

## Fenntartható járműgyártás a 21. században Elhasznált gépjárművek szerkezeti anyagainak anyagában és energetikailag történő újrahasznosítása

Lukács Pál\*

\*PhD, okleveles gépészmérnök, tanszékvezető főiskolai tanár, Pallasz Athéné Egyetem, GAMF Műszaki és Informatikai Kar, Járműtechnológia Tanszék, Kecskemét; (e-mail: lukacs.pal@gamf.kefo.hu)

**Absztrakt:** A világ járműgyártásának fenntarthatósága nagymértékben függ az autók előállításához szükséges szerkezeti anyagok rendelkezésre állásától. A Föld évi járműgyártása jelenleg 60 millió egység körül van, viszont a feltörekvő országok (Kína, India, Brazília) rohamosan növeli igényét, csak Kínában 10 éven belül a jelenlegi 3 millió új személygépkocsival szemben évente 30 millió új darabra lesz majd szükség. Emellett küszöbön áll a technológiaváltás, a hagyományos belsőégésű motorral hajtott járművek helyett rohamosan nyernek teret a hibrid- és elektromos hajtású autók. Ezekben új és kelően drága, ritkán előforduló szerkezeti anyagokra van szükség, úgymint színes- és nemesfémekre, valamint az elsődlegesen az elektromos hajtáshoz szükséges ritka földfémekre. Tekintettel arra, hogy például a ritka földfémek csak a Föld egyes régióiban (többségében Kínában) állnak gazdaságosan kitermelhető módon rendelkezésre, ezért Európa autóiparának versenyképessége, az elektromos hajtásláncra történő gyors áttérés alapvetően függ majd a stratégiai nyersanyagok megfelelő rendelkezésre állásától. Az alábbi értékezés az életciklusuk végére ért járművek szerkezeti anyagainak anyagában és energetikailag történő újrahasznosítási lehetőségeit tárgyalja.

### 1. BEVEZETÉS

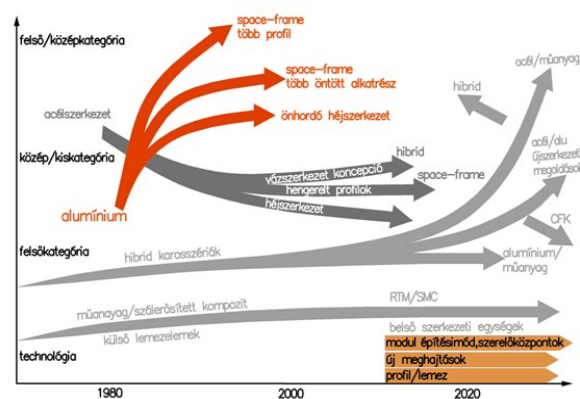
A múlt század hetvenes éveiben kirobbant közel-keleti háborúk és az ezeket követő olajválság átrendezték a világ járműgyártását. A fosszilis tüzelőanyagok árának drasztikus növekedése újfajta járműépítési koncepciók szükségességét hozták előtérbe, csökkenteni kellett a járművek tömegét, ebből adódóan pedig alacsonyabb lett a fajlagos tüzelőanyag-fogyasztás és ezzel együtt az emissziós kibocsátás is.

A fejlesztésekben előtérbe került a karosszériák tömegcsökkentése, a belsőégésű motorok hatásfoknövelése, a tribológiai-, légellenállás veszteségek optimalizálása.

A hetvenes évektől kezdve – kivéve talán csak az olcsó benzinárakat azóta is fenntartó USA-át – kisebb, könnyebb, kevesebb fogyasztást és környezetszennyezést eredményező járműveket állít elő a Világ autóipara és ez a tendencia ma is folytatódik.

A járművek tömegcsökkenése leginkább a nagyobb sűrűségű anyagok kisebb sűrűségű, könnyebb anyagokra való cseréjével valósulhat meg, esetleg a hagyományos (pl. acél) anyagok folyamatos fejlesztések eredményeként megnövelt szilárdságú, kisebb falvastagságot lehetővé tevő változatai által. A fémanyagok együttes mennyisége folyamatosan csökken a járművekben, ezen belül súlyponteltolódás figyelhető meg a könnyűfémek (alumínium, magnézium) javára. A legnagyobb nyertes a folyamatban a fosszilis alapokon nyugvó műanyag- és elasztomer alkalmazás, amely egyes szakértők által 2025-re együttesen akár a 20 tömeg%-

nyi arányt is elérheti. Mindeközben az elektromos- és elektronikai alkatrészek mennyisége és főképpen értéke folyamatosan emelkedik a járművekben, ma egy közép- vagy felsőkategóriás autókban – kiépítettség függvényében – akár 30-50 vezérlő elektronika és ennek alrendszerei találhatóak meg, amelyek egyre inkább komplex rendszerben működnek.



1. ábra Járműszerkezeti anyagok jövőbeli felhasználási trendje

A változások a vevők komfortigényének növelését, a közlekedésbiztonság és a környezetvédelmi elvárások teljesülését szolgálják. Az elektromos- és elektronikai rendszerek egyre több nagyértékű anyagot, így színes- és nemesfémeket, valamint ritka földfémeket tartalmaznak, ma

egy közép kategóriás autó gyártási értékének 30%-át, egy hibrid autónál 50%-át, míg elektromos hajtású járműnél 70-80%-át teszik ki ezek az alrendszerek.

A nagyértékű anyagok ritka előfordulása, a folyamatosan (a Föld egyes területein ugrásszerűen) növekvő igények előtérbe helyezik a járműgyártás fenntarthatóságát, amely ma már egyre kevésbé képzelhető el az életciklusuk végére ért járművek újrahasznosítása nélkül.

## 2. ALTERNATÍV HAJTÁSOK TERJEDÉSE, ÚTON AZ ELEKTROMOS HAJTÁS FELÉ

### 2.1 Igény a tömegcsökkentésre vs. műszaki fejlődés

A személygépkocsik építésében hosszú évtizedek alatt alakult ki a jelenlegi önhordó járműkarosszéria koncepció, amelyet a moduláris építésmód ural. A gyártók igyekeznek egy-egy alkatrészt több járműtípusukban is felhasználni, mindez igaz mind a karosszéria elemekre, mind az egyes főegységekre is, akár a belsőégésű motorok szintjén is.

Bár alapvetően a fosszilis tüzelőanyagok árának folyamatos emelkedése a minél kisebb tömegű – és ezáltal összességében kisebb fajlagos tüzelőanyag-fogyasztású, egyben emissziós kibocsátású – járművek előállítását hozta magával, az egyes már több évtizede gyártott modellek (pl. VW Golf, Opel Kadett, ...) alap kisereltségben mérhető tömegei mégis inkább növekedtek. Ennek viszonylag egyszerű oka van, részben jogszabályi kötelezettségből adódóan, részben a vevői igények kielégítéseként a járművekben egyre nagyobb mennyiségben vannak jelen a komfortot, a közlekedésbiztonságot és a környezet védelmét kiszolgáló alrendszerek és ezek szinte kizárólag valamilyen elektromos-, elektronikai termék formájában fordulnak elő.

Az alábbi 1. táblázat jól szemlélteti, hogy a múlt század hetvenes éveiben népszerű közép kategóriás modelljeinek hogyan változott a tömege, összességében növekedést mutatva.

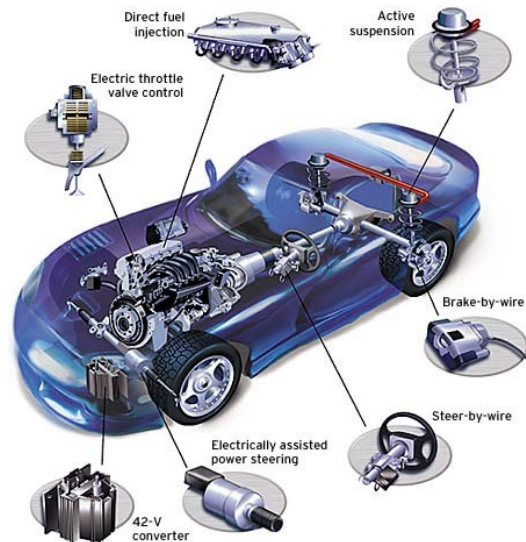
### 1. táblázat Alsó-közép kategóriás személygépjárművek átlagos tömegének növekedése

Évjárat	Opel Kadett/Astra		VW Golf	
	Legkönnyebb verzió	Legnehezebb verzió	Legkönnyebb verzió	Legnehezebb verzió
1974	795 kg	835 kg	750 kg	830 kg
1994	930 kg	1100 kg	960 kg	1150 kg

A táblázatban látható 150-200 kg-nyi tömegnövekedés ráadásul úgy jött létre, hogy közben maga az önhordó vázszerkezet tömege legalább 10-15%-kal csökkent.

### 2.2 A jövő járműveinek műszaki megoldásai

A nem túl távoli jövő a részben, vagy adott feltételek teljesülése esetén teljesen autonóm járművéké. A teljes mértékben elektronikusan működtetett (semmilyen hidraulikus, vagy pneumatikus elemet, még biztonsági (back-up) funkcióban sem tartalmazó) ún. Drive-by-Wire rendszerek az összetett és önmagát ellenőrző elektronikai egységüknek megfelelően önmagukban megfelelnek majd minden biztonságkritikus rendszerrel szemben támasztott feltételnek.



2. ábra. Drive-by-Wire rendszer-forrás: Motorola

## 3. STRATÉGIAI ANYAGOK MEGJELENÉSE A GÉPJÁRMŰVEKBE

### 3.1 Növekvő szerkezeti anyagérték a járművekben

A tudomány és a technológia fejlődésével, a modern, informatikai eszközökkel támogatott műszaki megoldások egyre nagyobb számban jelennek meg a járművekben. Ezekben az új szerkezeti elemekben, alkatrészekben a hagyományos anyagokhoz képest ritkábban előforduló, igen drága anyagok szükségeltetnek, ők a járműgyártás stratégiai anyagai, amennyiben az automobilizmus fenntarthatóságáról beszélünk. Ezeket az anyagokat nem nagymértékű tömegarányos beépítésük jellemzi, hiszen az jóval 1% alatti értéket teszik ki. Ellenben magas piaci árak – már említett módon – hibrid- és elektromos járműveknél az autó előállítási értékének 50-70%-át is kiteheti!

### 3.2 Nemesfémek

A környezetvédelmi előírások teljesítésére jelentek meg a járművekben a kettős hatású katalizátorok anyagaként az oxidációs hatású platinafémek (platina és palládium), majd a hármass hatású katalizátorokban járulékosan a redukációs hatású ródium. A katalizátorok fém-, vagy kerámia hordozóiban ezeket az anyagokat több futballpályányi

területen, nagyjából 15.000 nm-en osztják el, platinából, palládiumból 4-7,5 grammot, míg ródiumból 0,8-1,5 grammot. A Föld becült platina készlete 30.000 tonnányi, az évente kitermelt mennyiség 1/3-a kerül katalizátorokban felhasználásra. Ródiumból még hozzávetőlegesen 3.700 tonna áll rendelkezésre, az éves termelés 3/4-a a katalizátorokba kerül. A platinakészletek egyenlőre elégségesnek tűnnek, azonban a ródium maradványkészletei már több aggodalomra adnak okot. Ezeknek a nemesfémeknek a vilápiaci ára bár pulzáló, de igen magas, egy-egy katalizátortestben – annak mérete függvényében – akár 150.000-250.000 Ft-nyi anyagértéket is képviselhet! Nem csoda, ha a katalizátorokat manapság az utcán álló járművekből is ellopják, csekély ráfordítással nagy értékhez jutva, a járműben ellenben annál nagyobb kárt okozva...

### 3.3 Ritka földfémek

A stratégiai anyagok másik nagy csoportját alkotják a ritka földfémek, amelyek jelentősége a környezetvédelmi, korrózióvédelmi, kényelmi elvárások növekedésével halmozottan növekszik. Nevüktől eltérően a ritka földfémek a természetben nem is annyira ritkán fordulnak elő, fellelhetőségük például gyakoribb az aragnál. A következő 17 kémiai elem alkotja a ritka földfémek csoportját (zárójelben a rendszám): szkandium (21), ittrium (39), lantanoidák: lantán (57), cérium (58), praeodímium (59), neodímium (60), prométium (61), szamárium (62), európium (63), gadolínium (64), terbium (65), diszpróziium (66), holmium (67), erbium (68), túlium (69), itterbium (70), lutécium (71).

A ritkaföldfémeket igényli a gépgyártás, a technológiai szektor, valamint a hadiipar, emellett kereslete jelentősen megnövekedett a síkképernyős kijelzők, okos telefonok, valamint számítógépes alkatrészek gyártásában. Ugrásszerű növekedés előtt áll a hibrid- és elektromos autók területe (hajtáslánc, akkumulátor-technika, 3. ábra), valamint a szélturbinákban és gépekben használt ipari mágnesekben való alkalmazás is.



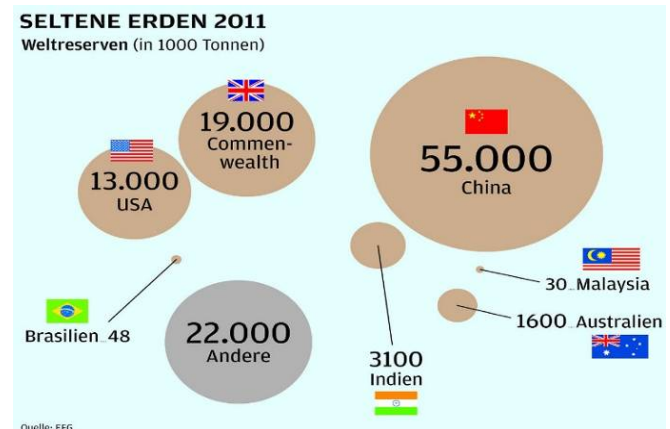
3. ábra. Ritka földfémek alkalmazása a Toyota Prius személygépkocsiban (üvegezés, katalizátor, szenzortechnika, akkumulátor, elektromos motorok és generátorok)

A világ ritkaföldfémek iránti kereslete 2005-2010 között megduplázódott, a 2011-es 140 ezer tonnás igény 2015-re bőven meghaladta a 200 ezer tonnát. A széles körű ipari alkalmazásnak köszönhetően a legkönnyebb fém, a lítium ára a 2000-2010 időszakban megháromszorozódott, az iparág volumene elérte az évi 1 milliárd dollárt.

A leírtakból jól látható, hogy a járművekben a hibrid-/elektromos hajtásra történő átállás, az autók elektronizáltsági fokának emelkedése kiemelt jelentőségűvé teszi ezt az anyagcsoportot.

A két legfontosabb, az autóipar szempontjából jelenleg leginkább perspektívával rendelkező anyag a neodímium és a lantán.

A neodímium-mágnes, ami neodímium, vas és bór ötvözet (Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B) 1982-ben fejlesztette ki a General Motors, illetve a Somitomo cég. Ez felváltotta a ferritmágneseket, de az első ritkaföldfém-tartalmú Sm-Co mágneseket is. Jelenleg ez a legerősebb permanens mágnes, többek között ez található a számítógépek merevlemezében is és ez az anyag kínálkozik a jövőbeli elektromos hajtású járművek villanymotorjainak alapanyagaként is.



4. ábra. Ritka földfémek 2011. évben nyilvántartott tartalékai 1000 tonnában mérve

A legtöbb hibrid gépkocsi lantán-Ni-fém-hibrid akkumulátorokat használ, amelynek anódja La(Ni<sub>3,6</sub>Mn<sub>0,4</sub>Al<sub>0,3</sub>Co<sub>0,7</sub>). A Toyota Prius akkumulátora 10–15 kg lantánt tartalmaz. A lantántartalmú ötvözetek kiválóan alkalmasak hidrogén tárolására, saját térfogatuknak négyeszeresét képesek hidrogénből elnyelni. A lítium lényegesen ritkább előfordulású, mint a szilícium, bányászata és használata így nagyon drága.



A ritka földfémek bányászatának a nyolcvanas évek közepéig az USA volt a fő bázisa, azonban onnan kezdve a súlypont fokozatosan áttevődött Kínába. Ma Kína 95%-ban birtokolja a gazdaságosan kitermelhető ritka földfém bányákat, amely adottságát gazdasági nyomásgyakorlásra használja fel. Az alapanyagokat embargós listán tartva, azokat csak termékben engedí ki az országból, illetve az elhasználódott termékeket világszerte visszagyűjtve azt újfent a saját országa gazdaságának szolgálatába állítja. Mivel minden iparágat figyelembe véve az EU immáron egyedül autóiiparával tölt be vezető szerepet a világ gazdaságában, így jól érzékelhető, hogy ha és amennyiben ezt a stratégiai anyagot nem tudja biztosítani a saját gazdaságának, autóiiparának, akkor ezt a stratégiai szegmenst is el fogja veszíteni. Nem véletlen, hogy Németország gazdaságpolitikai irányítói immáron évek óta stratégiai fontosságú alapanyagként tekintenek ezekre az anyagokra (4. ábra).

#### 4. ÉLETCIKLUSUK VÉGÉRE ÉRT GÉPJÁRMŰVEK ÚJRAHASZNOSÍTÁSA

##### 4.1 A jogi háttér

Az Európai Unióban a 2000-től kezdve létezik a roncsautókra vonatkozó uniós szabályozás. Az 53/2000/EK Roncsautó Direktíva és annak tagállami harmonizációs rendeletei, így Magyarországon a többször módosított 267/2004 (IX.23.) Kormányrendelet, valamint az ezekhez kapcsolódó szakágazati előírások érintik a járművek tervezését, gyártását, újrahasznosítását és az arra vonatkozó százalékos elvárásokat is. A több lépésben szigorított hasznosítási követelmények 2015. január 1-jével érték el maximális mértéküket, ettől fogva az elvárás 95 tömeg%-os újrahasznosítás, ezen belül az anyagában történő újrahasználat/hasznosítás 85 tömeg%-nyi, az energetikai hasznosítás maximum 10 tömeg%-nyi kell, hogy legyen.



5. ábra. Roncsautókat feldolgozó Metso-Lindemann Zerditor típusú modern forgókalapácsos aprító a Fejér megyei Fehérvárcsurgón, az ALCUFER Kft. telephelyén

A járművek gyártásához az évtizedek óta kialakult gyakorlatnak megfelelően 70-75%-nyi fémanyagot használnak fel és az elhasználódott roncsok hasznosítása is alapvetően erre az anyagkörre szorítkozott a múltban. A roncsokat világszerte az ötvenes években kialakult koncepciójú forgókalapácsos aprítókban, úgynevezett shredderekben dolgozzák fel és ezeket a gépcsoportokat is alapvetően a fémek visszanyerésére hozták létre. A szakterületi szabályozás alapját az szolgáltatta, hogy a jogalkotó látva az EU-ban a shredderek által évente termelt 10 millió tonnányi, hasznosításra nem, hanem főképpen deponálásra kerülő örlési maradékot, az ún. shredderezési könnyűfrakciót (amely vegyes műanyag-, gumi-, textil-, üveg-, kő- ... frakciókat tartalmaz), megértette, hogy ez a nagy fajtérfgatú, kis tömegű anyag (a lakossági kommunális hulladék műanyag csomagolási részéhez hasonló módon) nagyon gyorsan meg fogja tölteni a rendelkezésre álló hulladéklerakási kapacitásokat. Ezen kívül a fenntartható gyártás biztosítása, a nyersanyagokkal, ásványi kincsekkel való gondos gazdálkodás, a környezet védelme is megkívánta a hulladékok mennyiségének csökkentését, az anyagkörfolyamatok zárását, a keletkező hulladékok lehető legnagyobb mértékű újrahasznosítását.

A hasznosítási célkitűzések elérését a jogalkotó alapvetően a gyártói termékfelelősség körébe utalta, ennek megfelelően a járműveket úgy kell megtervezni, legyártani, üzemben tarthatóvá tenni, hogy abból a lehetőséghez képest legkevesebb hulladék keletkezzen, illetve azokból a lehető legtöbb alkatrész, szerkezeti anyag tovább-, illetve újrahasznosítható legyen.

A gyártók elsődleges tevékenysége az új termékek megtervezésére, létrehozására, pótalkatrésszel való ellátására irányul, így viszonylag nehezen tudnak ezzel az elvárással önmagukban megbirkózni. Ennek megfelelően a legtöbb EU-s országban – így Magyarországon is – ezt a kötelezettségüket szolgáltatási szerződés formájában átruházzák autóbontókra/hulladékkezelőkre. Ezek a szerződések három kötelezettség – szolgáltatási díj megfizetése ellenében történő - átruházását valósítják meg: egyrészt a területfedő visszavételi hálózat működtetését, ahol az utolsó üzembentartó ingyenesen leadhatja az általa a továbbiakban üzemeltetni nem kívánt, a forgalomból való végleges kivonásra szánt autóját, másrészt pedig a szolgáltató megvalósítja a mindenkor előírt/elvárt hasznosítási arány (jelenleg 95%) teljesítését. Harmadrészt pedig a szolgáltató elkészíti a környezetvédelmi és a közlekedési ellenőrző hatóság részére az elvárások teljesülésére vonatkozó éves jelentését, amely jelentések alapján az adott nemzet megküldi éves országjelentését Brüsszel részére.

##### 4.2 A magyarországi roncsautó újrahasznosítási rendszer

Magyarországon az ország 2004-es EU-s csatlakozása óta létezik kormányrendeleti formátumba öntött, az EU alaprendeletét harmonizáló roncsautós szabályozás, ezt az alaprendeletet egyéb szakminiszteri rendelkezések egészítik ki. A szabályozás minta értékűen leírásra került, egy dolog azonban a meglevő előírásrendszer, más dolog azonban annak a maradéktalan végrehajtása. Magyarországon például több hatóság is kompetens lenne a rendeletek betartatásában, így az NKH, környezetvédelmi hatóság, katasztrófavédelem, munkavédelmi hatóság, közterületfelügyelet ... Így – mint ahogyan az lenni szokott – hiába van a mintaértékű szabályozás, a sok bába között elvész a gyermek jelleggel egyetlen hatóság sem jár a folyamat végére és nincsenek az illetékes hatóságokat egy akcióban összesítő átfogó ellenőrzések sem. Ennek az lett az eredménye, hogy ma Magyarországon az évente képződő 75-80.000 roncsautó több mint háromnegyede a szürke- és feketegazdaságba kerül, útja nyomon követhetetlen mind a magyar hatóságok, mind Brüsszel számára. A fémanyagok – amelyek világszerte áringadozástól vezéreltetve ugyan, de pozitív – bevételt hoznak a bontó-/feldolgozó üzemnek bejutnak a shredderekbe, azonban a költséget okozó egyéb frakciók (üzem- és segédanyagok, műanyag-, gumi-, üveg-, textil-, egyéb részek) kézen-közös eltűnnek, általában valamilyen illegális lerakóban, közterületeken megjelenve.



6. ábra. Shredder-könnyűfrakció mintavételezése Fehérvárcsurgón

Mivel a szabályok betartására ügyet sem vető „vállalkozások” szabadon tevékenykedhetnek, így az országban évről évre csökken a regisztrált (legális) bontó-/hulladékkezelők száma. Területlefedő visszavételi hálózattal rendelkezik az ALCUFER-csoport meghatározó tulajdonában levő CAR-REC Gépjárműroncs-kezelő Nonprofit Kft., amely alapítójának hulladékkezelő telepein keresztül, 23 termékfelelős importőrrel szerződéses viszonyban biztosítja az utolsó üzembentartóknak a minimum ingyenes roncsleadás lehetőségét. Ez a gyakorlatban – a fémhulladékok világszerte árának függvényében – átlagosan 10-50 Ft/kg utolsó üzembentartóknak történő díj megfizetését jelenti, tehát – a közhiedelemmel ellentétben – nem kell a hulladékok leadásáért fizetni, még a legális hálózatokban sem.

A továbbiakban a roncsautók újrahasznosítására irányuló hazai fejlesztések az ALCUFER Kft. fehérvárcsurgói shredderüzemének elmúlt 8 évnyi folyamatain keresztül kerülnek bemutatásra.

#### 4.3 Hazai fejlesztések az autóroncsok újrahasznosításának előmozdítására

Az ALCUFER Kft. 2007-ben döntött egy új, modern autóroncsfeldolgozó gépsor, ún. shredder berendezése Magyarországra telepítéséről. A gépsor annak 2008. évi megrendelését követően 2009-ben került felállításra és beüzemelésre és még abban az évben megkezdődtek a hasznosítási arányok teljesítésére irányuló fejlesztések. Egymásra épülő NKTH-NTP, GOP és EU7-es keretprogramos projektekben kialakításra került egy olyan koncepció, amely a hagyományos 70-75%-nyi fémtartalom visszanyerésére irányuló shredder-berendezést olyan post-shredder technológiával látja el, amely segít a jelenleg hatályos 95%-nyi hasznosítási előírás teljesítésében. A Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézete Csöke Barnabás Professzor vezetésével megtervezte, legyártatta és beüzemelte azt a szeparációs gépsort, amely a shredder alapgép kétféle őrlési maradékának, a nem mágnesezhető hulladékok 18 mm-es dobszáttal leválasztott fémeket is tartalmazó részének, valamint az örvényáramú szeparátor által nem fémként detektált frakcióinak további szétválasztását valósítja meg.



7. ábra. A fehérvárcsurgói szeparációs prototípus és az általa leválasztott anyagfrakciók

Ennek a szeparációs sornak egyik kijövő anyaga a túlnyomórészt már vegyes műanyag- és elasztomer hulladékokat tartalmazó frakció, amelynek mind az anyagában, mind az energetikailag történő további hasznosítására jelentős erőfeszítések történtek. Az anyagában történő hasznosításhoz megfelelően tiszta, elkülönített frakciókra van szükség, ezt követően van lehetőség az új termékek kifejlesztésére, lehetőség szerint a nagy tömegeket befogadni képes építőipari alkalmazásokra. Ebben a munkában jelentős segítséget nyújtott a BME Polimertechnika, és Szerves Kémia Technológia Tanszéke



Czigány és Marosi Professzorok irányításával, valamint a Bay-LOGI miskolctapolcai intézete István Zsolt vezetésével. Az energetikai hasznosítás megvalósításához egy termokatalitikus hőbontó (pirolizátor) került kifejlesztésre és ebből egy óránként 600-800 kg-ot feldolgozni képes prototípus üzem épült fel Fehérvárcsurgón, a Power-Energy Kft. által, Gelencsér Gábor irányításával.

A szeparációs gépsor ipari alkalmazáshoz igazított verziója 2013. óta ipari méretben működik a shredderüzem munkáját támogatva, míg a hőbontó ipari méretű beüzemelése jelenleg is folyamatban van.



8. ábra. Termokatalitikus hőbontó prototípus  
Fehérvárcsurgón

Ezek a fejlesztések lehetővé teszik a fémanyagok hasznosításán túlmenően, más szerkezeti anyagok körfolyamatának zárását is lehetővé tevő folyamatok kialakítását.

Az elkövetkező időszakban jelentős fejlesztéseket szükséges indítani a műanyag- és elasztomer anyagok anyagában történő újrahasznosítására, a járműipari üvegek visszaforgatására és kiemelt célterület lesz – stratégiai jelentősége miatt – a járművekben növekvő mértékben jelen levő elektromos- és elektronikai termékek (elsősorban a NYÁK-lapok) hasznosításának előmozdítása. Az energetikai hasznosításban igen fontos lesz a hőbontó végtermékeinek (olaj-, gáz- és salak frakciók) további vizsgálata egyrészt a megújuló (zöld) áramtermelésben való alkalmazhatóság, illetve az ásványolajiparnak történő átadás elősegítése érdekében.

Kiemelt célterület lesz a jelenleg szabályozással nem lefedett haszongépjárműves (autóbusz és teherautó) szakterület, ennek érdekében haszongépjárművekre vonatkozó optimális bontási technológiák kerülnek kidolgozásra. Ezt a projektet a GINOP K+F versenyképességi és kiválósági együttműködések felhívása támogatásban részesítette. Az ALCUFER Kft. projektvezetése mellett megvalósuló, a Dél-Konstrukt Kft., a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti EljárásTechnikai Intézete, a BAY-LOGI és a Pallasz Athéné Egyetem Járműtechnológia Tanszékének kooperációjában kivitelezésre kerülő projekt 2016. őszétől

kezdve egy kétéves futamidejű fejlesztést valósít meg Szolnokon. A GINOP-2.2.1-15-2016-00024-es azonosítójú, „Haszongépjárművek előkezelésére, szétszerelésére, bontására, újrahasznosítására vonatkozó kutatás-fejlesztési program végrehajtása az OPTISOL konzorcium keretében” projekt eredményeként olyan általánosan alkalmazható bontási technológiai folyamat jön létre, amely elősegíti a haszongépjárművek mind teljesebb körű anyagában- és energetikailag történő újrahasznosítását.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Az elhasznált szerkezeti anyagok újrahasznosítása nem öncélú folyamat, hanem a világ járműiparának fenntarthatósága szempontjából elengedhetetlen tevékenység. A Föld feltörekvő régiói ugrásszerűen megnövelt igényekkel szembesülnek, különösen India, Kína, Brazília jelentik majd a 21. század második felének gyártási motorját. A járműipar paradigmaváltás előtt áll, küszöbön áll az elektromos hajtásra történő átállás, amely egyértelműen új, ritkábban előforduló szerkezeti anyagok (leginkább a ritka fémek) rendelkezésre állását igényli. Fel kell tehát készülni ezeknek a stratégiai anyagoknak a folyamatos biztosítására, ezeket pedig többségében majd az életciklusuk végére jutott más műszaki termékek és roncsautók feldolgozásából lehet/kell majd biztosítani. További jelentős fejlesztésekre lesz még szükség a vegyes műanyag- és gumi örlési maradékok anyagában történő újrahasznosításának előmozdítására, ezen kívül komoly figyelmet kell szentelni a járműipari üvegek visszaforgatásának is. Újonnan megjelenő terület a haszongépjárművek újrahasznosítása, tekintettel azonban a most indult magyarországi buszprogramra és az ebből adódóan hirtelen tömegében megjelenő régi buszokra és a járműcsereprogramokból adódó egyéb haszonjárművekre, ezzel a területtel is szükséges foglalkozni.

Mindez a fenntarthatóságot, a környezet védelmét, a nyersanyagokkal, ásványi kincsekkel való gondos, körültekintő eljárást szolgálja.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Inzelt, Gy. (2011). A periódusos rendszer aljáról az érdeklődés középpontjába - A ritkaföldfémek 142. évfolyam, 11. szám, 2011. november
- Lukács, P., Gombkötő, I. (2014). Kritikus elemek a járműtechnológia szolgálatában – A jövő járműve, 2014/6
- Lukács, P. (2011). Környezetvédelem – Egyetemi tananyag (elektronikus tankönyv) 2011. szeptember p.148, A4 - Készült a TÁMOP-4.1.2/A/2-10/1-2010-0018 számú, „Egységesített Jármű- és mobilgépek képzés- és tananyagfejlesztés” című projekt keretében a Kecskeméti Főiskolán

Szalay, Zs., Gubovits, A. (2008). Európai innovációs tendenciák a járműelektronikai iparban, ElektroNet 2008/8, 2008. december

WEB (2012). <http://www.tozsdecafe.hu/2012/07/02/mobiltelefonok-tablagepek-hibrid-autok-elterjedesuket-szi-meg-keresettebbe-a-meregdraga-foldfemet/>