



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

PROCES EKOLOGICKÉ RECYKLACE AUTOMOBILŮ

PROCESS OF ECOLOGICAL RECYCLING OF VEHICLES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ŠTEFAN HETTEŠ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN FOJTÁŠEK

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Akademický rok: 2014/15

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Štefan Hetteš

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Základy strojního inženýrství (2341R006)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Proces ekologické recyklace automobilů

v anglickém jazyce:

Process of ecological recycling of vehicles

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Rozbor shrnující dostupné informace z problematiky likvidace automobilů s ohledem na opětovné využití získaného materiálu a eliminaci vzniku nebezpečných odpadů. Práce bude obsahovat poznatky z konstrukce automobilu s ohledem na recyklovatelnost, technologický postup procesu likvidace a legislativní požadavky ovlivňující problematiku.

Cíle bakalářské práce:

Práce bude uceleným zdrojem základních informací o soudobých možnostech likvidace automobilů a bude obsahovat jak současný stav, tak i odhad dalšího možného vývoje tohoto průmyslového odvětví.



Seznam odborné literatury:

MORELLO, L., ROSTI ROSSINI, L., PIA, G., TONOLI, A. The Automotive Body. Springer Verlag, 2011. ISBN 978-94-007-0512-8.

GILLESPIE, T. D. Fundamentals of Vehicle Dynamics. Warrendale: Society of Automotive Engineers, 1992. ISBN 1-56091-199-9.

Yuchen Lu, James Broughton, Pat Winfield, A review of innovations in disbonding techniques for repair and recycling of automotive vehicles, International Journal of Adhesion and Adhesives, Volume 50, April 2014, Pages 119-127, ISSN 0143-7496

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jan Fojtášek

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/15.

V Brně, dne 5.11.2014

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.
Ředitel ústavu



doc. Ing. Jaroslav Katojický, Ph.D.
Děkan



ABSTRAKT

Cieľom bakalárskej práce bolo ucelene podať informácie o procese ekologickej recyklácie automobilov vzhľadom na konštrukciu automobilu a znovupoužitie získaných materiálov za účelom eliminácie vzniku nebezpečných odpadov. V práci sú zhrnuté súčasné poznatky ekologickej recyklácie ako aj ich vývin do budúcnosti, taktiež sú v nej kapitoly venované legislatívnej stránke, podľa ktorej sa recyklácia riadi a popis technologického postupu procesu likvidácie.

KLÍČOVÉ SLOVÁ

recyklácia automobilov, ekologická recyklácia automobilov, proces recyklácie automobilov, recyklácia autovrakov, recyklácia, autovrak

ABSTRACT

The whole goal of bachelor work was coherently give information about a process of ecological recycling of vehicles given a construction of vehicles and reuse of obtain materials which eliminate formation dangerous scraps. I included nowadays findings in ecological recycling and future growth in my work. Also I worked on legislative sections which manage recycling. At the end I described whole technological procedure of recycling disposal.

KEYWORDS

recycling of vehicles, ecological recycling of vehicles, process of ecological recycling of vehicles, recycling of wrecks



BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

HETTEŠ, Š. *Proces ekologické recyklace automobilů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 45 s. Vedúci bakalárskej práce Ing. Jan Fojtášek.



ČESTNÉ PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že táto práca je mojím pôvodným dielom, spracoval som ju samostatne pod vedením Ing. Jana Fojtáška a s použitím literatúry uvedenej v zozname.

V Brne dňa 29. mája 2015

.....

Štefan Hetteš



POĎAKOVANIE

Touto cestou by som rád poďakoval vedúcemu mojej bakalárskej práce Ing. Janovi Fojtášekovi za pomoc, cenné rady a konzultácie pri písaní uvedenej bakalárskej práce. Svojou ochotou prispel k úspešnému zvládnutiu mojej práce.

Brno 2015

Štefan Hetteš



OBSAH

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	1
Úvod	9
1 Konštrukcia vozidla s ohľadom na recykláciu.....	10
1.1 Podvozok	11
1.1.1 Predná náprava, Zadná náprava.....	11
1.1.2 Koleso s pneumatikou	11
1.1.3 Brzdné zariadenie	13
1.2 Karoséria	13
1.2.1 Materiály pri výrobe karosérie	14
1.3 Motorová časť	15
1.4 Interiér automobilu	15
1.5 Elektrické zariadenia.....	15
1.6 Plasty v automobile.....	18
2 Proces recyklácie autovrakov	21
2.1 Definícia základných pojmov	21
2.2 Postup procesu recyklácie.....	22
2.2.1 Zber a preberanie starých vozidiel.....	22
2.2.2 Vysušanie starých vozidiel	24
2.2.3 Demontáž.....	24
2.2.4 Šrotovanie-Šródovanie	25
2.3 Recyklácia vybraných súčastí	27
2.3.1 Pneumatiky	27
2.3.2 Plasty	28
2.3.3 Autobatérie	29
2.4 Recycling oriented design.....	30
3 Legislatívne požiadavky	32
3.1 Európska Únia.....	32
3.2 Česká Republika	34
3.2.1 Postup pri odovzdávaní autovraku	36
4 Vývoj v budúcnosti	37
Záver.....	39
Zoznam použitých skratiek a symbolov	43
Zoznam obrázkov	44
Zoznam tabuliek	45



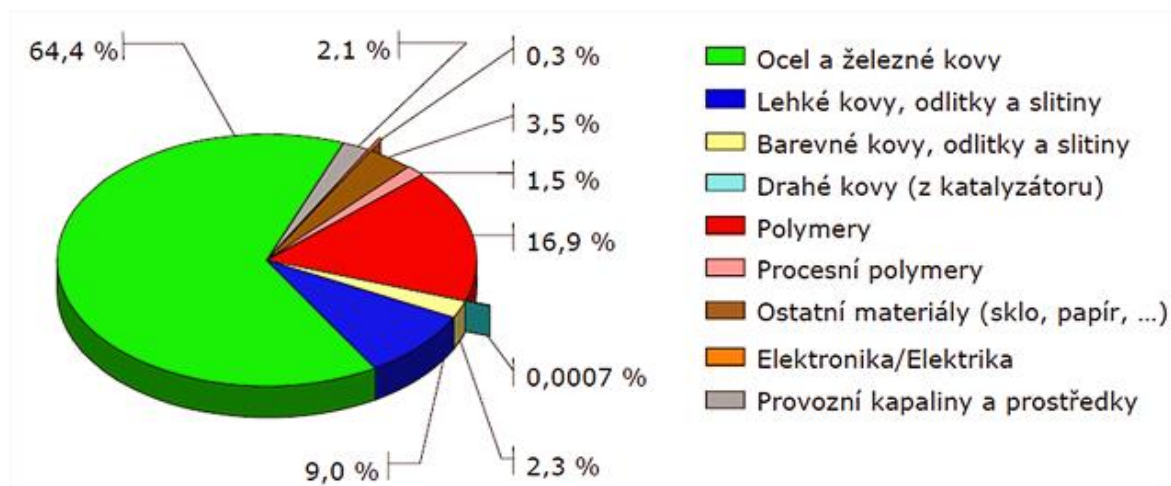
ÚVOD

V uvedenej bakalárskej práci je spracovaný proces ekologickej recyklácie automobilov. V súčasnom svete s narastajúcim počtom obyvateľov na Zemi, rastie aj dopyt po automobiloch, ktoré nám slúžia v mnohých smeroch, no najčastejšie ako prostriedok, ktorý nám má uľahčiť cestu z bodu A do bodu B za čo najkratší čas. Ruka v ruku s narastajúcim dopytom rastie aj ponuka a výroba automobiliek. Výrobcovia ponúkajú širokú škálu automobilov pre rôznych ľudí a na rôzne použitie. Výroba automobilu ako taká je zložitý a náročný proces skladajúci sa z návrhu automobilu, cez dovoz potrebných materiálov na jeho výrobu a následne výrobu jednotlivých súčastí a taktiež návrh dôležitých bezpečnostných prvkov s ohľadom na dodržovanie mnohých noriem, ustanovení a zákonov. Medzi ktoré patria napr. smernice Európskej únie (EÚ). Pre správny chod automobilu sú potrebné náplne do auta, pneumatiky, palivo a ak príde k poruche, i náhradné diely. S narastajúcim počtom automobilov rastie aj záťaž pre životné prostredie tým, že ovplyvňujú kvalitu vzduchu, ktorý dýchame, ekosystémy v rôznych častiach sveta, pretože je potrebné neustále stavať nové a kvalitnejšie cesty. Taktiež je treba ťažiť materiály pre ich výrobu. Pri ich výrobe sa používa množstvo materiálov, ktorých vývoj neustále napreduje. Avšak tieto materiály časom korodujú a starnú. Po skončení životnosti automobilu sa tieto vraky hromadia na vrakoviskách a tým zaberajú miesto. Preto, aby sme sa vyhli týmto “cintorínom“, ktoré zaťažujú nielen životné prostredie ale i ľudské oči, je potrebné staré automobily recyklovať a materiály znova využiť či už pri výrobe nových automobilov a jeho súčastí alebo pri výrobe súčiastok v ďalších priemyselných odvetviach a tým obmedziť resp. zredukovať ťažbu nových materiálov. Práca sa zameriava na súčasné poznatky z konštrukcie automobilu s ohľadom na recyklovateľnosť pri uvedení hlavných častí a znovupoužitie materiálov získaných pri recyklácii, na elimináciu vzniku nebezpečných odpadov. Ďalej je v nej uvedený celkový technologický postup procesu likvidácie, proces likvidácie vybraných súčastí, ktoré sú nebezpečné pre životné prostredie, na legislatívne požiadavky, ktoré danú problematiku ovplyvňujú. Taktiež sa zameriava na odhad ďalšieho možného vývoja tohto priemyselného odvetvia do budúcnosti. Práca bude uceleným zdrojom informácií z danej problematiky.



1 KONŠTRUKCIA VOZIDLA S OHĽADOM NA RECYKLÁCIU

Automobil ako celok je zložitý stroj, ktorý sa skladá z viacerých častí, ktoré sú vyrobené z rôznych materiálov a surovín. Jeho konštrukciu môžeme rozdeliť do niekoľko základných častí. Sú to strojový spodok (šasi), karoséria, príslušenstvo automobilu, výstroj a výbava automobilu. Každá táto časť sa skladá z menších častí, ktoré sa vyrábajú z rôznych materiálov. V súčasnosti sa pri výrobe vozidiel dbá vo veľkej miere na recyklovateľnosť materiálov z ktorých sú vozidlá vyrobené na základe direktívy, ktorá bola prijatá v EÚ. V **Obr.1** je graf materiálov použitých na výrobu automobilu Škoda Octavia.



Obr.1 Příklad materiálového zloženia vozidla Škoda Octavia 1,9 TDI [1]

Materiálová štruktúra a množstvo odpadu priemerného európskeho automobilu v **Tab.1** [2]

Materiály osobného automobilu na recykláciu	Percentuálne zastúpenie [%]	Hmotnosť recyklovateľných [kg]	Hmotnosť odpadu pri 22 500 automobiloch [t]
Kovy (ocel, v menšej miere liatina)	68	748	17 000
Neželezné kovy (najmä hliník)	8	88	2 000
Plasty (najmä PP)	10	110	2 500
Guma (napr. hadice, tesnenia)	2,5	27,5	625
Textil a zvukovo-izolačné materiály	2	22	500
Sklo (biele, menej farebné)	3	33	750
Farby, laky a tmely	1,5	16,5	375
Prevádzkové kvapaliny	2	22	500
Ostatné (napr. azbestové obloženia, cestné nečistoty)	3	33	750
Spolu (priemerný európsky automobil)	100	1 100	25 000

Tab.1 Materiálová štruktúra priemerného európskeho automobilu [2]

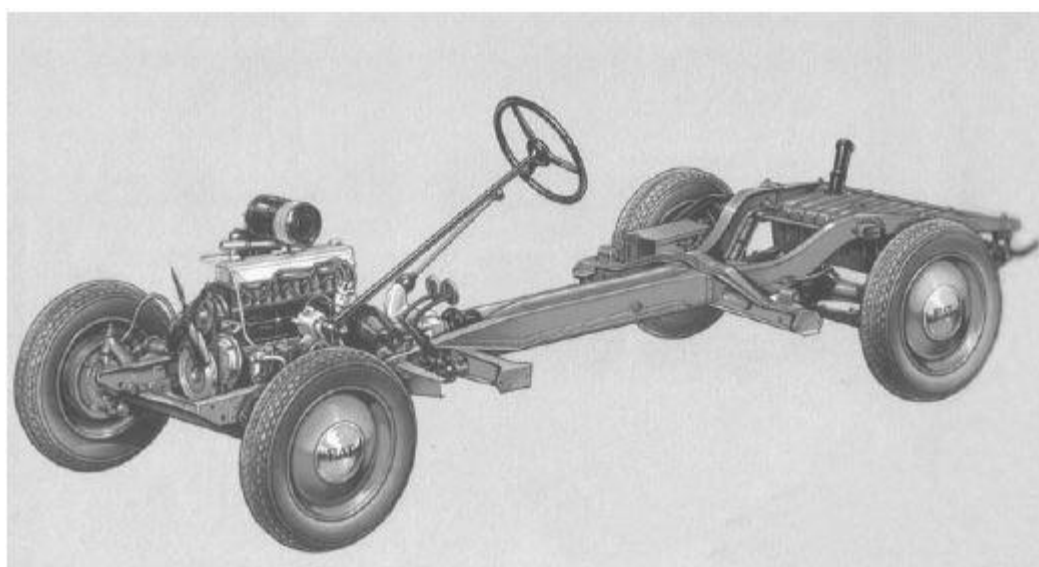


1.1 PODVOZOK

Podvozok je spodná časť motorového vozidla a je súčasťou strojového podku spoločne s pohonnou sústavou a príslušenstvom. U nákladných automobilov tvorí nosnú časť podvozku aj rám. Skladá sa z týchto hlavných častí [4]:

- Predná náprava
- Zadná náprava
- Koleso s pneumatikou
- Zavesenie kolesa
- Odpruženie
- Riadenie
- Brzdné zariadenie

Podvozok automobilu v **Obr.2**.



Obr.2 Podvozkový rám automobilu Fiat 1500 z roku 1935 [3]

1.1.1 PREDNÁ NÁPRAVA, ZADNÁ NÁPRAVA

Náprava je časť podvozku automobilu prostredníctvom ktorej sú dve protiľahlé kolesá (pravé a ľavé) zavesené na nosnej konštrukcii podvozku alebo na nosných častiach podvesu. Daná konštrukcia musí udávať dostatočne pevné a presné vedenie všetkých kolies a zabezpečuje prenos všetkých síl automobilu na nápravu. Náprava musí byť dosť pevná a zároveň čo najľahšia. Je tvorená niekoľkými celkami. Sú to zavesenie kolesa, uloženie kolesa odpruženie kolesa, brzdy, riadiace alebo hnacie ústrojenstvo. Pre výrobu náprav a jej súčastí sa používajú rôzne druhy ocelí z hľadiska ich pevnosti ale aj hmotnosti [4].

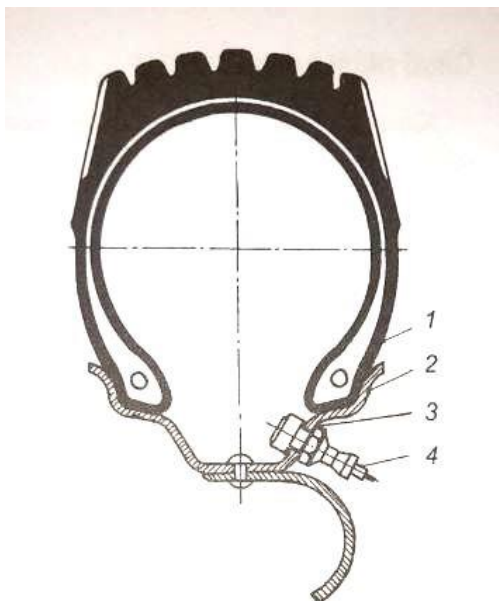
1.1.2 KOLESO S PNEUMATIKOU

Najčastejšie používané kolesá automobilov sa skladajú z diskov s ráfikmi, hlavy (lúčové hlavy – uloženie kolesa) a pneumatiky. Ráfik zabezpečuje spoj disku s pneumatikou, pätky pneumatiky sú spojené s dosediacou plochou trením. Disky zabezpečujú spojenie a prenos momentov a síl medzi diskovým kolesom a hlavou (uložením) kolesa. Vyrábajú sa buď z ocele alebo sú zo zliatin. Pri výkupe automobilu ich vrakoviská môžu znehodnotiť alebo predať [4].

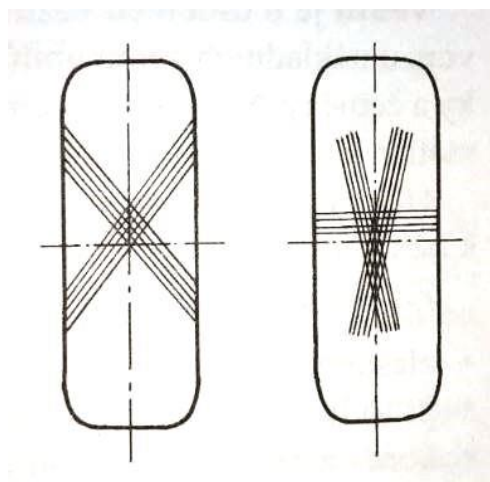


Dôležitým aspektom pri recyklácii automobilov je recyklácia pneumatík [4].

Pneumatiky sú časťou podvozku a majú významný vplyv na bezpečnosť jazdy, hospodárnosť prevádzky stroja a taktiež sa v nemalej miere starajú aj o pohodlie cestujúcich. V automobiloch sa používajú bezdušové pneumatiky **Obr.3**, ktoré podľa druhu plášt'a rozdeľujeme na diagonálne a radiálne **Obr.4**. Pri diagonálnych plášťoch sa používajú vlákna, ktoré sú u osobných automobilov uložené pod uhlom $35^\circ - 40^\circ$. Počet vložiek kostry určuje pevnosť plášt'a. Pri radiálnych plášťoch sa často namiesto textilných kordov používajú oceľové kordy [4].



Obr.3 Rez bezdušovou pneumatikou
1-plášť, 2-ráfik, 3-tesnenie, 4-ventil [4]



Obr.4 Uloženie vlákien nosnej kostry plášt'a,
diagonálny a radiálny plášť [4]



Základné suroviny, ktoré sa pri výrobe plášťov pneumatík používajú sú [4]:

- elastoméry (kaučuky – syntetické alebo prírodné)
- prísady pridávané do kaučukovej zmesi
- kordy zo syntetických alebo prírodných vlákien (bavlna, polyamid a i.)
- kordy z oceľových vlákien
- oceľový drôt (pätné plátno)

1.1.3 BRZDNÉ ZARIADENIE

Brzdová sústava má rozhodujúci vplyv na bezpečnosť jazdy automobilu a preto musí spĺňať všetky požiadavky z hľadiska funkcie a spoľahlivosti. Je to zariadenie k znižovaniu rýchlosti idúceho vozidla, príp. k jeho zastaveniu alebo slúži k zaisteniu stojaceho vozidla [4].

Brzdenie sa dosahuje úmyselne vyvolaným trením medzi časťami vozidla, ktoré rotujú a pevnými časťami, napr. brzdový kotúč – brzdové segmenty, brzdový bubon – brzdové čeluste [4].

Brzdová sústava sa skladá z 3 častí a to ovládacie ústrojenstvo, prevod brzdy a samotná brzda. Najčastejšie sa v automobiloch používajú kvapalinové strojné brzdy, kde sa používa médium – brzdová kvapalina. Princíp spočíva v pôsobení tlaku stlačenej kvapaliny, ktorý je vytváraný vysokotlakovým hydraulickým systémom. Pri likvidácii automobilu je treba zbaviť vrak brzdovej kvapaliny, účinne a hlavne ekologicky ju zneškodniť [4].

1.2 KAROSÉRIA

Je časť automobilu slúžiaca k preprave osôb alebo nákladu. Na karosériu sú kladené vysoké požiadavky zo smeru funkčnosti, estetického hľadiska a hlavne bezpečnosti posádky. Sú v nej priestory, ktoré sú vytvorené pre využitie vozidla podľa jeho účelu [4].

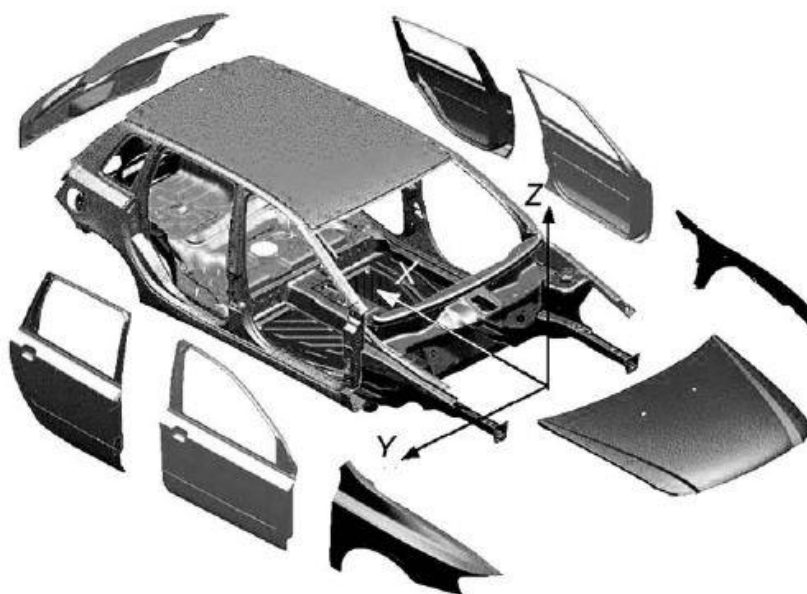
Podľa dopravného účelu rozdeľujeme karosérie na [4]:

- osobné karosérie
- autobusové karosérie
- dodávkové karosérie
- špeciálne karosérie
- karosérie jednostopových motorových vozidiel

Podľa vzťahu k podvozku, môžeme karosérie rozdeliť na 3 typy [4]:

- podvozková karoséria
- polonosná karoséria
- samonosná karoséria

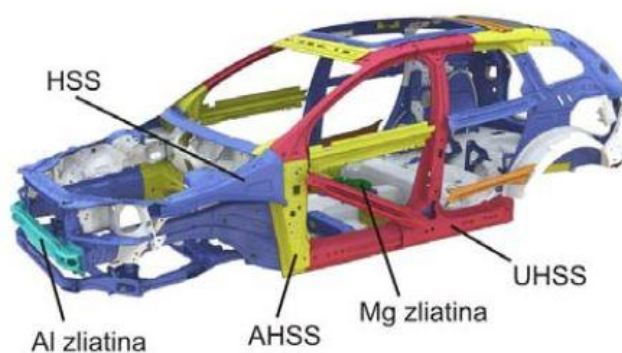
Karoséria osobného automobilu je na **Obr.5**.



Obr.5 Karoséria osobného automobilu spolu s časťami kapotáže [3]

1.2.1 MATERIÁLY PRI VÝROBE KAROSÉRIE

Hlavné požiadavky, ktoré sú kladené na vlastnosti materiálov použitých pri výrobe sú nízka hmotnosť, vhodné deformačné správanie, životnosť, vysoká pevnosť pri zachovanej ťažnosti, vysoká korózná odolnosť, dobrá zvariteľnosť a tvarovateľnosť a v neposlednom rade recyklovateľnosť. Konštrukcia je rozdelená na niekoľko dôležitých častí, ktoré zohrávajú pri absorpcii nárazu rozličnú úlohu. Aj to je dôvod prečo sa konštrukcia ako celok nevyrába, ale je zostavovaná z jednotlivých vyrobených dielov, ktoré sú z rôznych materiálov. V súčasnosti a zároveň doposiaľ je najpoužívanejším materiálom stále oceľ pričom sú postupne niektoré časti nahrádzané zliatinami hliníka a v nepatrnej miere zliatinami horčíka. Ocele rôznych vlastností a akosti, **Obr.6**, tvoria 80 až 90% konštrukcie bežného auta strednej triedy [5]. U hliníkových zliatin je plusom nižšia hmotnosť, korózná odolnosť, dobrá dostupnosť a tiež aj dobrá recyklovateľnosť [6].



Obr.6 Príklad karosérie súčasnosti - Volvo XC60 z roku 2008 [5]



1.3 MOTOROVÁ ČASŤ

V automobiloch je doposiaľ používaný piestový spaľovací motor, ktorý poskytuje spaľovaním paliva mechanickú energiu. Podmienky, za ktorých jednotlivé komponenty motora (hlava valcov, blok valcov, kľukový hriadeľ, piesty, piestne krúžky, vačkový hriadeľ, pružiny ventilov, ventily, sedlá ventilov, turbodúchadlo, ojnica a výfukové potrubie) pracujú, kladú na materiál vysoké nároky. Teplota motora v spaľovacom priestore závisí od typu motora. U benzínových motorov sa táto teplota pohybuje v rozmedzí 250 až 300°C a u dieselových až do 800°C. Ideálna prevádzková teplota sa pohybuje v rozmedzí od 85-120°C podľa typu motora, štandardom u bežných áut je 90°C. Aby nedošlo k poškodeniu motora, je treba ho chladiť. V značnej miere sa v súčasnosti používajú pri výrobe komponentov, zliatiny na báze Al, Fe, Ti. Veľké nádeje sa však vkladajú do vývoja Mg zliatin vďaka ich nízkej hmotnosti. Blok valcov je možné považovať za základnú časť každého spaľovacieho motora. Štandardným materiálom pre výrobu blokov valcov je sivá liatina (Fe-3.2C-2Si-0.8Mn). Z pretekárskych špeciálov sa postupne dostávali medzi bežné autá Al zliatiny. U hlavy valcov sa v súčasnosti kvôli nižšej hmotnosti používajú Al zliatiny, v minulosti sa používala sivá liatina. Pri výrobe piestov sa prešlo zo sivej liatiny na Al zliatiny. Pre dieselové motory, pokiaľ vyššia hmotnosť nie je problémom, sa vďaka vyšším teplotám a tlakom používa oceľ. Na výrobu tesniacich piestnych krúžkov je používaná pružinová oceľ a pri výrobe stieracích krúžkov sa dáva prednosť koróziivzdornej oceli. Materiálovým riešením u ojníc je oceľ. Vzhľadom k redukcii hmotnosti u týchto častí sa u vysoko výkonných motoroch používa zliatina Ti. Kľukový hriadeľ znáša v motoroch najväčšie mechanické zaťaženie. Pri jeho výrobe je v súčasnosti používaná kovaná oceľ alebo zliatina, hoci kedysi sa vyrábal z tvárnej liatiny. Ventily pracujú pri extrémne vysokých teplotách a zrýchleniach, preto je treba použiť materiály s nízkou hmotnosťou, žiarupevnosťou a žiaruvzdornosťou, preto sa na nasávacie ventily používa martenzitická oceľ a pri výfukových ventiloch sa jej chemické zloženie modifikuje. Pri výrobe sediel ventilov a pružiny ventilov sa taktiež používajú Fe-zliatiny. U vačkového hriadeľa je v súčasnosti najrozšírenejším materiálom sivá liatina. U výfukového potrubia, ktoré je namáhané vysokými teplotami, sa používa zliatina feritická liatina [7].

1.4 INTERIÉR AUTOMOBILU

Hlavná, dominantná časť interiéru je prístrojová doska, kde sú umiestnené všetky potrebné ukazovatele napr. ukazovateľ rýchlosti, otáčok, teploty, spotreby paliva atď. Prístrojová doska je súčasťou celku s názvom palubná doska, kde sa nachádzajú ďalšie ukazovatele ale aj odkladacie priestory. Ďalšou časťou ktorá je v interiéri je stredový panel, ktorý je odolný voči vlhkosti a aj značným výkyvom teplôt. V neposlednom rade sa v interiéri nachádzajú sedadlá, pri výrobe ktorých sú využívané textilie, výstuž do sedadiel sa vyrába z polyamidu, ktorý sa vystužuje sklenenými vláknami. Ďalej v interiéri nájdeme rôzne madlá, riadiacu páku ako aj clony pred slnkom.[8]

1.5 ELEKTRICKÉ ZARIADENIA

Po materiáloch používaných v elektrotechnike a automobiloch sa požaduje, aby spĺňali určité vlastnosti, aby boli elektrické (vodivosť, pevnosť), magnetické, fyzikálne (taviaca teplota, merná hmotnosť, tepelná vodivosť), chemické (odolnosť proti rôznym chemickým vplyvom), mechanické (pevnosť, tvrdosť) a technologické vlastnosti (tvárnosť, obrobiteľnosť, zlievateľnosť, odolnosť proti opotrebeniu) [10].

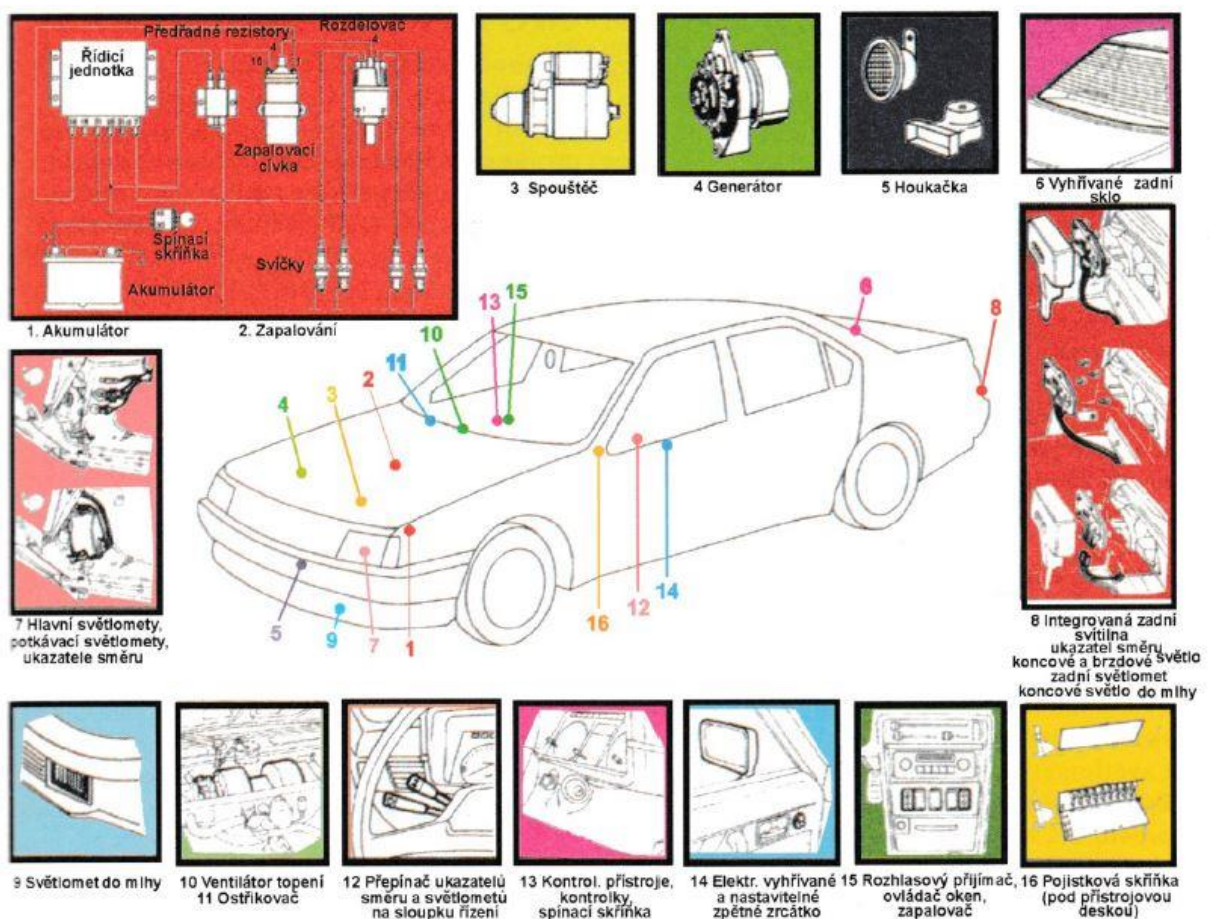


Pre automobilový priemysel sú najdôležitejšie pevné vodiče. Materiály z ktorých sa vyrábajú a následne používajú sú rôzne. Pri výrobe sa často používa striebro, vzhľadom k tomu že je to najlepší vodič, mäkký a zároveň pevný kov s dobrou kujnosťou, ťažnosťou a dobre sa spája, ďalej sa používa meď, ktorá predstavuje najdôležitejší materiál používaný v elektrickej časti motorových vozidiel. Ďalšie materiály, ktoré sa hojne využívajú sú hliník a olovo. Každý vodič musí byť izolovaný. Izolanty môžu byť trojakého druhu a to plynné, kvapalné a pevné, ktoré rozdeľujeme na pevné anorganické (slúda, keramické materiály, elektroizolačné sklá, azbest) a organické (termoplasty, reaktoplasty, elastomery) [10].

Elektronika v automobile sa uplatňuje vo viacerých oblastiach [10]:

- ovládanie motora vrátane palivového systému a príslušenstva
- bezpečnosť prevádzky
- informačné systémy
- zvyšovanie komfortu obsluhy

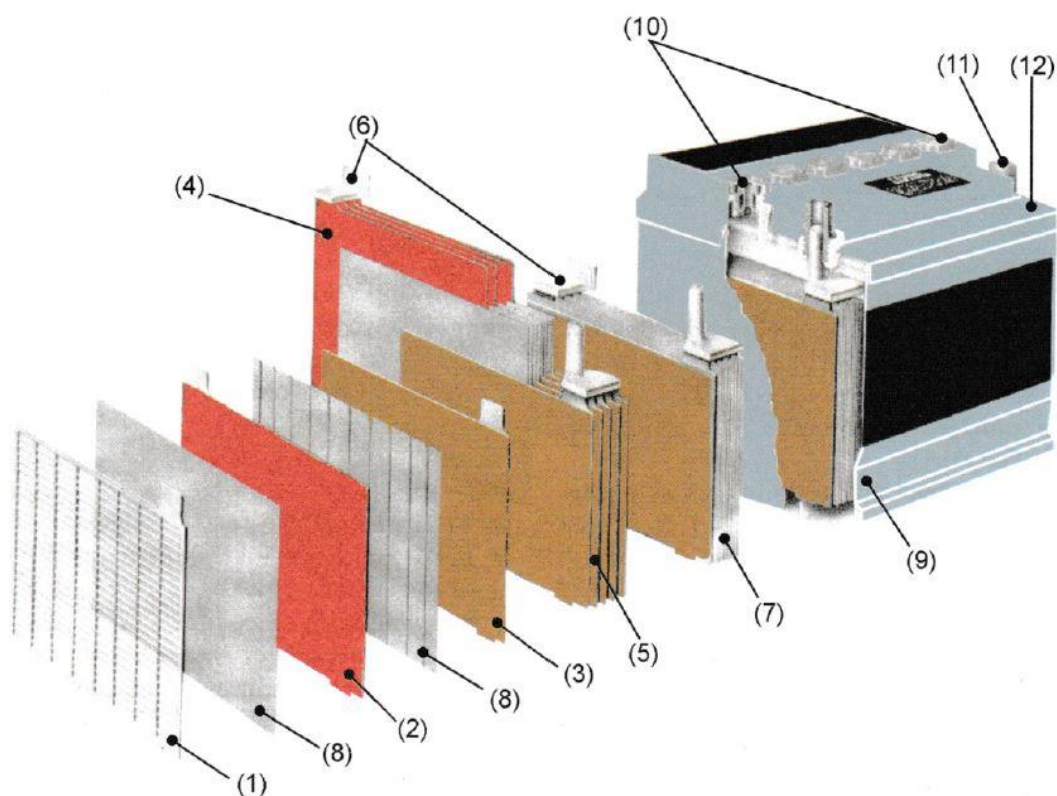
Ďalšie uplatnenie elektroniky v automobile bližšie zobrazuje **Obr.7**.



Obr.7 Elektrické zariadenia v motorovom vozidle [10]

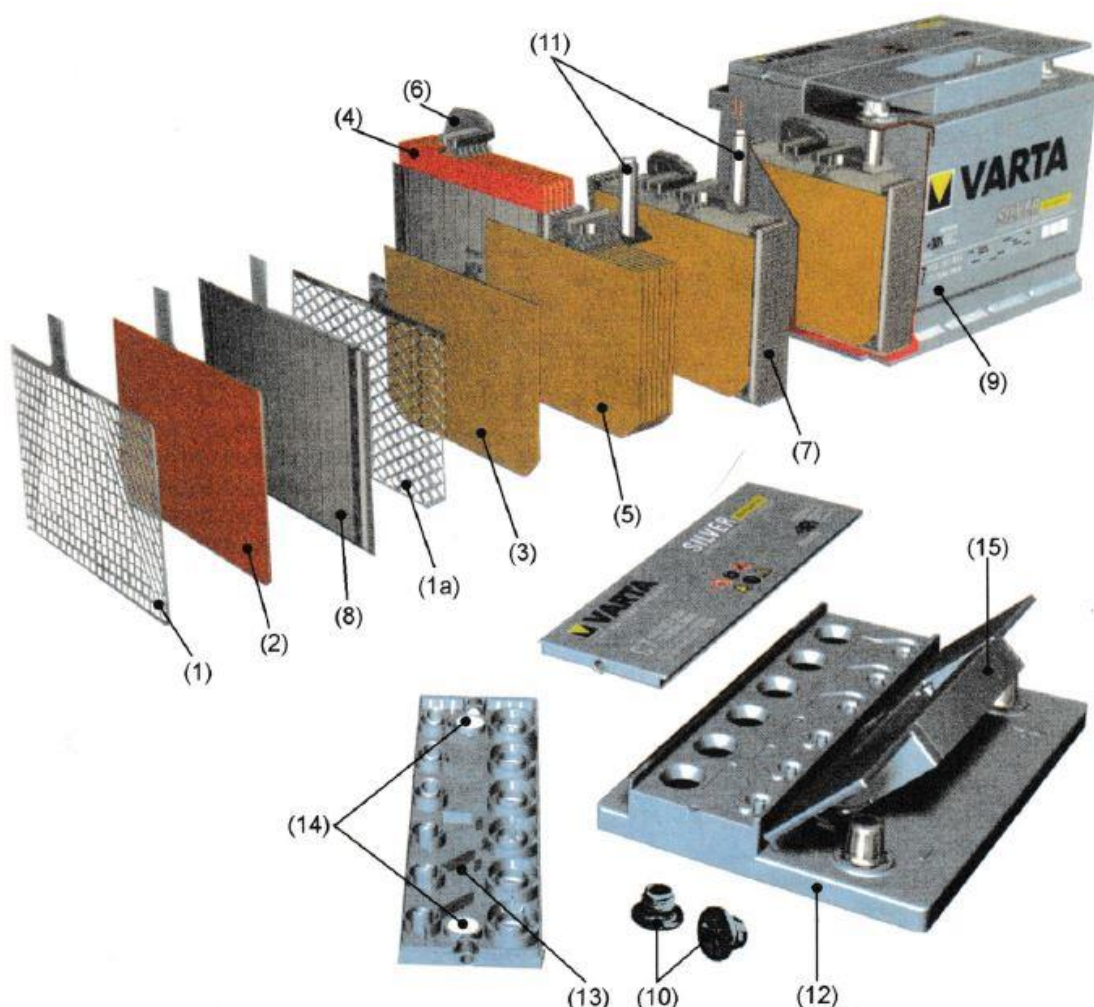


Veľmi dôležitým aspektom v automobile a taktiež aj pri spracovaní automobilu po dobe životnosti je akumulátor resp. štartovacia batéria. Batérie, ktoré sa používali v minulosti ale aj dnes sú na báze olova. Voláme ich olovené akumulátory **Obr.8**. Konštrukcia batérií sa postupom času zdokonaľovala, v súčasnosti využívame tzv. Bezúdržbové akumulátory **Obr. 9**. Ich názov „bezúdržbové“ však môže do istej miery zavádzať, pretože zvädza k predstave, že o danú batériu sa nie je potreba starať. Je ale pochopiteľné, že okrem udržiavania akumulátoru v čistote je nutné dbať tiež na jeho správne dobíjanie [10]. Informácie o tom ako sa postupuje pri recyklácii akumulátorov uvediem v ďalšej kapitole.



Obr.8 Konštrukcia oloveného akumulátoru [10]

1-mriežka, 2-kladná doska, 3- záporná doska, 4-skupina kladných dosiek, 5-skupina záporných dosiek, 6-pólové mostíky, 7-článok, 8-separátor, 9-nádoba s lištou pre uchytenie, 10-zátka plniacich otvorov, 11-pólový vývod, 12-veko

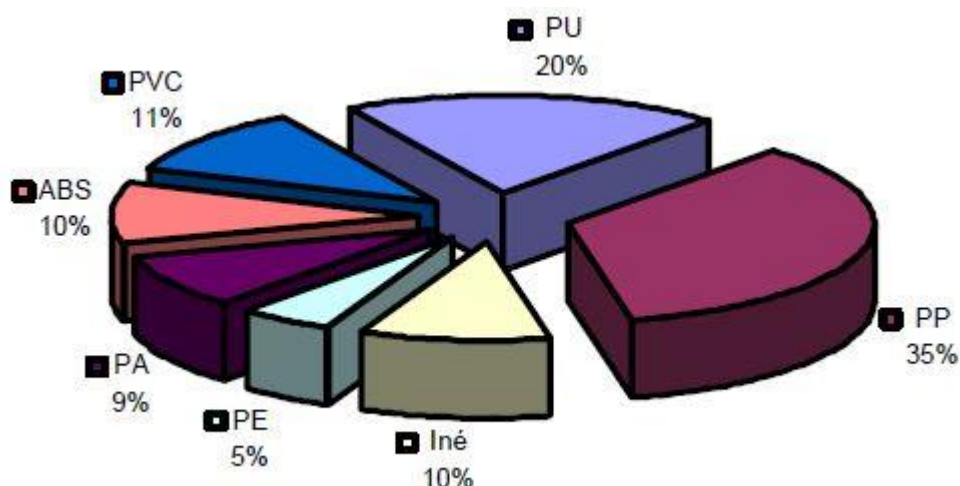


Obr. 9 Bezúdržbový akumulátor VARTA [10]

1 - kladná mriežka, 1a) - záporná mriežka, 2 - kladná doska, 3 - záporná doska, 4 - skupina kladných dosiek, 5 - skupina záporných dosiek, 6 - pólové mostíky, 7 - článok, 8 - separátor, 9 - nádoba s lištou pre uchytanie, 10 - zátky plniacich otvorov, 11 - pólkový vývod, 12 - veko akumulátoru, 13 - labyrint pre vysušanie plynov, 14 - antidetonačné poistky, 15 - ochranný kryt

1.6 PLASTY V AUTOMOBILE

Použitie plastových komponentov v automobilovom priemysle sa stále rozširuje. V súčasnosti sa plasty používajú pri výrobe najrôznejších komponentov karosérií, vrátane kapôť, nárazníkov a najmä dielov pre vnútorné vybavenie karosérie. Medzi výhody, ktoré plasty ponúkajú, patria: nízka hmotnosť, vysoká pevnosť a tuhosť, dobré tlmenie hluku atď. Vlastnosť plastov prispôbiť sa, technologické spôsoby ich výroby vstrekovaním alebo vákuovým ťahaním ponúka možnosť použitia plastických materiálov pre malé ale aj pre veľké diely. Jednotlivý výber druhov plastov ako základného materiálu komponentov závisí od mechanických a teplotných charakteristík. Percentuálny podiel plastov v automobile je 8 – 15%. **Obr.10** poukazuje na rozloženie jednotlivých druhov plastov v automobile [8].



Obr.10 Popis percentuálneho podielu jednotlivých plastov v automobile [8]

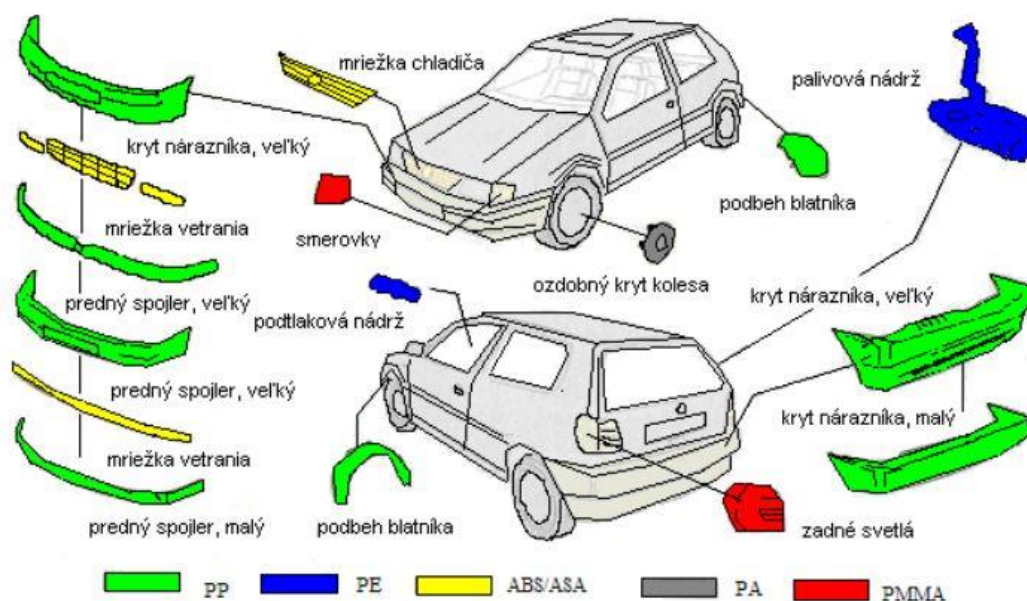
Plasty, ktoré patria medzi najčastejšie používané v automobilovom priemysle [8]:

- **PP** (polypropylén) – používa sa na výrobu výliskov schránok, puzdier, rozvodov v kúrení, mriežky. Naskytuje sa aj možnosť galvanického pokovovania s nižšou kvalitou.
- **PU** (polyuretán) – homogénny, termoplastický elastomér ktorého použitie je pri výrobe presných výliskov, tenkostenných, má dobrú zatekavosť a veľmi vysokú životnosť. Pri nižších teplotách je vysoko húževnatý, nevýhodou je vysoká cena. Vyrábajú sa z neho manžety rovnobežných kĺbov (kvalitnejšie než z gumy), prachovky kĺbov.
- **PVC** (polyvinylchlorid) – pod obchodným názvom ho môžeme nájsť ako Novoplast - zmäkčený (používa sa ako povrchová vrstva plastických koží, na fólie, výlisky, profily, hadice) a pre nemäkčený plast - Novodur (na výrobu málo namáhaných výliskov, profilov, dosiek).
- **ABS** (akrylnitril-butadien styrol) – kopolymér, použitie pri výrobe výliskov, ktoré sú namáhané a tvarovo zložité, na diely ako napr. mriežky krytov chladiča, dovetrania, rámčeky svetlometov tvarové kryty volantu, puzdrá spätných zrkadiel, kryty nábojov kolies, prístrojová doska, tiež veľkoplošné diely kapoty. Taktiež je tu možnosť galvanického chrómovania. Ďalšie použitie tohto kopolyméru na fólie, krycie vrstvy bezpečnostných panelov z polotuhej polyuretánovej peny, krycie vrstvy stropných panelov a pod. a dosky, ktoré sú vákuovo ťahané na povrchové a vnútorné diely karosérií.
- **PA** (polyamid) – pri zníženej teplote dosahuje vyššej húževnatosti ako ABS, nevýhodou je zlá lakovateľnosť a taktiež obtiažne galvanické pokovovanie. Používa sa na namáhané diely ako sú kľučky ovládania okien, súčasť mechanizmu a klzné puzdrá.
- **PE** (polyetylén) – použitie pri tenkostenných výliskoch, vyfukovaných nádobách – palivové nádrže, vytlačované hadice.
- **PMMA** (polymetylmetakrylát) – organické sklo, používa sa pri výrobe dosiek spracovaných vákuovým ťahaním, zasklenie obytných príviesov karavanov. Nevýhodou je, že neodoláva vyšším teplotám.



- **PS** (polystyrén) – môžeme ho deliť na rázuvzdorný (kryty, zlá rázuvzdorná húževnatosť) a penový (izolačné výplne izotermických skriň, výplne nenamáhaných penových panelov a panelových stropov)
- **SAN** (styrol-akronitril kopolymer) – vďaka dobrej odolnosti pri nízkych teplotách sa používa pri výrobe krytov, ktoré sú vystavené takýmto podmienky
- **PC** (polykarbonát) – jeho použitie je pri výrobe vysoko húževnatých výliskov s veľmi vysokou cenou.

Komponenty vyrobené z plastov sú rôzneho druhu a používajú sa pre rôzne diely. **Obr.11** ukazuje použitie plastových materiálov v exteriéri vozidla [8].



Obr.11 Použitie plastov v exteriéri vozidla [8]



2 PROCES RECYKLÁCIE AUTOVRAKOV

Pojem recyklácia pochádza z anglického slova „recycling“ a v preklade znamená „vrátenie späť do výrobného procesu“. Pri každom procese recyklácie dochádza k opätovnému využívaniu odpadov (výrobných, spotrebných atď.), látok a energií ako zdrojov druhotných surovín v pôvodnej alebo pozmenenej forme, a to bez ohľadu na miesto alebo čas, kde odpad vznikol a jeho použitie [9].

Dôvody recyklácie autovrakov [9]: ochrana životného prostredia,
úspora materiálov,
ekonomická efektívnosť.

2.1 DEFINÍCIA ZÁKLADNÝCH POJMOV

Pre uvedenie problematiky procesu recyklácie je treba definovať základné pojmy podľa zákona o odpadoch č:185/2001 Sb.

Definícia autovraku

Definuje rozdiel medzi automobilom a autovrakom. Autovrakom sa rozumie každé úplné alebo neúplné motorové alebo nemotorové vozidlo, ktoré bolo určené na prevádzku po pozemných komunikáciách pre účel prepravy osôb, zvierat alebo vecí, a stalo sa odpadom podľa §3 zo zákona o odpadoch.

Vybraný autovrak

Je každé úplné alebo neúplné motorové, alebo nemotorové vozidlo vymedzené právnym predpisom ako vozidlo kategórie M1, N1 alebo trojkolesové motorové vozidlo s výnimkou motorovej trojkolky, ktoré sa stalo odpadom podľa §3.

Spracovanie

Je operácia po odovzdaní autovraku príslušnému spracovateľovi prevádzaná za účelom odstránenia jednotlivých zložiek autovraku, nebezpečných látok, demontáž, rozrezanie, štrédrovanie (drvenie), príprava na odstránenie alebo využitie odpadu zo štrédrovania a prevádzanie ďalších operácií, ktoré sú potrebné pre využitie alebo odstránenie autovraku a jeho súčastí.

Spracovateľ

Fyzická alebo právnická osoba oprávnená k podnikaniu, ktorá prevádza jednu či viac operácií.

Nebezpečný odpad

je látka resp. odpad uvedený v Zozname nebezpečných odpadov uvedeným v prevádzacom právnom predpise a akýkoľvek iný odpad, ktorý vykazuje jednu či viac nebezpečných vlastností.



Odpad

Je každá vec, ktorej sa osoba zbavuje alebo má úmysel sa zbaviť a prislúcha do niektorej skupiny odpadov.

Zneškodňovanie odpadov

Je manipulácia s odpadom, ktorá vedie k trvalému zabráneniu škodlivých vplyvov na zložky životného prostredia. Jedná sa hlavne o termickú a chemickú úpravu, fyzikálnu a biologickú stabilizáciu ako aj ukladanie na skládku a do podzemia.

Odpadné oleje

Sú akékoľvek minerálne alebo syntetické mazacie alebo priemyselné oleje, ktoré sa stali nevhodnými pre použitie, na ktoré boli pôvodne navrhnuté. Napr. oleje zo spaľovacích motorov, prevodové oleje, mazacie oleje, oleje pre turbíny a hydraulické oleje.

2.2 POSTUP PROCESU RECYKLÁCIE

Environmentálne hľadisko zasahuje celý životný cyklus automobilu, od jeho tvorby, návrhu, cez výrobu, použitie v doprave až po jeho účinnú recykláciu. Spracovanie starých ojazdených vozidiel je dôležitým faktorom ochrany životného prostredia. Na to aby sa materiály, ktoré boli použité pri konštrukcii automobilu, mohli znovu použiť a nespôsobovali veľké množstvo odpadu, je potrebné prevádzať kvalitnú demontáž pri zachovaní kvalitných druhotných surovín, ktoré sa môžu opätovne použiť [2].

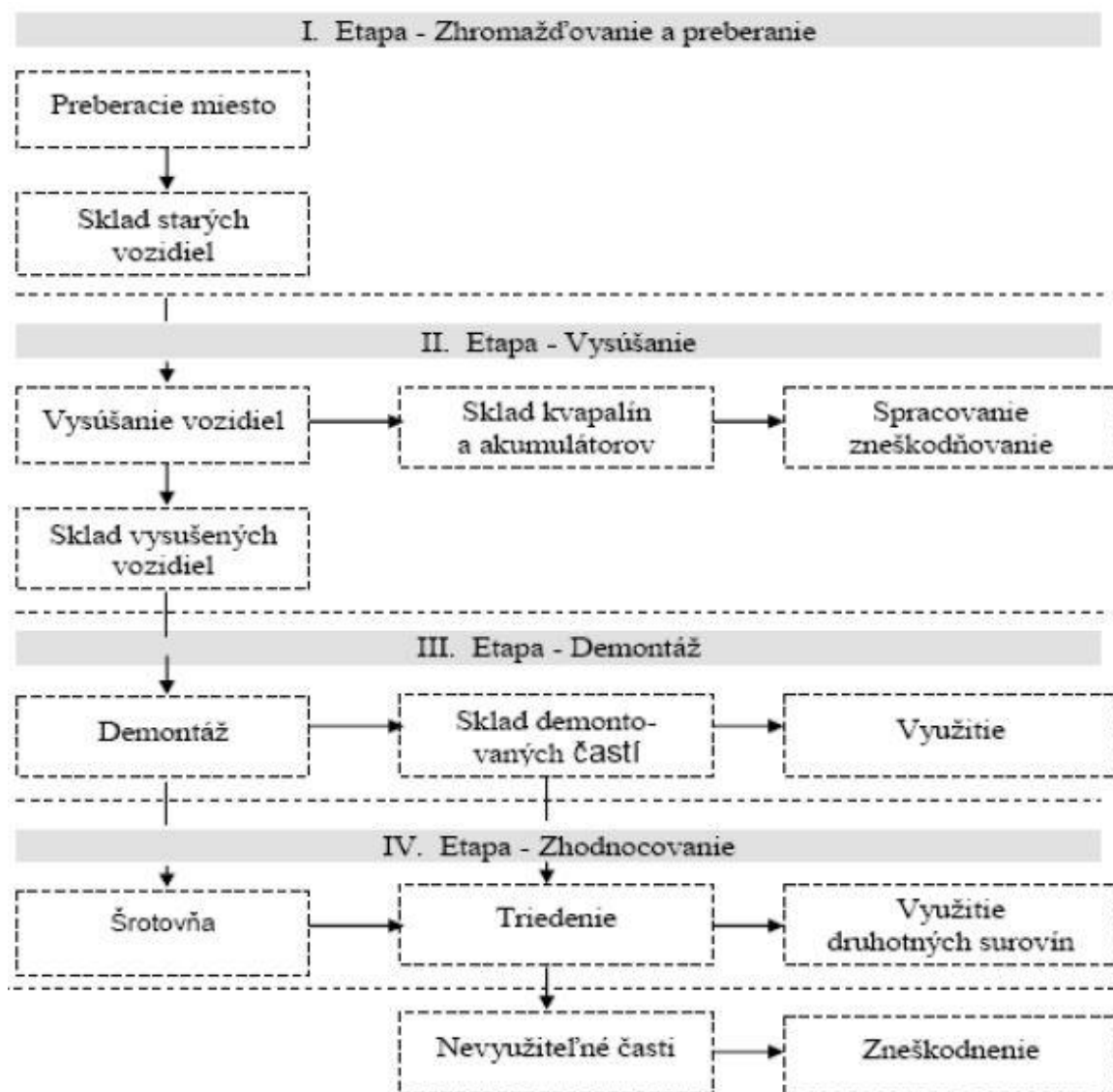
Technológie využívané v súčasnosti pri spracovaní starých vozidiel [2]:

- štrédovanie (drvenie) – USA – rozdrobenie starého vozidla a následná separácia materiálov,
- selektívna demontáž – FRA – znovu použitie nepoškodených dielov, následné šrotovanie a separácia materiálov,
- úplná demontáž – NEM – recyklácia materiálov, dezintegrácia „čistej karosérie“

Logistický proces technológie spracovania starých vozidiel a nakladania s odpadom je znázornený v **Obr.12** [11].

2.2.1 ZBER A PREBERANIE STARÝCH VOZIDIEL

Pri zhromažďovaní starých automobilov pripravených na celý proces recyklácie je potrebné vytvoriť priestor, kde budú dané vozidlá uskladnené kým sa nedostanú do procesu, **Obr.13**. Tento priestor musí mať spevnený povrch, ktorý ma za úlohu zabrániť prieniku nebezpečných látok (oleje, palivo, kvapalné látky) do pôdy a vody. Pri preberaní starých vozidiel je potrebné mať preberacie miesto, kde sa vybavujú administratívne záležitosti a je tam vedená evidencia o starých vozidlách [11]. V Českej republike slúži na daný problém Modul Autovraky Informačného systému odpadového hospodárstva [12], ktorý umožňuje pripojenie okolitých informačných systémov oprávnených osôb (s povolením k zberu autovrakov) tak, aby splnili legislatívnu povinnosť uložiť vydané potvrdenie o prevzatí vybraného autovraku do centrálného systému a ktorý slúži ako zdroj informácií a štatistík z danej problematiky [12].



Obr.12 Schéma procesu spracovania starého vozidla [11]



Obr.13 Sklad vozidiel pripravených na likvidáciu [12]



2.2.2 VYSÚŠANIE STARÝCH VOZIDIEL

Článok 6 Smernice Európskeho parlamentu a Rady č.2000/53/ES z 18.septembra 2000 o vozidlách po dobe životnosti vyžaduje, aby tieto vozidlá boli najprv vysušené a boli z nich demontované časti, ktoré sa môžu ešte využiť pred procesom šrotovania alebo pred tým ako budú uložené na skládke odpadu [11].

Vysušanie autovrakov v sebe obsahuje nasledujúce úkony [11]:

- demontáž štartovacej batérie. Tú je možno použiť ako náhradný diel, ak to umožňuje jej stav alebo je predmetom zberu a spracovania, recyklácie opotrebených akumulátorov a batérií,
- vypustenie pohonných hmôt a demontáž palivovej nádrže. Palivová nádrž po vypustení paliva obsahuje pary paliva, ktoré spoločne so vzduchom môžu tvoriť výbušnú zmes, preto je potrebné brať ohľad z hľadiska bezpečnosti na manipuláciu a uskladniť ju na bezpečnom mieste pred jej ďalším spracovaním,
- ak je auto vybavené nádržou na skvapalnený plyn, je potrebné previesť jej demontáž, pretože sa jedná o nebezpečný komponent. Najúčinnšie je po demontáži danú nádrž zaslať jej výrobcovi na spracovanie alebo do autorizovaného servisu,
- vypustenie všetkých prevádzkových kvapalín a ich separovaný zber. Do prevádzkových kvapalín patria motorové oleje, prevodové oleje, oleje v tlmičoch a v prevodovke riadenia, brzdová a chladiaca kvapalina, kvapalina do klimatizácie a ostrekovačov. Väčšina z týchto kvapalín sa dá energeticky zhodnotiť alebo sa dá recyklovať,
- neutralizovanie výbušných komponentov. Daný proces v sebe zahŕňa demontáž a odpálenie nafukovacích vakov a zneškodnenie pyrotechnických súčastí napínačov pásov,
- odstránenie, ak je možné, všetkých súčiastok obsahujúcich ortuť

Vysušanie vozidiel sa podieľa zhruba 3 %-mi na celkovej hmotnosti vozidla. Na vykonanie spomenutých procesov je potrebné vytvorenie príslušných oddelení na pracovisku s dostatočným technickým vybavením. Taktiež je potrebné vytvorenie vhodných priestorov na uskladnenie daných kvapalín – olejov, pohonných hmôt, na uskladnenie súčastí, ktoré sú pri vysúšaní demontované a priestory na zneškodnenie nafukovacích vakov a pyrotechnických komponentov. Ako bolo vyššie spomenuté, jednotlivé priestory musia byť zabezpečené proti kontaminácii vody a pôdy [11].

Takto pripravené autovraky prechádzajú do skladu vysušených vozidiel, kde čakajú na ďalšiu etapu ktorou je demontáž [11].

2.2.3 DEMONTÁŽ

Hlavným cieľom demontáže je oddelenie tých dielcov a materiálov, ktoré sa dajú ešte následne využiť ako náhradné súčiastky alebo sa dajú jednoducho recyklovať. Medzi diely, ktoré sú najčastejšie opätovne využité patria napr. disky kolies, motor a prevodovka, chladiče a náhradné diely ako svetlá, štartéry, alternátory, brzdové kotúče a ďalšie ostatné súčiastky v závislosti na ich stave v akom sú a ich hodnote. Percentuálny podiel demontovaných súčastí závisí zväčša na ich veku, technickom stave ako aj na technológii demontáže a pohybuje sa okolo 47% u vyradených vozidiel z dôvodu autonehody a 9% z dôvodu toho, že sú autá staré. Zároveň nie všetky demontované časti sú predané ako náhradné diely, ale tie ktoré sa nepredajú putujú na zošrotovanie [11].



Príloha 1 Smernice Európskeho parlamentu a Rady č. 2000/53/ES z 18.septembra 2000 o vozidlách po dobe životnosti nariaďuje, aby pred procesom zošrotovania boli z automobilu odstránené:

- katalyzátory,
- kovové súčiastky, ktoré obsahujú meď, hliník a horčík, ak sa tieto kovy neoddelia v procese zošrotovania,
- pneumatiky a veľké plastové časti (nárazníky, prístrojová doska, nádržky na kvapaliny atď.), ak sa tieto materiály neoddelia v procese zošrotovania takým spôsobom, aby ich bolo možné efektívne recyklovať ako materiály,
- sklo

Selektívna demontáž

V súčasnosti je v Európe trendom prechod zo šrédrovania na predbežnú demontáž automobilu a následné šrédrovanie. Postupom času sa na túto metódu prechádza aj v USA. V tomto procese prichádzajú automobily už pripravené, zbavené materiálov a súčiastok ako napr. batérie, olej, benzín, sedadlá atď. Technológia je „mokrú“. Procesná voda sa recykluje a je opätovne použitá v šrédri. Jedná sa o uzavretý systém, kde nedochádza k úniku škodlivín do ovzdušia. Všetky dodávky sú kontrolované, aby neobsahovali nebezpečné materiály detektorom rádioaktivity [2].

Úplná demontáž

Mnoho európskych štátov nastúpilo trend maximálnej, 100% recyklácie starých vozidiel. Pre európskych automobilových výrobcov je v dnešnej dobe samozrejmosťou vypracovanie demontážnych postupov. Jeden z prvých projektov na maximálnu recykláciu v Európe zaviedla firma Volkswagen. V roku 1990 v Leeri spustil prevádzku skúšobného projektu „Volkswagen recycling“ a vo svojom programe, ktorý zahŕňa výskum a vývoj rozpracováva tento koncern v spolupráci s dodávateľmi technológiu recyklácie pre všetky materiály použité vo vozidlách VW [2].

Demontáž dielov zo skla a plastov je v niektorých prípadoch neekonomická z dôvodu toho, že náklady na tento proces sú vyššie ako ekonomická hodnota týchto častí. Hlavným dôvodom je časová náročnosť tohto procesu a nízka ekonomická hodnota daných materiálov. Preto si v mnohých prípadoch spracovatelia vyradených vozidiel nárokuje na kompenzácie [11].

Ako pre proces vysušania starých vozidiel tak aj pre proces demontáže je potrebné zabezpečiť primerané priestory s potrebným technickým vybavením a priestory na skladovanie demontovaných súčiastok. Tiež je potrebné zabezpečiť predaj náhradných dielov zákazníkom a servisom ako aj proces ďalšieho nakladania s demontovanými materiálmi ako sú plasty a sklo [11].

2.2.4 ŠROTOVANIE-ŠRÉDROVANIE

Patrí medzi najstaršie spôsoby spracovania starých vozidiel. Spôsob šrotovania môže byť dvojaký. Staré automobily môžu byť komplexne zošrotované vrátane motorov, pneumatík, čalúnených sedadiel, osí automobilov a pod. Následne sú z tejto hmoty separované kovové časti od nekovových [2]. Alebo proces, ktorý nasleduje po vysušení vozidla a následne po jeho demontáži. V tomto procese je auto rozdrvené na malé kúsky v zariadení zvanom trhací lis **Obr.14**. Týmto procesom sa zaoberá málo firiem v každej členskej krajine hlavne z toho dôvodu, že výkon trhacieho lisu je 30 000 a viac vozidiel ročne. Výsledkom šrotovania je materiál obsahujúci ťažké a ľahké fragmenty. Ťažké fragmenty predstavujú kovový materiál



(ocel, farebné kovy), ktorý predstavuje asi 83% z celkového množstva. Tento materiál sa dá ľahko vyseparovať na základe magnetických vlastností kovov a hustote **Obr.15**. Ďalej je spracovaný ako druhotná surovina [11].

Medzi ľahké fragmenty, ktoré sú výsledkom šrotovania, zaraďujeme zvyšky plastov, gumi, textílií a skla. Odhadom predstavujú 17% z celkového množstva a vo väčšine prípadov ich život končí na skládke odpadov. Často trhacie lisy pracujú tak, že spolu s vrakmi automobilov sú šrotované aj zvyšky elektrospotrebičov ako napr. chladničky, práčky atď. Teda obsah ľahkých fragmentov je ovplyvnený aj spomenutými elektrospotrebičmi. V dnešnej dobe je v niektorých krajinách pokus o ďalšie zhodnotenie alebo separovanie niektorých zložiek tohto materiálu, pretože ročne tvorí veľké množstvo odpadu na skládkach [11].

Šrédre vznikli koncom päťdesiatich rokov v USA pretože sa bolo treba vysporiadať s rastúcim počtom vyradených automobilov. Približná hodnota ročnej požiadavky na jeden spracovateľský závod v spojených štátoch je 750 tisíc áut. Túto hodnotu nie je možné spracovať žiadnou inou metódou. Medzi nevýhody šrotovania patrí napr. hlučnosť a prašnosť drvičov, klesajúci podiel železného šrotu a narastajúci podiel špecifického odpadu vznikajúceho po rozdrvení vyradených áut [2].



Obr.14 Trhací lis [13]



Obr.15 Triedenie materiálu [13]

2.3 RECYKLÁCIA VYBRANÝCH SÚČASTÍ

2.3.1 PNEUMATIKY

Použité pneumatiky predstavujú dôležitý zdroj druhotných surovín. Problémy, ktoré nastávajú v ekológii s gumovým odpadom z ojazdených pneumatík sa týkajú všetkých štátov s rozvinutou automobilovou dopravou. To je dôvod, prečo sa v súčasnosti verejnosť oveľa intenzívnejšie zaoberá návrhom efektívneho zhodnotenia alebo zneškodnenia tohto materiálu. Pri výrobe pneumatík sa používa 60 až 70 % z celkovej spotreby kaučuku, zvyšná časť sa používa na výroby z technickej gummy. To že sa gumový odpad využíva ako zdroj druhotnej suroviny môže ušetriť takmer 2 tony ropy, ktorá je určená na výrobu 1 tony gumových výrobkov [14].

Proces recyklácie je nasledovný. Ojazdené pneumatiky sa zoberú z priestorov, kde sú uskladnené a umiestnia sa pred vstup do drviacej linky. V prípade, ak sú znečistené, umyjú sa a nastáva proces drvenia na vstupnom zariadení linky, kde sa stará pneumatika rozseká na časti veľké približne 30 x 30cm. Občas sa stane, že sa táto časť gumových rezkov umiestni naspäť do skladu a to z dôvodu zmenšenia objemu skladovaných častí. V ďalšom procese sa rezky rozdrví na rozmery približne 2*2cm na strojnom zariadení a potom nasleduje separácia kovových zložiek z pneumatiky na magnetickom separátore, ktorý ma účinnosť oddelenia kovových častí približne 95%. Proces pokračuje na prvom granulátore, kde vzniká hrubé zrno s rozmermi 0 až 10mm a následne hrubý granulát vstupuje do druhého granulátora, kde je rozdrvený na gumový granulát s rozmermi 0 až 4mm. V pneumatike sa nachádza aj textilná zložka, ktorá je separovaná vzduchotechnikou po každom drvení. Zrno resp. granulát sa triedi aspirátorom a cez plniace zariadenie sa plní do big – bagov alebo kontajnerov a nasleduje expedícia k zákaznikom, resp. firmám, ktoré ho využívajú na výrobu rôznych výrobkov [14].

Využitie gumového zrna je rôzne. Môže a použiť napr. na modifikované asfalty (modifikované gumovým granulátom), ako výplň betónov, akustické protihlukové bariéry pri vozovkách, podkladové vrstvy vozoviek, často na koľajové prejazdy, parkoviská, nátery,



farby, podrážky topánok, gumené dlaždice na detské ihriská, strešné šindle, absorbéry pri rázovom namáhaní, bežecké dráhy, tenisové kurty, fitness centrá atď. [14].

Skoro každé spaľovanie opotrebovaných pneumatík a gumy je možné považovať za energeticky zhodnotenie vďaka výhrevnosti, ktorú ponúkajú. Do hlavných možností energetického zhodnotenia gumy, ktorá sa stala odpadom, patrí spaľovanie v cementárenských peciach, kde tiež okrem energetického uplatnenia dochádza aj k celkovému využitiu anorganických zložiek, ktorými sú železo a síra, v produkte cementárskej pece – slinku [15].

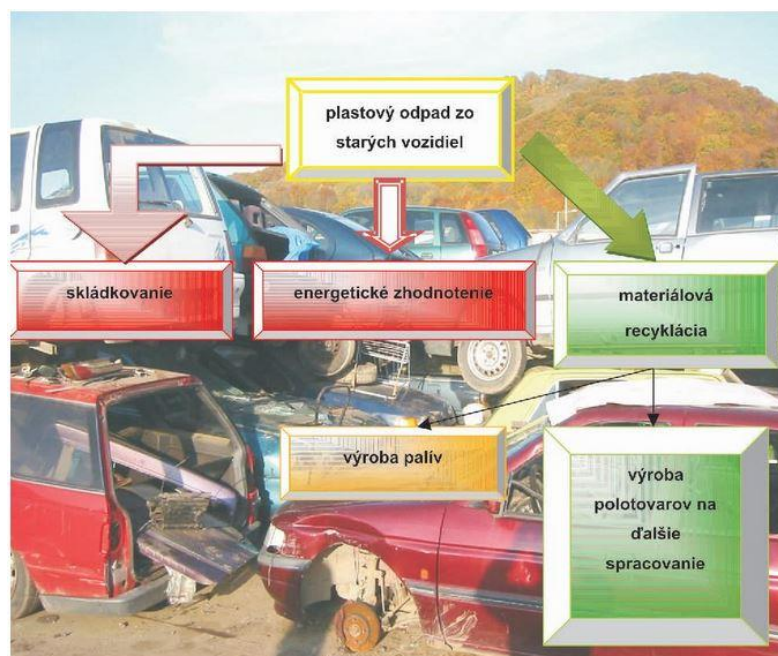
2.3.2 PLASTY

Sú cenné prírodné zdroje, ktoré sa vyrábajú z fosílnych zdrojov s vysokými environmentálnymi a energetickými nákladmi. V súčasnosti máme k plastom postoj ako ku lacnej komodite pre krátkodobé použitie, ktorú po využití vyhodíme. V danej situácii dochádza ku konfliktu určitých faktorov [16]:

- zvyšuje sa naša spotreba,
- zvyšuje sa naša závislosť na plastoch,
- so spotrebou sa zvyšuje množstvo výrobkov vyrábaných z polymérov, ktoré je nemožné vo väčšine prípadov separovať a tým pádom aj recyklovať,
- takto vzniknutý odpad môžeme skládkovať alebo spaľovať a začať tento cyklus s výrobou nových plastov z fosílnych zdrojov,
- daná situácia vedie k plieneniu prírodných zdrojov a zvyšovaniu environmentálnej záťaže.

Procesy pri nakladaní a recyklácii plastového odpadu

V praxi najčastejšie používané spôsoby pri nakladaní s plastovými odpadmi sú na **Obr.16**.



Obr.16 Schéma procesu spracovania odpadových plastov [16]



Na základe spomenutých skutočností sa v maximálnej možnej miere javí ako najlepšia voľba spracovania starých odpadových plastov, materiálová recyklácia z ktorej sa následne vyrábajú polotovary na ďalšie spracovanie. Problémom materiálovej recyklácie je, že v súčasnosti všetky komerčne nasadzované technológie pracujú v systéme, kde plasty nie sú úplne recyklované ale sú v tzv. down-cyclingu. Znamená to, že materiál získaný týmto prístupom má nižšie mechanické, fyzikálne a chemické vlastnosti ako „čistý“ materiál, ktorý vznikol pôvodným výrobným procesom. Z danej skutočnosti vyplýva, že produkty vyrobené z takého materiálu sú vhodné vo väčšine prípadov len pre nenáročné použitie. Pri pohľade na vlastnosti polymérnych materiálov a súčasný stav technológií, ktoré sú dostupné je nereálne tento materiálový rozdiel medzi pôvodným a recyklovaným materiálom eliminovať. Snahou je v súčasnosti tieto rozdiely odstrániť [16].

To v akej miere naše dostupné technológie dokážu odstrániť daný problém, priamoúmerne závisí od stupňa separácie plastového odpadu na jednotlivé druhy polymérov. Separovanie, triedenie odpadov z plastu sa vyžaduje pri spracovaní odpadu na znovu využitie ako polotovar na ďalšie využitie, ale aj pri spracovaní tohto odpadu a využití ako palivo. Pri výrobe palív z plastových odpadov vyžaduje spracovateľské zariadenie, aby spomenutý odpad bol zo skupiny polyolefínov (PP,PE). Toto obmedzenie vyplýva najmä z ekonomického hľadiska, kde je spracovanie separovaného odpadu z danej skupiny polyolefínov najefektívnejšie [16].

Proces recyklácie plastov môžeme zhrnúť do piatich krokov. Prvým krokom je zber, v našom prípade plastové materiály dovezené po demontáži z automobilu. Následne sú plasty triedené podľa skupiny do ktorej patria na základe symbolov a kódov, ktoré sú na dieloch zaznamenané. V nasledujúcom kroku sú časti rozsekané na menšie kusy strojom s čepeľami, ktoré sekajú plast. Vo štvrtom kroku sa rozsekané kusy umyjú, resp. čistia z dôvodu zbvavenia sa nečistôt ako sú papierové etikety a špina všeobecne. Čistenie sa prevádza roztokom, ktorý sa skladá z alkalického, kationového pracieho prostriedku, konzistenciou podobného látkam používaných v šampónoch, a vody. Tento roztok účinne odstráni všetky nečistoty z plastov. Po skontrolovaní sa prechádza k poslednému kroku. Posledný krok procesu je peletovanie resp. drvenie. Rozsekané a očistené kusy plastov sa nasypú do stroja zvaného extrúder, ktorý z daných kusov urobí dlhé slížové kusy, ktoré neskôr pomelie na malé pelety. Výsledný produkt – pelety sú následne expedované výrobcom, ktorí ich použijú pri výrobe nových dielov, či už v automobilovom priemysle alebo v ďalších odvetviach priemyselnej výroby [17].

2.3.3 AUTOBATÉRIE

V súčasnosti sa vyrábajú autobatérie, ktoré v sebe neobsahujú žiadne olovo alebo toxické látky v zmysle smernice 2002/95/EC ROHS¹. Táto smernica zakazuje pri výrobe použitie kadmia, ortuti, olova, šesťmocného chrómu, polybromovaných bifenylov a polybromovaných difenyletherov. Vývojová fáza autobaterií je veľmi dôležitou časťou životného cyklu akumulátorov, pretože aplikuje nové poznatky z vedy a výzkumu, ktoré sa objavujú v praxi a tým sa zlepšuje vývoj akumulátorov a sú šetrnejšie k životnému prostrediu. V súčasnosti je takmer 75% zo svetovej produkcie olova použitých pri výrobe autobaterií. Z toho dôvodu je hlavným dopadom na životné prostredie ťažba rúd a nerastných surovín a tým narušanie ekosystémov a znečisťovanie ovzdušia, vôd a pôdy. Dôvod, prečo sa v batériách používa olovo je ten, že má schopnosť dodať naraz veľký prúd pri štartovaní vozidla bez poškodenia [18].

¹ RoHS – Restriction of Hazardous Substances – Smernica pre obmedzenie používania nebezpečných látok [19].



Priemerná životnosť akumulátorov sa pohybuje v rozmedzí 4 až 6 rokov v závislosti od jej údržby a spôsobu ako sa používa. Po opotrebení batérie je na spotrebiteľovi ako s daným akumulátorom naloží. Spotrebiteľ by mal použitú autobatériu odovzdať na príslušnom zbernom mieste (zákon o odpadoch). Zber opotrebovaných akumulátorov zabezpečujú buď predajcovia nových autobatérií alebo firmy, ktoré sa zberom daných predmetov zaoberajú. Použité automobilové batérie sú vďaka vysokému obsahu olova nebezpečným odpadom a preto je nutné ich ekologicky odstraňovať. Olovené akumulátory sú základným zdrojom pre výrobu olova a jeho zliatin [18].

Proces recyklácie akumulátorov je nasledovný. Autobatéria je podrvená na menšie časti v drviči. Rozdrvené časti autobatérií následne putujú do nádoby s kvapalinou, kde ťažké časti padnú na dno a ľahké, plastové časti plávajú na hladine. V tejto časti procesu sa odoberú plastové časti z hladiny, kvapalina sa z nádoby vyleje a vytiahnu sa z nej olovené a kovové časti, ktoré nám klesli na dno. Tým sa od seba odseparujú materiály [19]. V súčasnosti platí, že autobatérie sú takmer 100% recyklovateľné a pri výrobe nových batérií sa použije až do 80% materiálu zo starých autobatérií [21].

Recyklácia plastových častí pokračuje tým, že sa dané časti vyčistia a vysušajú. Následne sú poslané do drvičov, ktoré ich rozdrvia na uniformované veľkosti. Tieto granuláty sa predajú výrobcovi batérií, kde ich použijú na výrobu nových batérií [20].

Olovo a olovené časti z batérií sa čistia, následne sú ohriate, roztavené a odliate do ingotov. Po niekoľkých minútach nečistoty v olove vyplávajú na povrch a sú odstránené. Následne sa olovo ochladí. Po ochladení sa predá výrobcovi batérií, kde sa použije na výrobu nových batérií [20].

Kyseliny v starých batériách, môžu byť znehodnotené dvoma spôsobmi. Prvý spôsob je ten, že sa kyseliny neutralizujú priemyselnou zlúčeninou, ktorá sa podobá na jedlú sódu. Neutralizáciou sa z kyseliny stáva voda, ktorá je ošetrovaná, vyčistená a testovaná v čistiacom stredisku aby spĺňala štandardy aké spĺňa čistá voda. V druhom spôsobe je kyselina spracovaná a prevedená na síran sodný. Síran sodný je biely prášok bez zápachu používaný ako časť pracích práškov, pri výrobe skla a v textilnej výrobe [20].

2.4 RECYCLING ORIENTED DESIGN

S rastúcim počtom automobilov v dnešnej dobe vo svete rastie aj počet automobilov po dobe životnosti. Tradičná výroba automobilov sa vo väčšine prípadov zameriavala na funkciu, charakteristiku automobilu a značky, bezpečnosť, emisie a cenu viac ako na správu odpadov vznikajúcich z automobilov. Ako výsledky ukázali, proces získania materiálov z recyklácie a nedeštruktívnej demontáže je komplexný a časovo náročný. Tieto bariéry spôsobili, že recyklácia je nie veľmi efektívne a drahé odvetvie priemyslu. Preto je dôležité zobrať v úvahu hneď na začiatku procesu výroby to z akých materiálov sa automobil bude vyrábať aby sme sa vyhli situácii, ktorá bude už nekontrolovateľná. Takýto nový dizajnový koncept pre udržateľný vývoj automobilového priemyslu sa nazýva Design For Recycling (DFR) resp. Recycling Oriented Design (ROD), ktorý starostlivo vyhodnocuje výber materiálov a surovín z pohľadu recyklácie, demontáže, ktorá nastane po dobe životnosti automobilu. Navyše nízka spotreba energie a nulové znečistenie sú vždy zdôrazňované počas procesu návrhu a výroby [22].



Výber vhodných materiálov je výzva pre výrobcov, ktorá im robí starosti, pretože vývoj nových materiálov, ktoré by mali materiálové vlastnosti súčasných je veľmi náročný. Na druhej strane kvalita a cena výrobkov je stále životne dôležitá pre výrobcov [22]. ROD je súčasťou väčšiny automobiliek ako napr. na **Obr.17** [24].

Automobily po dobe životnosti sa do recyklácie dostanú dvomi spôsobmi. Buď sú vyradené z evidencie vozidiel alebo sú to automobily, ktoré sú opustené na cestách. V druhom prípade tieto autovraky nespôsobujú len bezpečnostné problémy na verejných komunikáciách, ale taktiež znečisťujú prostredie okolo seba. Výskum, ktorý bol uskutočnený hovorí že devalvácia železného šrotu, chyby v registračnom systéme a legislatíve a tiež výroba lacnejších automobilov podporuje rast týchto autovrakov [23].

INTEGRATED PRODUCT RESPONSIBILITY



- 1. Vývoj** - Recycling oriented design
Posudzovanie životného cyklu
Zamedzenie používania kritických mat.
- 2. Produkcia** - Používanie recykl. materiálov
- 3. Používanie** - Obchodné zastúpenie
(nakladanie s odpadmi)
Náhradné diely
- 4. Obnova** - Obnova vozidiel
Vysušanie a predspracovanie
Smernice EÚ

Obr.17 Recycling oriented design v automobilke Chevrolet [24]



3 LEGISLATÍVNE POŽIADAVKY

V Európskej únii zabezpečujú poriadne zlikvidovanie vozidiel po dobe životnosti legislatívne normy a environmentálne autorizované smernice, ktoré požadujú aby automobily boli odovzdané autorizovaným spracovateľským strediskám, kde autá odstránia z registra vozidiel a budú recyklovať. Pri dovezení bude vydaný certifikát o zničení automobilu. Daný certifikát bude vydaný poslednému vlastníkovi, ktorý automobil vlastnil [23]. Informácie ohľadom deregistrovaných automobilov v ČR môžeme nájsť na internetovom portály Ministerstva životného prostredia – MA ISOH – Modul Autovraky Informačného Systému Odpadového Hospodárstva [12].

3.1 EURÓPSKA ÚNIA

V súčasnosti je najvplyvnejšia legislatíva, pojednávajúca koniec životnosti automobilov, Smernica 2000/53/EC, ktorá bola prijatá Európskou komisiou pre životné prostredie [23]. Na základe tejto smernice, členské štáty musia zabezpečiť, že automobily po dobe životnosti budú odovzdané zariadeniam na recykláciu a následne recyklované. Výrobcov tiež vyzýva k obmedzeniu využívania nebezpečných látok a zvyšovania využívania recyklovaných materiálov v nových vozidlách. Ciele boli stanovené v rôznych fázach.

- Od 1. júla 2003: vozidlá uvedené na trh nesmú obsahovať olovo, ortuť, kadmium alebo šesťmocný chróm (materiály a súčasti pri ktorých je povolené použitie sú uvedené v prílohe tejto smernice).
- Od 1. januára 2006 znovupoužitie minimálne 85% priemernej hmotnosti (recyklácia 80%) automobilov vyprodukovaných po roku 1980; znovupoužitie materiálov minimálne 75% priemernej hmotnosti (recyklácia 70%) automobilov vyprodukovaných pred rokom 1980.
- Od 1. januára 2015 zvýšiť znovupoužitie materiálov na 95% a recykláciu starých automobilov na 85%.

Ďalšie hlavné zákony, ktoré môžu ovplyvňovať zvyšky materiálov vzniknutých pri drvení sú zahrnuté v:

- Smernica 2000/76/EC o spaľovaní odpadov.
- Smernica 1999/31/EC o likvidácii odpadov na skládky.
- Smernica o Registrácii, hodnotení, autorizácii a obmedzovaní chemických látok (REACH).
- Environmentálne povolenia (Anglicko a Wales) a regulácia SI 2010/675 a ich výnimky.



Počet automobilov po dobe životnosti v štátoch Európskej Únie je v **Tab.2** [25]. Hodnoty v tabuľke sú uvedené v rozmedzí rokov 2006 – 2011.

Tab.2 Počet automobilov po dobe životnosti [25]

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
EU-27	6 120 000 s	6 500 000 s	6 270 000 s	9 000 000 s	7 350 000 s	6 760 000 s
Belgium	131043	127 949	141521	140 993	170 562	165 016
Bulgaria	45 127	23 433	36 600	55 330	69 287	62 937
Czech Republic	56 582	72 941	147 259	155 425	145 447	132 452
Denmark	102 202	99 391	101042	96 830	100 480	93 487
Germany	499 756	456 436	417 534	1 778 593	500 193	466 160
Estonia	11035	12 664	13 843	7 528	7 268	11413
Ireland	:	112 243	127 612	152 455	158 237	:
Greece	29 689	47 414	55 201	115 670	95 162	112 454
Spain	954 715	881 164	748 071	952 367	839 637	671 927
France	930 000	946 497	1 109 876	1 570 593	1 583 283	1 515 432
Italy	1 379 000	1 692 136	1 203 184	1 610 137	1 246 546	952 461
Cyprus	1032	2 136	14 273	17 303	13 219	17 145
Latvia	6 288	11 882	10 968	10 590	10 640	9 387
Lithuania	13 877	15 906	19 534	19 656	23 351	26 619
Luxembourg	4 864	3 536	2 865	6 908	6 303	2 341
Hungary	20 976	43 433	37 196	26 020	15 907	13 043
Malta	:	:	:	:	330	2 526
Netherlands	192 224	166 004	152 175	191 980	232 448	195 052
Austria	87 277	62 042	63 975	87 364	82 144	80 004
Poland	150 987	171 258	189 871	210 218	259 576	295 152
Portugal	25 641	90 509	107 746	107 946	107 419	77 929
Romania	21 234	36 363	51 577	55 875	190 790	128 839
Slovenia	9 418	8 409	6 780	7 043	6 807	6 598
Slovakia	15 069	28 487	39 769	67 795	35 174	39 717
Finland	14 945	15 792	103 000	96 270	119 000	136 000
Sweden	283 450	228 646	150 197	133 589	170 658	184 105
United Kingdom	995 569	1 138 496	1 210 294	1 327 517	1 157 438	1 220 873
Iceland	:	:	9 386	5 109	4 195	4 075
Liechtenstein	:	82	91	72	107	94
Norway	105 324	95 128	130 018	95 000	112 537	124 563

: not available

s Eurostat estimate

V nasledujúcej **Tab.3** je porovnanie štátov Európskej Únie v rozmedzí rokov 2006-2011 kde je percentuálne zhodnotené recyklovanie automobilov po dobe životnosti v jednotlivých štátoch. Farbou vyznačené hodnoty sú hodnoty, ktoré sú menšie ako 80% [25].



Tab.3 Percentuálne vyhodnotenie recyklovateľnosti automobilov v jednotlivých štátoch EÚ [25]

Total recycling and reuse rate in percent						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
EU-27	78.37 <i>s</i>	82.09 <i>s</i>	82.66 <i>s</i>	82.08 <i>s</i>	83.33 <i>s</i>	84.05 <i>s</i>
Belgium	87.7	87.9	88.0	88.4	89.0	88.2
Bulgaria	82.4	89.5	81.0	82.7	88.9	90.0
Czech Republic	79.0	79.0	80.0	80.3	80.3	80.3
Denmark	80.0	81.0	82.7	82.0	90.5	92.8
Germany	86.8	88.1	89.2	82.9	95.5	93.4
Estonia	82.5	82.2	92.4	87.2	77.3	76.1
Ireland	78.1	81.3	75.9	78.9	77.0	.
Greece	82.3	84.1	85.7	86.5	84.5	85.2
Spain	76.0	81.9	82.5	82.6	82.8	82.9
France	79.6	79.8	79.9	78.6	79.0	80.8
Italy	70.3	82.3	84.3	81.8	83.2	84.8
Cyprus	85.4	83.7	78.3	87.1	81.1	84.0
Latvia	86.0	88.0	87.0	85.0	85.7	85.4
Lithuania	88.0	86.4	85.0	86.0	88.1	87.2
Luxembourg	85.1	83.0	84.0	81.0	85.0	83.0
Hungary	81.2	81.6	83.0	84.4	82.1	84.4
Malta	64.2	87.0
Netherlands	82.5	83.1	84.4	84.1	83.3	83.1
Austria	80.0	80.0	83.7	82.9	84.2	82.8
Poland	84.7	72.8	79.5	87.1	88.8	89.5
Portugal	82.2	81.7	80.8	84.3	82.8	82.9
Romania	77.1	83.7	83.7	80.1	80.9	82.9
Slovenia	76.8	87.2	87.6	84.1	88.6	86.1
Slovakia	82.8	88.0	88.4	88.8	88.4	93.1
Finland	82.0	81.0	81.0	81.0	82.5	82.5
Sweden	83.4	83.0	83.0	86.0	84.4	84.4
United Kingdom	81.0	81.8	82.5	82.1	83.0	83.4
Iceland	.	.	98.2	83.0	95.2	82.0
Liechtenstein	.	2.2	96.0	76.0	76.0	80.0
Norway	83.0	81.4	82.2	83.0	83.9	73.6

: not available
s Eurostat estimate

target rate not met or no data reported
 Target rate = 80%

3.2 ČESKÁ REPUBLIKA

Informácie o podrobnostiach nakladania s odpadmi z autovrakov, vybraných autovrakov, o spôsobe vedenia ich evidencie a evidencie odpadov vznikajúcich v zariadeniach k sberu a spracovaniu autovrakov a o informačnom systéme sledovania tokov vybraných autovrakov (o podrobnostiach nakladania s autovrakmi) sú uvádzané vo Vyhláške 352/2008 Sb. a v Zákone č. 185/2001 Sb. Ďalšie informácie uvádza zákon č.169/2013 Sb. pripravený Ministerstvo Životného prostredia, ktorý novelizuje zákon č.185/2001.

Uvádzané ciele v Pláne odpadového hospodárstva ČR pre obdobie 2015 - 2024

Ciele ČR pre roky 2015 a ďalej za účelom splnenia cieľov, ktoré stanovuje smernica Európskeho parlamentu a Rady 2000/53/ES o vozidlách s ukončenou životnosťou zabezpečiť a dosiahnuť:

Dosahovať vysokej miery využitia pri spracovaní vozidiel s ukončenou životnosťou (autovrakov) [26].

V roku 2015 a ďalej dosiahnuť požadovaných % pre využitie, recykláciu a opätovné použitie pri spracovaní autovrakov [26].



Indikátory a ciele pre využitie, materiálové a opätovné použitie frakcií, vzťahujúce sa k celkovej hmotnosti odobraných vozidiel s ukončenou životnosťou (%) **Tab.4** [26].

Indikátory:

- a) Percentuálny podiel hmotnosti využitých a opätovne použitých frakcií zo spracovania vybraných vozidiel – autovrakov na celkovej hmotnosti zozbieraných vybraných autovrakov (%).
- b) Percentuálny podiel hmotnosti recyklovaných frakcií zo spracovania vybraných vozidiel – autovrakov na celkovej hmotnosti zozbieraných vybraných vozidiel – autovrakov (%).

Tab.4 Ciele pre rok 2015 a ďalej – využitie recyklovaných materiálov

	Ciele pre rok 2015 a ďalej	
	Využitie a opätovné použitie	Opätovné použiť. a recyklácia
Vybrané vozidlá	95%	85%

Indikátor je stanovený na základe znova použitého, recyklovaného a využitého materiálu, ktorý bol získaný po odstránení nebezpečných látok, demontáži, drtení a operácií, ktoré nasledujú po drtení. Pri materiály, ktorý je ďalej spracovávaný je nutné vziať do úvahy jeho skutočné využitie [26].

Opatrenia:

- a) Rozdeľovať nakladanie s vybranými autovrakmi a s ostatnými vozidlami s ukončenou životnosťou.
- b) Nastaviť štandardy pre zber a spracovanie vybraných autovrakov, štandardy pre znovupoužitie dielov z vybraných autovrakov a dôsledne ich vymáhať jednotlivými orgánmi štátnej správy a samosprávy.
- c) Zabezpečenie, aby predanie vozidla do zariadenia, kde bude spracovávané bolo bez žiadnych výdavkov pre posledného majiteľa vozidla a to aj za predpokladu, že odovzdávané vozidlo má nulovú alebo zápornú hodnotu. V tom prípade zaistiť aby všetky výdaje spojené s odovzdaním autovraku hradil výrobca alebo ich príjmal zadarmo.
- d) Dodržiavať rovnováhu nakladania s odpadom.
- e) Podpora výzkumu, vývoja, inovácie a implementáciu postupov a technológií s kladným vplyvom na zvýšenie stupňa materiálového a energetického využitia odpadov, ktoré vznikli pri spracovaní autovrakov.
- f) Podporovanie zberu a spracovania vybraných autovrakov z prostriedkov, ktoré boli vybrané na základe poplatku na podporu zberu, spracovania, využitia a odstránenia autovrakov.
- g) Zaisťovanie preukázanej evidencie výrobkov, ktoré boli uvedené na trh, spätne odobraných výrobkov s ukončenou životnosťou a ich ďalšieho použitia.
- h) Zberné miesta uverejňovať na portále verejnej správy v registri miest spätného odberu.



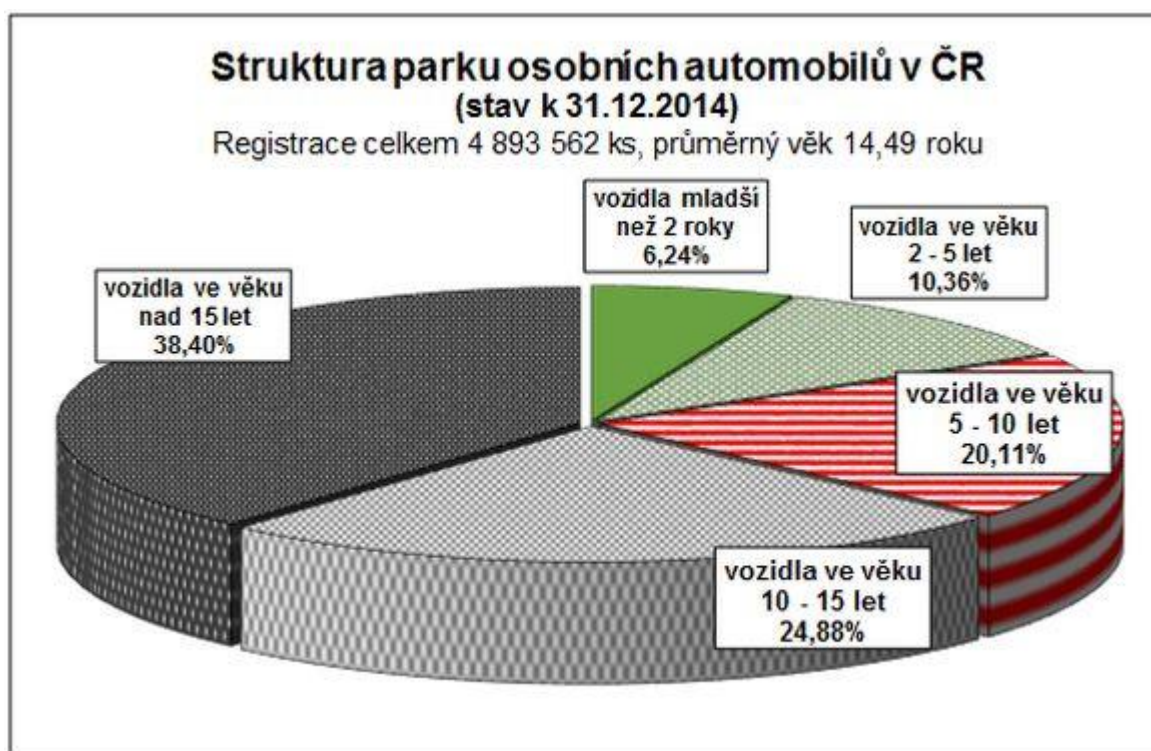
3.2.1 POSTUP PRI ODOVZDÁVANÍ AUTOVRAKU

Ekologická likvidácia je predpokladom k odhláseniu vraku z evidencie vozidiel. Pri odhlasovaní vozidla majiteľ obdrží potvrdenie o tom, že sa likvidácia uskutočnila [27].

Pre odhlásenie vozidla sú potrebné tieto dokumenty:

- Likvidačný protokol – je to protokol, ktorý je vystavený v systéme MA ISOH, získaný na základe ekologickej likvidácie,
- 2 × registračná značka,
- Technický preukaz – veľký; osvedčenie o registrácii vozidla
- Občiansky preukaz a v prípade, ak je vlastníkom firma, je treba priložiť výpis z obchodného registra,
- Vyplnená žiadosť o vyradení vozidla z registra cestných vozidiel,
- V tom prípade, ak není daná osoba majiteľom vozidla, je treba priložiť splnomocnenstvo

Obr.18 ukazuje štruktúru parku osobných automobilov v ČR [28].



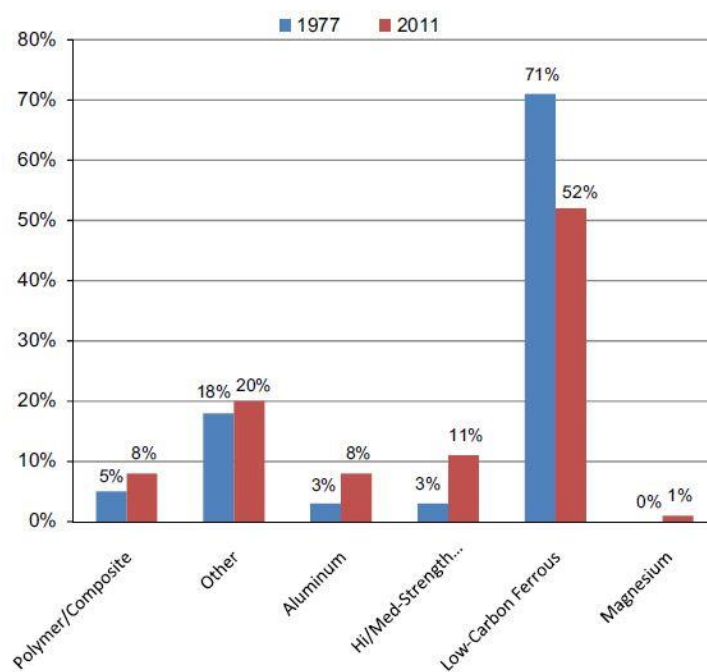
Obr.18 Štruktúra parku osobných automobilov v ČR [28].



4 VÝVOJ V BUDÚCNOSTI

Vzhľadom k vyčerpávaniu prírodných zdrojov a zhoršovaniu sa otázok životného prostredia, spotreba paliva a emisie CO₂ sú dva závažné problémy. Jeden efektívny prístup riešenia týchto problémov je redukovanie hmotnosti vozidla vztáť do úvahy fakt že približne 75% spotreby paliva je spôsobené hmotnosťou vozidla. Pre príklad redukcia hmotnosti o 100 kg by znížila spotrebu paliva o 0,4 l/100km [23].

Od motorov cez prevody, karosériu až po ďalšie súčiastky v automobiloch je snaha výrobcov tieto časti vyrábať z ľahkých kovov. Nízka hmotnosť, cenová efektivita, čas výroby, jednoduchá inštalácia sú fakty od ktorých sa očakáva, že budú v budúcnosti kľúčovými rysmi pri výrobe komponentov automobilových vozidiel. V súčasnosti OEM² vynakladajú intenzívnejšie úsilie v nahradení železných materiálov materiálmi s nízkou hmotnosťou ako sú polyméry a kompozity. Graf na **Obr.19** ukazuje zmenu v používaní materiálov v rozmedzí rokov 1977 až 2011. V súčasnosti vládne iniciatívy, bezpečnostné problémy a zvýšené nároky na návratnosť kapitálu ďalej uľahčujú vývoj kompozitných materiálov pre budúce vozidlá [23].



Obr.19 Vývoj používaných materiálov v automobiloch v rozmedzí rokov 1977 - 2011 [23].

² Original Equipment Manufacturer – obchodný termín označujúci výrobcu, ktorého výrobok predáva a propaguje iná obchodná značka. Typické OEM výrobky sú napr. základné dosky počítačov, monitory a ostatné komponenty, ktoré nie sú určené pre konečného užívateľa [29]



Nakladanie s odpadmi a environmentálne legislatívy v súčasnosti požadujú vyššie miery opätovného využívania recyklovaných materiálov. Avšak používanie polymérnych a kompozitných materiálov komplikuje proces recyklácie. Toto je jeden z najväčších problémov, ktorý komplikuje rozšírenie tohto procesu a akceptovanie ľahkých materiálov v automobilovom priemysle [23].

Tento problém možno vysvetliť z dvoch hľadísk. Prvým hľadiskom je, že separácia kompozitov a polymérov od ocele môže byť náročné na pracovnú silu. Hoci priemysel urobil významný pokrok v technológii recyklácie, posun k využívaniu ľahkých materiálov to robí náročnejšie. Hlavná technika spájania polymérov a kompozitov je v dnešnej dobe lepenie a to vo všeobecnosti prekonáva tradičné technológie spájania, kde sa spájajú nekovové a tvarovo odlišné materiály a zároveň vytvárajú mnoho problémov počas procesu recyklácie [23].

Z druhého hľadiska recyklačný proces kompozitných materiálov z ich fyzikálneho a chemického hľadiska je náročný. Recyklácia zložiek s vláknami v niektorých kompozitoch sa stala časťou vášnivých debát. Tvárou v tvár výzvam recyklácie sa mnohí domnievajú že spôsob demontáže je teraz základným požiadavkom procesu navrhovania a konkrétne nové technológie v spájaní, ktoré ponúkajú rýchly proces demontáže [23].



ZÁVER

Ekologická recyklácia automobilov je veľmi dôležitý aspekt z hľadiska používania recyklovaných materiálov vo výrobe a z hľadiska ochrany prírody. Preto je veľmi dôležité z tohto hľadiska dbať najvyššiu pozornosť pri výbere materiálov z akých sa budú jednotlivé časti automobilov vyrábať. Práca je uceleným zdrojom základných informácií a sú v nej vecne zhrnuté informácie zo súčasného stavu v recyklácii automobilov ako aj vývoj tohto priemyselného odvetvia do budúcnosti. Prvá kapitola je venovaná konštrukcii automobilu s ohľadom na recyklovateľnosť, kde sú podrobne rozobrané hlavné časti a súčasne používané materiály pri výrobe vozidiel, popis jednotlivých častí ako aj vysvetlenie použitia daných súčastí v automobiloch. Druhá kapitola je venovaná procesu recyklácie, kde je daný proces rozdelený na podkapitoly, a názvosloviu, ktoré je používané v tomto procese. V podkapitolách sú uvedené procesy recyklácie vzhľadom na to, že súčasný stav môžeme rozdeliť do viacerých metód recyklovania, ktoré sa od seba odlišujú v účinnosti separácie fragmentov. Ďalej sa tam nachádzajú podrobne zhrnuté spôsoby recyklovania vybraných súčastí, ktoré sú v automobile problémové a pri ktorých treba dbať zvýšenú pozornosť vzhľadom na ich škodlivosť voči okolitému prostrediu. Taktiež je v danej kapitole spomenutý Recycled Oriented Design, ktorý sa zameriava na návrh komponentov s ohľadom na fázu, kedy daným súčiastkam skončí životnosť a stanú sa odpadom. V tej fáze nastupuje recyklácia. Pri recyklovaní sú niektoré materiály vhodnejšie na tento proces a niektoré menej vhodné. ROD sa zameriava na používanie vhodných materiálov na tento proces. V tretej kapitole je stručný prehľad legislatívnych požiadaviek, ktoré je nutné dodržiavať aby proces recyklácie, ktorý je naozaj široký, správne a bez komplikácií prebehol. Kapitola je rozdelená na normy stanovujúce Európskou úniou, normy stanovujúce Českou republikou spoločne s uvádzanými cieľmi v Pláne odpadového hospodárstva na obdobie rokov 2015 až 2024 a nachádza sa tam uvedený postup pri odovzdávaní vozidla po dobe životnosti certifikovanému spracovateľovi. V štvrtej kapitole je spracovaný predpokladaný vývoj daného odvetvia do budúcnosti, predpoklad materiálov ako aj problémy s ktorými sa toto priemyselné odvetvie môže stretnúť a stretáva v súčasnosti. Jednotlivé kapitoly a podkapitoly sú doplnené obrázkami, grafmi a tabuľkami pre lepšie pochopenie danej problematiky. V Európskej únii sa postupom času darí recyklovať väčší počet automobilov a tým získavať materiály pre výrobu nových súčastí. Hlavnou príčinou môže byť legislatíva, ktorá je pre súčasné ale aj ďalšie obdobia drsnejšia a požaduje vyššiu mieru recyklovateľnosti, ale aj to že sa vyrába z roka na rok väčší počet automobilov a tým vzniká viac autovrakov, ktoré sú novšieho roku výroby a tým sú v nich použité materiály, pri ktorých je recyklácia jednoduchšia.



POUŽITÉ INFORMAČNÉ ZDROJE

- [1] *Výroba automobilů*, [online]. [cit.2015-04-10]. Dostupné z: <http://is.muni.cz/do/ped/kat/fyzika/autem/pages/vyroba.html>
- [2] DULEBOVÁ, Ľudmila a Ján Varga. Recyklačné technológie v automobilovom priemysle. *Strojárstvo*. Žilina: MEDIA/ST, 2011, č.6. Dostupné z: <http://www.engineering.sk/index.php/clanky2/automobilovy-priemysel/301-recyklacnetechnologievap>
- [3] MORELLO, L., ROSTI ROSSINI, L., PIA, G., TONOLI, A., *The Automotive Body*, Volume I:Components Design. Springer Verlag, 2011, s. 14. ISBN 978-94-007-0512-8.
- [4] PILÁRIK, Milan a Jiří PABST. *Automobily: pro obor vzdělání Automechanik*. 3., přeprac. vyd. Praha: Informatorium, 2014, 195 s. ISBN 978-80-7333-100-91.
- [5] STAUBER, R., BAUR, M.: Advanced Materials Technologies Meeting the Challenges of Automotive Engineering. In proc. of FISITA Wolrd Automotive Congress, Seoul, Korea, 12.-15. June 2000
- [6] BARNARD, R.H.: Automotive Engineering Development. In: An introduction to Modern Vehicle Design. Edited by J. Happian-Smith, Printed and bound in Great Britain, Butterworth-Heinemann, 2002, ISBN 07506-5044-3.
- [7] GIRMAN, V, HRABČÁKOVÁ, V., *Kovové materiály automobilových konštrukcií – I. Motor a jeho súčasti*, 2011, ISSN 1337-8953
- [8] OLEXOVÁ, M., KICKOVÁ, M., HERDITZKY, A. PLASTOVÉ KOMPONENTY AKO NEODDELITEĽNÁ SÚČASŤ AUTOMOBILU V DNEŠNEJ DOBE. 12/2008. Dostupné z: <http://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/12-2008/pdf/104-105.pdf>
- [9] BEŇO, Zdeněk. *Recyklace: efektivní způsoby zpracování odpadů*. 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství, Ústav procesního a ekologického inženýrství, 2011, 149 s. ISBN 978-80-214-4240-5.
- [10] JAN, Zdeněk, Bronislav ŽDÁNSKÝ a Jinřich KUBÁT. *Automobily*. 2. vyd. Brno: Avid, 2009, 259 s. ISBN 978-80-87143-13-1.
- [11] HLADNIŠ, Juraj a Jaroslav MAŠEK. LOGISTICKÝ PROCES DEMONTÁŽE CESTNÝCH VOZIDIEL A ICH EKONOMICKÁ VYUŽITELNOSŤ [online]. 2008 [cit. 2015-04-22]. Dostupné z: http://pemerscontacts.upce.cz/10_2008/Hladnis_Masek.pdf
- [12] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *MA ISOH – webový portál: Modul Autovraky Informačního Systému Odpadového Hospodářství* [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <https://autovraky.mzp.cz/autovrak/>
- [13] Recycling of End of Life Vehicles (ELV). [online]. 2006 [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://202-131-94-226.dedsvrs.net/downloads/development/pdf-RecyclingOldVehicles.pdf>



- [14] SOBOTOVÁ, Lýdia a Róbert JENČO. RECYKLÁCIA PNEUMATÍK. 2014, č. 29, s. 73-75. Dostupné z: <http://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/29-2014/pdf/073-075.pdf>
- [15] LIPTAI, Pavol a Alena PAVLÍKOVÁ. Recyklácia plášťov pneumatík a gummy. [online]. [cit. 2015-04-27]. Dostupné z: http://www.autopriemysel.sk/index.php?option=com_content&task=view&id=194&Itemid=118
- [16] GAJDOŠ, Ivan a Lýdia SOBOTOVÁ. Recyklovanie plastových odpadov zo starých vozidiel. [online]. [cit. 2015-04-27]. Dostupné z: <http://www.ecotechnika.sk/ecotechnika-12012/recyklovanie-plastovych-odpadov-zo-starých-vozidiel.html>
- [17] *Recycling Plastics* [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <http://www.all-recycling-facts.com/recycling-plastic.html>
- [18] ŽIVOTNÍ CYKLUS AUTOMOBILOVÉ BATERIE [online]. [cit. 2015-04-27]. Dostupné z: <http://autobaterie.zpetnyodber.eu/?str=zivotniCyklusAutomobiloveBaterie&m=4>
- [19] Restriction of Hazardous Substances Directive. 2001-. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation [cit. 2015-05-12]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Restriction_of_Hazardous_Substances_Directive
- [20] *End Sites Recycling Processes* [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <http://www.batteryrecycling.com/Battery+Recycling+Process>
- [21] NAPA. *Bring your dead car battery back to life—recycle it!* [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <http://www.mnn.com/lifestyle/eco-tourism/sponsorvideo/bring-your-dead-car-battery-back-to-life-recycle-it>
- [22] Wei Deng. *Future Control and Automation Proceedings of the 2nd International Conference on Future Control and Automation (ICFCA 2012) – Volume 2*. Berlin: Springer Verlag, s. 461-466. ISBN 9783642310027.
- [23] Yuchen Lu, James Broughton, Pat Winfield, A review of innovations in disbonding techniques for repair and recycling of automotive vehicles, *International Journal of Adhesion and Adhesives*, Volume 50, April 2014, Pages 119-127, ISSN 0143-7496
- [24] CHEVROLET UK LTD. *RECYCLING ORIENTED DESIGN: DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF MATERIALS "CYCLES" FOR VEHICLE PRODUCTION* [online]. [cit. 2015-05-10]. Dostupné z: <http://www.chevrolet.co.uk/what-drives-us/>
- [25] End-of-life vehicle statistics [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/End-of-life_vehicle_statistics#Further_Eurostat_information
- [26] *Plán odpadového hospodárství České republiky pro období 2015 – 2024*. 2014. Praha. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/poh_cr_prislusne_dokumenty/\\$FILE/OODP-POH_CR_2015_2024_schvalena_verze_20150113.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/poh_cr_prislusne_dokumenty/$FILE/OODP-POH_CR_2015_2024_schvalena_verze_20150113.pdf)



- [27] CZ – Eko S.R.O. *Likvidace Vozů: Ekologická likvidace vozidel* [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <http://www.likvidacevozu.cz/odhlaseni-vozidla.php>
- [28] SDRUŽENÍ AUTOMOBILOVÉHO PRŮMYSLU. *Údaje o registracích vozidel v ČR* [online]. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <http://www.autosap.cz/dalsi-informace/pocty-registrovanych-vozidel-vozidel-v-cr-a-dalsi-udaje/#struktS>
- [29] OEM produkce: http://cs.wikipedia.org/wiki/OEM_produkce. 2001-. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation [cit. 2015-05-12].



Zoznam Použitých Skratiek a Symbolov

ABS	Akrylnitril-butadien styrol
AHSS	Advanced High-Strength Steel – Progresívne vysokopevnostné ocele
Al	Aluminium – Hliník
ASA	Akrylonitril – styrén akrilát
CO ₂	Oxid uhličitý
EÚ	Európska únia
Fe	Ferrum – Železo
FRA	Francúzsko
HSS	High Speed Steel – Rýchlorezná oceľ
MA ISOH	Modul Autovraky Informačného Systému Odpadového Hospodárstva
Mg	Magnesium – Horčík
Mn	Mangán
NEM	Nemecko
OEM	Original Equipment Manufacturer
PA	Polyamid
PC	Polykarbonát
PE	Polyetylén
PMMA	Polymetylmetakrylát
PP	Polypropylén
PS	Plystrén
PU	Polyuretán
PVC	Polyvinylchlorid
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemicals
RoHS	Restriction of Hazardous Substances directive
SAN	Styrol-akronitril kopolymer
Si	Silicium – Kremík
Ti	Titan
UHSS	Ultra High-Strength Steel – Ultra vysokopevné ocele
USA	Spojené štáty americké
VW	Volkswagen



ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr.1 Príklad materiálového zloženia vozidla Škoda Octavia 1,9 TDI [1]	10
Obr.2 Podvozkový rám automobilu Fiat 1500 z roku 1935 [3]	11
Obr.3 Rez bezdušovou pneumatikou 1-plášť, 2-ráfik, 3-tesnenie, 4-ventil [4]	12
Obr.4 Uloženie vlákien nosnej kostry plášťa, diagonálny a radiálny plášť [4]	12
Obr.5 Karoséria osobného automobilu spolu s časťami kapotáže [3]	14
Obr.6 Príklad karosérie súčasnosti - Volvo XC60 z roku 2008 [5]	14
Obr.7 Elektrické zariadenia v motorovom vozidle [10]	16
Obr.8 Konštrukcia oloveného akumulátora [10] 1 - mriežka, 2 - kladná doska, 3 - záporná doska, 4 - skupina kladných dosiek, 5 - skupina záporných dosiek, 6 - pólové mostíky, 7 - článok, 8 - separátor, 9 - nádoba s lištou pre uchytenie, 10 - zátky plniacich otvorov, 11 - pólový vývod, 12 - veko	17
Obr.9 Bezúdržbový akumulátor VARTA [10] 1 - kladná mriežka, 1a - záporná mriežka, 2 - kladná doska, 3 - záporná doska, 4 - skupina kladných dosiek, 5 - skupina záporných dosiek, 6 - pólové mostíky, 7 - článok, 8 - separátor, 9 - nádoba s lištou pre uchytenie, 10 - zátky plniacich otvorov, 11 - pólový vývod, 12 - veko akumulátora, 13 - labyrint pre vysušanie plynov, 14 - antidetonačné poistky, 15 - ochranný kryt	18
Obr.10 Popis percentuálneho podielu jednotlivých plastov v automobile [8]	19
Obr.11 Použitie plastov v exteriéri vozidla [8]	20
Obr.12 Schéma procesu spracovania starého vozidla [11]	23
Obr.13 Sklad vozidiel pripravených na likvidáciu [12]	23
Obr.14 Trhací lis [13]	26
Obr.15 Triedenie materiálu [13]	27
Obr.16 Schéma procesu spracovania odpadových plastov [16]	28
Obr.17 Recycling oriented design v automobilke Chevrolet [24]	31
Obr.18 Štruktúra parku osobných automobilov v ČR	36
Obr.19 Vývoj používaných materiálov v automobiloch v rozmedzí rokov 1977 - 2011 [23].	37



Zoznam tabuliek

Tab.1 Materiálová štruktúra priemerného európskeho automobilu	10
Tab.2 Počet automobilov po dobe životnosti	33
Tab.3 Percentuálne vyhodnotenie recyklovateľnosti automobilov v jednotlivých štátoch EÚ	34
Tab.4 Ciele pre rok 2015 a ďalej – využitie recyklovaných materiálov	35