

# GUMIABRONCS HULLADÉK ÚJRAHASZNOSÍTÁS LEHETŐSÉGEI<sup>⊗</sup>

## OPPORTUNITIES FOR RECYCLING OF WASTE TIRES

PERGE Péter<sup>1</sup>, BOROS Norbert<sup>2</sup>

<sup>1</sup>MSc hallgató, <sup>2</sup>adjunktus  
Debreceni Egyetem, Műszaki Kar  
Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék  
4028 Debrecen, Ótomető u. 2-4.  
<sup>1</sup>perge\_peter@freemail.hu, <sup>2</sup>nboros@eng.unideb.hu

**Kivonat:** A hulladékká váló gumiabroncsok kezelése fontos feladat, mind környezetvédelmi, mind gazdasági szempontból. Magyarországon a gumiabroncs hulladék begyűjtése és feldolgozása jól megoldott. Az utóbbi időben csökkent a begyűjtött és ezáltal újrahasznosított gumiabroncsok mennyisége. Az újrahasznosításnak számos lehetősége van: az elkopott futófelületet újrafutózzuk, energetikai hasznosítás, a gumiabroncsokat anyagukban hasznosítjuk újra, és új termékeket állítunk elő belőle. Ebben a cikkben a gumiabroncs hasznosításának módjait vizsgáltuk kiemelve az egyes módszerek előnyeit és hátrányait.

**Kulcsszavak:** gumiabroncs hulladék kezelése; újrahasználat; újrahasznosítás

**Abstract:** Managing waste tires is an important challenge considering both environment protection and economy. Recovery and recycling of waste tires is well resolved in Hungary. The last years the recovery decreased therefore the amount of recycled tires decreased as well. There are many ways of recycling: retread the worn-out tread, energy recovery, material recycling and creating new products. In this paper we examined ways of recycling waste tires emphasizing pros and cons of different methods.

**Keywords:** tire waste management; reuse; recycling

### 1. BEVEZETÉS

Az elmúlt évtizedekben egyre jellemzőbb folyamat a hulladékok keletkezésének növekedése, és azok felhalmozódása. Nincs ez másként a gumiabroncsok esetében sem. Sok más országhoz hasonlóan Magyarország is kidolgozta a saját hulladékgazdálkodási tervét, amiben elsődleges feladat a hulladékok keletkezésének csökkentése, és a képződő hulladékok minél nagyobb arányú hasznosítása. A hulladékká váló gumiabroncsok kezelése fontos feladat, mind környezetvédelmi, mind gazdasági szempontból. A felhalmozódó abroncsok bár a környezetre kevésbé veszélyesek, azonban néhány anyag kioldódhat belőlük, és környezetkárosodást okozhat. A gumiabroncsok hasznosításának másik fontos célja a gumiabroncsban lévő nyersanyag kinyerése.

Az abroncs előállító ipar a természetes kaucsuk 70%-át használja fel világszerte, és számítások szerint a következő 30 évben az általuk felhasznált gumi mennyisége meg fog duplázódni [10]. A természetes kaucsuk egy igen értékes anyag, és a gumiabroncs gyártó ipar használja fel ebből a nyersanyagból a legnagyobb mennyiséget, így annak visszanyerése mindenképpen szükséges. A természetes kaucsuk ára az utóbbi néhány évben jelentősen megemelkedett (a 2009. februári kilogrammonkénti 1,2 dollárról 2011. februárjára 6,4 dollárra nőtt)[10]. Jelenleg a természetes kaucsuktermelés több mint 90%-a Dél-kelet Ázsiából származik, ezen is belül három ország kaucsuk termelése a meghatározó: Malajzia, Thaiföld, Indonézia. Ez a három ország egyfajta háromtagú konzorciumot alkot a természetes kaucsuk piacon 2004 óta. A kaucsuk legnagyobb fogyasztói is Ázsiában találhatóak, és a fokozódó felhasználásuk a becslések szerint meg fog duplázódni a következő évtizedben.

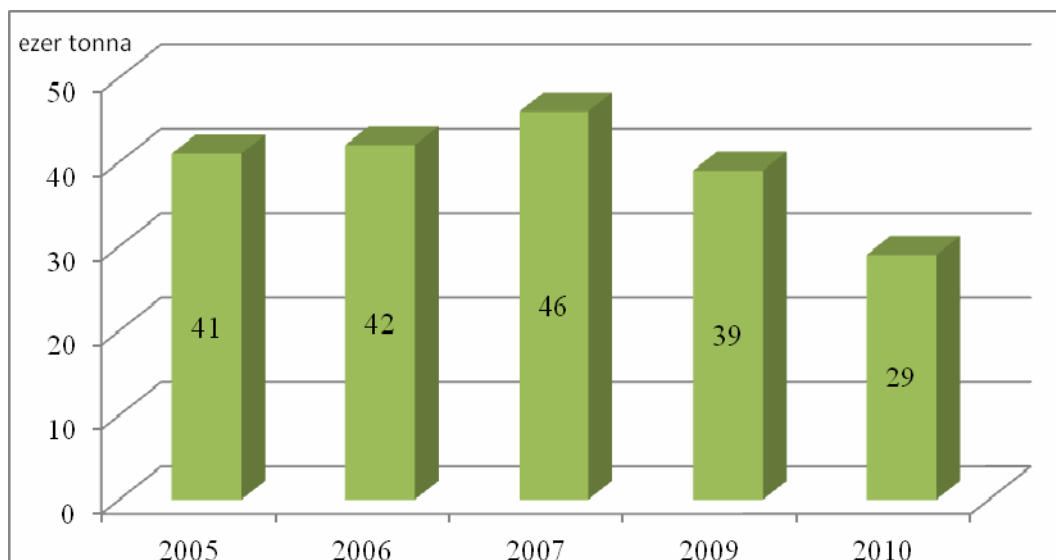
<sup>⊗</sup> Szaklektorált cikk. Leadva: 2012. május 09., Elfogadva: 2012. június 04.  
Reviewed paper. Submitted: 09. 05., 2012. Accepted: 04. 06, 2012.  
Lektorálta: GULYÁS Lajos / Reviewed by Lajos GULYÁS

A természetes és szintetikus gumik elérhetősége a jövőben akadályokba ütközhet. A természetes kaucsukok hiánya kihathat a szintetikus gumira. A szintetikus gumik fosszilis üzemanyagokból készülnek, és ezért nem megújuló nyersanyagforrásnak számítanak. Ezért fontos, hogy a gumiabroncs gyártók minél több újrahasznált vulkanizált terméket hasznosítsanak a nyers keverékekben. A gumiabroncs anyagának újrahasznosításával a nyersanyag függőség csökkenthető. A gumiabroncs egy bonyolult termék, ami megnehezíti a hulladékká vált abroncsok újrahasznosítását. Három fő alkotója van: gumi, acél és textil. Általában a gumi aránya 65-70%, és a maradék két alkotó aránya az abroncs típusától függ [1,12]. A személygépkocsik abroncsában a textil és acél tartalom aránya nagyjából egyenlő, míg a teherabroncsokban a textilfrakció aránya elenyésző.

Az elmúlt 1-2 évtizedben bekövetkezett technikai fejlesztéseknek (környezeti és kriogén őrlési eljárások, vízsugaras őrlés, devulkanizálás) köszönhetően a jövőben rohamosan nőni fog a hulladék gumiabroncsból származó alapanyagok felhasználása. Sokan azt hiszik, hogy a gumihulladékok újrahasznosítása csak az utóbbi néhány évtizedben vált jelentőssé. A korai 1900-as években, az átlagos újrahasznosított tartalom a gumitermékekben több mint 50%-os volt. Nem túlzás azt mondani, hogy a gumi újrahasznosító ipar olyan múltra tekint vissza, mint a gumiiipar maga [9,16].

## 2. BEGYŰJTÉS

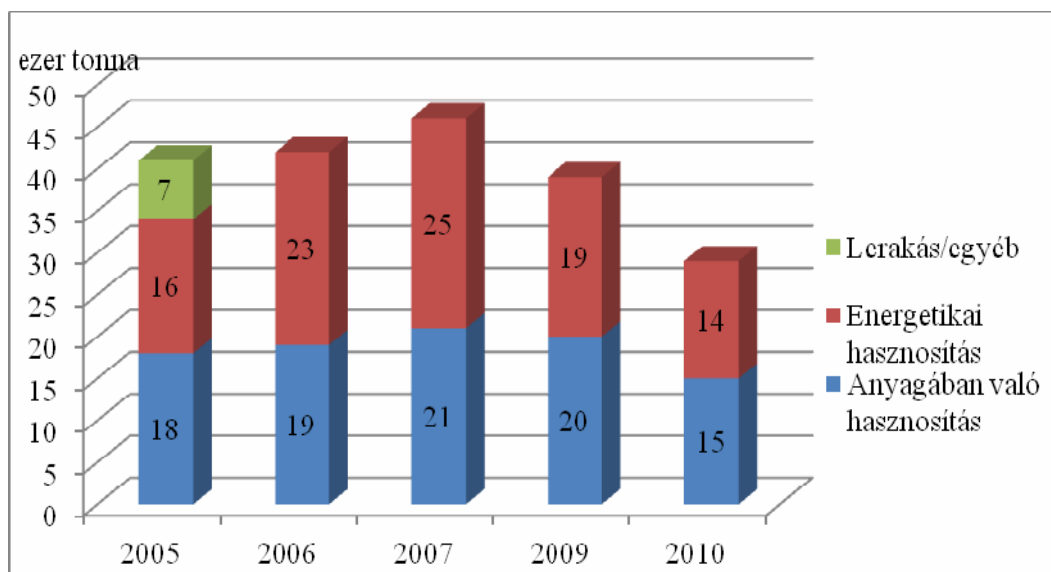
A hazánkban forgalomba hozott gumiabroncsok mennyiségéről sajnos nincs pontos információ, így csak becslések alapján tudunk ezekre az értékekre következtetni. A becsléseket rendszerint az értékesítésből befolyt összegekből, valamint a behozott import gumiabroncsok értékéből próbálják meghatározni. E becslések alapján az évente piacon értékesített gumiabroncs mennyisége mintegy 45-55.000 tonnára tehető [3,14,20]. Hazánk jelenlegi használt gumiabroncs hasznosító kapacitását 60-70.000 tonnára becsülik. A közeljövőben ez a kapacitás valószínűleg nem fog változni, azonban az is valószínűtlen, hogy az értékesített gumiabroncsok száma növekedne, sőt inkább a csökkenése várható [3,14]. A begyűjtött hulladékok mennyiségét érdemes összevetni az évente forgalomba hozott gumiabroncsok mennyiségével, az évi 50.000 tonna körüli eladásra 30-45.000 tonna begyűjtés jut. A begyűjtött gumiabroncsok mennyisége csökkenő tendenciát mutat (1. ábra).



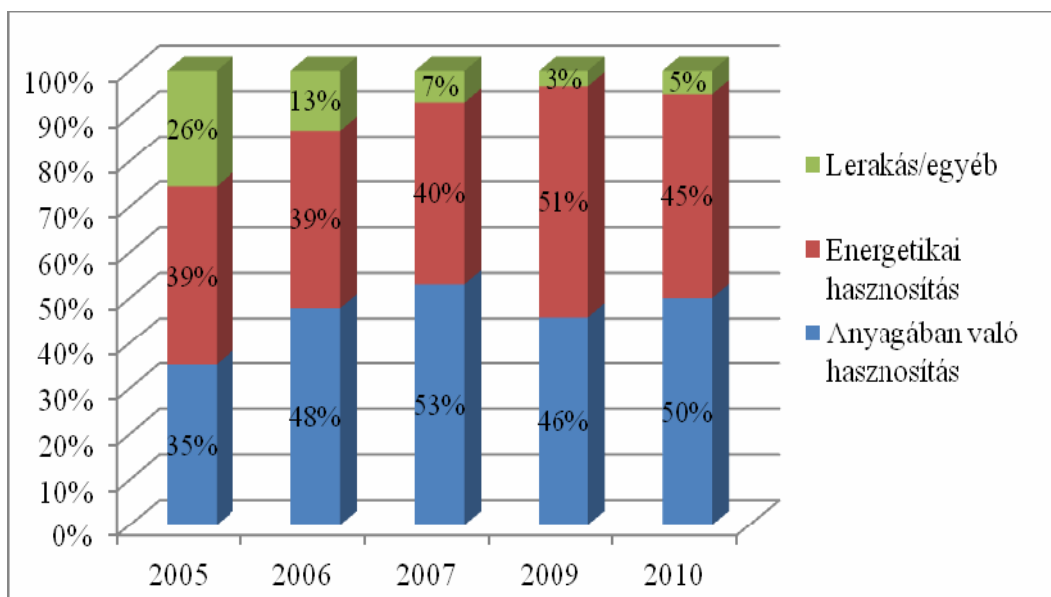
1. ábra Magyarországon begyűjtött hulladék gumiabroncs mennyisége [6,7,8,15,21]

Ennek egyik oka, hogy a 2008-as gazdasági válság következtében az újrahasznosító vállalatok nem képesek a korábbi években megszokott mennyiséget felvásárolni. A csökkenés másik oka, hogy az évente forgalomba hozott termékek mennyisége is jelentősen csökkent. Ennek következtében a korábban 60-70.000 tonnára becsült újrahasznosító kapacitásnak 2010-ben már a felét sem tudtuk kihasználni a tárgyévben begyűjtött és hasznosított 29.000 tonna gumiabronccsal. A 2. ábra a

gumiabroncs hulladék újrahasznosításának magyarországi helyzetét szemlélteti. 2005-ben 7000 tonna gumiabroncs került lerakásra (ekkor még nem tiltották a gumiabroncsok lerakását). A rendelet hatására 2006-ban megvalósult a gumiabroncs hulladékok teljes körű hasznosítása.



2. ábra Magyarországon begyűjtött gumiabroncs hulladék hasznosítása [6,7,8,15,21]



3. ábra EU 15 országokban a hulladék gumiabroncsok újrahasznosításának aránya [6,7,8,15,21]

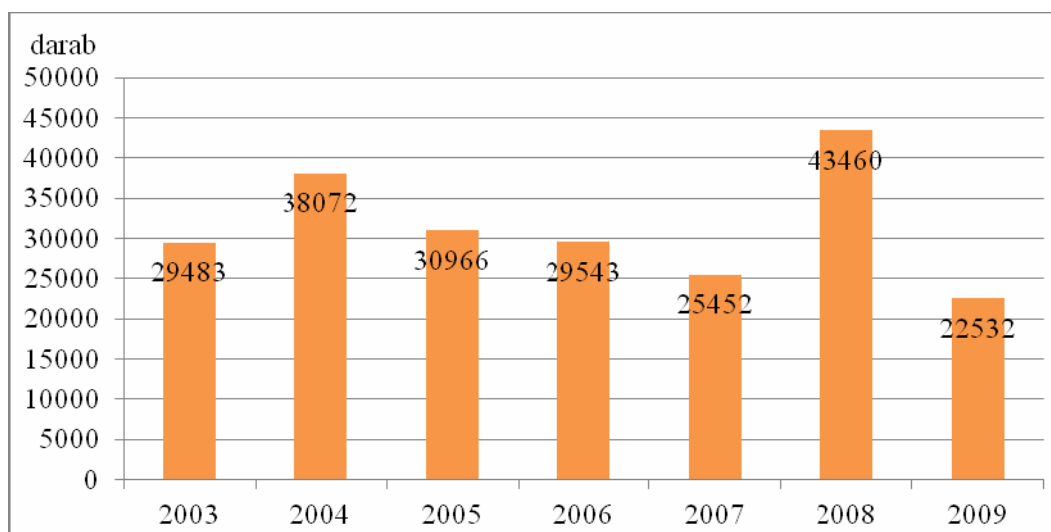
A begyűjtött abroncsoknak minimum 50%-át anyagában kell hasznosítani. Ezt az utóbbi években sikerült is tartani. Ahol ez az arány kisebb, mint az energetikai hasznosításé, ott figyelembe kell venni, hogy nem számoltuk bele az anyagában való hasznosulás közé az évente újrafutózott gumiabroncsok mennyiségét. Az energetikai hasznosítást szinte kizárólag cementgyárakban történő elégetést jelent. Több nagyobb cementgyár (Lábatlani, Beremendi Cementgyár) is alkalmaz hulladék gumiabroncsot másodlagos tüzelőanyagként. A 3. ábra alapján elmondható, hogy a gumiabroncs hulladék újrahasznosítása terén nem maradunk el az uniós országok újrahasznosítási mutatóitól. Az Európai Unió 2009-ben a begyűjtött gumiabroncsok 95%-át hasznosította újra. A náluk megfigyelhető

lerakás/egyéb kategóriába tartozó gumiabroncsok olyan hulladéktömeget jelölnek, amelyeket későbbi felhasználás céljára raktároznak el, de nem hulladéklerakókban.

### 3. ÚJRAFUTÓZÁS

Az újrahasználatnak két módja van. Az egyik lehetőség, hogy az elhasznált gumiabroncsot más terepen, más előírásokkal alkalmazhatónak ítéli a szakember, vagy esetleg másik országban újra autóra szerelik. Ilyesmit tapasztalhattunk meg az 1990-es években, amikor nyugat-európai országokból használt gumiabroncsokat importáltunk, vagy mentek tovább pl. Ukrajnába, olcsón értékesítve azokat. Ez a módszer nem oldja meg a hulladékproblémát, és sok esetben károkat okoz a célország iparában, kereskedelmében [18]. A másik lehetőség, ha az elkopott futófelületet újrafutózzuk. Míg más hulladékáramoknál csak tervezés szinten állnak az újrahasználattal, a gumiabroncsoknál már több évtizedes múltja van az újrafutózásnak. Az, hogy egy gumiabroncsot hányszor lehet újrafutózni, függ az abroncs típusától és a felhasználási körülményektől is. Ez az eljárás leginkább a repülőgépek gumiabroncsainál használható, élete során akár hétszer-kilencszer is újrafutóznak egy repülőgép futómű abroncsot. Elmondható, hogy újra elterjedőben van a tehergépjárművek, autóbuszok abroncsainak újrafutóztatása, Európában 2-3-szor, míg az U.S.A.-ban akár ötször-hatszor is újrafutóznak egy tehergumiabroncsot [18,19].

A közúton használt abroncsok 60-70%-a felel meg újrafutóztatásra, míg terepen, építkezéseken használt abroncsoknak alig 30%-a. Az újrafutóztatás az utóbbi évtizedben egyre inkább teret veszített, személyautók gumiabroncsainál gyakorlatilag nem is alkalmazzák. Talán nem is annyira érdekes módon pont a 2008 körül kirobbant gazdasági világválság hatására kezdett újra fellendülni az gumiabroncs felújítási ipar. A válság következtében a tehergumiabroncs-értékesítés jelentősen csökkent egész Európában. A fuvarozók a költséghatékonyság miatt ismét elkezdték igénybe venni az újrafutóztató műhelyeket, és a drágább új gumiabroncsok megvétele helyett az olcsóbb felújítás mellett döntöttek. Amerikában az újrafutóztatott tehergumik alkalmazásával évente 3 milliárd dollár takarítanak meg fuvarozók és szállítási vállalatok. Az újrafutóztatás a gazdaságosság mellett környezetbarát is. Egy új gumiabroncs elkészítéséhez kb. 83 liter kőolaj szükséges, ennek a nagy része a burkolatban van, ami az újrafutóztatás során újrahasználatra kerül. Ennek eredményeként az újrafutóztatás során megközelítőleg 27 liter kőolajat használnak fel. Olaszországban, ahol szintén előszeretettel használnak újrafutóztatott abroncsokat, évente 45.000 tonna gumiabroncsot futóztatnak újra, ami 291 millió euró megtakarítást jelent, valamint mintegy 160 millió liter kőolajat spórolnak meg [19].



4. ábra Újrafutóztatott gumiabroncsok száma Magyarországon (KSH 2011. november)

A 4. ábrán megfigyelhető, hogy hazánkban az újrafutóztatott gumiabroncsok mennyisége az utóbbi években csökkenő tendenciát mutat. Érdekes a 2008-as kiugró érték (43.460 db), amikor a nehéz

gazdasági helyzetnek köszönhetően a fuvarozócégek az olcsóbb újrafutózást választották az új gumiabroncsok megvásárlása helyett. Ezeket az értékeket át kell számolnunk tonnára, annak érdekében, hogy össze lehessen hasonlítani az újrahasznosított gumiabroncsok adataival. Ha azt feltételezzük, hogy csak tehergumiabroncsokat futóztak újra, aminek átlagtömege 55 kg [5], akkor az kapjuk, hogy évente 1.500-2.000 tonna abroncsot újítottunk fel.

Az 1. táblázatban 2008-as és 2009-es évben újrafutóztott tehergumiabroncsok számának alakulását foglaltuk össze. Az autóbusz és tehergépjárműknél kapott 24.819 és 9.545 darabszámokat az 55 kilogrammos átlagos teherabroncs tömeggel számolva 1.365 és 524 tonna az újrafutóztott teherabroncsok tömege. A fennmaradó mennyiség nagy részét személyabroncsnak lehet tekinteni, amiknek átlagos tömege kb. 8,5 kilogramm. Ebből kiszámítható, hogy a vizsgált években 158 és 110 tonnát újítottak fel személygumiabroncsból. Az adatokat összesítve megállapíthatjuk, hogy 2008-ban 1523 tonna, míg 2009-ben mindösszesen 635 tonna használt gumiabroncsot futóztak újra.

	2008	2009
Újrafutóztott gumiabroncsok (db)	43460	22532
Újrafutóztott abroncs autóbuszhoz vagy tehergépjárműhöz (db)	24819	9545

1. táblázat 2008, 2009-es évek újrafutóztott gumiabroncsok Magyarországon (KSH 2011. november)

Egy felmérés szerint az európai utakon lévő teherautók 50%-a újrafutóztott gumiabronccsal fut. A gazdasági válsággal újra elkezdték a gumiabroncsok felújítását alkalmazni, és Európában 10-12% a felújított gumiabroncsok hányada az újrahasznosított abroncsok között, Portugáliában ez az érték pedig 26%. Hazánkban ez a hányad csak alig 5%, és az évente felújított abroncsok számát tekintve inkább csökkenő tendenciát mutat [17,19]. Ennek több oka is lehet. Az utóbbi években a piacon megjelentek az olcsóbb kínai gumiabroncsok, és az amúgy is bizalmatlan vevők inkább új abroncsot vásároltak. Hazánkban nagy a bizalmatlanság az újrafutóztott gumiabroncsok iránt. Korábban a volántársaságok nem engedélyezték újrafutóztott abroncsok használatát, ám ez a szemlélet megváltozott, és mára a BKV és más volántársaságok is előszeretettel szerelik fel járműveiket felújított abroncsokkal. Ez költség megtakarítással is jár, 2009-es árakkal számolva: a legolcsóbb kínai gumiabroncs ára 60-70 eFt, míg egy felújított abroncs csak 46 eFt-ba került. Ez az alig 5% már csak azért is alacsony eredmény, mert az újrahasználat a hulladékgyártási hierarchiában a második helyet foglalja el.

#### 4. ENERGETIKAI HASZNOSÍTÁS

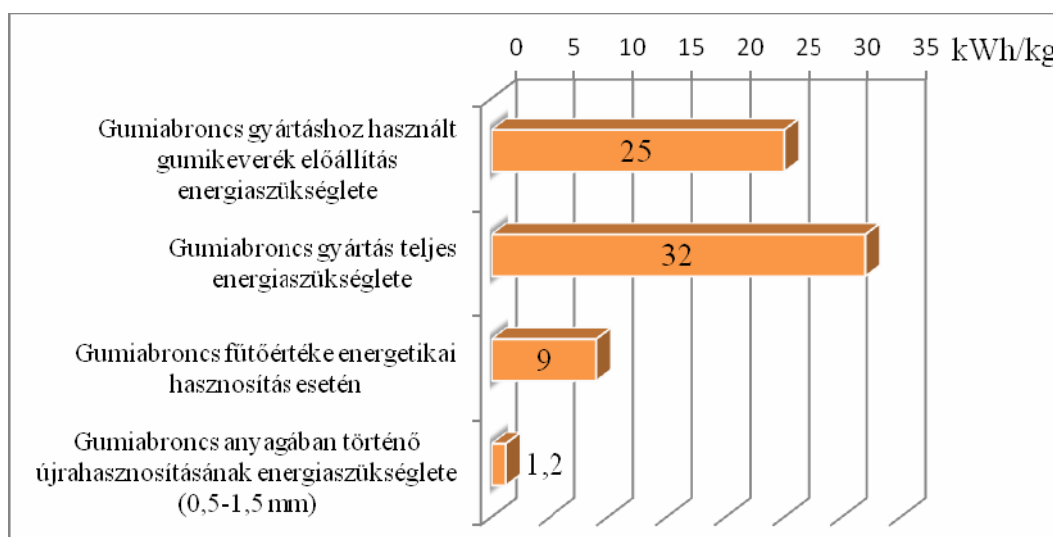
A hulladék gumiabroncsok energetikai célú hasznosítása egyre inkább kezd elterjedni. Néhány iparágban előszeretettel alkalmazzák az elhasznált gumiabroncsot égetés céljából, ilyen például a cementgyártás. A hulladék gumiabroncsok alkalmazásával a cementgyártó vállalatok a hagyományos tüzelőanyag felhasználásukat csökkenthetik, ezáltal csökkentve az energia költségeket, mivel az abroncs sokkal olcsóbb, mint a szén vagy az olaj. A 2. táblázatban jól látható, hogy a gumiabroncsok felhasználása tüzelőanyagként teljesen indokolt. Az abroncsok fűtőértéke közel azonos a hagyományosan alkalmazott tüzelőanyagokéval. A gumiabroncsok égetésekor kevesebb CO<sub>2</sub> keletkezik, mint ha fosszilis üzemanyagot égetnénk. A gumiabroncsok mellett szól alacsony kéntartamuk is (átlagosan 1,3-1,4%), ami megegyezik a szén kéntartalmával [5,8].

A gumiabroncsok sok más környezetre káros anyagból kevesebbet tartalmaznak, mint fosszilis tüzelőanyag társaik [8]. Az energetikai hasznosításnak csak egyetlen hátránya van: az elégetés során, a gumiabroncsban lévő 36% kaucsuk tartalom végleg el fog veszni. A másik komoly gondot a gumiabroncsokhoz felhasznált energia jelenti. Az 5. ábrán jól látható, hogy 1 kg gumiabroncs előállításához 32 kWh energiát használnak fel. Ezzel szemben, ha ezt az 1 kg abroncsot elégetjük, mindössze 9 kWh energiát kapunk [16,20]. Ez azt jelenti, hogy a gumiabroncs előállításához befektetett energia több mint kétharmada el fog veszni. Ha a gumiabroncsokat anyagukban

hasznosítjuk újra, és gumiport állítunk elő belőle, akkor durván 1 kWh/kg energia befektetéssel ismét piacképes nyersanyagot kaphatunk.

	Személyabroncs	Teherabroncs	Szén	Koksz
Fűtőérték (MJ/kg)	30,2	26,4	26	32
Szén - C	69%	61%	64-68%	84-97%
Biomassza (tömegszázalék)	18,30%	29,10%	0%	0%
Kén - S	1,30%	1,40%	1,30%	0,2-6%

2. táblázat Gumiabroncsok összehasonlítása fosszilis tüzelőanyagokkal [5]



5. ábra Gumiabroncsra jellemző energetikai értékek [1,16]

## 5. ANYAGÁBAN TÖRTÉNŐ HASZNOSÍTÁS

Azt, hogy a gumiőrleményeket mire lehet felhasználni, attól függ, hogy az őrleménynek mekkora a szemcsenagysága, és milyen nagy a fajlagos felülete. A cél az lenne, hogy a hulladék gumiabroncsokból újra teljes értékű gumiabroncsot lehessen előállítani, ám ez ma még nem igazán lehetséges. Egész gumiabroncsokat újrafelhasználási céllal szinte csak építőipari célokra szoktak felhasználni (kikötőkben ütközők, erózió elleni védőfal, töltés stabilizálás, mesterséges zátonyok, hullámtörők, zajvédő falak, szeméttelpeknél védőfólia rögzítése) [8,17,18].

A shred méretű (50-300 mm) anyagokat általában építkezéseknél használják falak, utak, vasúti sínek alapozásánál. A gumiőrleménnyel (1-10 mm) a kavicsréteget helyettesítik, egészítik ki. Azt a tulajdonságát használják ki a terméknek, hogy rugalmas, és jó vízáteresztő képessége van. A 6. ábrán néhány granulátumból gyártott termék látható. Gumihulladékból készülhet számos termék: kábelcsatornák, fekvőrendőrk, záróelemek, járólapok.

A gumihulladékból készült járólapoknál és burkolólapoknál fontos tulajdonság a zaj és rázkódás elnyelési képessége a gumianyagnak. Különböző gumitermékeket használnak fel sikerrel beton adalékanyagként [2,18]. A gumiőrleményeknek sokkal kisebb a sűrűségük az általános adalékanyagnál, a kavicsnál, így könnyűszerkezetű betont tudnak előállítani. De rezgés csillapítás céljából akár gumilemezeket is behelyezhetnek a betonba.



6. ábra Granulátumból készült termékek: járólapok, kábelcsatorna és fekvőrendőr

## 6. KÖVETKEZTETÉSEK

Magyarországon a gumiabroncs hulladék begyűjtése és feldolgozása jól megoldott. Európát utolérve, a 100%-os újrahasznosítási arányunkkal elégedettek lehetünk. Azonban utóbbi időkben csökkent a begyűjtött és ezáltal újrahasznosított gumiabroncsok mennyisége, mivel a gyártók és importőrök nem érdekeltek a 75% feletti begyűjtéssel. A jelenlegi elhasznált gumiabroncs feldolgozó kapacitásunkat messze nem használjuk ki, és ez a csökkenő begyűjtési mennyiséggel csak romlani fog. Az újrafutózás tekintetében sokat kell még fejlődnünk, hiszen ha csak az európai átlagot nézzük, 10-12% az újrafutózás mértéke, míg hazánkban ezt 5%-ra teszik. De a szám nem, hogy nőtt volna, hanem tovább csökkent az utóbbi 1-2 évben, bár 2008-ban jelentős mennyiségben vették igénybe a szolgáltatást, de az utána következő évben ez a kiugrás teljesen eltűnt, és visszaállt a két évvel korábbi újrafutózási mennyiség.

A hulladék gumiabroncsok felhasználásában az anyagában történő újrahasznosítás felé kellene eltolni a mérleget. Hazánkban is vannak a jó példák rá, hogy igényes és kiváló minőségű termékeket lehet előállítani feldolgozott gumiabroncs hulladékból. Az energetikai felhasználását csökkenteni kellene, hiszen túl értékes ahhoz, hogy csak egyszerűen elégezzük, még ha az gazdaságosabb és környezetkímélőbb, mint a fosszilis tüzelőanyagok alkalmazása. Magyarországon megvannak a lehetőségek a jó termékek előállítására gumiabroncsokból, csak az ezeket a termékeket felvevő piac nincs jelen.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] A gumiabroncs útja az előállítástól az újrahasznosításig, Euro-Novex Kft..
- [2] **BÁNHEGYI GY.**, A kiselejtezett gumiabroncsok anyagának hasznosítása, Műanyagipari Szemle 51 (04), 145-153.
- [3] Beszámoló a 2003-2008. közötti időszakra vonatkozó Országos Hulladékgazdálkodási Terv végrehajtásáról, 2009.
- [4] **BORSÁNYI-BOGNÁR L.**, A gumiabroncs termékdíja, 2010. március, [http://www.termekdijinfo.hu/szakertovalasz/Lapok/gumiabroncs\\_2010-03-29.aspx](http://www.termekdijinfo.hu/szakertovalasz/Lapok/gumiabroncs_2010-03-29.aspx).
- [5] **CLAUZADE, C.**, Using used tyres as an alternative source of fuel, Reference document, Aliapur – R&D, July 2009.
- [6] End of life tyres – A valuable resource with a wealth of potential, 2006 report, European Tyre & Rubber Manufacturers' Association.
- [7] End of life tyres – A valuable resource with growing potential, 2007 edition, European Tyre & Rubber Manufacturers' Association.
- [8] End of life tyres – A valuable resource with growing potential, 2010 edition, European Tyre & Rubber Manufacturers' Association.
- [9] **GEIGER, A., BÍRÓ SZ., GERGÓ P.**, Hulladék gumiabroncsok hasznosítása, gumibitumenek előállítása és alkalmazása: Magyar Kémikusok Lapja 63 (7-8), 198-202.
- [10] It's all about competitiveness!, Annual report 2010-2011, European Tyre & Rubber Manufacturers' Association
- [11] **KISS G.**, Futózott lesz a Volán-gumi: Magyar Hírlap 2009. december 28. <http://www.magusz.hu/volan-buszok-futozott-abronccsal>
- [12] Michelin Gumiabroncs Kalauz - Az abroncsgyártás [http://www.vezess.hu/hirek/michelin\\_gumiabroncs/3817/](http://www.vezess.hu/hirek/michelin_gumiabroncs/3817/).
- [13] **NÉMETH I. G.**, Újra felfedezett újrafutózók, 2010. július, Hulladéksors XI (7), p:12
- [14] Országos Hulladékgazdálkodási Terv 2009-2014., 2009.
- [15] Over 91% of end of life tyres directed towards recycling and recovery routes., 2008 október, European Tyre & Rubber Manufacturers' Association.
- [16] **RESCHNER, K.**, Scrap Tire Recycling, 2006.
- [17] **SAMAY G.**, Gondolatok a gumihulladékok feldolgozásának környezetvédelmi aspektusairól, Műanyag és Gumi 44 (6), 255-259.
- [18] **SINKA G.**, Elhasznált gumiabroncsok hasznosítása a hulladékkezelési hierarchia tükrében, Környezetvédelem 16 (5), 22-23.
- [19] **SINKA G.**, Gumitermékek gyártása Magyarországon a gazdasági válság előtt: Műanyag és gumi 47 (1), 36-37.
- [20] **SINKA G.**, Ösztönzőket a szankciók mellé, Hulladéksors XI (7), 8-9.
- [21] Used tyres recovery 2010 (table), European Tyre & Rubber Manufacturers' Association.
- [22] **VÁMOSI O.**, Megalakult az Országos Hulladékgazdálkodási Ügynökség: Vám-Zoll 2011/10, 1-6.