

Műanyagok a sportban

Műanyagok nélkül a sport nem tartana ott, ahol tart. A műanyagokból készített eszközök megnövelik az emberi teljesítményt, az atléták az újabb és könnyebb sportcipőkben gyorsabban futnak, az ugrók nagyobbat ugranak, a focisták a sáros pálya helyett műfüves pályákon rúgják a labdát, a védőöltözetek és védőfelszerelések ritkábbá teszi a sérüléseket, a stadionok egyre futurisztikusabbak és átlátszóbbak.

Tárgyszavak: műanyag-alkalmazás; sport; sporteszközök; sportcipők; kerékpár; védőruházat; sisakok; stadionok.

A műanyagok alkalmazási területei között a sport jelentős szerepet kapott, és nem kis mértékben járul hozzá ennek az anyagfajtának, benne a műszaki műanyagok fejlesztéséhez. Műanyagok nélkül sokkal szimplábbak volnának a sporteszközök, a sportruházatok – a cipőkről nem is beszélve –, szerényebbek volnának a világcsúcsok, nem volnának műfüves vagy rugalmas futópályás stadionok, amelyben könnyű, átlátszó tetők védik meg a szurkolókat az időjárás viszontagságaitól. Hiányoznának azok a védőfelszerelések, amelyek a sportolókat ma gyakran védik meg a súlyos sérülésektől.

A sport hatalmas bevételi forrás. Az USA-ban 2011-ben a sportipar bevétele 422 milliárd USD volt, amely tartalmazza a belépők és a sportruházat eladásait is. 2010-ben a kiskereskedelemben a vásárlók 40 milliárd USD-t költöttek sporteszközökre, de a sporteszközökre költött teljes összeg 74,2 milliárd USD volt.

Természetes, hogy egy ilyen vevőkör nagyobb sportteljesítményre, biztonságosabb sportolásra alkalmas, emellett esztétikus sporteszközökre, kényelmesebb és a szurkolókat az időjárás szeszélyeitől vagy a véletlen balesetektől megvédő stadionokra, emellett a környezetet csak kevésbé terhelő létesítményekre vonatkozó igényeit az alapanyaggyártók és a termékgyártók maximálisan ki akarják elégíteni, azért folyamatos a sporteszközök, a védőfelszerelések és a sportpályák fejlesztése.

Sporteszközök

A sporteszközök gyártásában gyakran alkalmaznak olyan technológiákat, amelyeket korábban valamilyen „komolyabb” műszaki feladat megoldásához dolgoztak ki. Ilyen volt pl. egy kétszemélyes *vitórlás hajó*, amelynek testét a DSM hőre keményedő *Turane* márkanévű szénszálalás poliésztergyantájából készítették el, és amellyel két holland lány a 2008-as olimpián ezüstérmet nyert. A svédországi Oxeon cég szénszálalával erősített kompaundot eredetileg szélérőművek turbinalapátjaihoz alkalmazták. A hol-

land lányok jó helyezéséhez saját erőfeszítésük mellett a hajótest nagy merevsége is hozzájárult, mert kevésbé deformálódott a hullámok csapkodásától, emiatt az evezés energiájával nagyobb sebességet lehetett elérni. A DSM rámutat arra, hogy a poliésztergyanta szobahőmérsékleten térhálósodik, ezért kisebb az ökológiai lábnyoma és kisebb a feldolgozás költsége.

Az RTP Co (Winona, Minnesota, USA) szállal és hosszú szállal erősített kompaunodokat gyárt. Egy szénszállal erősített és speciális adalékot – üveggyöngyöt – tartalmazó poliamid 6 kompaundjából kajakokhoz gyárt pillekönnyű *evezőket*. Ezt a technikát könnyű autóalkatrészek előállításához is alkalmazza. Ugyancsak szénszálalás műanyagból készíti *íjakat*, amelyekből a hagyományos íjakénál nagyobb sebességgel lehet kilőni a nyilakat.

A Ticona (Florence, Kentucky, USA) *Hostaform HS15* márkanevű poliacetálja [POM, poli(oxi-metilén)] nagyobb mechanikai szilárdsága, jobb stabilitása, kiemelkedő vegyszerállósága révén alkalmasabb *sílécek*, *hólécek* gyártására, mint a szokásos poliacetálok. Ennek a polimernek nagy az ütésállósága alacsony hőmérsékleten és extrém hőmérséklet mellett nedves környezetben is. Ugyanebből a műanyagból *MultiGoal* néven gyermekek számára fröccsöntött rudakból, kapufákból összeállítható, tartós, rugalmas *futballkaput* is készítenek.

Kerékpár

A kerékpárt lehet közlekedési vagy sporteszköznek tekinteni. Fontosságát jellemzi, hogy 2016 decemberében az SPE és a JEC csoport közös rendezésében Brüsszelben a *Cyclitech konferencián* vitatták meg, hogy hogyan lehetne növelni a kompozitok alkalmazását a kerékpároknál. A cél a biztonság növelése, amelyet többek között jobb anyagok és jobb technológiák felhasználásával és a rázkódás csillapításával szeretnék elérni.

Az Innegra Technologies (Simpsonville, Dél-Karolina, USA) saját szénszálaival erősített csőszerkezeteket mutatott be. A 2011-ben alapított Berk Composites (Radomlje, Szlovénia) három év óta alkalmaz ilyen csöveket kerékpárjaiban azok ütésállóságának és tartósságának növelésére. Ha a kerékpárnak valamelyik eleme eltörne, a szénszálak összetartják a szerkezetet, amely nem esik szét darabjaira. Ilyen módon elkerülhetők a súlyos sérülések vagy katasztrófák.

A kerékpár alkatrészeit persze úgy kell megtervezni, hogy normál használat közben soha ne hibásodjék meg. Ebben nyújt segítséget a Collier Research (Canberra, Ausztrália) *HyperSizer Express* szoftverje, amellyel „felhasználóbarát” módon optimalizálható a könnyű kompozitelem, de a program jó segédeszköze a repülőgépek, gépkocsik, vízi járművek, szélérőművek tervezésének is.

A kerékpár terhelésekor van néhány kritikus terhelési pillanat. Ilyen a pedál megindítása és a hirtelen megállás. Kifejlesztettek egy vizsgálatot, amelyben azt mérik, hogy mekkora erő hat a vázra, ha az első kerék falnak ütközik. Amellett, hogy növelik a váz szilárdságát, a megfelelő formával azt is el lehet érni, hogy a kompozitelemek csak csekély mértékben mozduljanak el egy ütközéskor.

A tervezők ötletei kifogyhatatlanok, az új anyagok révén képtelen ötletek is megvalósíthatók. Az 1. ábra pl. egy csipkeszerű szén-szál elemekből összerakott kerékpárvázat mutat, amellyel superkönnyű kerékpárt lehet építeni.



1. ábra Kerékpárváz csipkeszerű szén-szál elemekből



2. ábra Az Adidas egyik utcai használatra szánt PUR-talpú cipője

Cipő

A sport- vagy sportos cipők az elmúlt években óriási karriert futottak be. Tekintélyes külsejű urak öltönyhöz, korosabb hölgyek pedig könnyű nyári ruhához is óceánjáróra emlékeztető hófehér sportcipőt vettek fel, néha még színházba is. Az utcai sportos cipők azóta kicsit szolidabbak lettek, de népszerűségük töretlen.

A sportcipők gyártói természetesen elsősorban a sportolókat akarják kiszolgálni, és ehhez nemcsak az anyaggyártók egyre jobb tulajdonságú anyagait használják fel, hanem a tudomány legújabb eredményeit is, hogy cipőikben egyre gyorsabban és egyre messzebbre lehessen futni, egyre magasabbra lehessen ugrani, és egyre később lehessen elfáradni. A tervezők rafinált talpszerkezeteket találnak ki, amelyek rugalmas anyaga és üreges szerkezete járás közben deformálódva elnyeli a járás energiáját, majd visszaalakulva nagy részét leadva mérsékli a járáshoz szükséges energiát (2. ábra).

A spanyolországi Merquina cég (Barcelona), hőre lágyuló poliuretánt (PUR) kínál a sportcipők gyártóinak. *Pearlthane ECO* márkanévű termékét bioműanyagként reklámozza, mert a gyártásához felhasznált poliolt növényi alapanyagból készítik. Az Adidas és a Brooks cég ilyen PUR-t tartalmazó cipőit a sportolók a londoni olimpián és paralimpián már hordták. A *Pearlthane 91* márkanévű alifás PUR tulajdonságai közül kiemelik az antiallergén hatást, a színtartóságot; a kopás-, karc- és vegyszerállóságot, a nagy hajlékonyságot és rugalmasságot. Ezeket a poliuretánokat cipők mellett bűvárszemüvegekhez és felületvédő bevonatokhoz is ajánlják.

A Trexel Inc. (Wilmington, Massachusetts, USA) *MuCell* technológiát alkalmazva nitrogénnel vagy szén-dioxiddal habosított mikrocellás habokat állít elő. Ezeket elsősorban az autógyártásnak szánja, de sporteszközök, mindenekelőtt cipők energia-

elnyelő elemeiként is alkalmazhatók. Bár a MuCell technológiával habosított termoplasztikus poliuretánelasztomer (TPU) sűrűsége $0,27 \text{ g/cm}^3$ (valamivel nagyobb, mint a cipőkben hagyományosan használt EVA haboké, amelyé $0,20 \text{ g/cm}^3$), összenyomás utáni visszaalakuló képessége 50%-nál jobb, mint az EVA-é. Ez nagy előnyt jelent egy hosszútávfutó atléta számára. Nagyobb energiaelnyelő képessége miatt a TPU-ból vékonyabb rugózó réteget lehet a cipőbe építeni, ilyenkor a cipő tömege kiegyenlíti a sűrűségkülönbséget. Mivel a MuCell eljárás a fröccsöntés egy változata, a cipőtalpak néha extravagáns formázása, a habszerkezet sűrűségének szabályozása nem jelent gondot. Ezt a habot a cég a durva sportok (pl. az amerikai futball) játékosainak felső testét és vállát védő mellények vagy sisakok bélelésére is ajánlja.

A sportcipők egészen különleges családját alkotják a sícipők. Ezek nagyon bonyolult szerkezetek, mert egyszerre kell megfelelő komfortot biztosítaniuk a síelőnek és megvédeniük a sportoló épségét nagyon veszélyes körülmények között. A kötésnek tilos kioldania, ha a síelő siklik, de muszáj kioldania, ha elesik.



3. ábra A Garmont MasterLite sícipője

A sporteszközök az elmúlt években nagyon színesek lettek, 25–15%-uk különleges szín-effektusokat mutat. A vonzó színekhez és különleges effektusokhoz gyakran a Clariant Masterbatches (Muttensz, Svájc) szállítja a színezékeket. A sícipők is követik ezt a divatot, egy-egy márkás sícipő ma már szinte státuszszimbólum.

Az olaszországi Garmont cég (Vedelago) *MasterLite* sícipői (3. ábra) rendkívül könnyűek, fő alapanyaguk az Arkema Inc. (King of Prussia, Pennsylvania, USA) *Pebax* márkanevű poliéter-blokk-amidja. A Clariant mérnökei 3D modellezéssel segítettek összeállítani egy olyan színezéket, amellyel érzékeltethető a cipő könnyűsége, és amely ennek ellenére ugyanolyan erős és biztonságos, mint a robusztusabb cipők.

Védőöltözet

A Zotefoams Inc. (Walton, Kentucky, USA) nagy sűrűségű polietilénből (PE-HD) és etilén/vinil-acetát kopolimerből (EVA) nitrogénnel habosított térhálós és zárt cellás 2×1 m-es, 30 cm vastag hablemezeket gyárt. Lemezeinek sűrűsége akár 25%-kal kisebb, mint más zárt cellás haboké. Ezeket a lemezeket *jégkorongozó sportolók védőöltözetébe* építik be az ütések okozta sérülések elkerülésére a korábban alkalmazott polietilén és poliuretán védőréteg helyett. Különösen erős ütésvédő réteggel látják el a *kapus kesztyűjét*. A cég fluorpolimerből is tud zárt cellás habot gyártani, amelyet a légi

közlekedés be is fogadott. Más alkalmazása magas ára miatt egyelőre nincs, de a cég abban reménykedik, hogy speciális sporteszközökben előbb-utóbb használni fogják.

Ausztráliában európai szemmel nézve egy nagyon bolond sport kezd népszerűvé válni, a középkori lovagi tornára vagy az ókori gladiátorviadalokra emlékeztet (4. ábra). A kardok életlenek, de védőöltözlet nélkül súlyos sérüléseket okoznának. A szén-szálalás öltözetben érzékelők vannak, amelyek jelzik a találatot. A „unified weapon master” (UWM) nevű játékhoz kifejlesztették a védőöltözet második generációját, amelyekben már akár éles kardokkal is vívhatnak.

A sporteszközök gyártásában fontos szerepe van a termoplasztikus elasztomereknek (TPE), amelyek választéka az egészen keménytől az egészen rugalmas, lágy típusokig terjed. A gumival szemben ezek tetszőlegesen színezhethők, tulajdonságaik széles tartományban változtathatók és viszonylag olcsók. Gyakran alkalmazzák őket arra, hogy a sporteszközök (pl. a golf- vagy a teniszütők, a kerékpár kormányja) felületének tapintását kellemessé tegyék. Ennél fontosabb néha, hogy az ütő nyele vagy a kormány felülete nedvesen ne váljék csúszóssá.



4. ábra Modern ausztráliai gladiátorok az arénában



5. ábra Súlyemelő kesztyű testépítők számára

A Teknor Apex (Pawtucket, Rhode Island, USA) a közelmúltban mutatta be új fröccsönthető *Monprene* márkanévű sztirolelasztomerjeit, amelyek tapintása kellemes, de nedvesen is biztos fogásúak. Ezt a hatást egy súrlódást növelő, ragasztószerű adalékkal érik el. Ebből az elasztomerből *testépítők számára készítenek speciális súlyemelő kesztyűket*. A testépítők ugyanis szívesen emelgetnek nehéz súlyokat, hogy fokozzák izmaik erősítését, de ezek csúnya bőrkeményedéseket okoznak a tenyerükön. A súlyemelő kesztyűk néha csak az ujjak tövét védő csíkból állnak, néha a tenyér nagyobb részét védik, de alapvető követelmény velük szemben, hogy a nehéz súly ne essen ki a sportoló kezéből (5. ábra).

A németországi Kraiburg cég (Waldkraiburg) ugyancsak egy sztírolalapú blokk-kopolimert fejlesztett ki nedvesen sem csúszóvá váló felületek céljára. A *Thermoplast W* márkanévű polimer tapadást növelő adalék nélkül is háromszor olyan biztos fogást ad, mint ha csak tapadást növelő adalékot kevernének bele, de némi adalékkal a tapadás tovább növelhető. A cég ezt az elasztomert sport- és konyhai eszközök, biztonsági berendezések, vízi létesítmények, műtéti eszközök csúszásmentesítésére ajánlja.

Sisak

Sisakkal a sportolók fejét védik a sérüléstől, de sisakot kell viselniük a motorosoknak és a kerékpárosoknak, továbbá az amerikai futball játékosainak és pl. az ausztráliai gladiátoroknak. A sisakok fejlesztése folyamatos. Már nem csak az ütést kell felfogniuk, hanem meg kell óvni viselőjüket az agyrázkódástól is.

A hagyományos sisakok többnyire polikarbonáthéjből és műanyaghab bélésből állnak. A héj ütésállóságának növelésére a Clemson egyetem (Clemson, Dél-Karolina, USA), az Innegra Technologies (Greenville, Dél-Karolina) és a B&W Fibers (Worthing, Egyesült Királyság) közös fejlesztésben „hibrid szálakkal” (ezek részben szénszálak, részben az Innegra különböző alapanyagú cérnázott szálai) erősített kompozitokat készítettek. Hasonló szálakkal hokibotokat, vadvízi kajakokat és más nagy ütésállóságot követelő termékeket gyártanak.

A Hanson csoport LLC (Peachtree City, Georgia, USA) eredeti ötletet valósított meg. A *Guardian Cap* elnevezésű sisak külső oldalát poliuretánhabbal fedte be (6. ábra). Ennek az egyszerű ötletnek a következtében a sisak merev héja már erősen csilapított (33%-kal kisebb energiájú) ütést kap, és az sem egyetlen ponton jut el hozzá. Az elmúlt öt évben a sportoló diákok és egyetemisták tízezrei használták jó eredménnyel ezt a sisakot.



6. ábra Támadásba lendülő amerikai focisták külső habréteggel fedett *Guardian Cap* sisakban



7. ábra A *Zero 1* sisak futballisták számára

A megerősített héj és a külső habréteg ötletét kombinálva készítette el a Washingtoni Egyetem és a Vicis cég (mindkettő telephelye Seattle, Washington államban) futballisták számára a *Zero 1* sisakot, amelyet az amerikai futballiga Head Health Challenge II (Fejvédelemért) díjjal jutalmazott (7. ábra). A sisak külsőleg úgy néz ki, mint egy hagyományos sisak, de külső rétege ütés hatására deformálódik. Belső oldalán ugyanis nagy számú rugalmas rudacskából álló réteg van, amelyek az ütés hatására

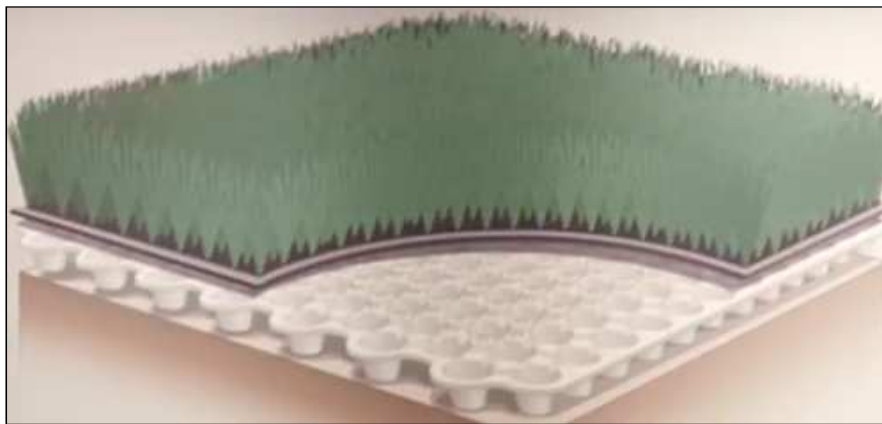
elhajolnak, ezáltal abszorbeálják a lineáris és a rotációs erő nagy részét. A felhasznált anyagokról a sisak készítői nem nyilatkoztak.

Sportpálya

A futballpályákat és a más sportok pályáit egyre növekvő mértékben fedik le műfűvel, ill. ütési energiát elnyelő és sérüléseket kivédő más szőnyegszerű kompozíciókkal. A műfű polietilén-, polipropilénrétegből és poliamidszálból épül fel, hátoldalán pedig butadiénlatex vagy gumi, poliuretán és más elasztomer csillapítja az ütések energiáját.

Az AMI Consulting cég (Superior, Wisconsin, USA) 2016 márciusában megjelent tanulmányában foglalkozott a pályák burkolatával. A mesterséges pályák rohamosan terjednek, és elsősorban ott szükségesek, ahol a kiszámíthatatlan időjárási viszonyok miatt a természetes pályák a nagy meleg vagy a fagy következtében nagyon keménnyé válhatnak. A műfüves pályák kevés karbantartást igényelnek, tartósak, nagyon hasonlóak a természetes füves pályákhoz, és általuk könnyebb kielégíteni a különböző sportirányító szervezetek elvárásait.

A műfüves szerkezetek gyártói folyamatosan keresik az új és jobb anyagokat és fejlesztik a nagyobb hatású rétegfelépítéseket. A közeljövőben növekedő keresletre számítanak, mert a korai műfüves pályák lassan élettartamuk végére érnek. Amikor cseréjükre vagy felújításukra sor kerül, a beruházó már a korábbiaknál sokkal magasabb igényekkel fog fellépni.



8. ábra Műfű a Viconing Sporting díjazott rugalmas alaplemezával.
A rétegek felülről lefelé: 1 – fűvet imitáló PA szálak, 2- a szálakat rögzítő fólia,
3 – rugalmas alaplemez, amelyet döngölt földre fektetnek

Az új szintetikus futópályák is sokkal biztonságosabbak az atléták számára. Ezekhez és a műfüves pályákhoz is alkalmazható a Viconic Sporting cég (Detroit, Michigan, USA) rugalmas alaplemeze (8. ábra), amelynek „bütykei” erő hatására akár

90%-ban ellapulnak, de az erő hatásának megszűnése után 100%-osan visszaalakulnak. Ezt az alaplemezt ugyancsak kitüntették a Head Health Challenge II díjjal.

Műfüves pályákon versenyeztek a csapatok a 2016-os rioi olimpián is. A gyeplapda pályáját a 2012-es londoni olimpiához hasonlóan Rioban is a Dow Chemical PE-ből, PP-ből és PUR-ból felépített, *Polytan STIn* márkanévű műfüve borította.

A Clariant Additive cég metallocén katalizátorral szintetizált poliolefin ömledékragasztót kínál a műfüvek gyártói számára. A *Licocene* márkanévű ragasztóval összeragasztott rétegek megkönnyítik az elhasználódott műfüvek anyagának újrahasznosítását, ami a latexet és poliuretánt tartalmazó szerkezetek anyagának visszaforgatásakor sokkal nehezebb. A *Licocene* felvitele a műfü hátoldalára emellett 80%-kal kevesebb energiát igényel, emellett szükséges rétegvastagsága csak harmada a latexének. Ettől a műfütekercek könnyebbé és könnyebben kezelhetővé válnak.

Stadion

A sportversenyek szurkolóinak a lelátókon arra van szüksége, hogy kényelmesen üljenek, biztonságban legyenek, jól lássák, hogy mi történik a pályán és ne ázzanak el, ha esik az eső, vagy ne kapjanak hőségutát, ha nagyon süt a nap.

A *stadionülések* egyszerű szerkezetnek látszanak, pedig nem azok. Mivel sok kell belőlük, a gyártók szívesen foglalkoznak fejlesztésükkel.

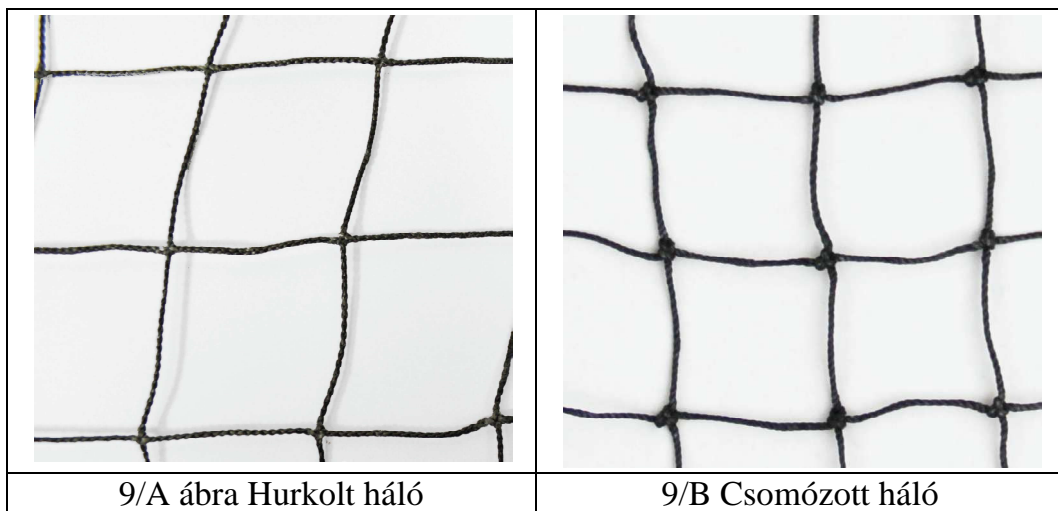
A 2012-es londoni nyári olimpia vizes játékainak csarnokába a BASF szállította az üléseket. 5000 állandó ülést és 15000 ideiglenes ülést kellett beépíteniük. Felszerelésükhöz acél/poliuretán/acél összetételű szendvicslemezből készített konzolos szerkezetet alkalmaztak. (Ilyeneket korábban hajók fedélzetén, hidak javításakor, építkezésnél már használtak.) Az *Elastopor PUR* szendvicslemezben a polimer erősen kötődik az acélhoz, de a nagyobb biztonság érdekében függőleges távtartók behegesztésével növelhetik a rendszer szilárdságát. Ez a tartószerkezet 25-40%-kal könnyebb, mint egy öntött betonszerkezet, rövidebb idő alatt építhető be, könnyen szétszerelhető, az acél és a PUR is újrahasznosítható. Az olimpia után a 15000 ideiglenes ülést le is szerelték.

A BASF ülés-huzatok gyártására kínálja *Elastoskin* márkanévű MDI (metiléndifenil-diizocianát) alapú TPU-ját, amelyek bármilyen klimatikus viszonyok között tartósak, ezért stadionülések, motorosszánok, motorkerékpárok, vízi járművek üléseinek behúzására is alkalmazhatók. A huzatok egy darabban, szerszámban állíthatók elő, ellenállnak az UV-sugárzásnak, nem tartalmaznak lágyítót, nem vesznek fel nedvességet, és ha megsérülnek, ragasztóval javíthatók. Formaadásuk egyszerű. nyitott szerszámot igényel. A szerszám falára formaleválasztót, majd UV-védő réteget visznek fel, ezután egy robot kb. 1 mm vastagságban szórja a szerszámba az Elastoskint, amely rugalmas habréteget alkot. Az így előállított huzatot kiveszik a szerszámból, egy fröccsszerszámba helyezik, és ráfröccsentik magát az ülést. Az eljárást eredetileg egy Ford kisteherautó szerszámfalának gyártásához fejlesztették ki, később terjedt el a sport- és szabadidős eszközök gyártásában. A huzaton a varrás vagy más díszítés is imitálható. Ez az eljárás olcsóbb, mint a varrott PVC huzat, de jóval drágább, mint a vákuumformázott PVC ülés.

A Clariant mesterkeverékeivel tetszőleges színű üléseket lehet előállítani, amivel hozzájárulhatnak a stadionok esztétikájához. Ugyancsak a Clariant polifoszfátot tartalmazó halogénmentes mesterkeverékeivel csökkentették annak a kb. egy millió új ülésnek az éghetőségét, amelyet Braziliában az 2014-es futball-világbajnokság, majd a 2016-os rioi olimpia és paralimpia alkalmából építettek be.

Hat játékhelyen az olaszországi Radici csoport (Villa d'Ogna, Bergamon tartomány) csökkentett éghetőségű *Radiflam S* márkanevű 30% üvegszálat tartalmazó PA6-jából készített üléseken szurkolhattak az olimpia nézői.

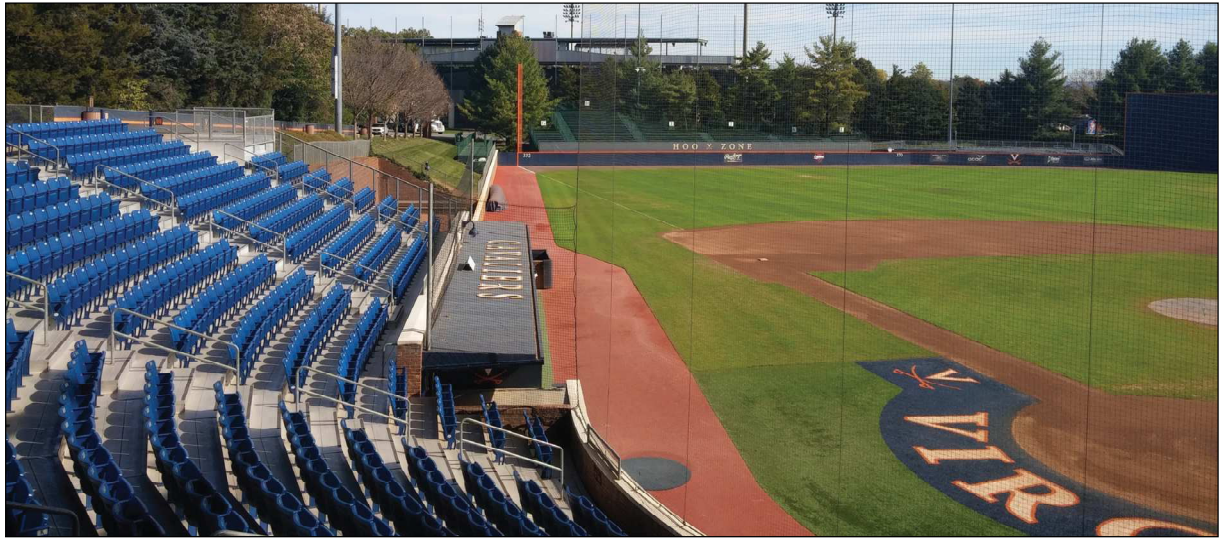
A szurkolók biztonságát nemcsak az ülések éghetőségének csökkentésével kell megteremteni, hanem meg kell óvni őket a játéktér felől fenyegető veszélyektől is. Észak-Amerika egyetlen első osztályú profi baseballbajnokságán (MLB, Major League Baseball) már többször okozott súlyos sérülést egy-egy elszabadult labda vagy elrepült törött ütő. Ezért kb. egy tucat MLB stadionban „majdnem láthatatlan” védőhálót húztak a játéktér és a nézőtér közé. Az eddig főképpen halászhálókat gyártó Promats Athletics (Salisbury, Észak-Karolina, USA) az Ultra Cross védőhálót a DSM (Heerlen, Hollandia) ultra nagy sűrűségű fekete szupererős Dyneema polietilénszáljából készítette. A szálakat nem sodorták, hanem fonták, és a hálót nem csomózták, hanem hurkolták (9. ábra). A fekete szín és a csomómentes háló a nézők számára szinte észrevehetetlen (10. ábra).



A sportesemények közönsége ma már elvárja, hogy *tető* legyen a feje felett. A *tető* legyen könnyű és biztonságos, ne legyen túl drága, legyen energiatakarékos, környezetbarát és anyagát lehessen újrahasznosítani.

A Sabic Innovative Plastics (Pittsfield, Massachusetts, USA) *Lexan* polikarbonátjából extrudált *Thermoclear* lemezeket világszerte már legalább 50 stadionban használták fel tetőépítésre. Ezeknek a több belső falat tartalmazó, könnyű, szívós és formázható lemezeknek az ütészállósága 250-szer nagyobb az üvegénél, ezért sokkal jobban ellenállnak a viharoknak és a vandalizmusnak. A belső falak a lemezek hőszigetelését is növelik. A lengyelországi Chorzowban a 2016-ban befejezett Slaski futballsta-

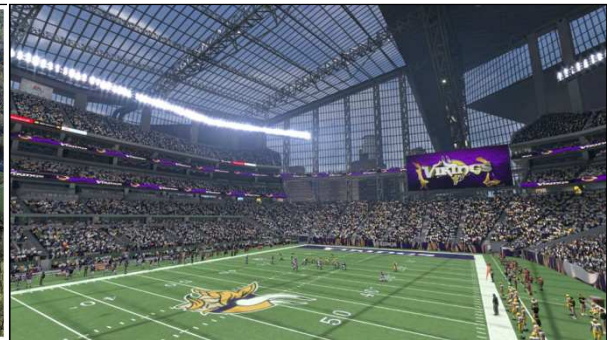
dion nézőtere felett szabadon lebegő, alátámasztás nélküli (függesztett) tetőt építettek ezekből a 12 m hosszú, 25 mm vastag, 5 kg/m^2 tömegű lemezekből (11. ábra), amely 5000 N/m^2 erejű szélnek vagy hónyomásnak képes ellenállni.



10. ábra Ezt látják a nézők a hálón keresztül



11. ábra A Slaski futballstadion alátámasztás nélküli átlátszó Thermoclear tetője



12. ábra A minneapolis-i Viking stadion belülről

Ugyancsak Lexanból készülnek a 9-falú *Thermoclick* lemezek, amelyek egyik oldalukon V-alakú hornyot, másik oldalukon ugyanilyen formájú horonyba illeszthető profilt hordoznak, ezért belőlük függőleges alátámasztás nélkül lehet nagyobb felületeket összerakni. Ezek a lemezek 1000 mm szélesek és 50 mm vastagok, hőszigetelő képességük révén a velük fedett térségben a dupla üveghez képest 17% energiát lehet megtakarítani. A lemezek külső rétege UV-álló, és különböző színekben gyártják őket.

2016. július 12-én nyitották meg a minnesotai Vikingek új stadionját, amely a hírek szerint az első átlátszó, teljesen zárt tetejű sportcsarnok az USA-ban (12. ábra). Az átlátszó felületeket a 3M cég (St. Paul-Maplewood, Minnesota, USA) Dyneon nevű fluorpolimerjéből, egy részlegesen fluorozott etilén/tetrafluor-etilén kopolimerből

(ETFE) gyártott fóliából alakították ki. Ez a fólia könnyebb az üvegnél, és a zárt tető költséghatékonyabb, mint a kinyitható tető. Az összesen 23 000 m² felületű átlátszó tetőt és homlokzatot 75 háromrétegű, levegővel töltött „párna” alkotja, amely a 3M szerint a természetes fény 95%-át engedi át. A tetőnek el kell viselnie az olyan hóvihart, mint amilyen a jelenlegi stadion helyén álló Metrodomot 2010-ben annyi hóval terhelte, hogy beszakadt a teteje. A fóliagyártó szerint az ETFE fólia tépőszilárdsága és átszűrással szembeni ellenállása igen nagy, és Észak-Európában, ill. az Alpokban már bizonyította megbízhatóságát a téli viharokban. A fólia emellett sima felületű, és a rákerülő hó le fog csúszni róla.

Összeállította: Pál Károlyné

Toensmeiter, P.: Plastics are the big winner in sports = Plastics Engineering, 68. k. 4. sz. 2012. p. 10, 12, 14–17.

Stronger, safer bicycles = Plastics Engineering, 72. k. 7. sz. 2016. p. 13.

Tolinsky, M.: Polymers and composites are enhancing athletes' performances and making sporting events safer for them – as well as the fans = Plastics Engineering, 7. sz. 2016. p. 8–10, 12.

The Gardian Cap = www.guardiancaps.com/theguardiancap/

Tough weightlifting gloves to protect your money-makers = www.bestproducts.com/fitness/equipment/g900/weight-lifting-gloves/?

[Impact absorbing turf minimizes sports injuries](https://ninesights.ninesigma.com/web/head-health/awardees) = <https://ninesights.ninesigma.com/web/head-health/awardees>

Tension backstop netting systems Ultra Cross Braided Dyneema®, Winter 2015/2016 |

Presented by Promats Athletics = www.promatsathletics.com/netting/ball-netting-systems/-ultracross-knotless-dyneema-netting

Innovative plastics for sustainable stadia = www.stadia-magazine.com/articles.php?-Article-ID=240

Röviden ...

Az európai műanyagipar a körforgásos gazdaságban

2016 októberében három európai műanyagipari szervezet (European Plastics Converters, PlasticsEurope és a Plastics Recyclers Europe) elindította a Polyolefin Circular Economy Platform (PCEP) kezdeményezést. A felsorolt szervezetek hat munkacsoportban kívánják elősegíteni a poliolefin termékek minél nagyobb mértékű újrafelhasználását. Témáik között szerepel a poliolefin alapú csomagolások optimalizációja, a gyártási és logisztikai folyamatok újragondolása, a költségek és a környezeti terhelés csökkentése.

A *körforgásos(vagy körkörös) gazdaság* (circular economy) fogalma az elmúlt néhány évben kezdett elterjedni a tudományos, majd a gazdasági életben, annak mintájára, hogy a természetben is körforgásos folyamatok mennek végbe (víz, levegő, tápanyag körforgása).

J. P.

www.plasticsnewseurope.com 2017. május 10.

www.quattroplast.hu