

## Funkcionális és nagy teljesítményű polimerek

*Tárgyszavak: műszaki műanyagok; piaci helyzet; gazdaságpolitika; műanyagfajták; statisztika; árak; kilátások.*

### A kereskedelmi forgalomban kapható műanyagok főbb osztályai

Mára a műanyagok mint szerkezeti anyagok „érett” szakaszukba jutottak. (Szerkezeti anyag alatt értendő ebben a közleményben minden olyan műanyag, amelyből valamilyen használati tárgyat vagy alkatrészt – akár egy fogmosó poharat – készítenek. A szerkesztő megjegyzése.) A környezetünkben megtalálható műanyagok többsége már legalább 50 éves. Ezek az anyagok ma sem vesztek műszaki vagy gazdasági jelentőségükből, de a sikerre vezető tényezők jelentősen átrendeződtek. Az adott funkcióra kifejlesztett speciális polimerekre más törvényszerűségek vonatkoznak, mint a hagyományos tömegműanyagokra.

Még ezelőtt tíz évvel is „rendezett” viszonyok uralkodtak a német vegyiparban. A nagy műanyaggyártók, a **Bayer**, a **BASF**, a **Hoechst** mind olyan integrált vegyipari óriásvállalatok voltak, amelyek termékválasztéka felölelt a vegyipari alapanyagoktól a finomvegyszereken és polimereken át a gyógyszerekig mindent. Mindegyik vállalatnak saját központi kutatóintézete volt, amely felelős volt az új termékek fejlesztéséért. Ezeket az új termékeket vitték át a megfelelő területekre, hogy ott új vagy régieket helyettesítő tulajdonságaikkal nagyobb profitot hozzanak létre. Ez az általános séma érvényesült a műanyagok területén is. A piac követelményeinek megfelelően – pl. a repülés és űrtechnika igényeire válaszolva – fejlesztették ki a nagy teljesítményű műanyagok családjait, amelyeknek az akkori marketingstratégia szerint ellensúlyozniuk kellett volna a tömegműanyagok esetében érzékelhető profitcsökkenést.

Ezek az álmok azonban az 1990-es években szertefoszlottak. *Miközben a „bejáratott” műanyagokon realizálható nyereség folyamatosan csökkent, a drága specialitások iránti igény nem növekedett abban a mértékben, ahogy remélték.* Az új anyagok még kiemelkedő tulajdonságaik révén sem tudták behozni az előttük több mint 40 évvel kifejlesztett típusokat. Az új anyagok nem tudtak versenyezni a nagy gyártási mennyiségből fakadó gazdasági előnyökkel. Az, hogy a nagy teljesítményű műanyagok gyártásakor az amortizációs

idő kb. 25 év volt – szemben az 50-es és 60-as években kifejlesztett műszaki műanyagoknál (pl. POM, PC, PA 6) tapasztalható 10 évvel – gyengítette a speciális, kiemelkedő műszaki teljesítményű polimerek versenyképességét. Éppen ezért sok *nagy gyártó kivonult erről a területről, és inkább a hagyományos műanyagok nyereségességének javítására koncentrált*. Akkoriban úgy értékelték, hogy az új anyagoknak csak akkor van bármi esélyük (ha egyáltalán van), ha meglévő berendezésekben, ipari léptékben elérhető nyersanyagokból állíthatók elő. Az ipari kutatás fókuszába olyan problémák kerültek, mint a katalizátorok, a polimerötvözetek vagy a gyártási eljárások fejlesztése. A fő jelszavak a méretnövelés, a kapacitáskihasználás és a termelési költségek csökkentése voltak. Az új alkalmazások új anyagokkal történő kielégítése helyett a gyártók a globalizációval inkább az újabb helyi piacok megszerzésére törekedtek a már meglévő kínálattal – mert ez volt a túlélés kulcsa.

## **A piac és a fejlesztési folyamat átalakulása**

Ennek a folyamatnak a logikus végkifejlete tapasztalható ma. Konszolidáció, felvásárlások, gazdaságtalan üzemek bezárása észlelhető mindenfelé, a kisebb üzemek specialitások gyártására szakosodnak, ki kell vonulniuk a tömegműanyagok gyártásából. Az új gyártókapacitások a világpiac kiszolgálására készülnek, a specialitásokat sürgősen eltávolították a termékpalettáról. A K+F fejlesztések többsége is a tömeges alkalmazásokra koncentrált.

Ennek megvannak a következményei a felhasználó számára. A korábbiakban a nyersanyaggyártók szívesen támogatták anyagaik felhasználását új alkalmazási területeken, és ebben munkával és anyagi támogatással is részt vettek. Ma jóval óvatosabbak, és csak akkor hajlandók ilyen kockázatot vállalni, ha nagy potenciális felhasználási területről, nagy mennyiségekről és gyors megtérülésről van szó. Új alkalmazások és új piacok esetében ez többnyire nem látható előre. Az a szokás, hogy az alapanyaggyártó megelőlegezzen bizonyos fejlesztési költségeket, amelyeket később a nyersanyagárban kap vissza, a mai spórolós világban szinte teljesen eltűnt. Ennek következtében *a vevőknek is részt kell vállalnia a fejlesztési költségekből, és meg kell osztani az anyag- és termékfejlesztés költségeit*.

## **Új szemléletre van szükség**

Ezt azt jelentené, hogy a K+F szempontjából a műanyaggyártás lezárt fejezetnek tekinthető? Valóban nincs szükség új anyagokra? Szó sincs róla! Különbséget kell azonban tenni az új polimerötvözetek, receptúrák és az új kémiai összetételű anyagok fejlesztése között. *Új kémiai összetételű szerkezeti tömegműanyagok megjelenése a közeljövőben nem várható, de a funkcionális polimerek területén, ahol egy-egy polimer az új technológia kulcsa, igenis*

szükség lehet a kémiai ötletességre. A funkcionális és szerkezeti polimerek közti különbséget az 1. táblázat hasonlítja össze.

1. táblázat

A különböző kategóriájú műanyagokra vonatkozó piaci törvényszerűségek

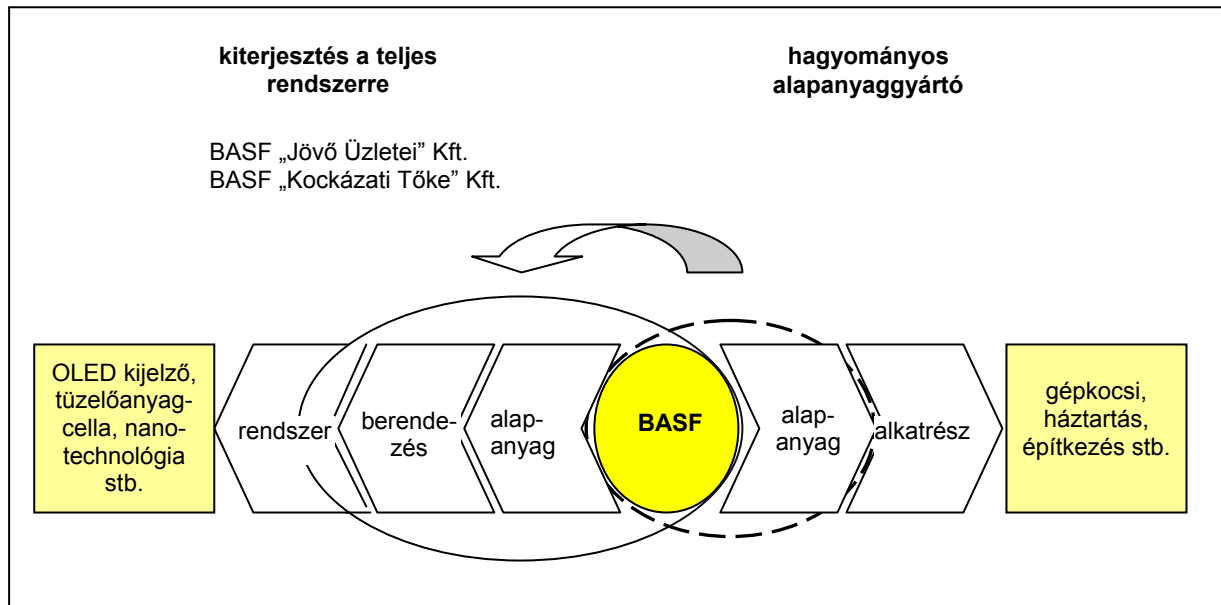
Anyagcsalád	Szerkezeti anyag	Funkcionális polimer
Jellemző	Egy anyag számos területen alkalmazható	Egy adott funkció egy speciális polimerhez köthető
Profit	Kicsi	Nagy
Alkalmazások száma	Nagy	Nagyon kicsi
Termelt mennyiség	Nagyon nagy	Nagyon kicsi
Piaci igény	Nagy	Csekély

A szerkezeti anyagok esetében a cél az, hogy egy kifejlesztett új anyag számára minél több alkalmazási területet találjanak, hogy az eladott nagy mennyiségek révén megtérüljenek a fejlesztési és gyártási költségek. A funkcionális polimerek esetében más a helyzet: itt egy adott alkalmazás követel különleges szerkezeti anyagot, amelyet adott esetben csak egy speciális (funkcionális) polimerrel lehet kielégíteni. A két anyagcsaládnál egészen más piaci viszonyok érvényesülnek. A szerkezeti anyagokkal szemben követelmény pl. a szokott feldolgozási technológiákkal (pl. fröccsöntés, extrúzió) való feldolgozhatóság, a funkcionális polimereknél speciális feldolgozási eljárások is szóba jöhetnek. Egy tüzelőanyag-cellába tervezett polimermembránt nem a kísérleti fröccsöntő üzemben fognak bevizsgálni és minősíteni, hanem az adott alkalmazásban.

A speciális új polimerekre nem lehet pusztán úgy tekinteni, mint szerkezeti anyagokra. A funkcionális polimerek megkívánt jellemzőit az alkalmazás szabja meg. Természetesen az adott gyártónak az a legkényelmesebb és legolcsóbb, ha valamelyik alapanyaggyártótól kész anyagot szerez be, de ha ilyen nem áll rendelkezésre, meg kell fontolnia a saját anyagfejlesztés lehetőségét is. Ilyenkor a fejlesztés költségeit nem a gyártott anyagmennyiségre kell vetíteni, hanem azon a termékdarabszámon kell amortizálni, amelyet a későbbiekben el szándékoznak adni – és adott esetben a saját fejlesztés kifizetője lehet.

Ma már több nagy gyártó (BASF, Bayer) rájött arra, hogy a hagyományos alapanyaggyártói szemlélet mellett valamilyen módon rajta kell tartaniuk a kezüket a kockázatosabb piacokon is. Ennek egy lehetséges modelljét a BASF esetében az 1. ábra vázolja. Egy tény: *a funkcionális polimerek fejlesztése másfajta együttműködést feltételez a potenciális alkalmazóval*, és át kell értékelni az egész innovációs folyamatot. Azáltal, hogy a nagyvállalatok egyre inkább törzstevékenyséjükre koncentrálnak, nagy lehetőség nyílik kisebb vállala-

latok vagy K+F szolgáltató cégek számára. Számos egyetemen, kutatóintézetben, de profitorientált kisebb vállalatoknál is intenzív anyagfejlesztési tevékenység folyik (pl. nanorészecskék, nanocsövek, dendrimerek, katalizátorok stb.). A fejlesztési munka és annak gyakorlatba történő átültetése idő- és pénzigényes tevékenység, még nehezebb a kifejlesztett anyag vagy termék piacra történő bevezetése.



1. ábra Az új technológiák integrálása egy hagyományos alapanyaggyártó vállalat tevékenységébe

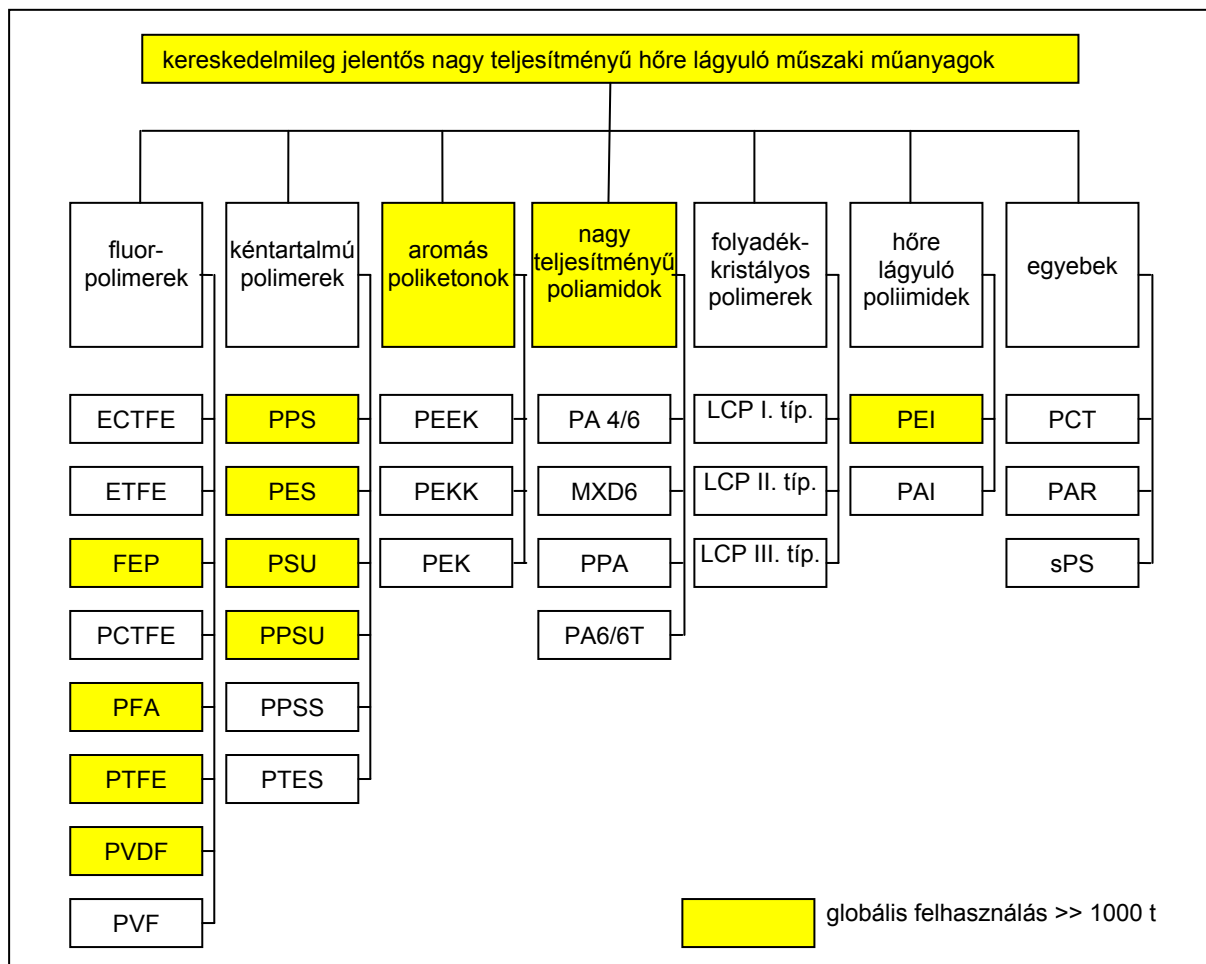
Ha már ismert alkalmazáshoz fejlesztenek ki új anyagokat, nagy lehetőségek vannak a mennyiségi növekedésre, de rögtön erős árversenynek lesz kitéve a termék. Akkor a vevőket nem a polimerkémia finomságai és a megoldás eleganciája fogja izgatni, hanem az egységár – más anyagokhoz képest. Az új alapanyaggal kapcsolatban is rögtön felmerül a mennyiség és a gazdaságosság kérdése. Ha teljesen új alkalmazást terveznek, kezdetben nincs verseny más anyagokkal, de több türelemre (és pénzre) van szükség, amíg a mennyiségi növekedés megindul.

Ezen a területen is érvényesül az a szabályszerűség, hogy a potenciális felhasználónak részt kell vállalnia az anyagfejlesztés költségeiből – hiszen ő a legközvetlenebbül érdekelt az eredményben.

## Melyek azok a nagy teljesítményű műanyagok?

*A nagy teljesítményű műanyagok rendkívül heterogén csoportot alkotnak, nem definiálhatók egyszerűen, legfeljebb valamilyen irányban kiemelkedő mű-*

szaki jellemzőikkel. Leginkább a nagy hőállóságú műszaki műanyagok tartoznak ide, amelyek rendkívüli vegyszerállóságukkal, sugárállóságukkal, kis sűrűségükkel, égésállóságukkal tűnnek ki. Mindezek a nagy szilárdsággal, sok esetben a biológiai összeférhetőséggel kombinálva számos érdekes alkalmazási lehetőséget biztosítanak ennek az anyagcsoportnak. Bizonyos képviselőik fémekhez hasonló szilárdságot, mégis szívós, rugalmas anyagjellemzőket mutatnak. Egyesek részlegesen kristályosak, mások teljesen amorfak – ezekből átlátszó termékek is készíthetők. Nagy szilárdságuk révén vékony falú termékek előállítására alkalmasak, a nagy hőstabilitás miatt ezek a vékony falú termékek könnyedén hősterilizálhatók – vagy akár sugárzással, agresszív vegyszerekkel is csírátlaníthatók. Vannak ugyan köztük hőre lágyuló és hőre keményedő típusok is, legnagyobb jelentőségük talán mégis a hőre lágyuló fluor- és kéntartalmú polimereknek van a nagy teljesítményű poliamidokkal, folyadék-kristályos polimerekkel (LCP) és az aromás poliketonokkal (PEEK és PEK) együtt. A főbb, kereskedelmi szempontból is jelentős csoportokat a 2. ábra mutatja. Az utóbbi években a hőálló polimerek más polimerekkel és elasztomerekkel készített ötvözetei is megjelentek.

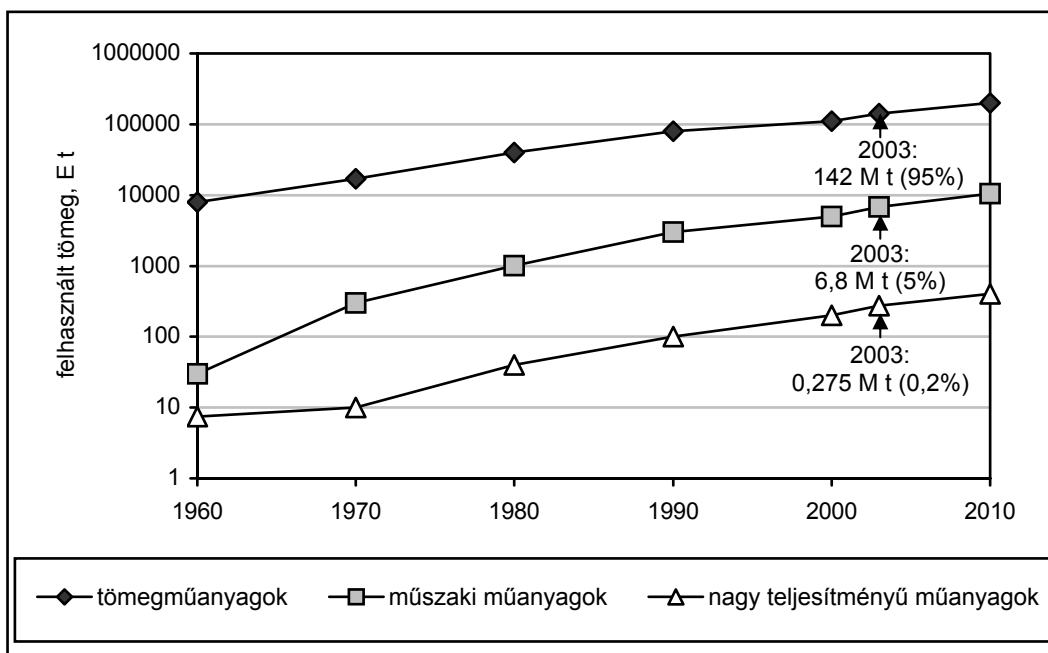


2. ábra A nagy teljesítményű hőre lágyuló műszaki műanyagok főbb csoportjai

## Piaci kilátások

A nagy teljesítményű műanyagokra vonatkozó statisztikai adatok nem érhetők el olyan könnyen, mint a tömegműanyagokra vagy akár a hagyományos műszaki műanyagokra vonatkozóak, ezért a prognózisok készítése is jóval nehezebb és bizonytalanabb. Marketingadatok többnyire egy-egy típusal, alkalmazási területtel vagy földrajzi térséggel kapcsolatban láttak napvilágot, az átfogó elemzések ritkák. Az elemzések ezért csak a piaci résztvevők által rendelkezésre bocsátott adatokra és az általános világpiaci tendenciákra támaszkodhatnak. Éppen ezért az adatokat (az itt leírtakat is) fenntartásokkal kell kezelni.

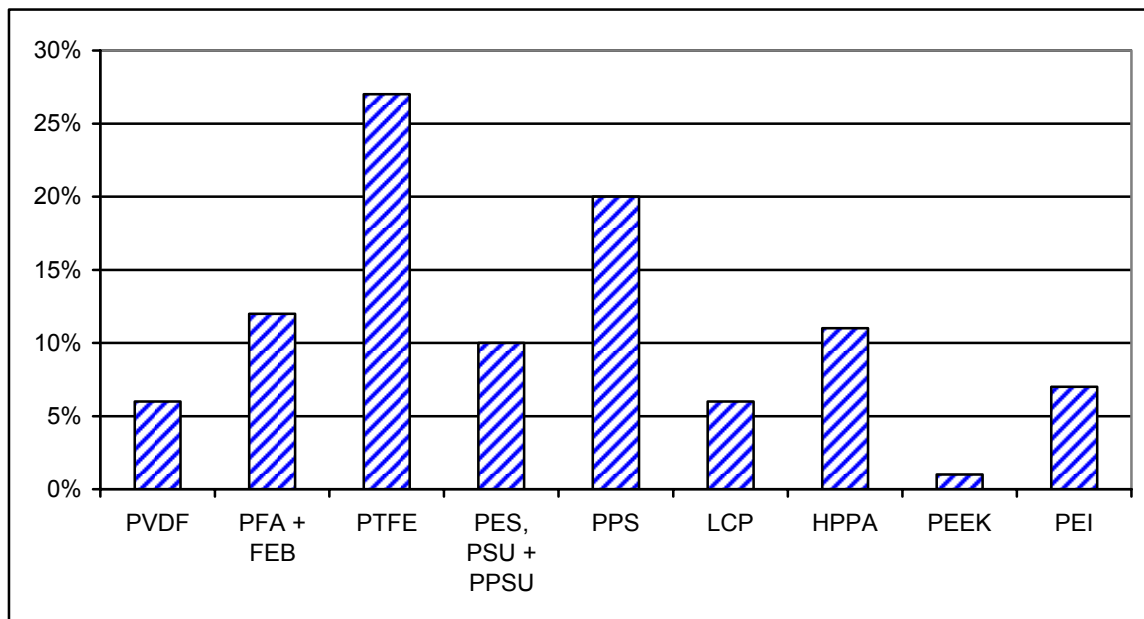
*2003-ban a nagy teljesítményű műanyagok becsült felhasználása világszerte mintegy 275 E t (2001-ben 250 E t), a forgalmi érték 2003-ban 4,1 Mrd USD, 2001-ben 3,4 Mrd USD volt. Ezek a számok kijózanítólag hatnak, és azt mutatják, hogy az ártényező még azokon a területeken is döntő, ahol ezeket az anyagokat alkalmazni szokták. Szűk rétegpiacon van szó, amelyek azonban még a hagyományos műszaki műanyagokhoz képest is jelentéktelenek, nem beszélve a tömegműanyagok piacáról (3. ábra).*



3. ábra A különböző műanyagcsoportokból felhasznált mennyiség alakulása a világon 1960–2010 között.

(Tömegműanyagok: PE, PP, PVC, PS, PMMA; műszaki műanyagok: PA, PC, POM, PBT, PPE, ötvözetek; nagy teljesítményű műanyagok: fluorpolimerek, PPS, LCP, PEI, PES, PSU+PPSU, PEEK, nagy teljesítményű PA)

A felhasználás típusok szerinti felosztását a 4. ábra mutatja. A legnagyobb csoportot (45%) a fluoropolimerek (PTFE, PFA, FEP, PVDF) alkotják, ezt követik (30%) a kéntartalmú polimerek (PPS, PES, PSU, PPSU), majd a nagy teljesítményű poliamidok (11%). A nagy teljesítményű polimerek mintegy 50%-át az USA-ban használják fel, ezt követi Ázsia (Japánnal együtt) 30%-kal, az EU országaira csak 20% jut. Annyi mindenestre látható a korlátozott mennyiségű adatból, hogy ezen a területen is globális verseny van kibontakozóban.

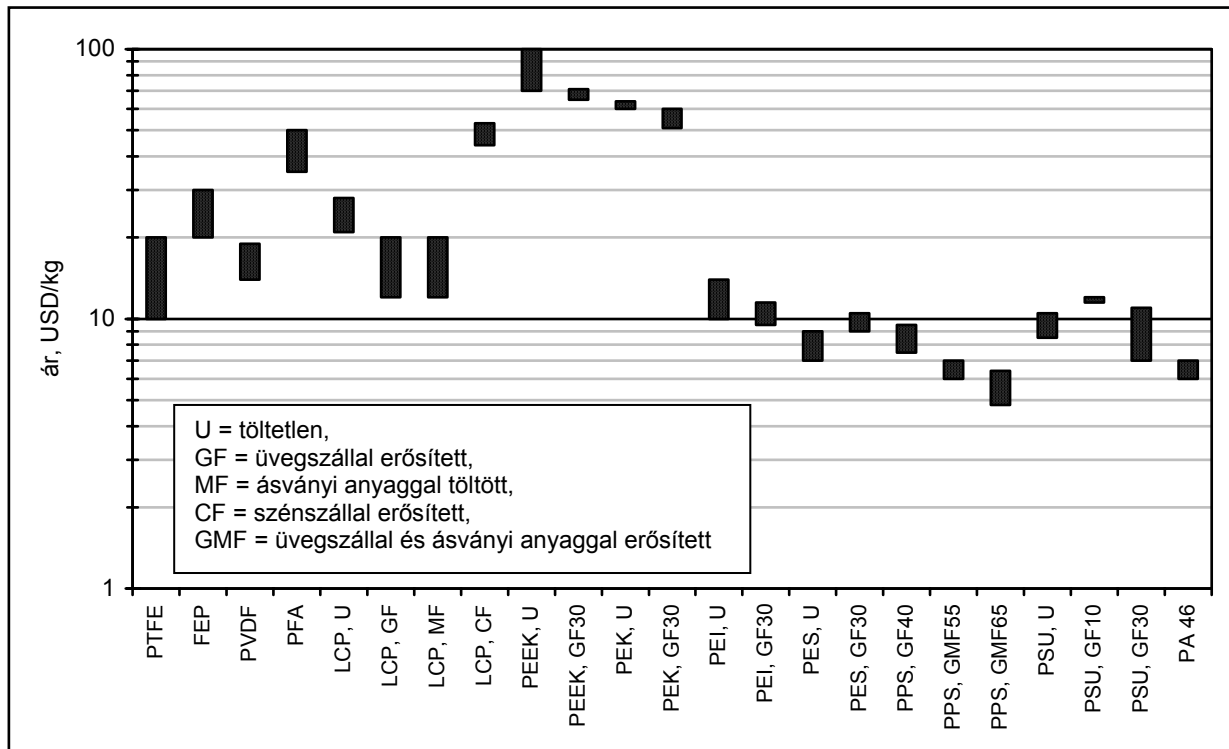


4. ábra A nagy teljesítményű műanyagpiac felosztása típusok szerint

## A magas állandó költségek magasan tartják az árakat

A piacra általában jellemző, hogy a magas beruházási, folyamatfejlesztési és marketingköltségek miatt nagyok az állandó költségek, tehát nehezen lehet csökkenteni a termékek eladási árát. A befektetett tőke megtérülése lassú (mintegy 10 év), ami pedig döntő szempont a vállalkozó tőke számára. Ehhez járulnak még a magas monomerárak, a nyers polimer feldolgozásának bonyolultsága, aminek eredményeként a nagy teljesítményű műanyagok ára erősen meghaladja a műszaki műanyagokét is. Az árakat az szabja meg, hogy mekkora és milyen jellegű a felvevőpiac, és milyen problémákat tudnak megoldani az adott műanyagtypussal (5. ábra). Mindenesetre ahhoz elég szereplő van a piacon, hogy árverseny alakuljon ki köztük, de éppen ennek eredményeként sok gyártó ki is vonult erről a kockázatos és nem túl gyors megtérüléssel kecsegtető piacról.

Néhány alkalmazási területet a 6. ábra foglal össze. A legfontosabb az elektronikai és villamos ipar, ezt követi az autóipar és az általános gépipar. Ennél lényegesen kisebb részt képvisel a repülőgép- és űripár, a „maradék” kategóriában pedig az orvostechika, az implantátumok, a sporteszközök stb. találhatóak.



5. ábra A fontosabb nagy teljesítményű műanyagok ártartománya (USA adatok, 2003. Az árak 2001-hez képest alig változtak)

Jelenleg világszerte 45 cég állít elő nagy teljesítményű műanyagokat. Ezen belül a legnagyobb a kínálat a fluorpolimerekből, de LCP- és PPS-gyártó is elég sok van. Nagy teljesítményű poliamidot is többen forgalmazznak, de ennek a csoportnak az összetétele elég heterogén, a termékek nem mindig helyettesítik egymást. Várható azonban, hogy az elkövetkező években ezen a területen is bizonyos konszolidáció és vállalatfelvásárlás fog bekövetkezni, ami „letisztítja” a kínálati palettát is. Valamennyi alkalmazási terület, ahol nagy teljesítményű műanyagokat használnak, erős árversenynek van kitéve, ezért sok olyan alkalmazásban, ahol eredetileg nagy teljesítményű műanyagot építettek be, lejjebb vettek a műszaki követelményekből és olcsóbb műanyagokat használnak, vagy más műszaki megoldásokkal kerülnek ki a drága alapanyagok használatát. Erős verseny tapasztalható a nagy teljesítményű műanyagok csoportján belül is, amikor az egyik típussal helyettesítik a másikat. Az eladások fenntartásához a gyártóknak folyamatosan figyelniük kell az új alkalmazási területeket, és folyamatos műszaki támogatást kell nyújtaniuk felhasználóik számára.





6. ábra A nagy teljesítményű műanyagok főbb alkalmazási területei

Mindezzel együtt az elemzők azt várják, hogy a piac mérete 2008-ig évi 5–7%-kal nőni fog. A legnagyobb növekedés Ázsiában és Észak-Amerikában várható. Általában úgy vélik, hogy a mindenkori GDP növekedési rátát 1–3%-kal haladja meg a nagy teljesítményű műanyagok felhasználásának növekedési üteme. Más ipari tevékenységekhez hasonlóan Kína rendkívül vonzó befektetési terep mind az olcsó munkaerő, mind az erős helyi kereslet miatt – ezért a nagy teljesítményű műanyagokat gyártó európai, észak-amerikai és japán cégek és az ilyen műanyagok feldolgozására szolgáló szerszámokat gyártó cégek is várhatóan Kínában fognak gyártócentrumokat létrehozni. Érdeemes arra is odafigyelni, hogy mind India, mind Kína már ma is saját nemzeti cégekkel vesz részt a nagy teljesítményű műanyagok gyártásában, ami a jövőben még inkább hozzá fog járulni a nemzetközi áversenyhez.

**Dr. Bánhegyi György**

Stebani, J.: Materialforschung als technische Investition. = Kunststoffe, 94. k. 8. sz. 2004. p. 32–36.

Kohlhepp, K.: Der richtige Werkstoff für Zukunftsmarkte. = Kunststoffe, 94. k. 8. sz. 2004. p. 26–31.