

Roncsautók szétszerelése és újrahasznosítása

Varga András¹

Konzulens: A. Prof., Prof.h.c. Dr. Ferenc Alpek²

¹Gépgyártástechnológia tanszék, Kolozsvári Műszaki Egyetem

²Gépgyártástechnológia tanszék, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Abstract

Approximately 9 million end-of-life vehicles are currently discarded in Europe with around 25% going to landfill. Diminishing limited landfill space and problems with hazardous waste disposal have increased the environmental concerns of the consumers and governments. Also a critical issue in sustainable technology is the preservation of resources. In an industrial context, we can distinguish two broad categories of resources; materials and energy. One way to conserve resources is recycling. This case highlights some of the ongoing issues and work in the recycling of automobiles. The main point of this case study is to fully explore the issue of recycling automobiles and everything that is involved.

Tárgyszavak: gépkocsik újrahasznosítása, szétszerelés, roncsautó irányelv, autóiipari helyzet

1. Bevezetés

A csökkenően lévő zöld területek és a káros hulladék tárolása megnövelte a kormányok és a fogyasztók érdeklődését a környezet iránt. Ugyanakkor egy lényeges elbíráló kérdés az anyagi javakat (természeti kincsek) megőrző technológiák kifejlesztése. Az ipari környezetben meg tudunk különböztetni két széles kategóriájú javat: anyagot és energiát. Egy hasznos módszer az anyagi javak megőrzésében a körfolyamatba való visszavezetés (újrahasznosítás -recycling). Például Európában a gépkocsi gyártók vizsgálatokat végeztek a szeméttároló területeknek a csökkentése érdekében, és fontolóra vették a sajátgyártott gépkocsik újrahasznosítási lehetőségeit. Ez a probléma nemcsak Európában tevődött fel, hanem az AEÁ-ban is, ahol a három nagy cég (GM, Ford, és Chrysler) egy Gépkocsi Újrahasznosító Kutató Központot hozott létre és az Amerikai Gépkocsigyártó Egyesület irányzatokat dolgozott ki az újrahasznosítással kapcsolatban. Csak Európában körülbelül 9 millió elhasznált gépkocsit vonnak ki évente a forgalomból, amelynek körülbelül 25% a szeméttárolókba kerül.

A mai irányzatok a környezetvédelemben kimutatják, hogy a gyártók hamarosan felelősek lesznek az elhasznált gyártmányok visszavonásáért amikor ezek elérik a hasznos életkoruk végét. A természetes anyagoknak a csökkenése és a környezetre káros anyagoknak a természetbe jutása felhívta mindenki figyelmét ezekre a problémákra. Ezek szerint a gyártókat kötelezik a könnyen szétbontható és minél nagyobb mértékben újrahasznosítható gyártmányok készítésére gyártani, miközben ezek minősége megmegmarad.

A „Design for Recycling” (tervezés újrahasznosításért) elősegíti olyan gyártmányok kifejlesztését amelyek minél könnyebben darabokra bonthatók. A hasznos anyagokat, újrahasználjuk és a károsakat el tudjuk távolítani és megsemmisíteni. Hogy mindezeket sikeresen véghez vigyük, szükségünk van az életciklus tervezését bevezetni a gyártmányok tervezésébe, modern technológiákkal való megmunkálásokat és kedvezményeket az ipari újrahasznosításért. Tudnivaló, hogy a szétbontás magas árakkal történik és sok esetben nem a gyártmányok alkatrészekre való szétbontását és majd ezek újrahasznosítását kedvelik, hanem ezek megsemmisítését, ami sok esetben káros a környezetünkre.

Dolgozatom a személygépkocsik újrahasznosításának nemzetközi és hazai gyakorlatával foglalkozik. Ennek keretében fel szeretném hívni a hazai, a gazdasági és műszaki szakemberek figyelmét ennek a nagyon időszerű gondnak a fontosságára.

1. Az EU roncsautó irányelv hatása az újrahasznosításra

A Roncsautó Irányelv számos célkitűzése jó, helyes és megfelelő. Ennek ellenére fennáll a veszély, hogy ezek az előírások a piac szabadságának további korlátozásához, olyan fejlesztéshez vezetnek, amely már rég nem ismeretlen az újrahasznosítási ipar előtt. Öröndetes, hogy az irányelv megköveteli a termék-újrahasznosítást figyelembe vevő kialakítást és tervezést.

Több éves elemzés és megvitatás eredményeként, Németországban 1998. április 1-én érvénybe lépett az elhasznált gépkocsik törvénye (EOLV, end-of-life vehicle). Rövid időn belül 16 vállalat és egyesület (gépkocsigyártók, importőrök, újrahasznosítási cégek, stb.) saját programot dolgoztak ki elhasznált gépkocsik természetbarát újrahasznosítása céljából. A kormány és az ipari egyesületek megállapodása alapján a gyártóknak csökkentenie kell a hulladéktárolókba kerülő káros anyagok mennyiségét. Ez a következő célokat tűzte ki:

- Tökéletesíteni az újrahasznosítási tényezőt a gyártásban
- Az újrafelhasználási technológiák fejlesztése és optimalása
- Célravezető újrahasznosítási követelmények kidolgozása
- A gépkocsironcsok szétszereléséből származó újrahasznosítatlan hulladékok csökkentése 15%-ra 2002-ben és 5%-ra 2015-től
- Egy megfelelő ellenőrző rendszer kifejlesztése a recycling berendezések felügyelete céljából.

A nagyszámú elavult járművek és ezeknek a környezetünkre való hatása miatt az Európa Bizottság is kezdeményezett 2000-ben egy közzétett törvényt az elhasznált járművek és ezek alkatrészeinek környezetbarát visszavonására az újrafelhasználására felügyelete céljából. Ennek az irányelvnek a célja elvileg a nemzeti szinteken érvényes megfelelő szabályozásokkal való összhang megteremtése. Így elsődleges cél a talajnak, víznek és levegőnek a roncsautó szétbontása és hasznosítása miatt fellépő károsodásoktól való védelme. Ehhez kapcsolódik, hogy csökkenteni kell a hulladék mennyiségét.

A szabályzat-rendszer főbb irányzatai:

- 2006. januárjáig a forgalomból kivont gépkocsik újrahasznosítható része súlyban az eddigi 75%-ról a minimum 85%-ra kell emelkedjen
- 2015. január 1-ig a forgalomból kivont gépkocsiknak a 95%-át fel kell dolgozni és a feldolgozott roncsokból nyert anyagok minimum 85%-a újrahasznosítható kell legyen.

Az irányelv azt a célt szolgálja, hogy csökkenjen a roncsautók miatti környezetterhelés, és ezzel elősegítse a környezet védelmét, minőségének javítását, valamint energia megtakarítást.

Az irányelv hatással van az autók konstrukciójára és gyártására, 4. cikkhelye konkretizálja azokat a célokat, amelyek szerint a hulladék csökkentése érdekében a tagországoknak különösen arra kell hatniuk, hogy:

1. A járműgyártók az alapanyag- és szállítóiparral együttműködve korlátozzák a járművekben a veszélyes anyagok felhasználását, ezt már a járművek fejlesztési koncepciójától kezdve – amennyire lehetséges csökkentsék, ezzel megelőzzék környezetbe kerülésüket, megkönnyítsék az újrahasznosítást és elkerüljék a veszélyes hulladékok ártalmatlanításának szükségességét.
2. Az új járművek konstrukciójánál és termelésénél a roncsautóknak, alkatrészeinek és értékes anyagainak szétszerelésénél és értékesítésénél, különösen újrahasznosításánál átfogó számításokat végezzenek, amelyekkel tevékenységüket is megkönnyítik.
3. A járműgyártók az alapanyag- és szállítóiparral a járművek és más termékek gyártásában együttműködve fokozottabb mértékben használják fel újrahasznosításból származó anyagokat, és kiépítik az újrahasznosított anyagok piacát.

A tagállamoknak ezenkívül biztosítaniuk kell, hogy 2003. július 1. után forgalomba hozott járművek elemei és anyagai a II függelékben megnevezett esteken kívül, az ott rögzített feltételekkel ne tartalmazzanak ólmot, higanyt, kadmiumot vagy hatértékű krómot.

Romániában, mint a többi középkelet-európai országban, még sajnos nem indult el ilyen célú törvények kidolgozása az elhasznált gépkocsikkal szemben. Persze ez nem azt jelenti, hogy a probléma nem létezik országunkban is.

A hatalmas, lerobbant járműpark jó esetben csak helyfoglalással rontja a környezetet. A lakótelepeken és a zöldterületeken parkoló autókra tulajdonosaik nem fizetik a közterheket, sőt jogszerű eltávolításuk is köz-költségen történik. Romániában még nincs kialakult kultúrája a roncsleadásnak, és az érvényes szabályok ellenére a mérgező hulladéknak számító akkumulátorok jelentős részét is illegálisan helyezik el. Ugyanúgy a nagy mennyiségű régi, a szabadban levő gumiabroncsok súlyosan károsítják környezetünket, növelik a hulladék-mennyiséget és növekvő mennyiségük nagy problémákat fog okozni a jövőben. Ezekhez hozzájárul az utolsó években importált régi gépkocsik nagy mennyisége és az ország gazdasági helyzete miatt igen nagy a gépkocsi átlag életkor, amely meghaladja a 15 évet. Célszerű ezek *környezetbarát újrahasznosítása*.

3. Környezeti és újrahasznosítási szempontok bevonása a termékfejlesztésbe

3.1. Műszaki termékek fejlesztési szakaszai. Fejlesztés az autóiparban

A műszaki termékek fejlesztésének, szaknyelven a „termékek keletkezési folyamatának” szakaszai:

- korai szakasz, benne
 - stratégiai fejlesztés,
 - erőfejlesztés
 - előzetes teljesítés, amelyben megkülönböztethetőek:
 - indító,
 - koncepció és előkészítő szakasz
 - előkészítő szakasz
- sorozatfejlesztés, benne
 - összehangolás, egyeztetés,
 - megerősítés, jóváhagyás
 - kiérlelés

A fenti időbeli, egyben eredményorientált felosztást a gépjárműnek a legösszetettebb és legértékesebb fogyasztói javak egyikének példáján bemutatva némi megvilágítást igényelnek a következő fogalmak:

- az előzetes teljesítés mint a „korai fejlesztés” súlyponti szakasza bizonyos víziók kidolgozásával indul, a termék stratégiai célmeghatározása alapján. Ekkor kell rögzíteni a termékkövetelményeket és a vállalati piaci koncepciókat. Nagy szerep jut a modellvizsgálatoknak. Legkésőbb e szakaszban kell kibékíteni az előre látható célkonfliktusokat.
- A sorozatfejlesztési fázisban a jármű báziskoncepciójára építhető változatok és gyártási folyamataik szimulálását végzik virtuális építőelemcsoportok segítségével, figyelembe véve az ügyfélkívánásokat és az újrahasznosítás követelményeit is. Ez a fejlesztési szakasz a design finom összehangolásával, majd a számítási modell, a szimulálás és a hardver bázisán a koncepció jóváhagyásával „szabaddá tételével” ér véget.

Az autóipari termékfejlesztés egyes szakaszainak alábbi újrahasznosítási vonzatait érdemes kiemelni:

- Az előkészítő szakaszban az előző modellek és konkurens járművek szétszerelési elemzéseiből következtetni lehet a „gyenge pontokra” és javítási lehetőségekre, ebből összeállhat egy „célkatalógus”. Itt főlegrendelt követelményeknek tekintendők pl. a járműkvóták, a hasznosítási költség, valamint innovatív szerkezetanyag-koncepciók.
- A sorozatfejlesztés kezdeti egyeztetési szakaszában a zárt anyagciklusra való alkalmasság meghatározására és az újrahasznosítási útvonal (szétszerelés, ill. zúzás) meghatározása, valamint a terhelési füzetek alapján el kell készíteni az egyes tervek mennyiségi újrahasznosítási és kockázati értékelését (1. ábra).
- A jóváhagyási szakaszban virtuális szétszerelés-elemzést kell végezni különböző e célra kifejlesztett programokkal (Design for Disassembly)
- A sorozatfejlesztést szétszerelési elemzések zárják le, amelyeknek eredményei közvetlenül a gyakorlati járműhasznosítási útmutatókban és az „Autók nemzetközi szétszerelési információs rendszerében” (IDJS) vannak.

Az újrahasznosítási program jellemzői és feltételei:

A majdnem hulladékká váló termékek újrahasznosításának programját előzetesen meg kell határozni és dokumentálni, mégpedig nemcsak a teljes termékre, hanem annak alkotóelemeire is. Az újrahasznosítás céljait irányíthatják:

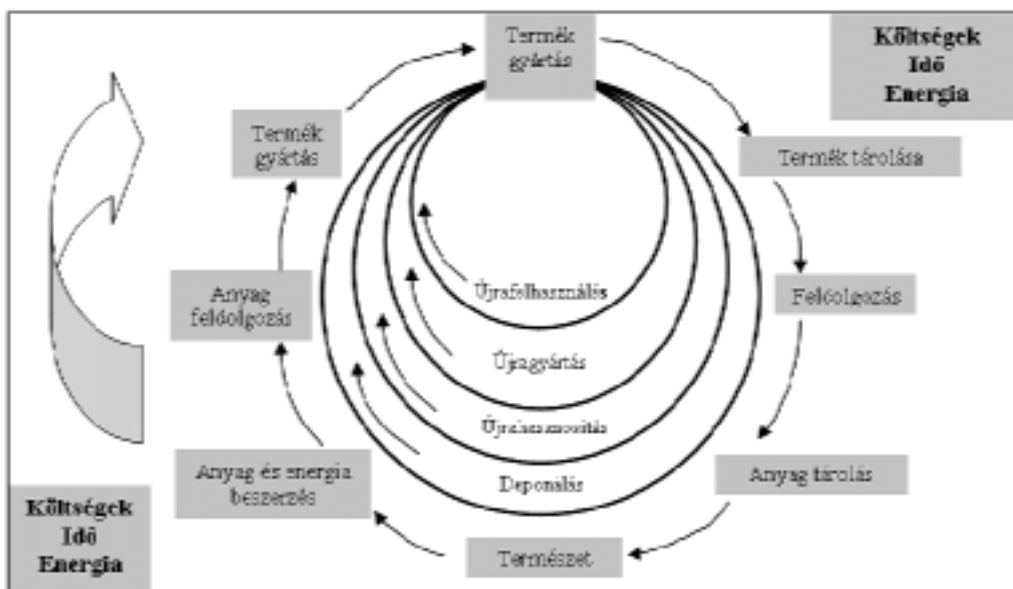
- i. Külső ökológiai követelmények
- ii. Vállalaton belüli, együttes ökológiai és gazdasági megfontolások
 - Tágabb környezet:
 - Politika: irányvonalak, rendeletek, törvények
 - Vállalatok: kommunikációs stratégiák, marketing, termékelhelyezés
 - Piac: ügyféligények, verseny, árhelyzet
 - Társadalom: környezeti érzékenység, divat ízlés

- Technika:
 - Alkatrészek, anyagok: hasznosíthatóság (anyagként, energetikailag), jelölés/azonosíthatóság, szétválaszthatóság, kezelhetőség,
 - Csatlakozási módszerek hozzáférés, szétbontás, a kötések száma, fajtája, sokfélesége, a szét-szerelés időigénye
- Ökológia: nyersanyagkészletek, és –használat, energiafelhasználás, kibocsátások, ártalmas anyagok
- Gazdaságosság: költségszámítás, anyagciklusok, a primer és szekunder nyersanyag ára.

A műszaki termékek fejlesztési folyamatát elválaszthatatlanul kíséri az egymással szükségképpen ütköző minőségi, esztétikai, biztonsági, környezetvédelmi, árszínvonalbeli stb. követelmények egyeztetése.

3.2. Termékek életciklusa. Zártláncú tervezés

Az legújabb kezdeményezések az elavult gépkocsikkal szemben nyugaton sok ellentétes feltevést keltettek a gépkocsi ipar összes ágában a környezetbarát törvényhozatalnak a jövőbeli hatásával kapcsolatosan.



1. ábra

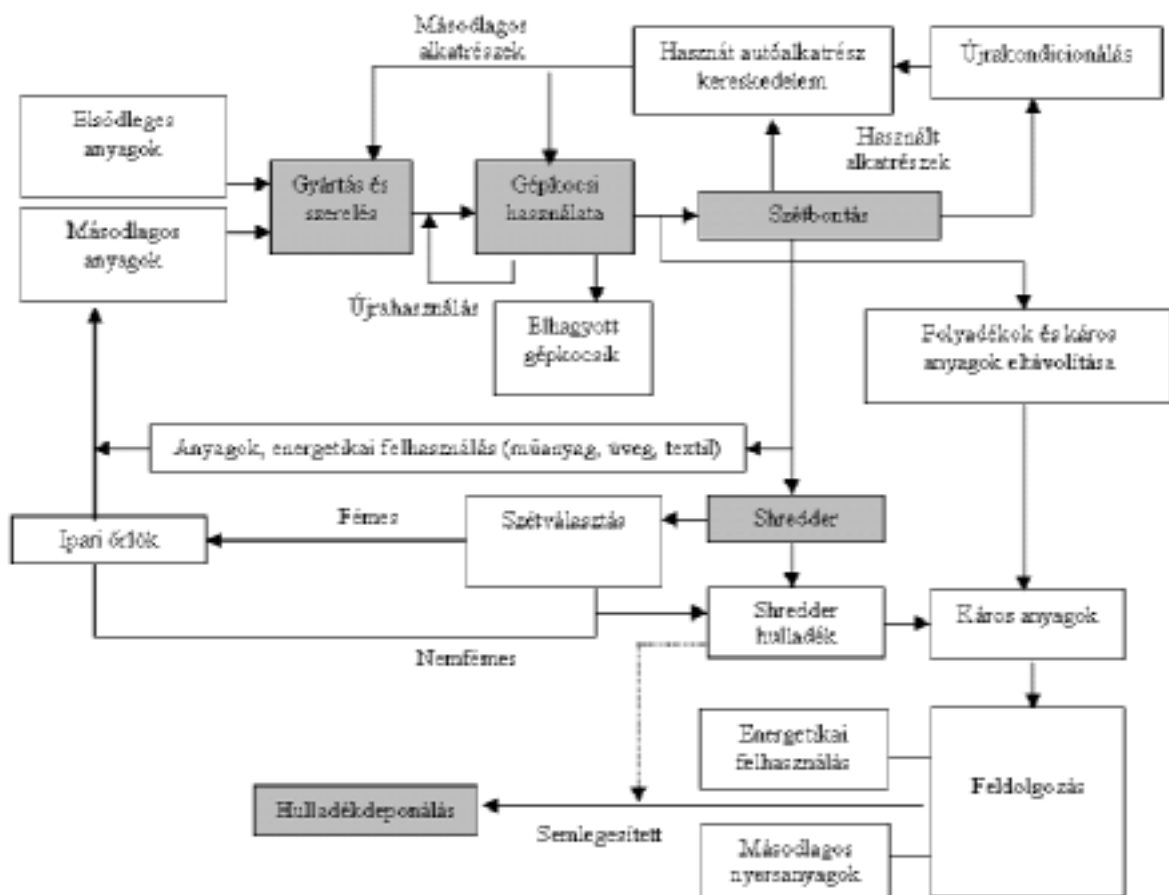
Termékek életciklusának menedzsmentje

A fő kérdés országunkban is az marad, hogy hogyan lesz lehetséges megszervezni egy menedzsmentet, amely egyeztesse a törvényeket és az önálló kezdeményezéseket. (1. ábra).

3.3 Példák a gépjárműszektorból

A gépkocsik körülbelül 600-féle anyagot tartalmaznak, ezek közül az acél a meghatározó anyag, amely viszonylag eredményesen újrafelhasználható. Az elavult gépkocsironcsok acélszáma gyakorlatilag 99%-ban újrahasznosítható, emiatt rendkívül hatékony, zárt technológiai infrastruktúra alakult ki világszerte, amely több millió tonna acélt hasznosít évente, rengeteg nyersanyagot, energiát és pénzt takarítva meg és jelentősen csökkentve a környezet szennyeződését. A műanyagok okoznak inkább problémákat és növelik a hulladékkezelési költségeket és a gépkocsi zúzási maradványainak növekedését vonják maguk után, annak ellenére, hogy a műanyag-felhasználásnál alacsony termelési költségek vannak.

Egy gépkocsiban található anyagok zárt ciklusa a 2. ábrán látható.



2. ábra
Az anyagok zárt ciklusa egy gépkocsiban

4. A szétszerelés és recycling stratégiái és folyamatai

4.1. Az elavult gépkocsik visszaszerzése

- Nagy számú régi/elavult gépkocsi van még a forgalomban. Az ország gazdasági helyzete miatt egy gépkocsi átlag életciklusa több mint 15 év, (Európában 8.5 év).
- Ezek visszavonása/kivonása a forgalomból és környezetbarát újrahasznosítása komoly műszaki és főleg gazdasági probléma.

Egy elbíráló paraméter az elavult gépkocsik környezetszennyezése, karbantartása, gazdaságossága, és forgalmi biztonsága.

4.2 Az utcaszélen veszteglő elavult gépkocsi roncsok környezetbarát újrahasznosítása

Egy hatékony törvényhozatal hiánya miatt, gondok vannak ezek *begyűjtésével*.

Lehetséges megoldás: nagy adófizetés a nem a forgalomban levő gépkocsikért ameddig ezek környezetbarát újrahasznosításának tanúsítása meg nem történik. A tulajdonos kötelessége a gépkocsit beszállítani egy szétbontó /recycling központba.

- *Ki vállalja ezek környezetbarát újrahasznosítását?* Egy megfelelő törvényrendszer esetében a gyártó felelős az általa gyártott gépkocsik újrahasznosításáért.
- Ha az elavult gépkocsinak negatív piaci értéke van, akkor az utolsó tulajdonosra rá lehet szólni gépkocsija környezetbarát újrahasznosítását? (gazdasági helyzet miatt nem).

Lehetséges megoldások: Gyártók által (vagy a már létező szétbontók által) létesített recycling központok tervezése és felépítése. Kérdés az, hogy gazdaságos lesz-e a folyamat? Akkor is ha a hulladékokat megfelelően feldolgozzuk/semlegesítjük és tároljuk? Országunkban szükséges lenne egy kormánytámogatás ez irányban.

A fő probléma ebben a helyzetben is, hogy a régi termékek nem voltak recycling-hatékonyan tervezve!

4.3. Az újrahasznosítás megköveteli a szétszerelést/szétbontást

Amikor a műszaki hulladékokat begyűjtik, a szétszerelés képezi az első feladatot. Ennek célja részben a környezetre ártalmas anyagok elkülönítése, részben az ismeretlen felhasználható alkatrészek kinyerése. Ha szétszerelés során fajtánként el lehet különíteni a szerkezeti anyagokat, megfelelő újrahasznosítási eljárásokkal nagy értékű anyagok állíthatók elő. Ez azonban a műszaki termékek legnagyobb része esetében nem lehetséges, vagy nem volna gazdaságos. Megállapítható viszont, hogy szétszerelési és újrahasznosítási költségeikért döntően a tervezés a felelős, ezért a tervezési követelmények közé az újrahasznosíthatóság követelményét is fel kell venni.

Az újrahasznosítási szemléletű tervezésnek nagy problémája, hogy a termékek előállítása és kiselejtezése között több év telik el, és ez idő alatt a szerelési és az újrahasznosítási technológiák fejlődhetnek, a törvényes követelmények változhatnak. Ma sok szoftver áll a rendelkezésre, amellyel az újrahasznosítás-értékelést el lehet végezni.

A gépkocsik esetében a szétszerelés főbb folyamatai a következők:

- Káros folyadékok/anyagok eltávolítása, további feldolgozása és tárolása (olaj, hűtőfolyadék, akkumulátor). Mindezek környezetbarát tárolása költséges és kérdőjelet tesz az újrahasznosítás gazdaságosságának irányában.
- Újrafelhasználható alkatrészek kiválasztása és leszerelése. Ez a folyamat gazdaságos lehet az országunkban a fejlett second-hand kereskedelemnek köszönhetően. Ez környezetbarát szempontból jó, mert minél több alkatrészt újrafelhasználunk annál több nyersanyagot, energiát és pénzt takarítunk meg.
- Újrahasznosítható vagy értékes anyagokat tartalmazó elemek leszerelése.
- Roncs eladás őrle (shredder) üzemeknek.

Szükséges eszközök:

- Hazai gépkocsiállomány szétszerelési módszerek tanulmányozása
- Szétszerelő technológiák léteznek, csak ezek adaptálása szükséges a hazai gépkocsi állományhoz (pl. szerszámok) vagy esetleg olcsóbb technológiák kidolgozása?
- Veszélyes anyagok feldolgozásának, semlegesítésének módszerei.

Fő feladatunk a hulladék-mennyiség csökkentése, és persze ha lehetséges gazdaságosan! Minél nagyobb mennyiségben történik meg az újrahasznosítás és újrafelhasználás annál jobban csökkent a hulladék-mennyiség.

5. Újrahasznosíthatóság értékelése. A szétszerelés gazdasági tényezői

Az értékelésnek az a célja, hogy kimutassa, hogy gazdaságosan elérhető-e magas újrahasznosítási arány a lehető legnagyobb értékmegőrzés mellett. Meg szokták különböztetni a folyamatszempontú értékelést.

A folyamatszempontú értékelés során a szétszerelési időt, költséget, sorrendet és melységet állapítják meg.

- A szétszerelési időt az előre meghatározott időelemek (MTM – Method Time Measurement) módszerével lehet meghatározni.
- A szétszerelési költségeket a munkaidő és az órabér alapján lehet kiszámítani, ehhez hozzá kell adni a kiszertelt részek elhelyezésének költségeit is
- A szétszerelési sorrend grafikusan meghatározható. Ha több lehetőség van, akkor az tekintendő optimálisnak, amelyhez a legkevesebb szerszámot kell használni
- A szétszerelési melységen azt kell érteni, hogy melyik egységeket lehet együtt, azonos újrahasznosítási folyamatnak alávetni. Ennek eldöntéséhez fontos szempont az ártalmas anyagok elkülönítése, de gondolni kell az újrahasznosítás eredményeire is. Eddig még nem dolgoztak ki egységes csoportosítási rendszert hulladékokra.

A termékszempontú értékelés kulcskérdése az újrahasznosítási arány, amely a termék sajátosságai mellett a másodlagos anyagok piacának alakulásától függ. Ezt azonban a termékek tervezése idején nem lehet előre látni. Ezért a környezetvédelem alapvető követelményeit is szem előtt kell tartani.

A környezetbarát újrahasznosítás szétbontást igényel, anyag-újrahasznosítás esetén ezek anyagok szerint való szétválasztását, a káros anyagok kivonását és feldolgozását a termékből. Mindezek hatalmas költségekkel járnak. Azokat a megoldásokat kell kikutatni és fejleszteni, amelyek gazdaságossá és lehetővé tehetik az újrahasznosítást. De mindezekre a gyártónak (tervezőnek) is figyelnie kell, mivel ő szabja meg saját termékének összes tulajdonságait különböző kritériumok alapján (3. ábra).



3. ábra
Gyártó hatásterülete

Mindezeket a határozatokat a tervezési fázisban kell a gyártónak figyelembe venni, nagy fontosságot adva az előírt környezetvédelmi szabályoknak, hogy csökkentsék termékeik egész életciklusuk során való hatását a környezetre: a tervezéstől, a gyártástól megkezdve ezek kivonásáig és tárolásáig. Az elsoroltakkal szemben végül is a gyártó minimum költségeket kíván elérni, hogy a terméke műszaki tulajdonságaitól, színvonalától függően minél alacsonyabb eladási árral rendelkezzen.

A már elhasznált gépkocsinak újrahasznosításával utólag a szétbontó rendelkezik. A szétbontó határozata az elavult gépkocsin, a szétszerelés gazdaságosságától függ (4. ábra).



4. ábra
Szétbontó határozata az elavult gépkocsin

Egy valamely szétbontó költségei a következők:

- Gépkocsi visszavásárlása. Ez nagyjából a gépkocsi elavulásától és ennek értékétől függ. Egyes esetekben ezek ára nulla lehet.
- Szállítási költségek
- Rakodási, tárolási díj
- Munkaerő költségek, függ a szükséges szakképzettségtől
- Befektetések, berendezések és a megmunkálás költségei
- Az alkatrészek és anyagok kivonására szükséges idő, ezt nagyon befolyásolja a gépkocsi felépítési módja.

Hogy nyereség is legyen, akkor ezek a költségek kisebbek kell legyenek mint a bevételek.

A nyereség a következőkből jöhet:

- Értékes, újrafelhasználható komponensek. További megmunkálások is beleszámítandók a költségekbe (tisztítás, megtekintés, feljavítás, visszaszerelés, stb).
- Értékes, nem szennyező anyagok, törmelékek. Bármely szennyező, amely az anyag tulajdonságaira hat, csökkenti az értékét
- Energia kivonás égetés vagy pirolízis révén.

6. A jövő feladatai

Az ország gazdasági helyzete fő szerepet játszik az újrahasznosítás területén. Fontosabb célkitűzések:

- Szükséges hatékony törvényhozatal és támogatás kormány által (a probléma nehezen megoldható gazdasági okok miatt)
- Egy gazdaságos gyűjtő rendszer és újrahasznosítási folyamat tervezése és felépítése.
- A gyártók önálló kutatásai ez irányban
- Termék/termelő felelősség, a gyártónak felelősséget kell vállalnia a termékért ennek teljes életciklusa során (product/producer extended responsibility).
- Környezetbarát irányú termékfejlesztés. Tudnivaló, hogy ez költséges az új technológiák miatt, de a létező folyamatoknak az optimalása lehetséges (Design for Environment, Design for Disassembly, Design for Recycling).

Irodalomjegyzék

- [1] Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council of 18 September 2000 on end-of life vehicles - Commission Statements, *Official Journal L 269, 21/10/2000 p. 0034 – 0043*
- [2] De Ron, A.; **Alpek, F.**; Penev, K.D.; Boyadjiev, I.K.: Disassembly: Design and Advanced Processes and Systems for Reuse of Products and Materials. Project-Proposal in Copernicus Project, 1994.
- [3] BANDIVADEKAR. A. M.S. Candidate, *Industrial Ecology and the Automobile Case Study of Automobile Recycling in U.S.*, Michigan Technological University, Houghton, MI 49931, 2001.
- [4] ROȘ O., FRĂȚILĂ D., **VARGA, A.**, GOIA, C., *Development of the integrated parts in the automobiles industry.* Proceedings of MTeM 2001. Cluj-Napoca, 4-6 October 2001.
- [5] BOROS T. *Környezetvédelmi és újrahasznosítási szempontok bevonása a termékfejlesztésbe – példák a gépjármű-szektorból.* BME-OMIKK-Hulladékok 2001/8.
- [6] GARAI T. *Irányelvek újrahasznosítható termékek kifejlesztéséhez.* BME-OMIKK-Hulladékok 2001/8.
- [7] **VARGA A.**, GYENGE Cs., *Forschung der Recycling – Möglichkeiten von Altautos*, Disszertáció munka, Kolozsvári Műszaki Egyetem, 2001 június.
- [8] **VARGA A.**, GYENGE Cs., *Elhasznált gépkocsi roncsok szakszerű sorozat szétszerelése és újrahasznosítása*, Fiatal Műszakiak Tudományos ülészaka Kolozsvár 2001.