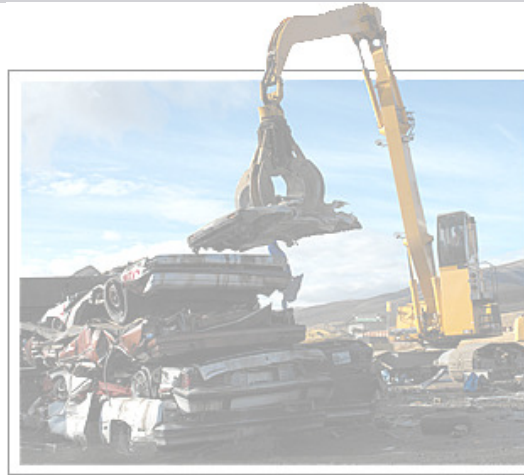


# BME Gépjárművek Tanszék

## Gépjárművek Műszaki Előírásrendszerei



Alkatrészek, anyagok, recycling





- **Műanyagok és elasztomerek a gépjárművekben**
  - **Műanyagféleségek**
  - Felhasználási arányszámok
  - Műanyagokkal szemben támasztott igények
  - Autóipari elnevezések
- Az új alapelvek érvényesítése a modern terméktervezésben
- Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei
  - Műanyag hulladékok mechanikai úton anyagként történő hasznosítása
  - Fajtahomogén műanyag hulladékok újrafeldolgozása
  - Műanyagból készült üzemanyagtartályok újrahasznosítása
  - Lökharítók hasznosítási lehetőségei
  - A műanyagok kémiai újrahasznosítása
- Egy elektronikai hulladékokra vonatkozó kisfilm levetítése

# Műanyagok autóiipari felhasználása

RÉSZEGYSÉGEK	LEGFOBB MUANYAG ALAPANYAGOK	TOMEGUK EGY ATLAGOS AUTÓBAN (kg)
Lökhárítók	PP, ABS, PC	10,0
Ülések	PUR, PP, PVC, ABS, PA	13,0
Műszerfal	PP, ABS, PA, PC, PE	15,0
Tüzelőanyag rendszer	PE, POM, PA, PP	7,0
Kocsitest (beleértve a karosszéria elemeket)	PP, PPE, UP	6,0
Motortérben előforduló komponensek	PA, PP, PBT	9,0
Belső kárpitozás	PP, ABS, PET, POM, PVC	20,0
Elektromos komponensek	PP, PE, PBT, PA, PVC	7,0
Külső borítás	ABS, PA, PBT, ASA, PP	4,0
Világító és fényjelző berendezések	PP, PC, ABS, PMMA, UP	5,0
Üléshuzat	PVC, PUR, PP, PE	8,0
Egyéb elemek	PP, PE, PA	1,0
Összesen		105,0

PP	Polipropilén	PVC	Poli(vinil-klorid)
PA	Poliamid (Nejlon)	PE	Poli(etilén)
PC	Polikarbonát	POM	Poli(oxi-metilén); poliformaldehid
ABS	Akrilnitril-butadién-sztirol	PPE/PPO	Poli(fenil-éter)
PUR	Poliuretán	PBT	Poli(butilén-tereftalát)
PET	Poli(etilén-tereftalát)	ASA	Akrilnitril-sztirol-akrilát
PMMA	Poli(metil-metakrilát)		
UP	Telítetlen poliészter		



## A műanyagfélések csoportosítása

- A műanyagok: *nagymolekulás, szerves anyagok*
  - Egyszerű kémiai kötések szintézise vagy nagymolekulás természetes anyagok átalakítása útján keletkeznek.
- Besorolásuk:
  - *A kémiai kötést kiváltó reakció* alapján
    - polimerizáció (polietilén, polisztirol, PVC, polimetakrilát stb.) vagy
    - polikondenzáció (fenolgyanta, aminoplasztok) vagy
    - poliaddíció (epoxidgyanták, poliuretánok) útján létrejött műanyagok
  - *A hővel szembeni viselkedés* alapján (közismertebb besorolás)
    - **hőre lágyuló** (termoplasztikus) vagy
    - **hőre keményedő** (duroplasztikus) vagy
    - **rugalmas** (elasztikus) műanyagok





## A műanyagfélések csoportosítása

- *A hőre lágyuló műanyagok - termoplasztok*
  - Melegítés során, anyagra jellemző meghatározott hőfokon megömlenek, plasztikus állapotba kerülnek, lehűtés után ismét alaktartóvá válnak
  - Ezt a tulajdonságot fonálszerű, lineáris makromolekuláiknak köszönhetik
- *A hőre keményedő műanyagok - duroplasztok*
  - Feldolgozásukig képlékenyek, ezt követően kemények és hőre (anyagra jellemző hőfokig) érzéketlenek
  - Az ezt kiváltó ok: a térhálósodott makromolekuláris szerkezet





# Műanyagok és elasztomerek a gépjárművekben



## Műanyag szerkezeti anyagok alkalmazási előnyei ill. hátrányai

### Előnyök:

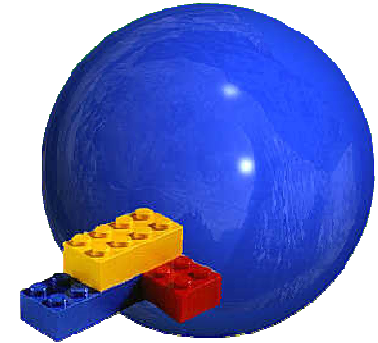
- járműszerkezeti anyagként a legnagyobb súlycsökkentést eredményezik
- kiváló korrózióállóság
- kis gyártási tűréssel kivitelezhető
- korszerű és komfortos kivitel
- kis utánmunkálási igény
- esztétika
- alacsony hővezető képesség (hőszigetelés)
- kisebb kopási faktor
- jó kifáradási viselkedés
- nagyfokú integrálhatóság, ezáltal könnyebb szerelhetőség
- remek kémiai ellenálló képesség (tűzelő-anyagok, olajak, tisztítószer, útszórásosó stb.)

### Hátrányok:

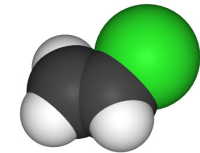
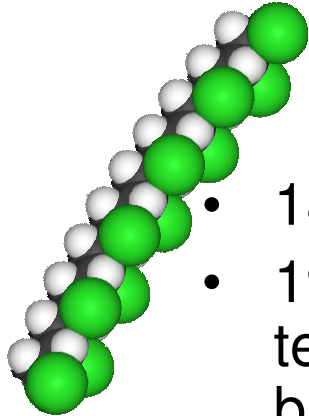
- fémekhez képest rossz mechanikai és szilárdsági tulajdonságok
- alacsony hőterhelhetőség
- szilárdság növelése (üveg)szálerősítéssel valósítható meg, ez azonban rontja az újrahasznosítást
- csak a tiszta (elkülönített) műanyag hulladék reciklálható gyorsan és gazdaságosan
- műanyag szelepfedél alkalmazása esetén a tömítés bonyolult és drága
- az egyes műanyagok kölcsönösen nem viselik el egymást, ezáltal csak nagyon ritkán társítható egymással két műanyagféleség jó tulajdonsága a fémeknél megszokott ötvözéssel
- a növekvő motortéri hőmérséklet miatt ez irányú felhasználási területei eltolódnak a költségesebb, jobb műanyagok felé (költségnövekedés)

## Akrilnitril-(butadién)-sztírol (ABS)

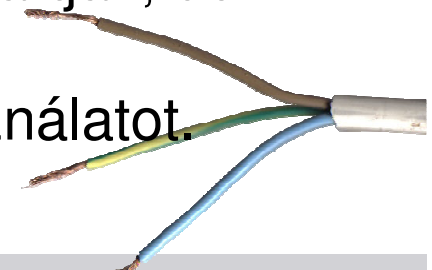
- Az ABS termopolimerek *tulajdonságai* széles tartományban változtathatók
  - A három monomer arányával vagy
  - Az előállítási eljárás módosításával
- *Jellemzők:* az 1-2% acélszálat tartalmazó, az elektromágneses hullámokat leárnyékoló ABS típusok is, amelyeket az autótelefonok házához használnak
- Egyik fő *felhasználási területe:* a járműipar - az összes ABS felhasználás 20%-át teszi ki
  - Hűtőrácsokat, külső és belső szerelvényeket, légterelőket, fűtésborítást, szerelvényfalakat, külső és belső tükörházat, kormányoszlop és kardántengely borítást, karosszéria elemeket, vízelvezetőt gyártanak belőle.



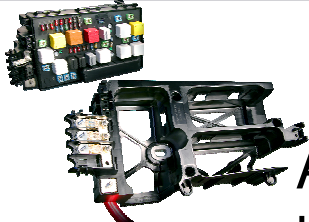
## Poli(vinil-klorid) (PVC)



- 1838-ban Victor Regnault laboratóriumában PVC-t állított elő
- 1912-ben Fritz Klatte rakta le elsőként a PVC gyártásának technikai alapjait, de az anyag ipari termelése csak 1938-ban indult meg
- 1943-ra a PVC már a legfontosabb műanyag. Ma már lágyító anyagok segítségével különböző keménységű PVC-t lehet előállítani.
- Lágú PVC-ből készül például az **elektromos kábeleket bevonó réteg**, vagy a kerti locsolótömlő. Kemény PVC-ből főleg a mindenki által ismert PVC-csöveket gyártják, de kiválóan alkalmas **gépalkatrészeknek** is.
- Keménysége miatt jól bírja a mindennapi használatot.



## Poliamidok (PA)



A gyártmányfejlesztés középpontjában - az utóbbi évek irányzatának megfelelően - a különböző alkalmazási területekre optimalizált, méretre szabott PA típusok fejlesztése áll.

- A poliamid, mint szerkezeti anyag *tulajdonságait*:
  - a polimer szerkezete,
  - a módosító és erősítő anyagok,
  - a keverékekben alkalmazott másik polimer határozza meg.
- Poliamidból készülő járműalkatrészek: keréktárcsák, köpenylemezek, külső tükörburkolatok, kormánykerekek, gáz- és tengelykapcsolók, benzinvezetékek, hűtőventillátorok.



## Poliamidok (PA)

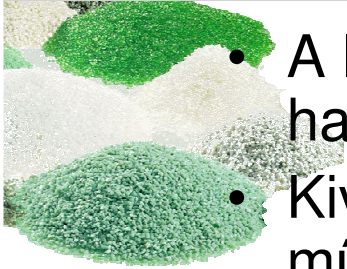


Nagyszerű javítastechnológiai lehetőség:

A poliamidok alkalmazása, ráolvasztott műanyag-bevonatokban

- Ez az olcsó, bár méltánytalanul mellőzött módszer *lehetővé teszi* a kopásnak kitett, vagy kopott fémalkatrész felületére az igénybevétel mértékének megfelelően megválasztott műanyagpor (általában poliamidok) ráolvasztásával és méretre munkálásával a gyári alapméret visszaállítását vagy még üzemeltetés előtti használatával az élettartam jelentős megnövelését.
- *Előnyei:*
  - A fémek mechanikai szilárdsága párosul a műanyagok nagy szívós-rugalmasságával
  - A műanyag könnyen méretre szabályozható, kopásnak, korróziónak, nedvességnek, vegyi anyagoknak ellenáll, növeli az alkatrész-élettartamot, gyors és biztonságos javítást tesz lehetővé

## Polikarbonát (PC)



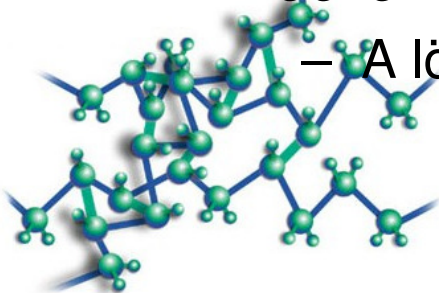
- A legtöbb esetben átlátszóságát és rendkívüli ütésállóságát hasznosítják.
- Kiváló tulajdonságai mellett viszonylag alacsony ára a műszaki műanyagok között is indokolja, hogy ma már az élet szinte valamennyi területén alkalmazzák.
- A gépkocsigyártásban gyakran az üveg helyettesítésére használják.
- Számos autófelszerelési cikk és alkatrész készül PC-ből:
  - Járművek fényszóróinak, helyzetjelző lámpáinak búrái és esetleg tokozata, reflektorlencsék,
  - Autóvillamossági szerelvények, pl. gyújtáselosztók, kapcsolók,
  - Alkatrészek járművek utasterében, pl. tükör, biztonsági övek csatlakozói, ablakkeretek, műszerfalak részei, ülések habosított vázszerkezete,
  - Ütközők, habosított karosszériaelemek, rácsok, dísztárcsák, ablakok és szélvédők különféle járműveken, ablaktörlő karok



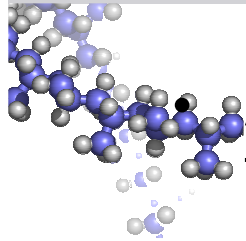


## Polietilén (PE)

- Az egyik legsikeresebb lágypolietilén termék a BASF által gyártott Lupolen (PE-LD), melynek továbbfejlesztett változata a Lupolen 2220
  - A peroxidosan elhálósított szerkezetű anyag 30 kV feszültségig szigetelőként szolgál a járművek gyújtórendszerének nagyfeszültségű kábeleibenél
- A Monosil-eljárással kifejlesztett stabilizált Lupolen 2441 DQ 268 szilánhálósított szerkezetű
  - Ezzel az eljárással 1 kV feszültség szigetelésére gyártanak drót- és kábelszigeteléseket
- *Jellemző felhasználási területei még:*
  - A lökhárítók, fényáteresztő üvegek és a díszítő elemek



## Polipropilén (PP)



A legnagyobb PP gyártók választéka az utóbbi években főképpen az új hordozókatalizátorok segítségével előállított Random-kopolimerekből és reaktorblendékből állt.

- PI.: A BASF Novolen-3000-es márkája komonomerként etilént és butilént tartalmaz statisztikus megoszlással  
(Random-Copolymer = Véletlen Eloszlású Kopolimer)
- Szívósabbak, rugalmasabbak és jobban hegeszthetők, mint a homopolimerek
- A legszembetűnőbb tulajdonságuk:
  - A speciális adalékok által elért magas fényáteresztő képesség
  - Az 1 mm-nél kisebb falvastagságok esetén a fényáteresztő képesség eléri az azonos méretekkel rendelkező PVC-U ill. PS termékek értékeit
- Fröccsöntés, fúvó- és termikus formázás a megkívánt feldolgozó eljárás ezeknél a termékeknél.



## Polietilén- és polibutilén-tereftalát (PETP, PBTP)

- A polietilén-tereftalát szemkristályos szerkezetű, de megfelelő kémiai módosítású amorf típusai is forgalomban vannak
- A kristályos és amorf szerkezet aránya a feldolgozási paraméterek változtatásával szintén erősen befolyásolható
- Az amorf és kristályos szerkezetű polimer tulajdonságai eltérőek
- A műszaki műanyagok körében a kristályos szerkezet jelentősége lényegesen nagyobb



## Polietilén- és polibutilén-tereftalát (PETP, PBTP)

- Az autóiipari felhasználás szempontjából fontos félkristályos változatok számos előnyös tulajdonsággal rendelkeznek. A járműiparban elsősorban blendek formájában kerülnek felhasználásra.
- A blendelés egy előnyös lehetőség *optimális sajátosságú alapanyag* előállítására. A különböző polimerek kombinációjával olyan tulajdonság-együttesek alakíthatók ki, amelyek egy-egy műanyaggal nem, vagy csak nagyobb költségráfordítással érhetők el.



## Polioximetilén (POM)

- A világ POM felhasználása évente 300 ktonna, ennek 28%-át autóiipari célokra használják.
- Számos alkalmazási lehetőség ismert:
  - Biztonsági berendezések alkatrészei, nyíló tető, ablaknyitó, ablaktörlő, fűtésszabályozó, ventilátor
- Sok alkalmazási lehetőség adódik kiváló üzemanyag- és vegyszerálló sajátságából:
  - Üzemanyag szivattyú, üzemanyag szintjelző, töltőcsonk, tanksapka, vízleválasztó, üzemanyag tároló a legismertebb példák.
- Legismertebb ötvözete: a POM/PUR, alkalmas karosszéria elemek, üzemanyag vezetékek előállítására.



## Poliuretánok (PU)

- Az alábbi *eljárásokat* az autóipar fejlődése hívta életre:
  - RIM (Reaction Injection Moulding) - reaktív fröccsöntés
  - RRIM (Reinforced Reaction Injection Moulding) - erősítő anyaggal végzett reaktív fröccsöntés
- Az öntött poliuretán elasztomerek (CPU = Cast Poly-Urethane) műszaki cikkek, járműipari poliuretán alkatrészek vázszekezetéhez alkalmazhatóak.
- Az elasztomerek, RIM, RRIM termékek termelése Magyarországon 2060 t, ebből 110 t hulladék keletkezik, melyből 20 t hasznosításra, 50 t lerakásra, 27 t kommunális szemétbe, míg 13 t égetésre kerül.
- Freontartalmuk minimális.



## Poliuretánok (PU)

- Nyugat-Európában az autógyártásban - egy 1988. évi felmérés szerint - a legnagyobb mértékű a poliuretánok felhasználása volt a többi műanyaghoz viszonyítva.
- Elfogadva, hogy egy gépkocsi átlagos élettartama 10-15 év, akkor ma az 1978-1980-as években gyártott gépkocsik jutnak a bontókba, roncstelepekre, amikor még a gépkocsik súlyának 6%-át tették ki a műanyag alkatrészek.
- Mára azonban ez a szám megkétszereződött, 10-13%, s ennek 1/5-e poliuretán, amely majd 10-12 év múlva jelenik meg a hulladékok között.
- Ezeknek az anyagoknak már elhanyagolható lesz a freontartalmuk, mivel a technológiák zömében már nem használják ezen ózonkárosító anyagokat.





## Poliuretánok (PU)

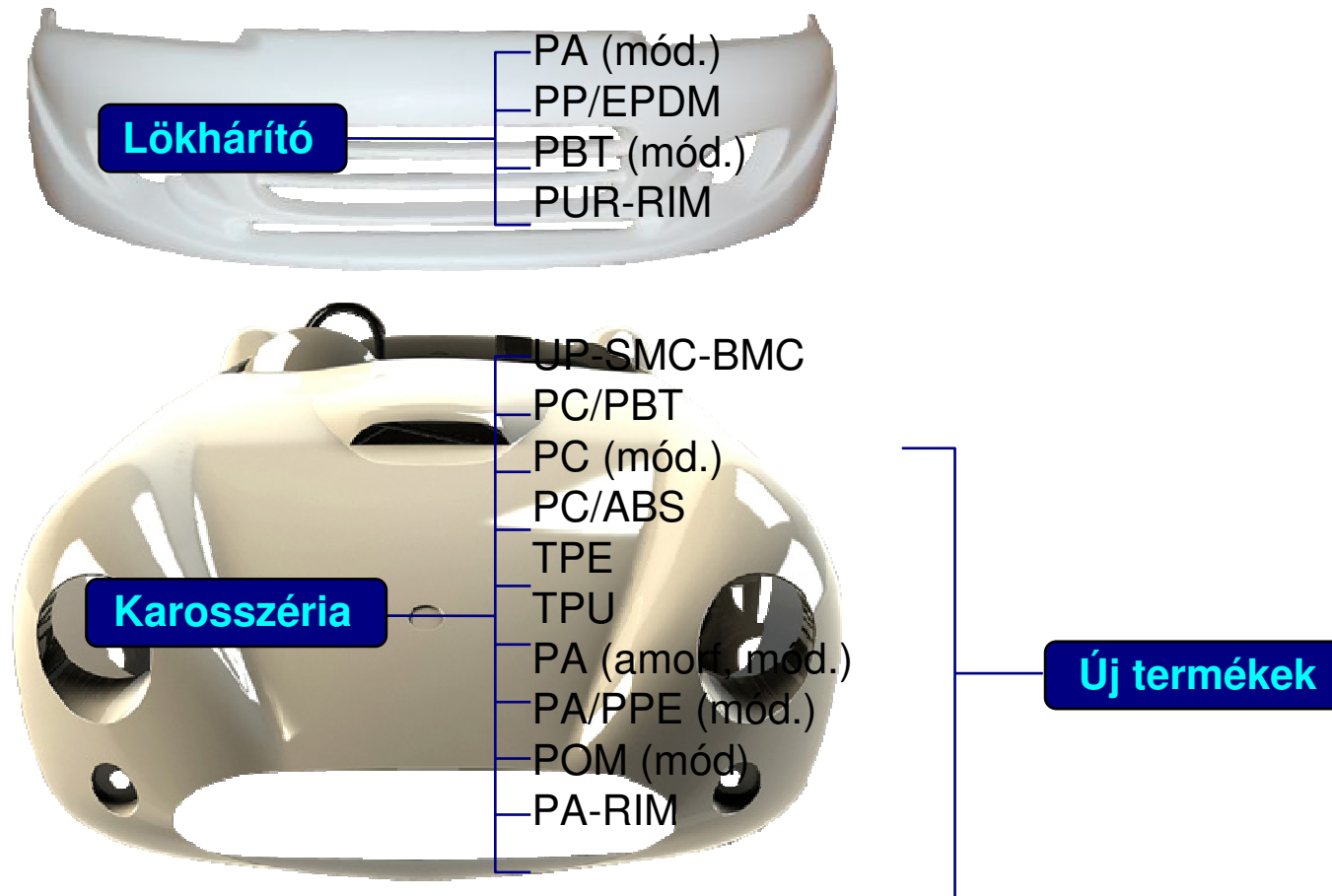
- A hazai poliuretán felhasználásnak ma még csak 6-7%-át kitevő autóiipari célú hasznosítás mindenképpen növekedés előtt áll.
- Ismeretes, hogy a Suzuki gyár magyar gyártókkal kötött szerződéseket alkatrészek beszállítására. A poliuretán termékek közül ülések, valamint belsőtéri alkalmazások (kalaptartó, fogantyúk, műszerfal, stb.) RIM, illetve RRIM gyártmányok kerülnek a magyar-japán vállalathoz. Ezek a személygépkocsik, mintegy 35 ezer darab, Magyarországon kerülnek eladásra.



# Műanyagok és elasztomerek a gépjárművekben



## Lökhárítóhoz és karosszéria elemekhez alkalmazott műanyagok





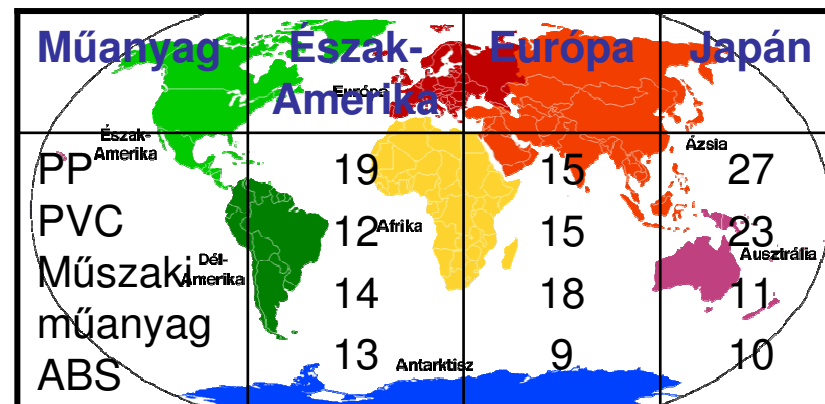
- **Műanyagok és elasztomerek a gépjárművekben**
  - Műanyagféleségek
  - **Felhasználási arányszámok**
  - Műanyagokkal szemben támasztott igények
  - Autóipari elnevezések
- Az új alapelvek érvényesítése a modern terméktervezésben
- Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei
  - Műanyag hulladékok mechanikai úton anyagként történő hasznosítása
  - Fajtahomogén műanyag hulladékok újrafeldolgozása
  - Műanyagból készült üzemanyagtartályok újrahasznosítása
  - Lökharítók hasznosítási lehetőségei
  - A műanyagok kémiai újrahasznosítása
- Egy elektronikai hulladékokra vonatkozó kisfilm levetítése

# Műanyagok és elasztomerek a gépjárművekben



Autóipari műanyag-felhasználás megoszlása Nyugat-Európában, illetve a főbb földrajzi régiókban polimer típusok szerint

Műanyag	1980	1985	1990
PVC	12,5	11,0	8,0
PP	8,0	11,0	15,4
ABS	6,4	6,4	6,5
PA	2,8	3,5	5,8
PC	0,3	3,0	4,1
PPO	0,3	3,0	4,1
POM	0,8	2,0	5,9
PBTP	-	0,5	1,0
Egyéb	23,4	34,2	54,8
Összesen	54,5	74,6	105,4



Autóipari műanyag-felhasználás arányszámai a főbb földrajzi régiókban

*A műanyag-felhasználás alakulása (kg) egy autóra vetítve Európában*



- A statisztikák egyértelműen mutatják a PP fontosságát.
  - Autóipari felhasználása 10 év alatt közel megkétszereződött, mintegy megtorpanásra készítve az eddig bemutatott műszaki műanyagok volumen növekedését.
  - A gyors térhódítás az erősítés és módosítás számtalan változatából adódik.
- A PP alkalmazásának még egy komoly előnye van, relatíve könnyen újrafeldolgozható.
  - Ennek érzékeltetése a Volvo példáján:
  - A Volvo 36 műanyagról és annak 4-6 beszállítójáról, 7 műanyagra tért át 2 beszállítóval.
  - E folyamatnak kétségkívül a PP a nyertese, mert a PP különféle típusaival és blendjeivel (PP/ABS, PP/PBT) számos drága műanyag helyettesíthető.



- **Műanyagok és elasztomerek a gépjárművekben**
  - Műanyagféleségek
  - Felhasználási arányszámok
  - **Műanyagokkal szemben támasztott igények**
  - Autóipari elnevezések
- Az új alapelvek érvényesítése a modern terméktervezésben
- Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei
  - Műanyag hulladékok mechanikai úton anyagként történő hasznosítása
  - Fajtahomogén műanyag hulladékok újrafeldolgozása
  - Műanyagból készült üzemanyagtartályok újrahasznosítása
  - Lökharítók hasznosítási lehetőségei
  - A műanyagok kémiai újrahasznosítása
- Egy elektronikai hulladékokra vonatkozó kisfilm levetítése



## Műanyagok motortéri alkalmazásai

<b>Motortéri alkalmazási terület</b>	<b>Konkrét alkalmazás</b>	<b>Alkalmazási követelmények</b>
<b>Hűtőkörfolyamat</b>	vízcsövek, integrált szellőző egységek, hűtőzsaluzás, vízszivattyú (ház és szivattyúkerék)	glikol-/vízállóság növekvő üzemi hőmérséklet esetén, rezgés-szilárdság
<b>Keverékképzés</b>	szívócsövek befecskendező-vezetékek karburátorházak tűzelőanyag-szivattyúk	tűzelőanyagokkal szembeni tartós ellenálló-képesség magas hőmérséklet és nyomás mellett rezgésszilárdság, mérettartósság
<b>Kiegészítő motorépítő elemek</b>	szelepfedél olajszűrő-tartó olajteknő homlokfal	motorolajakkal szembeni tartós ellenálló-képesség magas hőmérsékleten méretstabilitás
<b>Motorelektronika</b>	integrált gyújtásegység (IDS) kábelkötegek kommutátor-szigetelés gyújtáselosztó	szigetelés mérettartósság
<b>Perifériális alkalmazások</b>	motorcsapágyak kormányműház zajvédő burkolatok, fedelek keresztartó modulok	alkatrészfüggő





- **Műanyagok és elasztomerek a gépjárművekben**
  - Műanyagféleségek
  - Felhasználási arányszámok
  - Műanyagokkal szemben támasztott igények
  - **Autóipari elnevezések**
- Az új alapelvek érvényesítése a modern terméktervezésben
- Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei
  - Műanyag hulladékok mechanikai úton anyagként történő hasznosítása
  - Fajtahomogén műanyag hulladékok újrafeldolgozása
  - Műanyagból készült üzemanyagtartályok újrahasznosítása
  - Lökharítók hasznosítási lehetőségei
  - A műanyagok kémiai újrahasznosítása
- Egy elektronikai hulladékokra vonatkozó kisfilm levetítése



# Műanyagok és elasztomerek a gépjárművekben



Járműipari műanyagok megnevezése, rövidítése, kereskedelmi nevei  
alkatrész megjelöléssel

Megnevezés, rövidítés	Kereskedelmi név	Alkatrész megnevezés
<b>Akrilnitril-butadién-sztirol (ABS)</b>	Cycolac, Novodur, Ronfalin, Terluran	Novodur - hűtőrács Golf III. Novodur P2H/GV - Ford Scorpio műszerfal
<b>Poliamid (PA)</b>	Trogamid T	Orgalloy – elektronika
<b>Poliamid 6 (PA 6)</b>	Durethan B, Grilon, Perlon, Renyl, Ultramid, Wellamid	Durethan - üléstámlák, szívó- csonk, szelepfedél Ultramid - Golf III. gáz- és kuplungpedál
<b>Poliamid 6.6 (PA 6.6)</b>	Durethan A, Nylon, Zytel	
<b>Poliamid 11 (PA 11)</b>	Rilsan B	
<b>Poliamid 12 (PA 12)</b>	Grilamid, Rilsan A, Vestamid	
<b>Polikarbonát (PC)</b>	Makrolon, Orgalan, Sinvet, Lexan	Bayblend – spoilerok
<b>Polietilén (PE)</b>	Hostalen, Lupolen, Vestolen	Lupolen 2220 – gyújtókábel



# Műanyagok és elasztomerek a gépjárművekben



Járműipari műanyagok megnevezése, rövidítése, kereskedelmi nevei alkatrész megjelöléssel

Megnevezés, rövidítés	Kereskedelmi név	Alkatrész megnevezés
<b>Polietilén- butilén- tereftalát (PETP, PBTP)</b>	Crastin, Pocan, Ultradur, Vestodur, Arnite, Mylar, Rynite, Trevira	Ultradur – spoilererek
<b>Polioximetilén (POM)</b>	Delrin, Hostaform C, Ultraform	
<b>Polipropilén (PP)</b>	Daplen, Hostalen PP, Moplen, Stamylan P, Starplyen, Vestolen	Hostacom - Opel műszerfal Astryl - elektronika HiXyl-PP - belső térelemek
<b>Polisztirol (PS)</b>	Edistir, Hostyren, Lustrex	Styroplus - hordozóréteg Terluran – spoilererek
<b>Poliuretán (PU)</b>	Desmopan, Elastollan, Lycra, Vulkollan	Baydur STR – Renault Espace műszerfal Bayflex 110 GR - BMW 850I homlokspoilere, Ferrari Testarossa lökhárítói Bayflex WR40 - Renault hátsó szélvédő



- Műanyagok és elasztomerek a gépjárművekben
  - Műanyagféleségek
  - Felhasználási arányszámok
  - Műanyagokkal szemben támasztott igények
  - Autóipari elnevezések
- **Az új alapelvek érvényesítése a modern terméktervezésben**
- Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei
  - Műanyag hulladékok mechanikai úton anyagként történő hasznosítása
  - Fajtahomogén műanyag hulladékok újrafeldolgozása
  - Műanyagból készült üzemanyagtartályok újrahasznosítása
  - Lökharítók hasznosítási lehetőségei
  - A műanyagok kémiai újrahasznosítása
- Egy elektronikai hulladékokra vonatkozó kisfilm levetítése



# Az új alapelvek érvényesítése a modern terméktervezésben



Kifejezetten a *műanyag-termékkörfolyamatok* számára érvényesek a következő szabályok

- *Hőre lágyuló műanyagok*: hálósítatlan polimerek
  - lehetőség szerint fajtahomogén vagy a hasznosíthatóságnak még megfelelő módon kell gyűjteni, és ezután közvetlenül vagy felolvasztáson keresztül reciklálni
  - a molekulaleépülés (degradáció) hatására változó anyagminőség javítása céljából a reciklátumot új áruval keverve kell tovább-feldolgozni
- *Hőre keményedő műanyagok és elasztomerek*: hálós szerkezetű polimerek
  - szemcse-recikláláson keresztül (tovább-feldolgozás erősítő- vagy töltőanyagként primer- vagy szekunder anyagokban)
  - vagy kémiai úton (Solvo-hőbontás a molekulák felhasításával) értékesíthetők tovább



# Az új alapelvek érvényesítése a modern terméktervezésben



Reciklálás a termékhasználat után (Használt-anyag reciklálás, anyagreciklálás)

- Használtanyag-reciklálás:
  - a konstruktőrnek már a termékfejlesztési szakaszban gondolnia kell a szerkezeti anyagok visszanyerésére és a használati idő után alkalmazandó kezelési eljárásokra
  - szükséges a termék életciklusának és az alkalmazott reciklálási útvonalnak a betervezése és a követelményjegyzékbe való felvétele
- Megjelölés:
  - az általános hasznosítási követelményeknek megfelelően kell az előkészítési- és hasznosítási technológiákat meghatározni
  - elő kell segíteni az alkatrészek, alkatrészcsoportok és/vagy az egész termék jól látható, nem eltávolítható és gépi úton leolvasható megjelölésével (az alkalmazott nyersanyagok, a megfelelő használtanyag besorolás, a szerkezeti struktúra, a bontási lehetőségek és további paraméterek tekintetében)



# Az új alapelvek érvényesítése a modern terméktervezésben



Reciklálás a termékhasználat után (Használt-anyag reciklálás, anyagreciklálás)

- Anyagmegválasztás:
  - az alkatrészeket alapvetően újra- és továbbkalmazható anyagokból kell készíteni
- Anyag-összeférhetőség:
  - ha az értékesítés szempontjából optimális egyanyagos konstrukció nem valósítható meg, akkor csak olyan anyagkombinációk hozhatók létre (a festéseket és a bevonatokat is beleértve), melyek gazdaságosan és megfelelő minőség elérése mellett hasznosíthatók (használt anyagcsoport-témakör)
- Anyag-szétválasztás:
  - ha a szétválogatás nélküli részek és csoportok anyag-összeférhetősége nem szavatolt, abban az esetben ezeket, további összeférhetőséget biztosító (akár egyanyagos) egységekre kell bontani





# Az új alapelvek érvényesítése a modern terméktervezésben



## Termoplasztok összeférhetősége

		Bekevert anyag											
Mátrixanyag	Fontos szerkezeti műanyagok	PE	PVC	PS	PC	PP	PA	POM	SAN	ABS	PBTP	PETP	PMMA
	PE	●	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○
	PVC	○	●	○	○	○	○	○	●	●	○	○	●
	PS	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	PC	○	○	○	●	○	○	○	●	●	●	●	●
	PP	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○
	PA	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○
	POM	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
	SAN	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	○	●
	ABS	○	○	○	●	○	○	○	○	●	○	○	●
	PBTP	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	PETP	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	PMMA	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

- összeférhető
- ◐ korlátozottan összeférhető
- ◑ kis mértékben
- nem összeférhető



- *Bontáshelyes szerkezeti struktúra:*
  - a teljes körű feldolgozást zavaró részek ill. csoportok, - melyek a részleges szétválasztás során leválasztásra kerülnek -, könnyen bonthatóknak és a külső termékzónából jól hozzáférhetőnek kell lenniük, valamint ezek külön megjelöléséről is gondoskodni kell
- *Bontást elősegítő kötéstechnika:*
  - azon kötési eljárások és elemek alkalmazása javasolt, melyek a tervezett termékhasználati idő után is könnyen oldhatók
  - nem oldható kötési módok esetén olyan kapcsolatok létrehozása ajánlott, melyek könnyen roncsolhatók anélkül, hogy az összekapcsolt elemeket jelentős mértékben károsítanák
- *Nagy értékű anyagok:*
  - A különösen értékes és ritka szerkezeti anyagokat jól felismerhetően meg kell jelölni és a használat utáni könnyű elkülöníthetőségüket meg kell oldani



- **Műanyagok és elasztomerek a gépjárművekben**
  - Műanyagféleségek
  - Felhasználási arányszámok
  - Műanyagokkal szemben támasztott igények
  - Autóipari elnevezések
- **Az új alapelvek érvényesítése a modern terméktervezésben**
- **Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei**
  - Műanyag hulladékok mechanikai úton anyagként történő hasznosítása
  - Fajtahomogén műanyag hulladékok újrafeldolgozása
  - Műanyagból készült üzemanyagtartályok újrahasznosítása
  - Lökharítók hasznosítási lehetőségei
  - A műanyagok kémiai újrahasznosítása
- **Egy elektronikai hulladékokra vonatkozó kisfilm levetítése**



# Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei



## A műanyagok térnyerése → hulladék

- A műanyagok térhódításával együtt járt a hulladékmennyiségek növekedése is
- Nyugat-Európában
  - 1980-ban 5,5 M tonna,
  - 1985-ben 7,3 M tonna,
  - 1990-ben kb. 9 M tonna műanyag hulladék keletkezett
  - 2000-re 11 M tonna műanyag hulladék-képződéssel számoltak
- A műanyag termékek mintegy 20%-a
  - 1 évnél rövidebb,
  - 15%-a 1-8 év közötti,
  - 65%-a több, mint 8 éves használat után kerül hulladékba

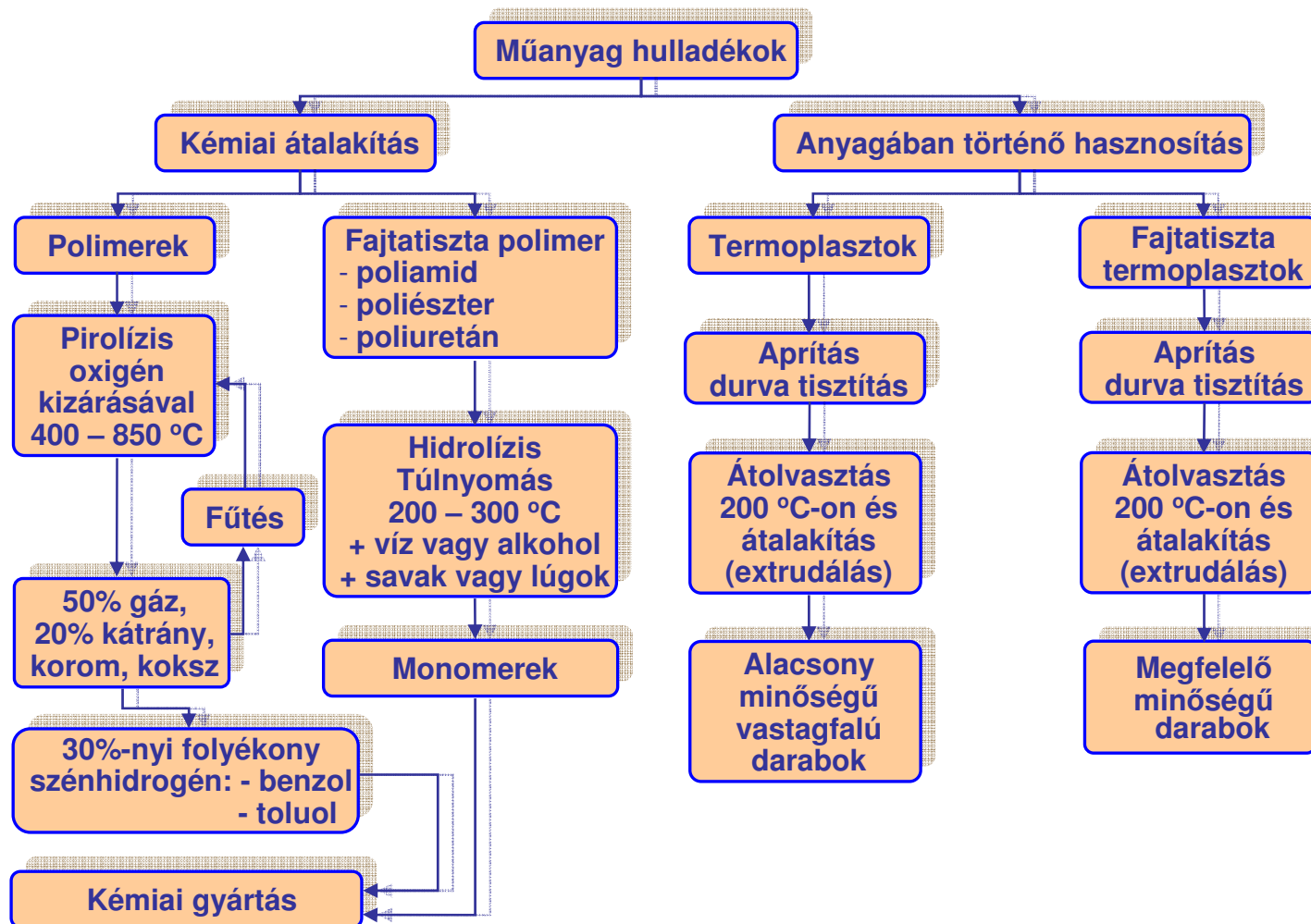


## A műanyagok tényerése → hulladék

- Az EU országokban a műanyag hulladék megoszlása keletkezési forrás szerint:

– lakossági eredetű	76,25%
– értékesítési területen keletkező	12,50%
– gépkocsi-roncsból származó	5,00%
– mezőgazdasági	3,75%
– gyártási műanyag hulladék	2,50%
- A műanyag hulladékok közel 3/4-e a kommunális hulladék részévé válik, amelynek 5-7%-át teszi ki
- A kommunális hulladékba kerülő műanyagok túlnyomó része, mintegy 70%-a szeméttelre (deponálásra) kerül, nem hasznosul
- Jelenleg a legelterjedtebb kb. 30%-os arányban az égetéssel történő energetikai hasznosítás

## Műanyag-hulladékok hasznosítási lehetőségei





- Műanyagok és elasztomerek a gépjárművekben
  - Műanyagféleségek
  - Felhasználási arányszámok
  - Műanyagokkal szemben támasztott igények
  - Autóipari elnevezések
- Az új alapelvek érvényesítése a modern terméktervezésben
- **Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei**
  - **Műanyag hulladékok mechanikai úton anyagként történő hasznosítása**
  - Fajtahomogén műanyag hulladékok újrafeldolgozása
  - Műanyagból készült üzemanyagtartályok újrahasznosítása
  - Lökharítók hasznosítási lehetőségei
  - A műanyagok kémiai újrahasznosítása
- Egy elektronikai hulladékokra vonatkozó kisfilm levetítése



# Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei



## Műanyag hulladékok mechanikai úton anyagként történő hasznosítása

- A recesszió miatt alacsony műanyag árak jelenleg nem kedveznek a műanyag hulladékok anyagként történő hasznosításának
- A reciklált műanyagok ára ugyanis követi a primer műanyagárakat, általában ennek kb. 70%-a
- Általánosan elfogadott nézet szerint a műanyag hulladékok *mechanikai úton történő hasznosítását* akkor kell előnyben részesíteni, ha:
  - a hulladékból gyártott terméknek jól definiálható biztos piaca van,
  - a hulladékot lehetőleg fajtahomogén módon, megfelelő mennyiségben minél kevésbé szennyezetten be lehet gyűjteni,





# Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei



## Műanyag hulladékok mechanikai úton anyagként történő hasznosítása

- az ország szabályozása, a helyi lakosság, illetve az önkormányzatok partnerekké tehetők a szelektív begyűjtésben,
- a kommunális szemétből való válogatást egészségügyi, higiéniai szempontok miatt lehetőleg automatizáltan lehet megvalósítani (ám ilyen esetben is a gazdaságossági szempontok figyelembevételével).
- A 30-40 g/db-nál kisebb súlyú műanyag termékeket nem érdemes begyűjteni, ezek többségükben legalább annyi hozzájuk tapadt szennyeződést tartalmaznak, mint maga a csomagolóanyag súlya. Begyűjtésük és tisztításuk emiatt nem gazdaságos. Ezeket célszerű a kommunális szemétben hagyni és azzal együtt égetni.



# Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei



- A nagy gépjárműgyártó cégek Németországban közös szervezeteket hoztak létre,
  - amely saját gyártású gépkocsijaik bontókból származó alkatrészeinek lehetőleg fajtahomogén módon történő újrafelhasználására, illetve újrahasznosítására,
  - valamint visszavételére rendszert dolgoz ki, és ezeket alkatrész kereskedőknek adja el
- Ami a jövőben gyártandó gépkocsik környezet-barátabbá tételét illeti, a műanyag alkatrészek terén fő szempont:
  - a könnyű szétszerelhetővé tétel mellett a lehetőleg azonos, vagy jól definiált kis típusválasztékú műanyag-féleségek alkalmazása és a fajtahomogén hulladékból ismét gépjárműipari termékek gyártása
  - ezen túlmenően várható a nehezen újrafeldolgozható erősített műanyagfajták alkalmazásának korlátozása



- Műanyagok és elasztomerek a gépjárművekben
  - Műanyagféleségek
  - Felhasználási arányszámok
  - Műanyagokkal szemben támasztott igények
  - Autóipari elnevezések
- Az új alapelvek érvényesítése a modern terméktervezésben
- **Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei**
  - Műanyag hulladékok mechanikai úton anyagként történő hasznosítása
  - **Fajtahomogén műanyag hulladékok újrafeldolgozása**
  - Műanyagból készült üzemanyagtartályok újrahasznosítása
  - Lökárítók hasznosítási lehetőségei
  - A műanyagok kémiai újrahasznosítása
- Egy elektronikai hulladékokra vonatkozó kisfilm levetítése



# Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei



## Fajtahomogén műanyag hulladékok újrafeldolgozása

- A fajtahomogén műanyag hulladékok újrafeldolgozásának egyik legismertebb módja a *koextrúzió*:
  - amikor a regranulátum képezi a belső réteget
  - míg a két külső réteg primer anyag.
- Ilyen módon, nem élelmiszeripari célra különböző méretű flakonok, tartályok, marmonkannák és nyomásnélküli felhasználásra alkalmas különféle csövek, valamint fóliák gyárthatók



## Fajtahomogén műanyag hulladékok újrafeldolgozása

- A *kábelipari hulladékok* átlagos fémtartalma (réz, alumínium) kb. 55%, a maradék 45% polimer.
- PVC-t ezek közül az esetek 60%-ában használnak, amelynek visszanyerése érdekében szükséges az előválogatás, a PVC tartalmú kábelek különválasztása a PE és gumi kábelektől.
  - a kábelből a fémek ma már meglehetősen jó hatásfokkal kinyerhetők (a maradék réztartalom kb. 0,5%)
  - ezt a fémmaradékot már csak ún. olvadékszűréssel lehet eltávolítani
  - az így megtisztított PVC kábelipari célra ismét feldolgozható, míg a fémmel szennyezett, nem szűrt PVC felhasználása korlátozott
- Egyik ismert felhasználási terület a cipőtalpgyártás, a másik a sárhányógyártás a gépjárművekhez



## Fajtahomogén műanyag hulladékok újrafeldolgozása

- A *PVC kábelhulladékok deponálása* a szabadban, napnak, esőnek huzamos ideig kitéve, káros a környezetre, a PVC-bomlás, a fémszennyeződésnek a talajba történő bemosódása, továbbá depóniatüzek veszélye, dioxin képződés miatt. Deponálása kompaktálva, légmentesen, földdel takarva tanácsos. Ez esetben a hosszú időtartamú tárolás nem okoz jelentős környezeti károkat.
- *Polisztirol habok hulladékából*
  - direkt gáz extrudálásos eljárással szigetelő hablemezek, tojástartók, stb. gyárthatók, vagy betonba keverve könnyített szerkezetű építőanyagok
  - aprítás után a habhulladékok talaj lazítására is alkalmazhatók, a nagy térfogat miatt azonban a habanyagok begyűjtése nem mindig gazdaságos



## Fajtahomogén műanyag hulladékok újrafeldolgozása

- *Poliuretán habanyagok* megdarálva különböző célra, például töltőanyag, ún. poliuretán ragasztásos eljárással szigetelőanyag, stb. hasznosíthatók.
- A poliuretánok visszadolgozásának szerte a világon rohamosan fejlődő ágazata a RIM és RRIM technológiával előállított - nagyobb részét az autóiparban használt - termékek újbóli értékesítése.
- A RIM és RRIM hulladékok visszadolgozását erőteljesen támogatják a nagy autógyárak:
  - A német *Pfeba* 10% hulladékot használ fel a Jaguárnak szállított autóalkatrészeihez, a *Pebr*a max. 2% glikolízissel nyert anyagot kever az új termékek alapanyagaihoz. A Ford autók üléseit Alenben kísérletezték ki úgy, hogy 15% újrahasznosított poliolt alkalmaznak.



# Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei



## Fajtahomogén műanyag hulladékok újrafeldolgozása

- Franciaországban a Polyrim cég a Renault alkatrészek gyártásához 5-10% reciklált anyagot használ.
- A *BMW-nek* Landshutban működik kísérleti szétszerelő, recikláló üzeme.
- Németországban az autóiipari és műanyag alapanyag előállító cégek (BASF, Bayer, Dow, DSM, Du Pont, GE Plastics, Himont, Hoechst, Hüls, ICI, Monsanto és PCD és a Projektgruppe Autoverwertung der Deutschen Automobilindustrie (PRAVDA)) együtt dolgoznak a visszadolgozási témákon. Az eljárási vázlatokat átadják a német autóiipar vezető gyártóinak, így a BMW, Ford, Mercedes Benz, Opel és a Volkswagen számára.
- Hat projekt már létezik, s mindegyik mögött egy-egy az autóiipar részére dolgozó műanyagipari egység áll.



## Fajtahomogén műanyag hulladékok újrafeldolgozása

- A hat projektből két poliuretán témájú, az egyik rugalmas habokat gyárt autóülésekhez, a másik RIM alkatrészeket. A többi kémiai újrafelhasználási eljárást (alkoholízis, pirolízis, hidrogénezés) ma még nem tartják gazdaságosnak. Az ezekre a folyamatokra vonatkozó kísérletek akkor gyorsulnak fel, amikor emelkednek az olajárak és/vagy drasztikusan megdrágul a hulladékkezelés.



Poliuretánból készült ülésfab és műbőr kárpitok



Lökhárítók anyagának térfogatcsökkentő őrlését végző mobil shredder



# Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei



- A fizikai újrahasznosítás már ma is létező variáns. De az új termék minősége gyakran rosszabb, mint a regenerált anyagtól mentes terméké.
- A gyakorlatban a fizikai újrahasznosítást a PE, PP, PS és a PVC esetén alkalmazzák.
- A műanyag recirkulációt az autógyártók saját erőfeszítésükkel is támogatják. Erre az egyik legelső lépést a rüsselsheimi Opel AG tette meg. Az újrafeldolgozó iparág vállalataival közösen az Opel eljárást dolgozott ki az autókról leszerelt műanyagrészek hasznosítására.



# Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei



- Az első recirkuláció a rüsselsheimiek szerint máris megvalósult.
- Évente 1300 tonna használt műanyag granulátumot használ fel az Opel új kocsijaihoz.
- Ezek a műanyagrészek többnyire újrafelhasznált polipropilénből készülnek.
- Arra törekednek, hogy az Astra, Calibra, Vectra és egyéb típusokban alkalmazott műanyag túlnyomórészt PP legyen. Ennek az az oka, hogy ezt a "mindentudó" műanyagot minőségcsökkenés nélkül, akár többször is fel lehet használni.
- Ezen túlmenően az alkalmazott műanyagfajták számának csökkenésével egyszerűbbé válik a roncsautók kezelése.



## Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei



- Az Opel kiskocsijához, az Astrához recirkulált polipropilénből készülnek pl. a lökhárítók és a kerékdobborítók, melyek az abroncsok felett a karosszériát a felpattanó kövektől és a szennyeződéstől védik.
- A használt poliuretán ülésekből újr felhasználás során hangtompító anyag készül, pl. a motortér zajtompítására szolgáló paplan.
- A cég hangsúlyozza, hogy a regenerált anyagok ugyanolyan minőségűek, mint az új anyag. A Berlin-Brandenburgi Műszaki Felügyelet szerint az újr feldolgozott anyagok igen jók.



# Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei



- Az autóroncsokból származó *lökhárítók* ma előkészítés után fröccsöntéssel újra feldolgozhatók. A használt lakkozott lökhárítókból készült őrleményt kompaundálják, granulálják, végül egykomponensű fröccsöntéssel kerékpár szerszámdobozokat készítenek belőlük.
- Az autóiiparból származó *poliuretán szerkezetek (ülések)* másodfeldolgozása kémiai-mechanikai eljárással valósítható meg, az így nyert anyagból autóbusz díztárcsákat készítenek.



- Műanyagok és elasztomerek a gépjárművekben
  - Műanyagfélésegek
  - Felhasználási arányszámok
  - Műanyagokkal szemben támasztott igények
  - Autóipari elnevezések
- Az új alapelvek érvényesítése a modern terméktervezésben
- **Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei**
  - Műanyag hulladékok mechanikai úton anyagként történő hasznosítása
  - Fajtahomogén műanyag hulladékok újrafeldolgozása
  - **Műanyagból készült üzemanyagtartályok újrahasznosítása**
  - Lökharítók hasznosítási lehetőségei
  - A műanyagok kémiai újrahasznosítása
- Egy elektronikai hulladékokra vonatkozó kisfilm levetítése



# Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei



## Műanyagból készült üzemanyag tartályok újrahasznosítása

- A műanyag *tüzelőanyag-tartályok* hasznosítási projektje 1990-ben kezdődött a VW AG-nál, a "Volkswagen Recycling" kutatási program keretében.
- Közös munkával a BASF és a Kautex nevű céggel együtt sikerült megtalálni a műanyag tüzelőanyag-tartályok (továbbiakban MTT) újrafelhasználásának egyik optimális megoldását.
- Az eljárás kifejlesztésénél az okozta a fő problémát, hogy az MTT-k polietilén nagymolekulái a hosszú éveken át tartó tüzelőanyaggal való érintkezés során diffúzióval növekednek. A használt anyag céltudatosan kifejlesztett eljárás technikájával, ezen belül egy speciális szárító folyamat eredményeként sikerült a kitűzött minőségi követelményeknek és biztonsági előírásoknak megfelelő eredményt elérni.





# Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei



## Műanyagból készült üzemanyag tartályok újrahasznosítása

- Sikeres kísérletek keretében lehetővé vált optimális és funkcionálisan kifogástalan MTT-t a VW Golf számára készíteni mind 100%-ig reciklátumból, mind különböző új anyagokkal való összekeveréssel együtt.
- A kísérletet záró mechanikai vizsgálat valamennyi elvárást teljesítette, egyedül a kötelező ejtési teszt - amely során a tüzelőanyaggal teletöltött MTT-t -40 °C-ra lehűtve 6 méter magasból többször leejtve annak sértetlennek kell maradnia - zárult pozitív eredménnyel.
- A vizsgálat eredményeit felhasználva a VW jelentős mennyiségű reciklált anyagot használ fel a MTT-ok gyártása során.





- **Műanyagok és elasztomerek a gépjárművekben**
  - Műanyagféleségek
  - Felhasználási arányszámok
  - Műanyagokkal szemben támasztott igények
  - Autóipari elnevezések
- **Az új alapelvek érvényesítése a modern terméktervezésben**
- **Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei**
  - Műanyag hulladékok mechanikai úton anyagként történő hasznosítása
  - Fajtahomogén műanyag hulladékok újrafeldolgozása
  - Műanyagból készült üzemanyagtartályok újrahasznosítása
  - **Lökhárítók hasznosítási lehetőségei**
  - A műanyagok kémiai újrahasznosítása
- **Egy elektronikai hulladékokra vonatkozó kisfilm levetítése**



# Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei



## Lökhárítók hasznosítási lehetőségei

- Ahogyan a modern járművek fejlesztése előrehalad, úgy lesznek a műanyag-lökhárítók egyre nagyobbak. Ez funkcionális- és biztonsági okokból elengedhetetlen. A növekvő felhasznált anyagmennyiség miatt a reciklálás nélkülözhetetlenné vált.
- A reciklálás és a könnyű bontás elősegítése érdekében az alkalmazott anyag egy módosított polipropilén. A lökhárító leszerelése után - bontásnál - az oldalvillogókat, a díszléceket stb. el kell távolítani róla. Miután a lökhárítókat tenyérnyi nagyságra felaprítják, az anyag könnyebben szállíthatóvá válik, a lökhárítók a finomra őrlést elvégző üzembe kerülnek.



## Lökhárítók hasznosítási lehetőségei

- A nyersanyag-előállítóknál csatlakozó tisztítási eljárással megszabadítják az anyagokat a még bennlevő idegen testektől. Ezután az őrleményt kompaundálják és ezt követően új anyaggal keverik.
- Az anyagpróba után, amelyet a nyersolajból készült anyag esetén szintén elvégeznek, a regranulátumból új lökhárítók készülnek. Ezek minősége nem rosszabb, mint az új anyagból készültéké.
- A VW AG első autógyáráként vezette be 1991 májusában a szériában reciklált műanyagból készült lökhárítók alkalmazását.



- Műanyagok és elasztomerek a gépjárművekben
  - Műanyagféleségek
  - Felhasználási arányszámok
  - Műanyagokkal szemben támasztott igények
  - Autóipari elnevezések
- Az új alapelvek érvényesítése a modern terméktervezésben
- **Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei**
  - Műanyag hulladékok mechanikai úton anyagként történő hasznosítása
  - Fajtahomogén műanyag hulladékok újrafeldolgozása
  - Műanyagból készült üzemanyagtartályok újrahasznosítása
  - Lökharítók hasznosítási lehetőségei
  - **A műanyagok kémiai újrahasznosítása**
- Egy elektronikai hulladékokra vonatkozó kisfilm levetítése



# Műanyag hulladékok újrahasznosítási lehetőségei



## A műanyagok kémiai újrahasznosítása

- Csak kevés műanyagfajtánál jöhet szóba a kémiai újrahasznosítás, ilyenek pl. a polikondenzátumok és a duromerek. A keletkező termék minősége jó, szinte alig lép fel értékcsökkenés. Ezért kívánatos lenne ezeknek a műanyagoknak a kémiai újrahasznosítása, ha a recirkuláció költsége alacsony.
- Műanyag hulladékok anyagként, kémiai úton történő hasznosításának többféle lehetséges módja van, pl.:
  - pirolízis,
  - hidrolízis,
  - hidrogénezés,
  - alkoholízis,
  - glikolízis, stb.



## A műanyagok kémiai újrahasznosítása

- A pirolízis (krakkolás) módja, hogy az előkezelt hulladékot fluid homokágyas reaktorban 400-600 oC-on krakkolják. Egy folyékony és egy gáznemű, könnyű szénhidrogéneket tartalmazó frakció keletkezik. Az átlagos szénhidrogén molekulatömeg 300-500.
- A módszer egyszerű és robosztus, vannak azonban korlátai, ezek a begyűjtés, előkezelés és szortírozás szükségessége, valamint a műanyagok külön kezeléssel redukálható egyéb anyag tartalma (pl. ólom és kadmium, ill. a PVC klórtartalma).
- Az üzem létesítésének gazdasági oldala is van, egy néhány tíz kt/év kapacitású vegyes műanyag hulladékot feldolgozó cég gazdaságossági szempontból nem versenyezhet egy több millió tonna kőolajat feldolgozó nagyüzemmel.

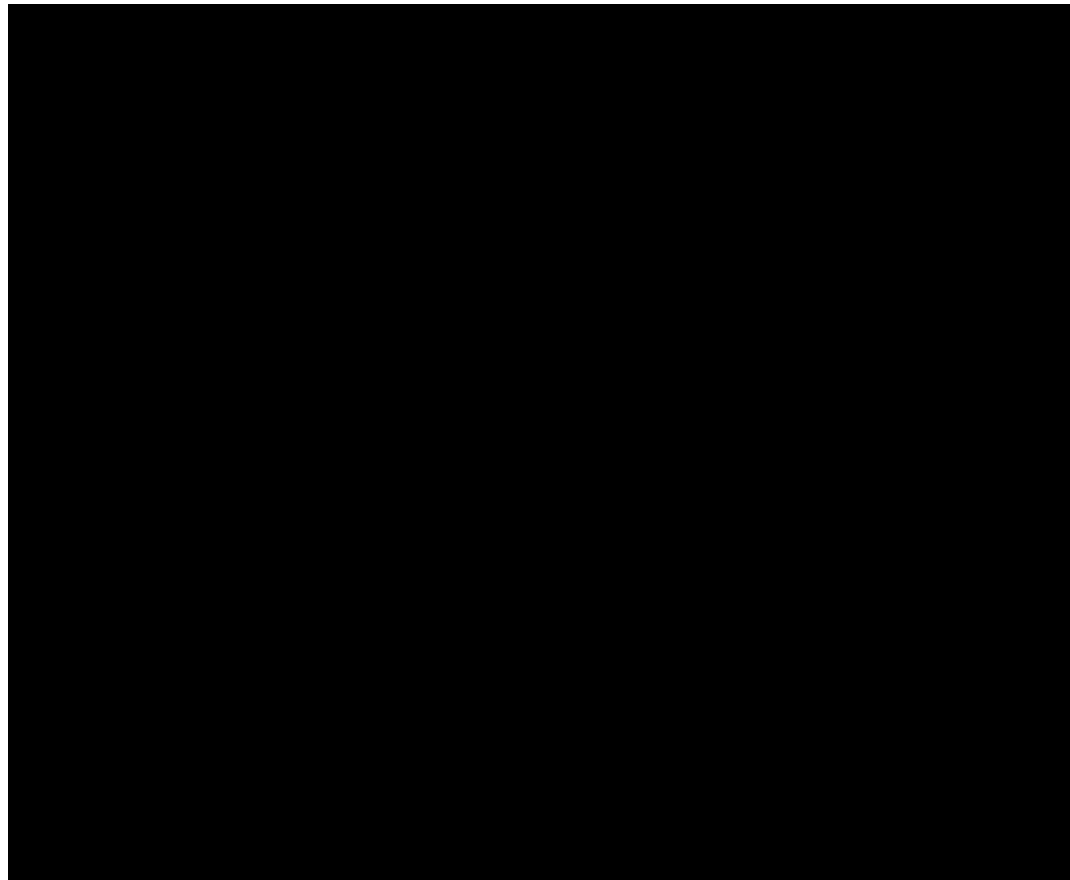


## A műanyagok kémiai újrahasznosítása

- A vegyes műanyag hulladékok kémiai hasznosítási módszerei közül szóba jöhet még a hidrogénezés és a hidrolízis is, azonban ezek beruházási költsége nagy és gazdaságosságuk kétséges. Kivételt képez a PET, PMMA és POM, amit glikolízisnek, vagy metanolízisnek alávetve etilén-glikol és dimetil-tereftalát keletkezik. Az így visszanyert monomereket új polimer gyártásához ismételten fel lehet használni. Újabban már PET palackokat is gyártanak az így visszanyert alapanyagokból.
- PUR hulladékok (kemény habok és elasztomerek) glikolízissel szintén lebonthatók. PUR esetén ez sokszor a legcélravezetőbb eljárás.



# Elektronikai hulladékra vonatkozó kisfilm







**Köszönöm a figyelmet!**