipők* talpát gyakran butil-, sztirol-butadién és természetes kaucsuk keverékéből készítik. A *labdarúgócipőkben* szívesen alkalmazzák a hőre lágyuló poliuretánból készülő *Desmopan energiaabszorbereket* az ízületek, inak és csontok kímélése érdekében. A rendszer nagy előnye, hogy többkomponensű fröccsöntéssel könnyen kombinálhatók különböző rugalmasságú és keménységű rétegek egyetlen gyártási lépésben. A *sícipőknek* kényelmesnek, szilárdnak és szorosan illeszkedőnek kell lenniük. Itt is jó szolgálatot tehetnek a poliuretán nyersanyagok. A *cipőfelsőrészt* kétkomponensű fröccsöntéssel állítják elő egy lágy és egy merevebb poliuretán felhasználásával. A lágy belső rész együtt mozog a síelővel, a merevebb külső rész pedig szilárdan átadja az igénybevételt a sílécnek.

A polikarbonát használata sokat javított a *sportszemüvegek* és más szemvédők használatának biztonságán. Az átlátszó műanyagból könnyen készíthetők színezett és árnyékolt változatok, de legfontosabb tulajdonsága a törhetetlenség. Egy biztonsági modellvizsgálatban 400 km/h sebesség mellett sem lépett fel szilánkos törés. Speciális felületkezeléssel a karcállóság is jelentősen javítható. Síszemüvegek esetében UI-szűrő bevonattal lehet óvni a sportolók szemét az erős napsugárzástól.

## Hőre lágyuló poliészterek a görkorcsolyákban

Az *egy görgősoros görkorcsolyákban* felhasznált műanyagok elősegítik, hogy gyorsabban és kisebb energiafelhasználással lehessen görkorcsolyázni. A **Du Pont de Nemours** cég által gyártott *Crastin PBT poliészter* lehetővé teszi, hogy a görgőtartó alaktartó, pontos, ütésálló, szilárd és rugalmas legyen. Az eddig gyártott egysoros görkorcsolyákba többnyire 80 mm átmérőjű kere-

keket helyeztek. A **Fila** cég mérnökeivel együttműködve sikerült 90 és 100 mm átmérőjű kerekeket kidolgozni, amellyekkel nagyobb sebességet lehet elérni, ugyanakkor jó marad a talajtartás. Ahhoz, hogy ez elérhető legyen, nagyon jó ütésállóságra és nagy méretpontosságra van szükség, hogy a kerék a nagy terhelés mellett is működőképes maradjon. A Crastin PBT nemcsak ezeknek a követelményeknek felel meg, hanem ezenkívül rugalmas, és csillapítja a fellépő rezgéseket is. Jól tapad a poliuretánhoz, fröccsönthető, ezért a kerékagy és a futófelület egy lépésben állítható elő. A nagyobb átmérő és a rugalmasság révén több rugalmas energia tárolódik a szerkezetben. Ez különösen fontos a hosszú távokon, ahol a sportolónak takarékoskodnia kell az energiával.

## **Poliacetál és poliamid alkalmazása a téli sportokban**

Kétségtelen tény, hogy a műszaki műanyagok alkalmazása nagyban hozzájárult a sporteszközök minőségének és biztonságának javulásához. Ezt támasztja alá az a tény is, hogy az 1990-es években 40%-kal kevesebb volt a sérülés a 80-as évekhez képest, azóta pedig tovább csökkent a balesetek száma a téli sportokban. A biztonság mellett a kényelem is nőtt – még nagy hidegben is.

Az újítások között említhetők a merev és rugalmas részek kombinációjával előállított sícipők vagy az egyéb sífelszerelések. A **Du Pont De Nemours** cég *Delrin* márkanévű *poliactetáljait*, *Zytel* *poliamidjait*, *Hytrel* *poliészterelasztomerjeit* egyre többször használják nemcsak sífelszerelésekhez, hanem *hódeszkákhoz* és úgynevezett rövid síkhez is rugalmasságuk, szívóosságuk és hidegállóságuk miatt.

A *Delrin* poliactetálok UI-állóak, kopásállóak, és vannak könnyebben feldolgozható, valamint nagy ütésállóságú típusok. A 107 és 127UV típus jól alkalmazható kapcsok, kötések előállítására. A 100ST típus ütésállósága hétszer nagyobb, mint a normál típusoké, a 100AI és 100 KM pedig alacsony hőmérsékleten is nagyon jól siklik. A 142CM és 542CM típusokat arra fejlesztették, hogy hőre lágyuló elasztomert (TPE) jól rá lehessen fröccsönteni

A *Hytrel* típusokat elsősorban ott alkalmazzák, ahol nagy fárasztás- és ütésállóságra van szükség. Kitűnő a szakítási és a továbbszakítási ellenállása, kúszása, kopásállósága  $-40$  és  $110$  °C között. Alacsony hőmérsékleten mutatott rugalmassága jobb a módosított poliolefinekénél és egyéb lágy műanyagokénál. Ez különösen fontos az energiagazdálkodásban és a kényelem javításában.

Az üveg- és szénzállal erősített *Zytel* típusokat egyre inkább használják *fém alkatrészek helyettesítésére, pl. kötések, rögzítések, keretek gyártására*. A *Zytel* előnyös tulajdonsága, hogy kevésbé érzékeny a hornyok, repedések jelenlétére, tehát még mélyebb karcolások sem gyengítik jelentősen a belőle készült szerkezet ütésállóságát.  $-20$  °C-on pl. az ST típusok ütésállósága nagyobb, mint a legtöbb hőre lágyuló műanyagé szobahőmérsékleten. A téli

sportok szempontjából a legfontosabb a rugalmasság és ütésállóság alacsony hőmérsékleten is. A poliacetál pl. háromszor szívósabb, mint a nagy sűrűségű polietilén (PE-HD), amelyet ugyancsak szívóssága miatt alkalmaznak téli sporteszközhöz, ami pl. *hódeszkáknál* fontos a felferődő kövek, gallyak miatt. A hódeszkáknál az is fontos, hogy a rugalmasság minél kisebb tömeg mellett érvényesüljön, mert annál nagyobb lehet „ugratni” velük.

Franciaországban megkezdtek egy *kézvédő* gyártását rugalmas hőre lágyuló poliészterelasztomerből, hódeszkások számára. Az orvosszakértő azzal indokolta az anyagválasztást, hogy az így készült védőeszköz nagy hajlítóerőt vesz fel (ami eséskor a csuklóra nehezedne), ugyanakkor nem gátolja a mozgást, és az alapanyag jó alakíthatósága miatt könnyű anatómiailag és ergonómiailag optimális szerkezetet gyártani.

**Dr. Bánhegyi György**

Jansen, K.: Polymere im Sport. Fit für Leistung. = Plastverarbeiter, 54. k. 12. sz. 2003. p. 22–24.

Größer, schneller, weiter. = Plastverarbeiter, 54. k. 12. sz. 2003. p. 25.

Pohl, B.: Kunststoffe für den Wintersport. Sicher auf Schnee und Eis. = Plastverarbeiter, 54. k. 12. sz. 2003. p. 26–27.