

## Műanyagok a hagyományos, az elektromos és a hibrid hajtású gépkocsikban

Németországban a műanyagipar növekedése meghaladja a BIP általános növekedését, ezen belül a járműgyártás műanyag-felhasználása mutatja a harmadik legnagyobb növekedést. Ebben az iparágban a műanyag-felhasználást befolyásolja a jövő gépkocsijainak hajtórendszere, azt pedig a következő évtizedek energiaforrásai. Úgy tűnik, hogy 20 év múlva is a fosszilis energiaforrások adják majd a szükséglet 80%-át, és a gépkocsik többsége is belső égésű motorral fog futni. Emellett a villamos és hibrid hajtású gépkocsik száma is lassú növekedést mutat. A műanyagoknak valamennyi típusban növekszik a szerepe.

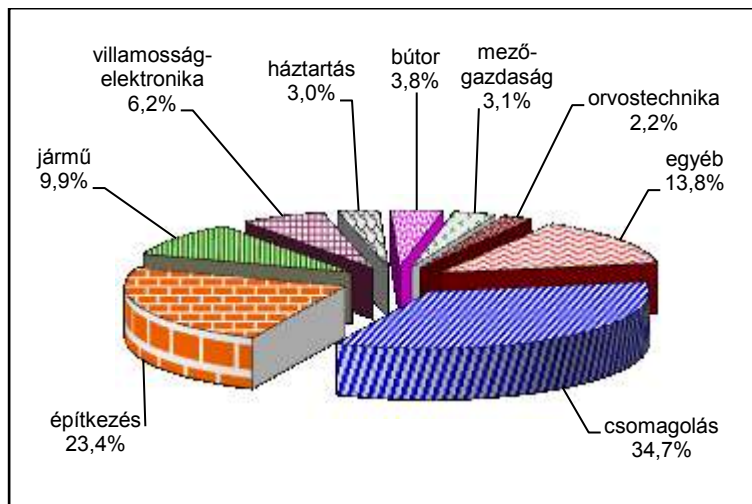
*Tárgyszavak: műanyag-felhasználás; Németország; energiaforrások; prognózis; gépkocsigyártás; gépkocsitípusok.*

### A német műanyag-feldolgozó ipar adatai

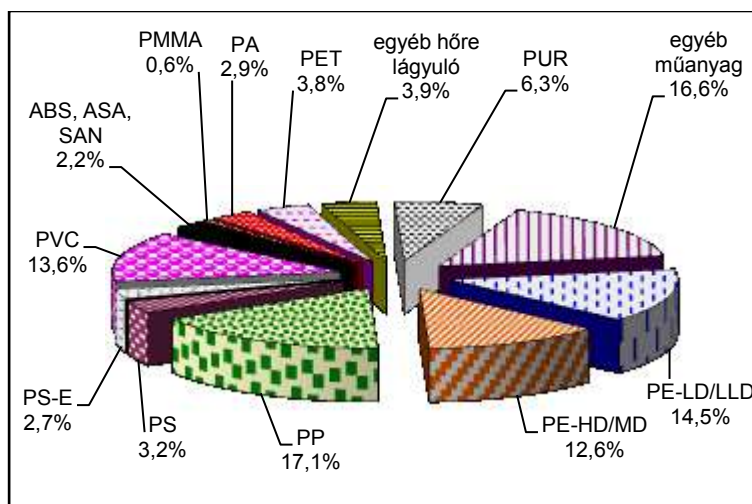
Németországban, 1999 és 2014 között, 16 év alatt a műanyag-feldolgozó ipar termelésének értéke 36,2 Mrd EUR-ról várhatóan közel 60 Mrd EUR-ra emelkedik, ami 1,6-szoros növekedés. A növekedési pályát egyedül a 2009. évi válság szakította meg, amikor az iparág árbevétele mintegy 15%-kal visszaesett az előző évihez képest. A műanyag-feldolgozó ipar növekedési üteme rendre meghaladta a bruttó belföldi termelés értékének (BIP) növekedését, amely 2013-ban 0,4%, 2014-ban várhatóan 1,6%, míg ezzel szemben a műanyag-feldolgozó ipar e két év folyamán 1,5%-kal, illetve 3,5%-kal bővíti tevékenységét. Hosszabb időtartamot vizsgálva megállapítható, hogy az egyes években a BIP szűkebb sávon belül, a műanyag-feldolgozó ipar nagyobb kilengésekkel ingadozik.

*2011-ben Németországban közel 12 millió tonna műanyagot dolgoztak fel. A termékek legnagyobb hányadát, 4,1 millió tonnát (34,7%) csomagolási célokra, 23,4%-át az építőiparban alkalmazták. Az alkalmazás szerinti megoszlást az 1. ábra mutatja.*

A feldolgozott műanyagok 44%-a poliolefin, 13,6%-a PVC, 6,3%-a PUR, 5,9%-a polisztirol, 3,8%-a PET volt (2. ábra). A jelenleg látható irányzatok tükrében az átlagosnál gyorsabb keresletnövekedés várható a különleges követelményeknek megfelelő műszaki műanyagok, a PEEK, a PPS, a PTFE, az LCP, továbbá a fluorpolimerek piacán, illetve általában, a tömegműanyagokat is beleértve, a szálakkal erősített és töltött típusok iránt.



1. ábra  
A Németországban felhasznált műanyagok tömegének százalékos oszlása 2011-ben az iparágazatok között. A teljes felhasználás 10 730 ezer tonna volt.



2. ábra  
A Németországban felhasznált műanyagok tömegének százalékos megoszlása 2011-ben polimerfajta szerint. Teljes felhasználást lásd az 1. ábra feliratában

## A műanyagok feldolgozásának új távlatai

A többfunkciós motorházfedeleket korábban kizárólag fémből készítették. Újabban üvegszállal erősített poliamidokat is alkalmaznak erre a célra, mert az újabb típusok nagyobb hőállósága, tartóssága, csekély nedvességfelvétele szavatolja, hogy ezek a műanyagok az agresszív környezetben is megállják a helyüket.

A motorok és a kipufogórendszer érzékelőiben, továbbá az üzemanyag-ellátó rendszerben egyre több a fluorpolimer. A poli(tetrafluor-etilén) (PTFE) és kompaundjai, valamint a többi fluortartalmú polimer és elasztomer jól tűri a magas hőmérsékletet, átteresztőképességük lehetővé teszi a permeációra vonatkozó szigorú előírások betartását, és jó siklási tulajdonságaik is előnyükre válnak. Ezek a polimerek 260 °C hőmérsékletet akár 20 000 óra hosszat is elviselnek tulajdonságaik romlása nélkül.

Egy új megoldásban fluorpolimereket alkalmaznak forgattyús és bütykös tengelyek tömítőgyűrűiként. A PTFE kompaundból vagy elasztomerből készített fésűs tömítést többnyire egy fémtokba sajtolva építik be, de a 3M és a DSM cég együttműködé-

sével kifejlesztettek egy 100%-ban műanyag tömítőelemet. Ebben a 3M *Dyneon* márkanevű fluorpolimerjét és a DSM *Stanyl PA46* márkanevű üvegszál polimerjét társítják. A tömítőelemet kétféle módon lehet előállítani, két fröccsöntő gépen, ráfröccsöntéssel vagy egyetlen szerszámban kétkomponenses fröccsöntéssel, amit megkönnyít az, hogy mindkét polimer feldolgozási hőmérséklete 180 °C körül van. A két anyag tapadását kémiai kötés erősíti, amely az elasztomer térhálósodása alatt épül ki. A tömítőelemet a poliamidon kialakított bepattanó kötéssel illesztik a helyére.

A repülőgépekhez hasonlóan a gépkocsikban is egyre több korábban fémből készített alkatrészt fognak gyártani műanyagból, közöttük tartó- és vázelemeket is. Az alapanyaggyártók ezért arra törekcszenek, hogy kompozitjaik egyre szilárdabbak, ütésállóbbak legyenek, és ütközéskor sok energiát nyeljenek el. Termékeik hőállósága is folyamatosan növekszik, és ezt nem drága nagy teljesítményű polimerekkel (pl. PEEK-kel) érik el, hanem olyan műszaki műanyagokkal, amelyekben még sok kihasználatlan lehetőség rejlik. Ilyenek pl. a 200 °C felett tartósan felhasználható poliamidok.

Az új alapanyagok mellett komoly szerepet kaphatnak az új technológiák. A korábban „gyors prototípusgyártás”-nak nevezett eljárást ma inkább „gyors gyártás”-nak lehet nevezni, mert szelektív lézerszinterézéssel nemcsak egy-egy kézbe vehető mintadarabot készítenek vele, hanem felhasználható elemeket is kisebb sorozatgyártásban.

## **Elektromotor vagy belső égésű motor?**

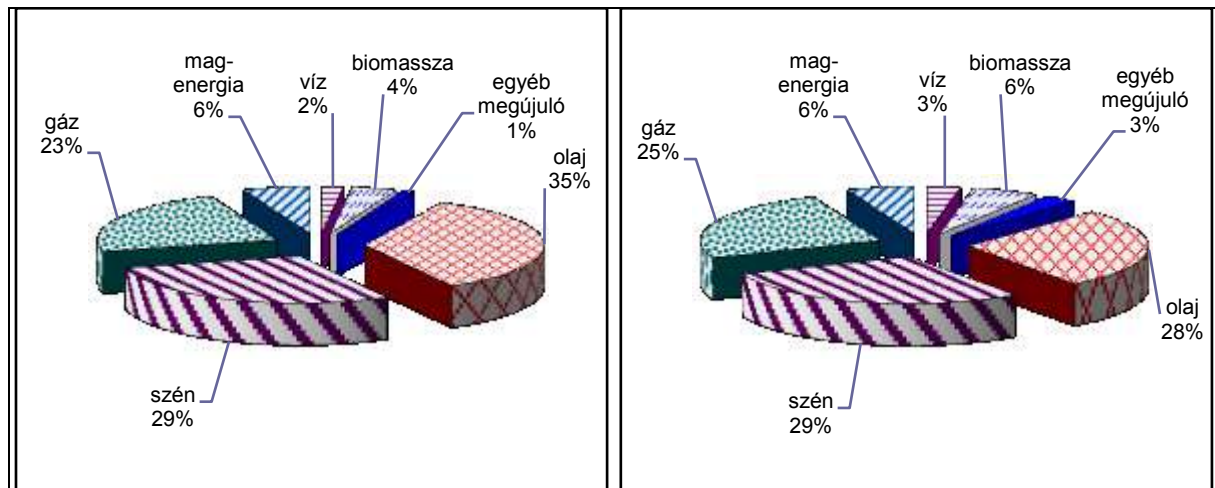
A gépkocsikban alkalmazott műanyagok mennyisége és választéka erősen függ attól, hogy milyen üzemanyaggal hajtják majd a következő évtizedek autóit, azaz milyen lesz a közeljövő energiapolitikája.

Az előrejelzések szerint a következő 20–30 évben változatlanul a fosszilis energiahordozók (olaj, szén, gáz) fogják adni a felhasznált energia több mint 80%-át, a többi nukleáris és vízi erőművekből, biomasszából és más megújuló forrásból származik majd annak ellenére, hogy a világ energiaigénye a 2010-es 235 millió hordó/napról 2030-ra 356 millió hordó/nap-ra növekszik. Csak annyiban lehet csekély változásokra számítani, hogy a kőolaj egy részét gázzal helyettesítik (3. ábra). Ebből arra lehet következtetni, hogy ebben az időszakban a gépkocsik döntő többsége benzin- vagy dízelhajtással közlekedik majd az utakon. Emissziójukat a klíma- és környezetpolitika elvárásai miatt új megoldásokkal csökkenteni fogják. Elképzelhető, hogy a belső égésű motorok további fejlesztésével ezeket könnyebben társíthatják elektromos hajtással, és növekszik majd a hibrid gépkocsik aránya. A kizárólag villamos hajtású gépkocsik szélesebb elterjedése csak akkor következhet be, ha megoldják a megfelelően nagy kapacitású energiátároló akkumulátorok gyártását.

## **Mennyire népszerűek az „alternatív” autók Németországban?**

A Daimler cég 2011-ben kezdte meg teljesen villamos hajtású *Smart* gépkocsijának forgalmazását. A General Motors ugyanebben az évben bocsátotta ki *Chevrolet*

*Volt*, az Opel Ampera pedig *Range Extender* márkanévű hibrid autóját. Az első évek lelkesedése mára optimista realizmussá enyhült. A szakértők nem vonják kétségbe a villamos hajtású gépkocsik tartós sikerét, áttörésüket azonban 100 éven belülre becsülik. 2010-ben Németországban megduplázódott, 2307-ről 4541-re nőtt a számuk. A hibrid gépkocsik száma 2009 óta évente kb. 30%-kal emelkedik, 2011 végén 12 622 volt. Az USA-ban 2010-ben 18 626, Japánban 2011-ben 14 960 új jogosítványt adtak ki elektromos gépkocsikra. Az utóbbi számok annak is köszönhetőek, hogy a két Európán kívüli országban nagyobb a villamos gépkocsik választéka, és hogy az ilyen gépkocsik vásárlását akár 9500 EUR-ral is támogatják.



3. ábra A világ energiafelhasználásának forrásai százalékos arányban 2010-ben (bal oldali kép) és 2035-ben (jobb oldali kép). Teljes felhasználás 2010-ben 235 millió hordó/nap, 2035-ben 356 millió hordó/nap (51%-os növekedés).

Az alternatív gépkocsik közül a villamos gépkocsik gyors elterjedésének legnagyobb gátja az akkumulátorok magas ára és az egy feltöltés után megtehető viszonylag rövid távolság; a hibrid gépkocsiké pedig a kettős hajtás miatti megnövekedett tömeg. Az Aral KG egy felmérésben megállapította, hogy a villamos autók potenciális vásárlói egy töltés után legalább 300 km-t szeretnének utazni. A jelenlegi átlagos táv ennek kb. a fele. A villamos és hibrid gépkocsik árát az akkumulátorok ára erősen megnöveli, kW/h-ként kb 500 EUR-val. Emiatt egy elektromos *Smart* gépkocsi mintegy 12 000 EUR-ral többbe kerül, mint egy hasonló hagyományos hajtású gépkocsi. Az Aral felmérése szerint a potenciális vásárlók átlagosan legfeljebb 1564 EUR felárat volnának hajlandók elfogadni. A felmérés eredményei ki is jelölik az elektromos gépkocsik fejlesztésének irányát: növelni kell a megtehető távolságot és közelíteni kell a gépkocsi árát a hasonló kategóriájú belső égésű motoros gépkocsi árához.

Az előrejelzések szerint mindkét alternatív gépkocsitípus iránt 2020-ig lassú növekedés várható, a hibrid gépkocsik piaci részaránya továbbra is meghaladja majd az elektromos gépkocsikét, mivel ezek kevesebb fosszilis üzemanyagot fogyasztanak és egyúttal hosszabb távot tudnak megtenni.

## Hogyan segíthetik a műanyagok az alternatív gépkocsik elterjedését?

Mivel a villamos hajtás energiaforrása és egyúttal megoldandó problémája az akkumulátor, ennek műanyag alkatrészei sokat segíthetnek az alternatív gépkocsik vonzóbbá tételében. Kisebb sűrűségük révén ellensúlyozhatják a hibrid típusok tömegnövekedését. Egy mai klasszikus gépkocsi motorterébe az üzemanyagtartályt is beleértve kb. 18 kg műanyagot építenek be, az Opel Ampera akkumulátoraiban több mint 40 kg a műanyag elemek tömege.

A Mann+Hummel GmbH nagyfeszültségű akkumulátora több száz akkumulátorcellából épül fel, amelyeket egy műanyag keretrendszer tart össze, a rendszer 18 szélső elemet és 135 ismétlődő köztes keretelemet tartalmaz. Ezek össztömege 18 kg. 60 000 gépkocsi gyártását feltételezve akkumulátoraikhoz 8,1 millió fröccsöntött és összeszerelt köztes keretre és 1,1 millió szélső elemre volna szükség.

Az elektromos autókban a nagyfeszültségű akkumulátor hűtését a különböző autógyártók eltérően oldják meg. Az ázsiai gyártók többnyire léghűtést alkalmaznak, az európai és észak-amerikai gyártók a folyadékhűtést részesítik előnyben. Ennek oka az akkumulátorendszer felépítése. Európában és Észak-Amerikában lítiumionos akkumulátorokat rendszeresítettek, amelyek optimális hőmérsékletét a víz vagy a hűtőfolyadék magasabb hőkapacitása révén könnyebb fenntartani, és ezáltal az akkumulátorok élettartamát meghosszabbítani. Japánban az akkumulátorokba hőmérsékletre kevésbé érzékeny nikkelfémhidrid cellákat építenek be, amelyek léghűtéssel is hosszú ideig működnek.

A hibrid gépkocsikban a nagyfeszültségű akkumulátort erősebben kell hűteni, mint a kizárólag elektromos hajtásúakban. Amikor ugyanis a villamos motor rásegít a hajtásra, ill. amikor visszatöltés megy végbe, nagy teljesítmény lép fel, és ez erős felmelegedést okoz. Ezért ilyen kocsikban minden esetben folyadékhűtést kell alkalmazni.

Vízzel hűtött rendszerekben azt is figyelembe kell venni, hogy a gépkocsi környezete és az akkumulátor belseje között eltérő a nyomás (pl. hegymenetben), amit az akkumulátor házán lévő nyílással ki lehet egyenlíteni. A Mann+Hummel cég egy gázmentesítő egységgel gondoskodik a folyamatos nyomáskiegyenlítésről, és cellameg-

hibásodás esetén a gáztalanításról. Az akkumulátorház védelmére a cég speciális membránt fejlesztett ki, amely gátolja a víz belépését, egyúttal megakadályozza a por, a felverődő kövek, a só behatolását, és azt, hogy valaki hozzáérjen az áramforráshoz.

A villamos motorokban funkcionális szerepük miatt természetesen ma is a fémes anyagok dominálnak, az akkumulátorokban azonban egyre több műanyagot alkalmaznak. A sorozatban gyártott típusokban egyelőre elsősorban a ház elemeiként alkalmazzák őket, a korszerű fejlesztések nyomán azonban egyre több műanyag elem kerül be belső térbe is.

Összeállította: Pál Károlyné

Schlipf, M.; Olsen, R.; Posth, D.: Energie- und Antriebskonzepte der Zukunft = Kunststoffe, 104. k. 3. sz. 2014. p. 38–41.

Bitzer, S.; Jessberger, Th.: Kunststofftechnik und Elektromobilität = Kunststoffe, 103. k. 3. sz. 2013. p. 50–52.



## MŰANYAG ÉS GUMI

a Gépipari Tudományos Egyesület, a Magyar Kémikusok Egyesülete és a magyar műanyag-  
és gumiipari vállalatok havi műszaki folyóirata

### **2014.szeptember: Fröccsöntés és perifériák II.**

*Buzási L-né: A fröccsöntés helyzete  
Magyarországon 2013-ban*  
*Dr. Lehoczki L.: Fakuma 2014. Műanyag  
fröccsöntő gép gyártók*  
*Tóth L., Juhász L. A.: Moldex3D szeminárium*  
*Gyenis A.: Vulkanizáló heveder prések hidrau-  
likus rekonstrukciója*  
*Török D., Zsíros L., dr. Kovács J. G.:  
Különböző elemszámú és átmérőjű StaMixCo  
statikus keverők vizsgálata*  
*Dr. Tábi T.: Politejsav alapú, hosszú  
bazaltszállal erősített fröccsöntött kompozitok  
fejlesztése*  
*Csomagolástechnikai hírek*  
*Iparjogvédelmi hírek*  
*Műanyagipari hírek*  
*Műanyagipari újdonságok*

### **2014. október: Műanyagipari alap- és segédanyagok**

*15 éves az Inno-Comp Kft. Interjú Torma Péter  
ügyvezetővel*  
*Rácz D., dr. Nagy M., dr. Zsuga M., dr. Kéki S.:  
Szolvatokróm polimerek*  
*Toroczky K.: Műanyagok alkalmazása az  
elektromos és elektronikai iparban, különös  
tekintettel a LED világításokra*  
*Kis-Jakab K., Molnár T., dr. Varga Cs., dr. Bartha  
L.: Kompatibilizáló adalékok alkalmazása hulladék  
PET/HDPE blendek összeférhetőségének javítására*  
*Kocsis K., Polyák P., Hári J., Janecska T.,  
dr. Földes E., dr. Pukánszky B.: Természetes anti-  
oxidánsal módosított halloysit nanocső  
stabilizáló hatásának vizsgálata polietilénben*  
*Csomagolástechnikai hírek*  
*Iparjogvédelmi hírek*  
*Kiállítások, konferenciák*  
*Műanyagipari hírek*  
*Műanyagipari újdonságok*  
*Szakmai közélet*

Szerkesztőség: 1371 Budapest, Pf. 433.

Telefon: +36 1 202-0656, Fax: +36 1 202-0252, Mobil: +36 30 558-5861