

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin



**Optimalizace způsobu ekologické recyklace autovraků
Diplomová práce**

Autor práce: Bc. Viktorie Vítková

Obor: Technologie zpracování a využití odpadů

Vedoucí práce: Ing. Pavel Švehla, Ph. D.

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Optimalizace způsobu ekologické recyklace autovraků" jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor(ka) uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12.4.2019

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Pavlu Švehlovi, Ph. D. za cenné připomínky při zpracování této práce. Za možnost implementace návrhu a odborné praxe zpracovateli zařízení a poskytnutí exkurze v zařízení CZ EKO s.r.o.

Optimalizace způsobu ekologické recyklace autovraků

Souhrn

Narůstající výroba a užívání automobilů má zásadní dopad na globální oteplování. V současné době otázky, týkající se ochrany životního prostředí a změn klimatu, vyvolaly potřebu snížit spalování fosilních paliv, a tak přísnější právní předpisy týkající se emisí vozidel tlačí výrobce navrhovat vozidla s nižší spotřebou paliva. Aby splnily regulace emisí CO₂, snižují celkovou hmotnost vozidla. V konstrukci karoserie se využívají kombinace různých lehkých materiálů a vláken z polymerů. Díky snižování hmotnosti automobilů při výrobě a využívání lehkých BIW karoserií došlo zdánlivě k zlepšení dopadu na globální oteplování snížením emisí. Nicméně byla identifikována větší produkce odpadů. Autovrak patří mezi nebezpečné výrobky a jeho zpracování má vliv na životní prostředí. Proto je důležité dbát na ekologický přístup, recyklaci a využívání získaných komodit. Častou praxí bývá, že majitel odevzdá vůz zpracovateli, který následně autovrak předá bez nebezpečných částí na kovošrot (šrédr). Tímto způsobem nakládání však dochází ke ztrátám materiálů. Pokud má být zajištěn při zpracování autovraků ekologický přístup a pokud má dojít k zefektivnění recyklace materiálů pro zachování primárních surovin a ochranu životního prostředí, je nutné autovrak podrobit demontáži a získané komodity lokálně zpracovávat a využívat ve výrobě.

Z globálního hlediska díky častému dovozu ojetých vozidel do zemí jako je Česká republika, vyplývá, že nakládání s autovraky závisí na umístění posledním majitelem a nežádoucí dopady plynoucí z multimateriálové konstrukce se odrážejí v odpadovém hospodářství v místě odevzdání autovraku na zpracování. Ekonomické pobídky hrají významnou roli v současném systému nakládání s autovraky. V České republice dotační program podporuje a proplácí pouze 700 Kč (za autovrak) za předané pneumatiky, sklo, plasty a textilie. Proto zpracovatelé volí technologii zpracování autovraků založenou na drtiči. Pokud jsou dostupné skládky díky nízkému skládkovacím poplatku, je následně efektivnější zpracovávat autovrak technologií šředování a lehkou výstupní frakci skládkovat. Pro stabilní systém nakládání s autovraky v ČR je třeba, aby byl pod garancí státu vytvořen Recyklační fond pro autorizovaný systém sběru, zpracování a využití materiálů z autovraků.

Optimalizace ekologické recyklace autovraků navržená v rámci této diplomové práce je založena na třífázové demontáži s předáním čisté karoserie na šrédr. Díky navrhované třífázové demontáži bylo získáno v zařízení více komodit pro materiálové využití, které je možné uplatnit pro recyklaci. Tím došlo k minimalizaci odpadů předaných na skládku. Zavedení optimalizace ekologické recyklace autovraků poskytuje environmentální zisky od ztrát materiálů ze šředování po rozsáhlé používání primárních zdrojů při výrobě.

Klíčová slova: autovrak, nakládání s autovraky, recyklace, demontáž, opětovné použití, materiálové využití, demontážní linka

Optimization of the Method of Ecological Recycling of Automotive Vehicles

Summary

Increasing production and use of cars has a major impact on global warming. Currently, issues related to environmental protection and climate change have raised the need to reduce fossil fuel combustion, and so tighter vehicle emissions legislation is pushing manufacturers to design vehicles with lower fuel consumption. In order to meet the CO₂ emission regulations, they reduce the total weight of the vehicle. The body design uses a combination of different lightweight materials and polymer fibres. Reducing the weight of cars in manufacturing and using lightweight BIW bodies seemed to improve the global warming impact by reducing emissions. However, greater waste production has been identified. The car wreck is a dangerous product and its processing has an impact on the environment. That is why it is important to pursue ecological approach, having recycling and use of acquired commodities in mind. It is common practice for the owner to hand over the car to the processor, who then passes the car wreck without dangerous parts to the scrapyard. This way of handling, however, leads to material losses. If an ecological approach is to be ensured in the processing of car wrecks and the recycling of materials for the preservation of primary raw materials and environmental protection is to be made more effective, the wreck must be dismantled and the obtained commodities must be processed locally and used in production.

From a global point of view, due to the frequent export of second-hand vehicles to countries such as the Czech Republic, car wreck management depends on the location by the last owner and the undesirable effects of multimaterial construction are reflected in waste management at the point of delivery of the car wreck for processing. Economic incentives play an important role in the current car wreck management system. In the Czech Republic, the subsidy program supports and pays only CZK 700 (for car wrecks) for handed-over tires, glass, plastics and textiles. Therefore, processors choose the technology of car wreck processing based on crushers. If junkyards are available due to the low junkyard charge, it is then more efficient to process the car wreck by scrapping and store just the light output fraction. For a stable system of car wreck management in the Czech Republic, a Recycling Fund for an authorized system for collecting, processing and utilization of materials from car wrecks should be created under the guarantee of the state.

Optimizing the ecological recycling of car wrecks is based on three-phase dismantling with the hand over of a clean body to the drill. Due to the proposed three-phase dismantling, more material recovery commodities have been obtained in the plant for recycling. This minimized the waste sent to junkyard. The introduction of the optimization of the ecological recycling of car wrecks provides environmental benefits from the loss of materials from scrapping up to extensive utilization of primary sources in production.

Keywords: car wreck, car wreck handling, recycling, dismantling, reuse, material utilization, dismantling line

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce.....	2
2.1	Hypotéza.....	2
3	Literární rešerše	3
3.1	Autovraky	3
3.2	Recyklační cíle	6
3.3	Postupy zpracování autovraku.....	7
3.3.1	Příjem vozu	8
3.3.2	Odsávání provozních kapalin a vyjmutí nebezpečných částí.....	8
3.3.3	Vyjmutí katalyzátoru a skel.....	9
3.3.4	Šředrování.....	9
3.3.5	Demontáž.....	9
3.4	Komodity získané zpracováním autovraků	10
3.4.1	Karoserie	13
3.4.2	Plasty.....	14
3.4.1	Pneumatiky	15
3.4.2	Akumulátory	16
3.4.3	Katalyzátory	16
3.4.4	Provozní kapaliny a oleje	16
3.4.5	Sklo.....	17
3.4.6	Textilie.....	17
3.5	Nakládání s autovraky v zahraničí.....	18
4	Zhodnocení podkladových údajů	21
5	Vlastní projekt	22
5.1	Implementace návrhu optimalizace ekologické recyklace autovraků v zařízení 22	
5.1.1	První fáze demontáže	24
5.1.2	Druhá fáze demontáže.....	25
5.1.3	Třetí fáze demontáže	26
5.2	Systém nakládání s autovraky v rámci odpadového hospodářství v ČR	29
5.3	Návrhy pro úpravu legislativního prostředí	32
6	Diskuze	34
6.1	Dopad optimalizace ekologické recyklace autovraků v zařízení.....	34

6.1.1	Legislativní podpora ekologické recyklace autovraků v rámci odpadového hospodářství ČR.....	34
6.2	Vliv výroby automobilů na recyklaci autovraků.....	36
6.2.1	Recyklovatelnost autovraků	37
7	Závěr	38
8	Literatura.....	39
9	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	42
10	Samostatné přílohy	I

1 Úvod

Česká republika je na 5. místě v Evropě a na 17. místě ve světě ve výrobě motorových vozidel. V roce 2017 bylo v ČR vyrobeno 1,4 mil. motorových vozidel. Stejně jako každý výrobek, tak i automobil má svou životnost. Automobily na konci své životnosti, nebo jinak nazývány pojmem autovraky, jsou závažným narůstajícím problémem.

Narůstajícím především proto, že počet autovraků se zvyšuje neustálou navyšující se výrobou a dovozem ojetých automobilů. Narůstající výroba a užívání automobilů má zásadní dopad na globální oteplování. V současné době otázky, týkající se ochrany životního prostředí a změn klimatu, vyvolaly potřebu snížit spalování fosilních paliv, a tak přísnější právní předpisy dle Nařízení Komise (EU) č. 136/2014 ze dne 11. února 2014, kterým se mění směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/46/ES, nařízení Komise (ES) č. 692/2008 z hlediska emisí z lehkých osobních a z užitkových vozidel (Euro 5 a Euro 6) a nařízení Komise (EU) č. 582/2011 z hlediska emisí z těžkých nákladních vozidel (Euro VI), týkající se emisí vozidel tlačí výrobce navrhovat vozidla s nižší spotřebou paliva. Aby splnily regulace CO₂ emisí snižují celkovou hmotnost vozidla.

Nižší hmotnost vozidla byla docílena výběrem lehčích materiálů v konstrukci automobilu. Proto je důležité se zaměřit na optimalizaci ekologického zpracování tak složitého výrobku, který obsahuje mimo jiné i nebezpečné látky a jeho vliv ve fázi na konci své životnosti má dopad na životné prostředí. Díky rozmanitému složení se autovrak stává ukázkovým modelem toků materiálů v celém odpadovém hospodářství pro nalézání optimalizace materiálového využití, které bude do budoucna prioritou.

2 Cíl práce

Záměrem práce je vytvořit nový systém recyklace autovraků v konkrétním podniku zabývajícím se ekoliquidací vozů. Cílem diplomové práce je zhodnotit současný stav nakládání s autovraky a navrhnout opatření vedoucí k jeho optimalizaci z pohledu ochrany životního prostředí i ekonomiky provozu. Práce bude mapovat možnosti dosažení opětovného použití a využití získaného materiálu při zpracování autovraků. Na základě získaných poznatků práce poukáže na možné změny pro zlepšení způsobu ekologické recyklace, přičemž diskutovány budou i možnosti úpravy stávajících legislativních předpisů.

2.1 Hypotéza

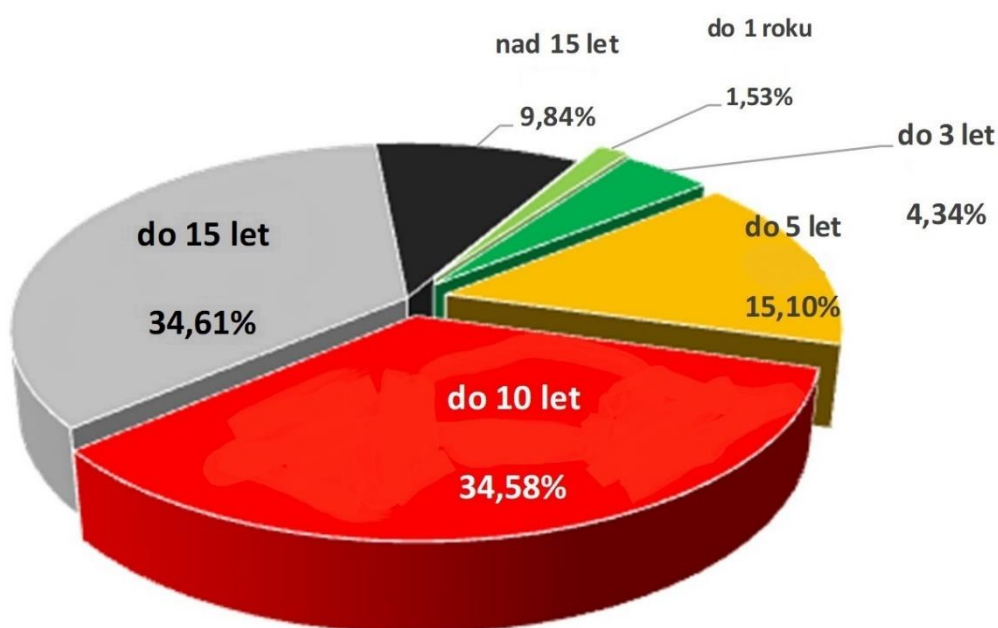
1. Optimalizací ekologického zpracování autovraků vznikne více komodit pro recyklaci
2. Zajištěním vyššího financování zpracovatelů autovraků se optimalizuje recyklace a nežádoucí dopady na životní prostředí

3 Literární rešerše

3.1 Autovraky

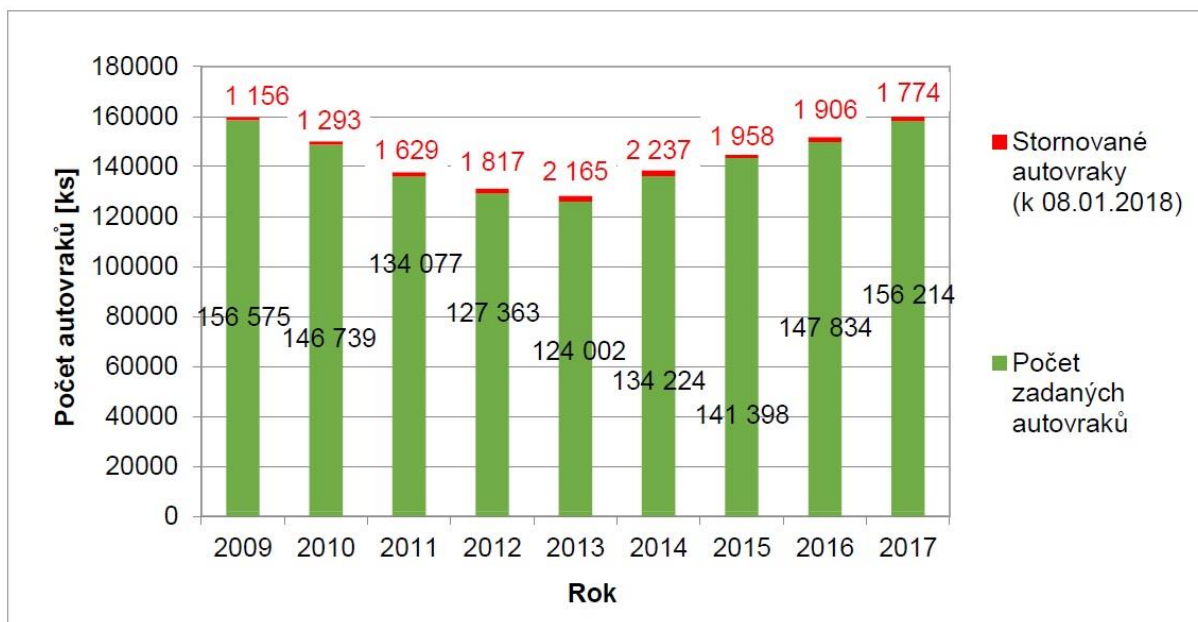
Rychlé tempo vývoje automobilové techniky způsobilo nárůst autovraků jako významný odpadní tok, který se průběžně navyšuje (Andersen et al. 2008). Trend nárůstu a spotřeby automobilů byl zaznamenán již dříve. V roce 2004 se zpracovával Realizační program ČR č. 4 - Nakládání s autovraky, ve kterém se předpokládalo dosažení hranice 4 milionů automobilů v letech 2010 až 2012. Nicméně této hranice bylo dosaženo již v roce 2006 (Polívka et al. 2007).

Z grafu na Obrázku 1, který znázorňuje věkovou strukturu automobilů při první registraci, je zřejmé že v ČR převládá využívání starších automobilů ve věku do 10 let a 15 let. Zastoupení mladších automobilů do 5 let je podstatně nižší. Věková struktura vozového parku je důležitým vlivem na konečné zpracování. Po užití starších vozů, které převládají, vznikají tzv. „staré“ autovraky ve stáří kolem 15-20 let. Pod touto věkovou hranicí se řadí autovraky „mladé“, tedy autovraky do 10 let stáří.



Obrázek 1: Graf znázorňující věkovou strukturu prvních registrací automobilů v roce 2015 v ČR (AutoSap)

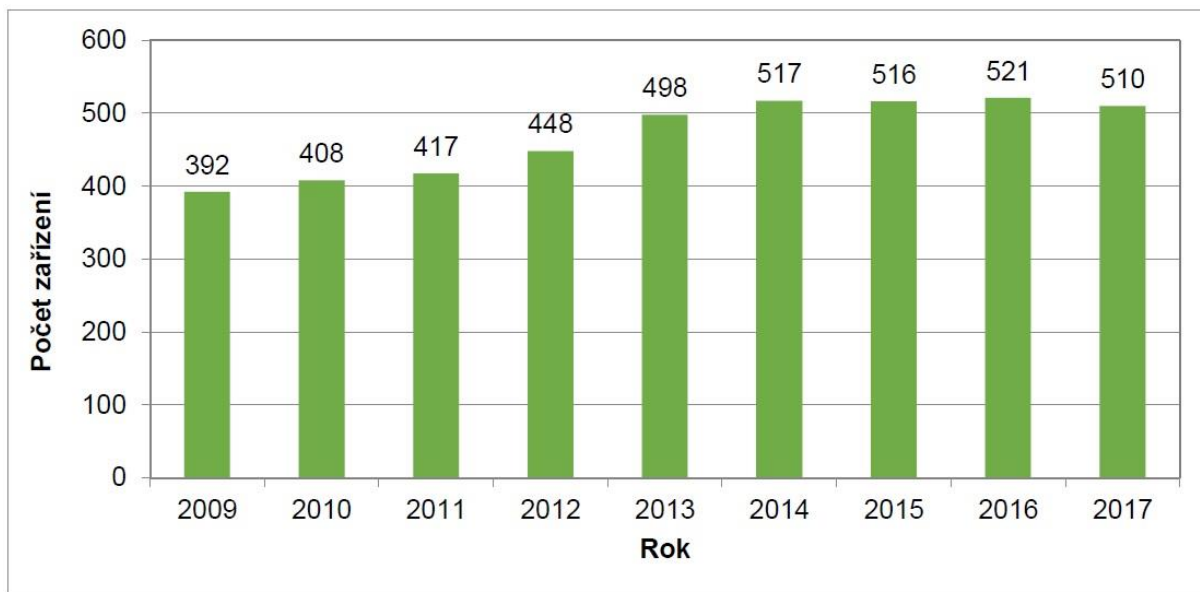
V roce 2009 v ČR bylo evidováno 156 tisíc autovraků prostřednictvím 392 zařízení. V následujících letech počet přijímaných autovraků meziročně klesal (viz obr.č.2), a to až na 124 tisíc v roce 2013. Od roku 2014 dochází k nárůstu počtu přijímaných autovraků, a to na 156 tisíc v roce 2017. Průměrné stáří autovraků evidovaných v systému MA ISOH kleslo z 20,5 let v roce 2009 na 19,7 let v roce 2017.



Obrázek 2: Graf znázorňující počet evidovaných a stornovaných autovraků v systému MA ISOH v období 2009-2017 (Ministerstvo životního prostředí 2017)

Na Obrázku 2 je vidět, že dochází každoročně ke stornu autovraků ze systému. Ke stornu autovraku může dojít, pokud zpracovatel zadá špatné údaje a chce jej opravit. Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů (dále jen „zákon o odpadech“) ukládá výrobcům a akreditovaným zástupcům dovozců povinnosti uzavřít písemnou smlouvu s osobami oprávněnými ke sběru, výkupu, zpracování, případně využívání a odstraňování vybraných autovraků. Dochází k situacím, kdy zpracovatel autovraků v podstatě není schopen pro nezáměr, někde i aroganci ze strany dovozce a výrobce uzavřít smluvní písemný vztah pro povolení k činnosti na zpracování autovraků, což omezuje vznik nezávislých zpracovatelských zařízení mimo režim výrobců a dovozců (Petr 2004).

Ministerstvo životního prostředí (2017) uvádí, že na začátku roku 2018 mělo celkem 587 zařízení dle Registru zařízení platný souhlas k provozování zařízení ke sběru či zpracování autovraků. Nicméně z tohoto počtu bylo v posledních třech měsících roku 2017 aktivních 487 zařízení. Přesto 510 zařízení (viz obr.č.3) v tomto roce přijímalo autovraky.



Obrázek 3: Grafické znázornění počtu zařízení, které přijímaly autovraky na zpracování v letech 2009- 2017 (Ministerstvo životního prostředí 2017)

Recyklace autovraků hraje důležitou roli při maximalizaci využití materiálů, které se mohou případně znovu použít při výrobě automobilů. Míra efektivity recyklace je ovlivněna kombinací materiálů a spojovacích technik při výrobě. Většina současných recyklačních zařízení je pouze schopna využít z autovraků kov (Sakai et al. 2014). Technologie šředrování je popsána v kapitole 3.3.4. Tato technologie je nejvíce používaným recyklačním procesem k obnově cenných kovů díky nízkým nákladům (Soo et al. 2015).

Nicméně rostoucí využití lehkých materiálů v konstrukci vozidel, kterou se zabývá kapitola 3.4, vede k potřebě obnovování jiných materiálů, jako jsou plasty pro plnění recyklačních cílů. Recyklační cíle popisuje kapitola 3.2. Přestože bylo provedeno mnoho výzkumů pro zlepšení recyklačních technologií, stále nedochází k optimálnímu zavádění recyklačních firem a procesů do praxe (Soo et al. 2015).

3.2 Recyklační cíle

Od 1. ledna 2015 platí v ČR pro zpracovatele autovraků povinnost vybrané autovraky opětovně použít a materiálově využít nejméně v míře 95 % průměrné hmotnosti všech vybraných vozidel převzatých za kalendářní rok. Pouze 5 % z hmotnosti autovraku je možné skládkovat či spalovat bez energetického využití. Toto nařízení by mělo vytvářet tlak na efektivitu recyklace autovraků a potřebu zlepšovat recyklační technologii (Ministerstvo životního prostředí 2018).

Z 95% povinnosti opětovného použití a materiálového využití smí zpracovatel 10 % z hmotnosti autovraků předat k energetickému využití. Zbýlých 85 % musí být opětovně použito a materiálově využito. Opětovným použitím se rozumí, že části autovraků jsou znovu použity ke stejnému účelu, ke kterým byly původně určeny. Opětovné použití se v praxi zajistí prodejem náhradních dílů. Zbylé komodity z autovraků musí být předány k materiálovému využití na recyklaci a dalším způsobům využití jako materiálu (Ministerstvo životního prostředí 2018). Pro výpočet naplnění recyklačních cílů slouží vzorce (viz Příloha VIII a IX).

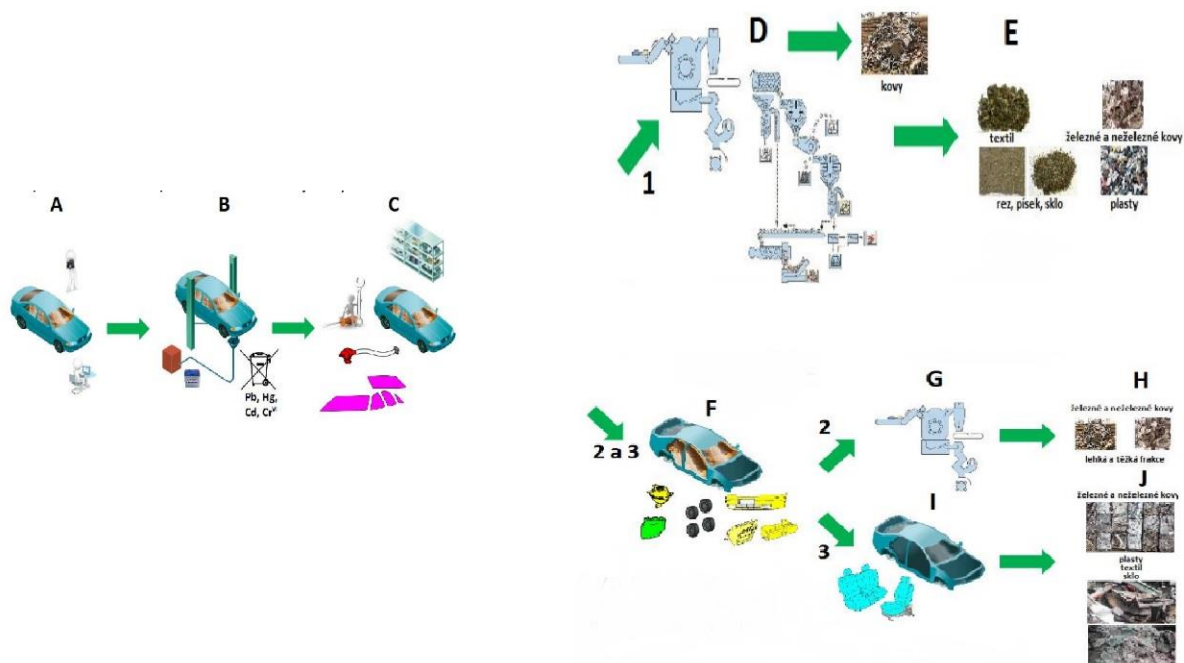
Recyklační cíle stanovuje směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/53/ES o vozidlech s ukončenou životností. Směrnice zahrnuje různé aspekty od výroby vozidel k recyklačním etapám, které jsou založeny na zásadě subsidiarity, tedy principu politické zásady, podle níž se má rozhodování a zodpovědnost ve veřejných záležitostech odehrávat na tom nejnižším stupni veřejné správy, který je nejbližší občanům, a na principu rozšířené odpovědnosti výrobců. Zásada subsidiarity je však definována jako plnění směrnice pokyny založenými na individuálním přístupu členského státu EU. To vede k rozdílům v přístupech v nakládání s autovraky k dosažení souladu s právními předpisy (Soo et al. 2017).

Do recyklačních cílů se dle Rozhodnutí Komise 2005/293/ES nezapočítává hmotnost paliva. V případě nesplnění těchto cílů se provozovatel zařízení vystavuje možnosti sankcí, které mohou vést až k odebrání souhlasu k provozování zařízení.

3.3 Postupy zpracování autovraku

Pro účel optimalizace ekologické recyklace autovraků jsou v této kapitole popsány možné způsoby nakládání s autovraky. V praxi se používá pojem „likvidace“, nicméně postupy nakládání s autovrakem by měli být chápány jako zpracování autovraku pro získání materiálů k opětovnému použití a materiálovému využití, tak jak ukládá zákon o odpadech a Recyklační cíle dané směrnicí (viz kapitola 3.2.).

Naopak pojem „likvidace“ vyjadřuje postup odstraňování autovraku, který s ekologickým přístupem nemá tolik společného. Ministerstvo životního prostředí (2018) vydalo metodický pokyn: Stručná příručka k evidenci odpadů vzniklých ze zpracování vybraných autovraků. Z tohoto metodického pokynu, který je aktuální verzí, vychází tato kapitola. Doporučené postupy nakládání s autovraky znázorňuje Obrázek 4.



Obrázek 4: Schéma postupů zpracování autovraku (Ministerstvo životního prostředí 2018)

Obrázek 4 znázorňuje schéma postupů zpracování autovraku ve 3 možných fázích, které jsou dle Ministerstva životního prostředí v souladu se zákonem o odpadech a vedou ke splnění recyklačních cílů (viz kapitola 3.2.). První fáze označená body A, B, a C, znázorňuje kroky, které je nutné provést u každého autovraku, bez rozdílu další technologie.

Tyto kroky jsou popsány níže v kapitole 3.3.1; 3.3.2 a 3.3.3. Po této fázi následují možné technologické postupy znázorněné na Obrázku 4 šipkami popsané čísly 1; 2 a 3. Technologický postup číslo 1 je postupem technologií šředrování (viz kapitola 3.3.4.) Jako třetí možnou fází nakládání s autovrakem je demontáž (viz kapitola 3.3.5.).

Na Obrázku 4 Ministerstvo doporučuje demontovat pneumatiky včetně rezervy dále objemné konstrukční části, jako nárazníky, nádrže a části strojové nesky. Tento postup

znázorňuje bod F na Obrázku 4. Takto demontovaný autovrak se předá na šrédř, který je znázorněn bodem G. Výstupním materiálem označeným bodem H na Obrázku 4 jsou jednak železné a neželezné kovy a drahak lehké a těžké frakce.

Dalším možným postupem, který je označen bodem I, je z autovraku demontovat autosedačky, elektroinstalaci a další části do úplného rozebrání na čistou karoserii. Výstupní materiály z tokové demontáže jsou kovy, plasty, sklo, textil, molitan, které jsou označeny na Obrázku 4 bodem J.

3.3.1 Příjem vozu

Na příjmu se autovrak vždy zváží. Vystaví se potvrzení o převzetí vozu a zhotoví se fotodokumentace. Tento krok postupu je znázorněn na Obrázku 4 pod bodem A.

3.3.2 Odsávání provozních kapalin a vyjmutí nebezpečných částí

Tento krok postupu je velice důležitý. Na Obrázku 4 ho znázorňuje bod B. Autovrak patří mezi nebezpečné odpady, jelikož obsahuje části, které se řadí do kategorie N – nebezpečné odpady. Z toho důvodu musí být z autovraku odčerpány provozní náplně a demontovány nebezpečné části.

Mezi nebezpečné provozní kapaliny spadají motorové, převodové a mazací oleje, emulze, brzdové kapaliny a nemrzoucí kapaliny. Kapaliny se do ostřikovačů se odsává pomocí odsávacích sond. Provozní kapaliny jsou odčerpávány, tak aby byly odděleně shromažďovány. Při vypouštění kapalin ze všech systémů autovraku se kapaliny buď odčerpají, nebo se vypustí do maximální možné míry.

Chladicí prostředky klimatizace se vypouští pomocí uzavřeného systému. K vypouštění provozních náplní z uzavřených nádrží se použije odsávací zařízení, v případě nádrží bez výpustných otvorů se vytvoří otvor umožňující gravitační vypouštění. V chladicím systému vozidla se většinou používá chladicí kapalina na bázi ethylenglykolu. V motoru a převodovce vozidla se nachází starý olej. V palivových nádržích vozidla se nachází různé množství paliva. Benzín je kapalina I. třídy hořlavosti (nafta III. třídy), směs pohonných hmot je pak hořlavinou I. třídy. Dále musí být před dalším zpracováním autovraku odstraněn olej z tlumičů. Brzdová kapalina se nachází v každém vozidle s kapalinovými brzdami. Bartoška (2002) dále uvádí, ačkoliv je množství kapaliny ve vozidle poměrně malé, zpravidla do 1 litru, neměla by se brzdová kapalina míchat s ostatními náplněmi.

Mezi nebezpečné části, které musí být demontovány patří olejové filtry, olověné akumulátory a zářivky, nádrže na zkapalněný plyn, airbasy, části obsahující olovo, rtuť, kadmium a šestimocný chrom. Poté se znehodnotí VIN (vehicle identification number) kód.

3.3.3 Vyjmutí katalyzátoru a skel

Dle pokynu Ministerstva životního prostředí je vždy nutné vyjmout z autovraků katalyzátor a skla. Tento postup znázorňuje na Obrázku 4 bod C. Tyto části je nutné předat k opětovnému použití či materiálovému využití.

3.3.4 Šředrování

Nejstarší způsob a současně do dnes nejpoužívanější technologie zpracování starých vozidel je jejich drcení, resp. šředrování. Technologie šředrování vznikla koncem padesátých let z důvodu vypořádání se s rostoucím počtem vyřazených automobilů (Dulebová & Varga 2011).

Autovrak bez nebezpečných částí, částí k opětovnému použití, skla a katalyzátoru se předá na šředrování. Společným působením rotoru s kladivý a tzv. kovadliny dochází k drcení odpadu. Vynášení nadrceného odpadu se děje přes rošt, umístěný ve spodní části pracovní skříně. Kusy šrotu, které zůstaly v drticím prostoru, jsou vrhány proti pancéřovému vyložení, přitom jsou částečně deformovány a drceny. Aby nedošlo k poškození drtiče nedrtitelnými kusy odpadu, je drtič opatřen vyhazovacím zařízením, obvykle hydraulicky ovládanou klapkou. Některé drtiče mívají před násypkou zařízení na předúpravu (stlačení) rozměrného šrotu. Technologie šředrování je hojně využívána, protože je schopná zpracovat odpad z v průmyslovém měřítku (Howarth et al. 2014)

Nadrcený materiál je tvořen velmi malými gumovými, plastovými, textilními, skleněnými a lakovými částicemi, které jsou smíchány s kovovým prachem. Tato výstupní frakce je dále dopravována pásovými dopravníky k magnetické separaci, kde je oddělována na základní frakce magnetickou a nemagnetickou. Podle informací MŽP se v ČR dotřídovací linka na nemagnetickou frakci po šředrování zatím nenachází (Ministerstvo životního prostředí 2018).

3.3.5 Demontáž

Demontáž je manuální variantou procesu zpracování autovraků do čisté karoserie. Cílem demontáže je oddělit díly, které se dají opětovně použít, a materiály na materiálové využití. Důležitým faktorem, který zvýhodňuje ruční demontáž, je vysoká čistota koncových materiálů. Demontáž autovraků je však nákladnou záležitostí vzhledem k časové náročnosti (Hladniš & Mašek 2008).

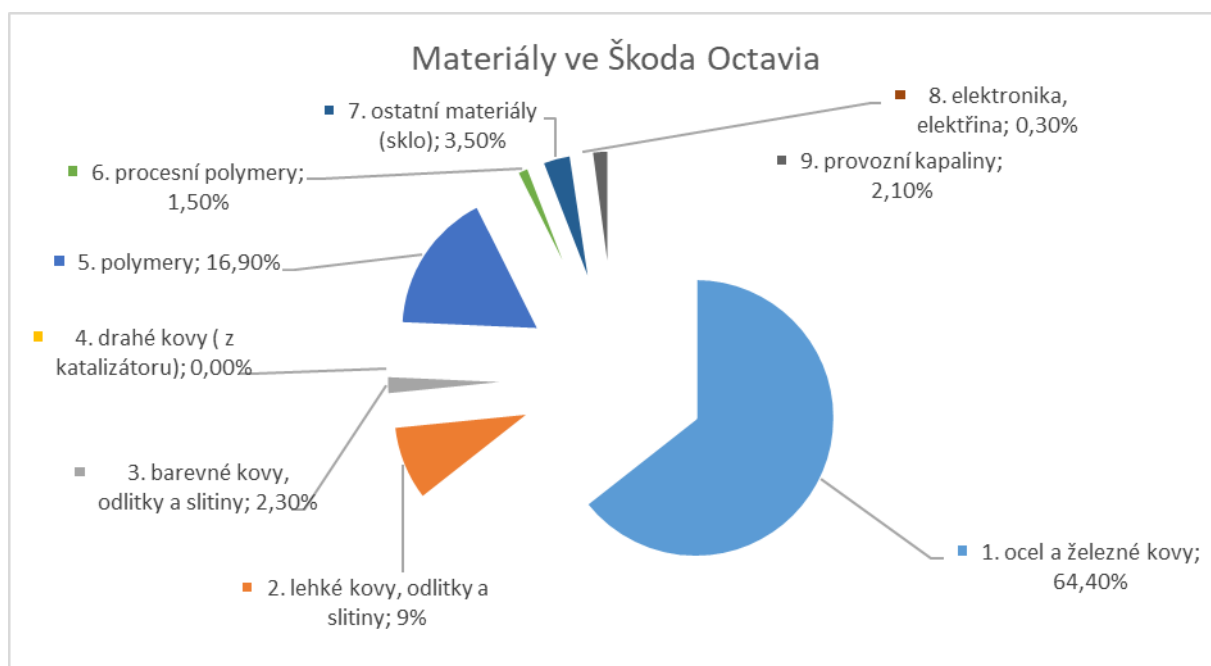
3.4 Komodity získané zpracováním autovraků

V kapitolách výše bylo popsáno, jakými způsoby a postupy se smí nakládat s autovraky, tak aby došlo k naplnění recyklačních cílů opětovného použití a materiálového využití. Obrázek 4 představuje dva hlavní technologické postupy nakládání s autovraky. Z obrázku je zřejmé že z každé technologie jsou získány jiné komodity. Výnosy jsou na Obrázku 4 značeny body: E, H a J. Z výše uvedeného vyplývá, že množství a vlastnosti komodit získaných ze zpracování se liší zvolením technologických postupů.

Jako z každého výrobku na konci své životnosti, tak i z autovraku po zpracování vznikají komodity či materiály, jejich čistota je však silně ovlivněna materiálovým složením autovraku. Materiálové složení je dáno při výrobě automobilů. Jak bylo v úvodu řečeno, současný trend ve výrobě je odlehočování konstrukce automobilu pro snižování spotřeby pohonných hmot.

Ocelovou konstrukci nahradila odlehčená konstrukce BIW z anglického slova **Body-In-White** (dále jen BIW). BIW je výstužná konstrukce, která je tvořena směsí lehkých kovů a vláken z polymerů. Již Davies (2012) ve své knize upozorňuje na značný rozvoj plastů a díky lehkým vlastnostem k jejich využívání v konstrukci automobilů.

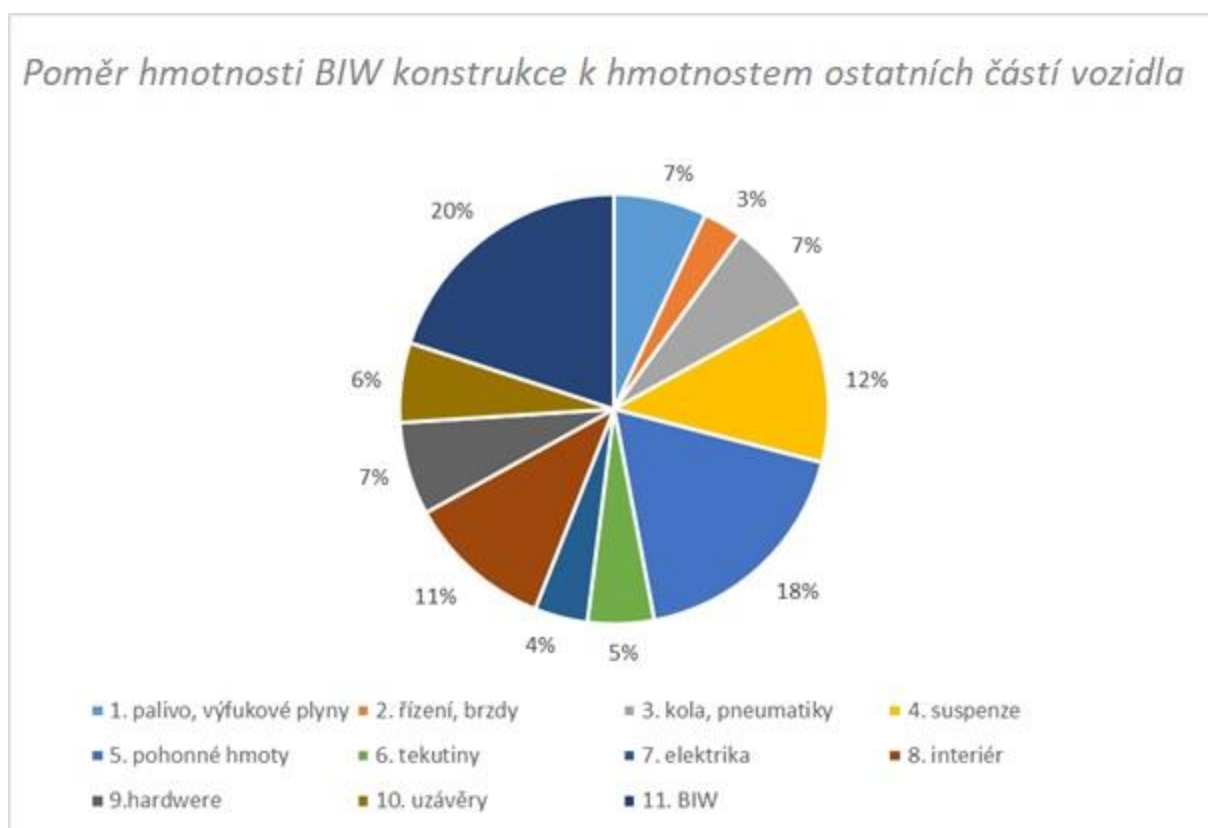
Automobil jako celek se skládá z více částí, které jsou vyrobené z různých materiálů. Proto v úvodu bylo poukázáno na autovrak jako vhodný model pro sledování toků materiálů v systému odpadového hospodářství. Na Obrázku 5 je grafické znázornění materiálů v automobilu Škoda Octavia (Masarykova univerzita 2010).



Obrázek 5: Grafické znázornění materiálů ve Škoda Octavia (autor)

Z Obrázku 5 je zřejmé, že největší materiálové zastoupení tvoří kovy s 64, 40 % a polymery s 16, 90 %. Největší materiálové zastoupení z autovraku se nachází v karoserii. Obrázek 6 znázorňuje moderní typ karoserie BIW, která zaujímá 20 % hmotnosti k hmotnosti celého automobilu.

Bez ohledu na jiné úspěšné přístupy, jako je vylepšení kvalita paliva, vývoj vysoce výkonných motorů a systému vstřikování paliva, je snížení hmotnosti automobilu využívané, díky efektivitě dopadu snížení hmotnosti o 10 % se zlepši úspora paliva o 6,8 % (Kiani et al. 2014).



Obrázek 6: Grafické znázornění poměru hmotnosti kostrukce karoserie BIW k hmotnostem ostatních částí vozidla při celkové hmotnosti vozu 1 400 kg (autor)

Karoserie je tedy největším zdrojem nejtěžší komodity získané zpracováním autovraku. Taktěž Bouchal & Závada (2003) uvádějí procentuální zastoupení materiálů v autovraku v tabulce č.1.

Tabulka 1: Materiálové složení v autovraku (Bouchal 2003)

ocel	55 %
litina	12 %
hliník	6 %
barevné kovy	3 %
plasty	8 %
guma	4 %
sklo	3 %
kapaliny	6 %
ostatní	3 %

Materiály, které jsou získány zpracováním autovraku jsou dle zákona o odpadech nazývány odpady. Soupis odpadů vznikajících zpracováním autovraků je uveden v Příloze I. Nicméně v metodických pokynech Ministerstva životního prostředí jsou materiály nazývány jako komodita. Tento rozkol v pojmu vychází ze zákona o odpadech ve stanovení pojmu odpad. Pro účely práce, která hledá optimalizaci ekologické recyklace je stanoven pro odpady pojem komodita, jelikož komodity získané zpracováním jsou dále uplatňovány pro následné využití.

Zpracovatel autovraků je povinen předávat níže popsané komodity pouze do zařízení, která mají oprávnění s touto komoditou nakládat a zároveň musí sledovat jejich další skutečné využití v souladu s článkem 1 odst. 1 rozhodnutí Komise 2005/293/ES (Ministerstvo životního prostředí 2018). V ČR jsou v provozu dva šrédry od firmy PWH umístěné na Kladně a v Tlumačově, kde je možné zpracovávat karoserie z autovraků. Ministerstvo životního prostředí aktualizuje seznam zpracovatelů komodit vzniklých při zpracování autovraků (viz Přílohy II- VII).

3.4.1 Karoserie

Karoserie je konstrukčním rámem vozu. Proto musí být robustní, aby zajistila většinu bezpečnosti cestujících ve vozidle. Karoserie je kostra automobilu, která zajišťuje konstrukční integritu i sílu automobilu a vytváří základní identitu a estetický vzhled vozu (Davies 2012).

Ocel má výjimečnou všestrannost z hlediska tvarovatelnosti, pevnosti a nákladů. Hlavní výhody oceli jsou nízké náklady, snadné tvarování, snadné spojování, recyklovatelnost, dobrá absorpce nárazové energie. Nicméně je těžší než alternativní materiály a pomalu je nahrazována materiály s vysokým poměrem pevnosti k hmotnosti, jako je hliník. Konstrukce z hliníku a oceli umožňuje vyšší tvarovatelnost, a snižuje hmotnost. Hmotnost může být díky hliníku oproti oceli přibližně poloviční. Za účelem snížení nákladů a zlepšení tvarovatelnosti se do karoserií přidávají slitiny. Slitiny hliníku a hořčíku jsou lépe tepelně zpracovatelné (Ehrenberger 2013), což přináší značný stupeň vytvrzování. Slitina s přísadami hořčíku a křemíku se osvědčila jako nejvšestrannější a používá je většina výrobců automobilů, kteří používají hliník v Evropě. Poskytuje kombinaci dobrých vlastností v protahování a tažení, a také odolnost proti otěru a konzistentní povrch (Davies 2012)

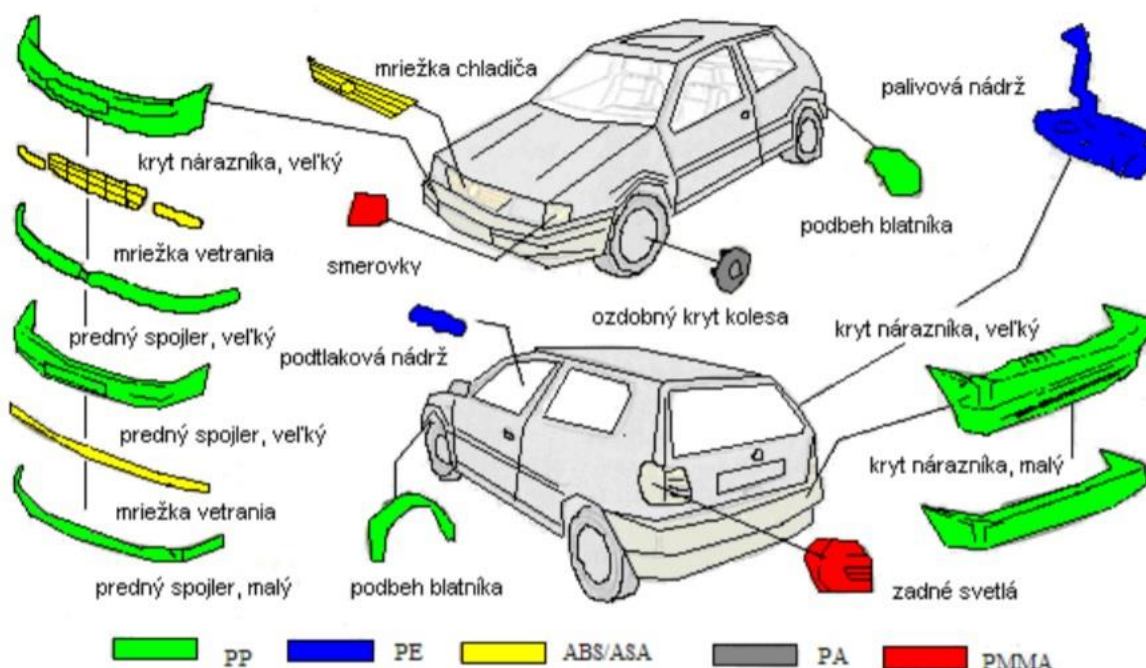
Mezi další materiály v karosérii patří kompozity – uhlíková vlákna. Kompozity se skládají ze dvou nebo více odlišných materiálů, které při kombinaci vytvářejí vlastnosti, jež jsou jinak nedosažitelné jedno-materiálovými komponenty (Zoepf 2011). Hlavními kompozity v automobilech jsou vyztužené plasty. Hlavní výhodou kompozitů je jejich relativně vysoká pevnost a nízká hmotnost, výborná odolnost proti korozi, tepelné vlastnosti a rozměrová stabilita. Pevnost polymerního kompozitu se zvýší s podílem vláken v materiálu a je ovlivněna orientací vláken. Konstrukce s kompozity se vyznačují vysokou pevností a tuhostí a zároveň snižují hmotnost záměnou za ocel až o 50 % (Davies 2012). Díky současné vícevrstevní konstrukci karosérie se maximalizoval potenciál automobilu a snížila se hmotnost (Soo et al. 2015).

3.4.2 Plasty

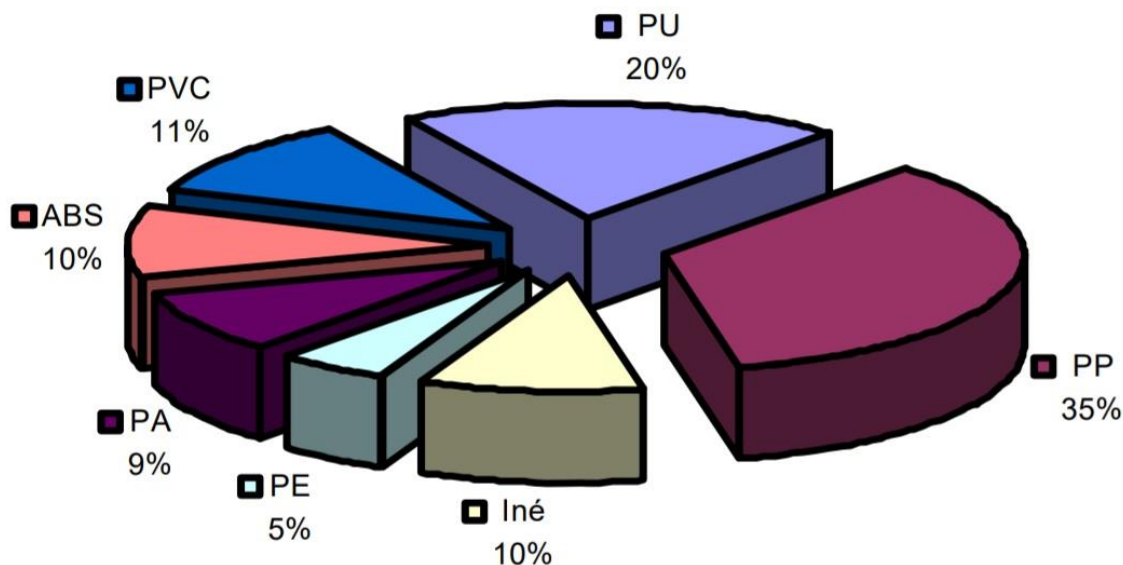
Využívání plastů v automobilech je stále častější. V současnosti se nejčastěji používají při výrobě nárazníků, krytů světlometů, vybraných částí palubní desky, nádobek ostřikovačů a palivových nádrží a vnitřního vybavení. Na Obrázku 7 je schéma výskytu plastových částí v automobilu s označením o jaký druh plastu se jedná. Jaké procentuální zastoupení mají jednotlivé druhy plastů znázorňuje graf na Obrázku 8.

Nejčastější druhy plastů dle Olexové et al. (2008):

- PP (polypropylen),
- PU (polyuretán),
- PVC (polyvinylchlorid),
- ABS (akrylnitril-butadien styrol),
- PA (polyamid),
- PE (polyetylen),
- PMMA (polymethylmetakrylát),
- PS (polystyren),
- SAN (styrol-akronitril kopolymer),
- PC (polykarbonát).



Obrázek 7: Schéma výskytu plastových částí v automobilu s označením o jaký druh plastu se jedná (Olexová et al. 2008)



Obrázek 8: Grafické znázornění podílů jednotlivých druhů plastů v automobilu (Olexová et al. 2008)

Efekt recyklace se liší od jednotlivých druhů plastů. Při recyklaci platí zásada, že můžeme recyklovat vytríděný, jednodruhový odpad. U autovraků vznikají při recyklaci neplastové příměsi a málokteré díly jsou vyrobené výhradně z jednoho druhu plastu. Při zpracovávání autovraků technologií šředrování je možnost recyklace plastů takřka nulová (Song et al. 2009). Pro splnění recyklace je dobré větší plastové díly demontovat pro další zhodnocení.

3.4.1 Pneumatiky

Pneumatika se skládá z různých materiálů. Adamcová (2011) ve své práci zmiňuje, že složení směsí používaných při výrobě plášťů patří mezi tajemství jednotlivých výrobců. Obecně se dá říci, že pneumatiky, které se nyní zpracovávají, obsahují- kaučuk, technické saze, celový kord (drát), chemická aditiva, patní lana.

Nejčastější způsoby nakládání s použitými pneumatikami v České republice je energetické využití, materiálové využití a protektorování (Sobotová & Jenčo 2014). V minulých letech byly odpadní pneumatiky skládkovány. V současné době je skládkování zakázáno vyhláškou č. 383/2001 Sb., o podrobnost nakládání s odpady, s výjimkou pneumatik používaných jako materiál pro technické zabezpečení skládky v souladu s provozním řádem skládky (Pelech 2010).

3.4.2 Akumulátory

V současné době, jsou autobaterie téměř 100% recyklovatelné a při výrobě nových baterií se použije až 80 % materiálu ze starých akumulátorů. Česká republika disponuje zpracovatelskými zařízeními pro olovené, alkalické a zinkové články (Špůr & Buda Šepeřová 2014).

3.4.3 Katalyzátory

Automobilové katalyzátory jsou konstruovány ve třech typech podle druhu nosiče: keramické monolity, keramické pelety, kovový nosič s chromniklové oceli. Aktivní složku katalyzátoru tvoří modifikace Al_2O_3 s obsahem ušlechtilých kovů, konkrétně platiny, paladia a rhodia. Plášť katalyzátoru uzavírající nosič se vyrábí z ušlechtilé oceli s obsahem 10 – 12 % chromu a niklu. Z jednoho vyřazeného katalyzátoru se získá v průměru 1,5 g platiny a 0,3 g rhodia. Získávání platiny a rhodia recyklací katalyzátorů je velmi zajímavé také tím, že vykazuje vyšší stupeň zhodnocení, než umožňuje zpracování primárních surovinových zdrojů těchto kovů (Křištofová 2000).

3.4.4 Provozní kapaliny a oleje

Upotřebené oleje a pohonné hmoty představují spolu s ostatními provozními kapalinami z hlediska způsobu nakládání poměrně velké riziko. To je dáno jejich základními fyzikálními a chemickými vlastnostmi. Jsou hořlavé a výbušné. Vyznačují se škodlivostí k životnímu prostředí a mají negativní vliv na lidský organismus. Jedná se o biologickou dráždivost a obsahují karcinogenní látky (Dobeš 2013).

Způsob využití nebo zneškodnění je dán stupněm jejich znečištění. Málo znečištěné provozní kapaliny se regenerují pro výrobu nových produktů. Recyklovaný čistý roztok ethylenglykolu lze použít jako hlavní surovinu při výrobě nových nemrznoucích směsí. Recyklace ethylenglykolu namísto jeho likvidace má kladný ekologický dopad, i ekonomicky je recyklace výhodnější než výroba (Kinčl et al. 2015). Mezi postupy vedoucí k využívání lze také zařadit spalování s využitím tepla. Provozní kapaliny nevhodné k využití se odstraňují spalováním (Maro 2014).

3.4.5 Sklo

Sklo v automobilech patří do skupiny problémových skleněných odpadů. Autoskla obsahují pryskyřice, tónovací pokovení a zejména vloženou bezpečnostní fólii, chránící řidiče nejen při nehodě. Při recyklaci jsou autoskla drcena. Následně jsou střepy čištěny od folie, pryskyřice pomocí soustavy optických čidel. Směs z nadrcených skel jenásledně po vyčištění plně využitelná ve sklárnách. Jejím přetavením vzniká hmota specifických vlastností vhodná např. pro výrobu odolných sklokrystalických tabulí (Blahut 2007).

3.4.6 Textilie

Textilní materiály se používají jako vložka do karoserie jako tlumící a izolační materiály v čelní stěně, dveřích, stěnách a střeše. Pro tyto účely se používají regenerované vláknité materiály, hlavně z odpadu bavlněných tkanin, k nimž se přidává až 20 % odpadního polyesteru z oděvního průmyslu. Další textilní materiály se používají na čalounění a potahy sedadel, opěradel a opěrek hlavy, bezpečnostní pásy. Po demontáži autovraku lze textilní odpad využít na výrobu akusticko a tepelněizolačních materiálů, geotextilií, travních rohoží a opětovně na izolační textilií do automobilů. Znečištěný textilní odpad se odstraňuje spalováním (Mikeska 2017).

3.5 Nakládání s autovraky v zahraničí

Součastnou problematikou nakládání s autovraky a jejich dopadem na životní prostředí, se zabýval tým z Austrálie National University. V období mezi rokem 2015 – 2018 provedli studie interakcí mezi návrhem nového vozu a jeho dopadem na recyklaci na konci životního cyklu automobilu, jaký vliv mají nové materiály na recyklaci a provedli srovnání tendencí přístupů v nakládání a recyklaci vozidel ve světě, které znázorňuje srovnávací tabulka č.2. V této tabulce je slovy ANO či NE vyjádřena tendence. Například V České republice je recyklační firma na zpracování předních nárazníků z autovraků, nicméně počet recyklačních zařízení není dostačující pro recyklaci ostatních materiálů. Z toho důvodu je označena tendencí NE.

Z analýz Soo et al (2017) bylo zřejmé, že současné tendence v přístupech k nakládání s autovraky se dají rozdělit do dvou charakteristických skupin. První skupina je typická uplatňováním recyklačních cílů a podporou recyklačních technologií. Jako vzor ve světě v nakládání s autovraky je Belgie. Podobně je tomu v Německu. Naopak Austrálie je vzor pro opačnou skupinu. Zde nejsou povinné recyklační cíle nebo z důvodu nedostatečného financování recyklačních technologií mnoho odpadů končí na skládce. Rozdíly v nakládání s autovraky ve světě a následný dopad na životní prostředí je dán odlišným způsobem kontrol nakládání s autovraky. Například Austrálie nemá formální právní předpisy týkající se nakládání s autovraky, naopak Belgie uplatňuje přísnou směrnici o 95 % opětovném použití a využití materiálů z autovraků.

Nakládání s autovraky je v Austrálii řízeno ekonomickými mechanismy v návaznosti na hodnotu kovového odpadu podobně jak je tomu v České republice. Jedním z hlavních důsledků vyplývajících z dobrovolné politiky odpadů je podle Soo et al. (2017) hospodářská soutěž mezi legitimními a nelegitimními zpracovateli. Nelegitimní zpracovatelé nedodržují normy ochrany životního prostředí. Při sběru autovraků poskytují nižší ceny výkupu, díky jejich nižším nákladům na recyklaci (McNamara 2009). To následně způsobuje ukládání velkého množství odpadů z autovraků na skládky. V Austrálii je zaveden poplatek za skládkování, aby se zabránilo skládkování a podporovala se recyklace odpadů, jako jsou plasty. Nicméně náklady na skládkování jsou stále nízké ve srovnání s jinými zeměmi (Kanari et al. 2003).

V Belgii přísný legislativní přístup způsobil postupné zlepšování recyklačních procesů a tlak na výrobce na jejich odpovědnost při nakládání s jejich výrobky - autovraky. Zavedením technologie post-šrédru na frakce ze šrédrování získávají v Belgii materiál pro recyklaci kovu a nekovových materiálů pro splnění recyklačních cílů (GHK/Bios. 2006).

V Belgii řízení pro nakládání s autovraky provádí na regionální úrovni. Jednotlivé úrovně jsou sledovány organizací Febelauto. Tato nezisková organizace spravuje sběr, zpracování a recyklaci autovraků. Vytvářejí informační síť a podporují zúčastněné strany v systému řízení nakládání s autovraky, jako jsou poslední majitelé vozidel, provozovatelé recyklace a autorizovaná zpracovatelská zařízení a orgány (Soo et al 2017).

Podobně i na Slovensku byl založen Recyklačný fond, ve kterém se soustřeďují prostředky na podporu sběru a zhodnocování odpadů. Tyto prostředky jsou rozděleny do 10 sektorů podle odpadových komodit a do fondu přispívají předepsanými částkami povinné osoby, tj. prodejci a dovozci vyjmenovaných výrobků, mezi kterými jsou i automobily, autobaterie, pneumatiky a některé náhradní díly automobilů (Čermák 2003). Na Slovensku nakládání s autovraky je v mnoha ohledech jednodušší než v České republice. Především je legislativně omezen dovoz ojetých automobilů ze zahraničí. Díky Recyklačnímu fondu se zavádějí recyklační technologie a je omezeno skládkování (viz tab.č.2). Třetím důvodem podle Procházky (2003) jsou aktivity Zväzu automobilového priemyslu SR. Na rozdíl od České republiky, kde existuje několik svazů, na Slovensku je jen ZAP SR, což mu značně usnadňuje situaci

Tabulka 2: Srovnávací tabulka přístupů nakládání s autovraky v Belgii, Slovensku, Austrálii a České republice (autor)

	BELGIE	SLOVENSKO	AUSTRÁLIE	ČESKÁ REPUBLIKA
Uplatňování recyklačních cílů legislativně	ANO	ANO	NE	ANO
Organizace na podporu	ANO	ANO	NE	NE
Využívání technologie šředrování	ANO	ANO	ANO	ANO
Využívání technologie post-šrédr	ANO	NE	NE	NE
Recyklace materiálů	ANO	ANO	NE	NE
Skládkování	NE	NE	ANO	ANO

4 Zhodnocení podkladových údajů

Cílem práce bylo nalezení možného systému ekologické recyklace autovraků v provozu. Možnosti systému nakládání byly porovnávány se systémem nakládání s autovraky s velkokapacitním zařízením CZ EKO s.r.o., které patří mezi největší zpracovatelská zařízení na území České republiky. Při porovnávání systémů byly nacházeny způsoby pro dosažení opětovného použití a využití získaných materiálů a v neposlední řadě nalezeny problémy a nedostatky systému s nakládáním s autovraky v České republice.

Problematika byla konzultována se zpracovatelem autovraků, tak i se zástupcem MŽP. K posuzování globálních vlivů na zpracování autovraků byly použity analýzy z let 2015-2018 a studie prováděné v zahraničí, které stanovovaly kritické body dopadů výroby a využívání automobilů na zpracování autovraků a porovnávaly přístupy zpracování ve světě.

Návrh optimalizace způsobu ekologické recyklace, byl stanoven na základě legislativních povinnostech a dle vzoru efektivních přístupů ze zahraničí a zkušenosti zpracovatelského zařízení z praxe. Fotodokumentace v projektové části pochází ze zařízení CZ EKO s.r.o. a ze zařízení, pro které je optimalizace ekologické recyklace navrhována.

Při hodnocení současného stavu nakládání s autovraky v České republice byl znatelný rozdíl mezi pojmy stanovenými v legislativě, pojmy používanými odborníky při psaní metodických pokynů a přístupem a výkladem těchto pojmů v praxi. Zpracovatelská zařízení se pyšní označením ekolikvidace, v praxi se využívá pojem likvidace autovraků, což evokuje způsob nakládání - odstraňování.

Legislativa a environmentální cíle kladou důraz na nutnost plnění recyklačních cílů v podobě opětovného použití a materiálového využití. Jedná se ve skutečnosti o ekologické nakládání s autovraky, tedy o zajištění následného použití či recyklaci získaných materiálů, nebo o způsoby odstraňování, které zakrýváme slovem eko?

5 Vlastní projekt

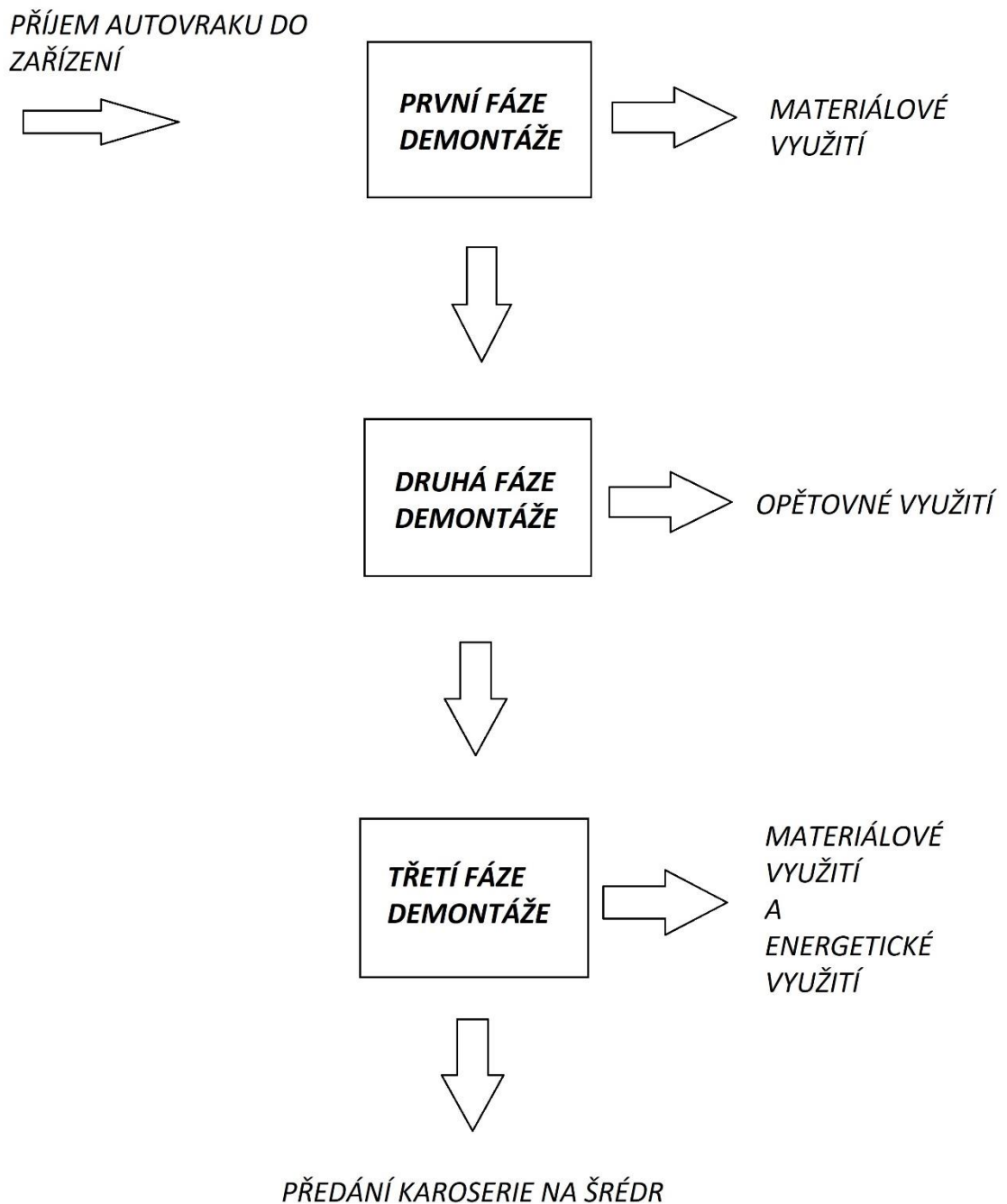
5.1 Implementace návrhu optimalizace ekologické recyklace autovraků v zařízení

Záměrem práce bylo vytvořit optimalizaci způsobu ekologické recyklace autovraků v zařízení, které dle domluvy se zpracovatelem není jmenováno. Návrh optimalizace je zpracován pro zařízení s kapacitou 50 autovraků za rok.

Návrh pro optimalizaci ekologické recyklace vychází z možných postupů nakládání s autovraky, které jsou umožněny Ministerstvem životního prostředí (viz kapitola 3.3). Optimalizace je založená na technologii demontáže (viz kapitola 3.3.5), která je rozdělena do tří fází (viz obr.č.9), které musí být provedeny u každého autovraku. Technologie demontáže do třetí fáze jako možná optimalizace ekologické recyklace autovraků vychází ze vzoru belgického prostředí, kde je kladen důraz na plnění recyklačních cílů zpracováním získaných komodit. Možnosti technologie demontáže byly inspirovány zařízením CZ EKO s.r.o.

V současné době zpracovatelské zařízení, pro které byla optimalizace zpracována, přijímá autovraky různého typu. Prvním typem jsou autovraky takzvaně „mladé“. Mladé autovraky byly představeny v kapitole 3.1. Jsou to autovraky (do 10 let), které majitelé nechtějí již užívat z důvodu koupi nového modelu vozu, nebo jde o autovraky se statusem od pojišťovny po havárii, jako nepoužitelné tzv. status „totálka“. Tyto vozy vykazují zpravidla dobrý materiálový stav. Po havárii může být poškozena pouze karosérie, nicméně takový vůz se dle pojišťovny nevyplatí opravovat. Proto se tento typ autovraků hodí pro demontáž vybraných autodílů a k jejich následnému prodeji. Díky demontáží a prodeji použitelných vybraných částí se zajistí opětovné použití.

Druhým typem jsou tzv. „staré“, často zrezivělé autovraky ve věku kolem 15 – 20 let. Tento typ autovraků vykazuje špatný materiálový stav. Vybrané části se po demontáži často nedají uplatnit na trhu. Nicméně i v případě takových autovraků je třeba splnit recyklační cíle, které byly popsány v kapitole 3.2.



Obrázek 9: Schéma návrhu třífázové demontáže pro optimalizaci ekologické recyklace autovraku v zařízení (autor)

5.1.1 První fáze demontáže

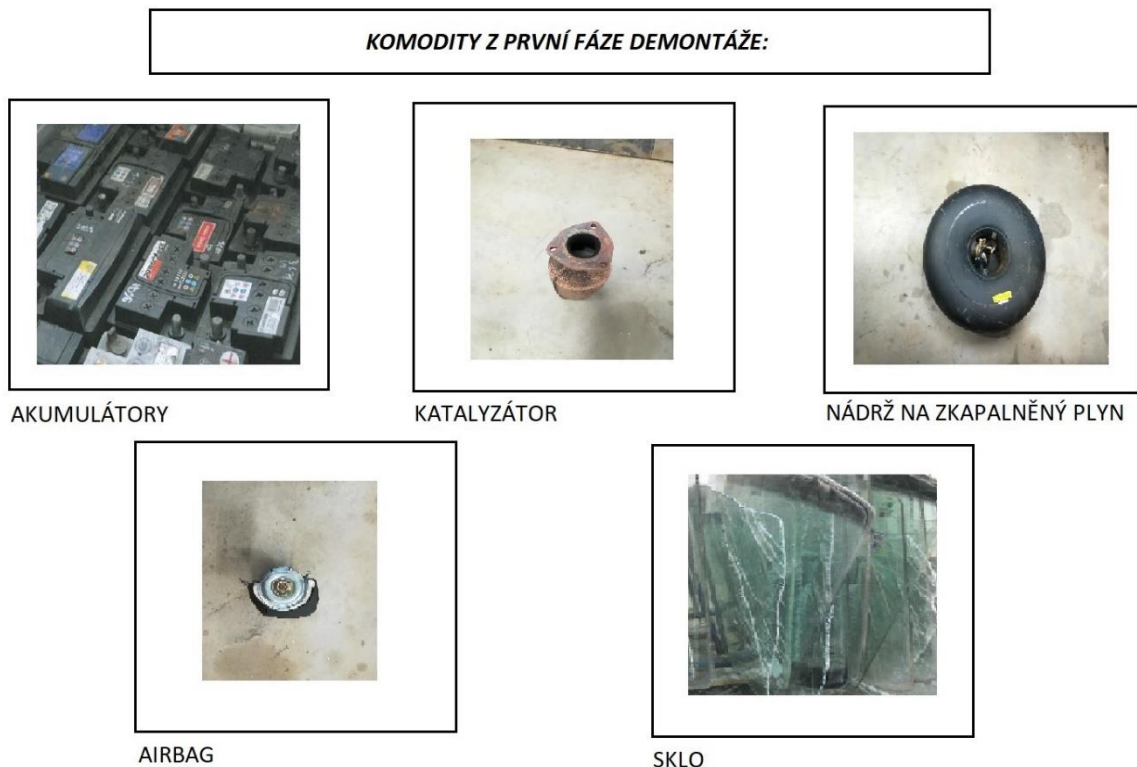
Tato fáze je povinná pro všechna zařízení na zpracování autovraků. Autovrak patří mezi nebezpečné odpady. Proto je důležité provést na odsávací lince (viz obr.č.10) odčerpání provozních kapalin – převodové oleje, hydraulické oleje, chladící kapaliny, nemrznoucí směsi, náplně klimatizačního systému. Dále demontovat nebezpečné a vybrané části z autovraku. Tuto fázi nebylo nutné v zařízení optimalizovat, jelikož vychází z povinnosti dané zákonem MŽP a byla řádně prováděna. Z důvodu povinnosti nelze tuto fázi vynechat v návrhu. Komodity z této fáze jsou předány zpracovatelům, a tím se zajistí materiálové využití.



Obrázek 10: Odsávací linka na odčerpání provozních kapalin z autovraku (CZ EKO s.r.o.)

V této fázi demontáže budou demontovány následující komodity (viz obr.č.11):

- akumulátor,
- katalyzátor,
- nádrž na zkapalněný plyn,
- airbagy,
- skla.



Obrázek 11: Schématické znázornění získaných komodit z první fáze demontáže (autor, CZ EKO s.r.o.)

5.1.2 Druhá fáze demontáže

Druhá fáze demontáže byla inspirována zpracovatelským zařízením CZ EKO s.r.o., kde jsou primárně demontovány autovraky tzv. „mladé“ – ty vykupuje CZ EKO s.r.o. na burze. Na demontážní lince jsou demontovány použitelné náhradní díly a předány do jejich e-shopu k prodeji. Tento e-shop s použitými díly je největší v ČR.

Demontáž náhradních dílů je nutná pro splnění recyklačních cílů v rámci opětovného použití. Proto je implementována v návrhu optimalizace do zařízení. Díky této fázi demontáže zpracovatel bude plnit recyklační cíle v rámci opětovného použití a nebude nucen dopouštět se nezákonných praktik, které se v ČR uplatňují. K tomuto nezákonnému pochybení dochází,

pokud je autovrak podroben pouze povinné první fáze demontáže a je předán na šředrování v tzv. „souboru náhradních dílů“.

V této fázi zpracovatelské zařízení provede demontáž vybraných dílů. Ty následně předá v tzv. „souboru náhradních dílů“ nebo „náhradní díly“ autoservisu. Zde musí zpracovatel dbát na povinnost danou MŽP, že částí autovraku (vybrané díly) se dle MŽP míní části karoserie, a to bez VIN kódu. Mezi částí autovraků patří také kola, brzdové desky, motor, palubní deska, světlomety, tlumiče, výfuk, sedadla, tažné zařízení a další komponenty. Tyto části (vybrané díly) mohou být předávány pouze jednotlivě, nikoliv sešroubované ve formě (ne)kompletního autovraku. Postupy demontáže pro jednotlivé modely automobilů mají poskytovat výrobci ve speciálních příručkách pro zpracovatele.

5.1.3 Třetí fáze demontáže

Implementace třetí fáze demontáže je založená na belgickém přístupu zpracování autovraků. V ČR jsou zpracovávány autovraky technologií šředrování bez demontáže náhradních dílů a dalších materiálů. Výstupní lehká frakce ze šředrování proto obsahuje textilie, plasty, pneumatiky. Tím dochází ke ztrátám materiálů pro plnění recyklačních cílů. Naopak v Belgii jsou prováděny demontáže nebo separace za pomoci technologie post-šředru a tím získávání komodit pro recyklaci.

Tato fáze demontáže zaručuje zpracovateli získání komodit k dalšímu materiálovému a energetickému využití (viz tab. č. 3). Zavedením třetí fáze demontáže se optimalizuje způsob recyklace autovraků, který je následně podporován ze strany státu dotací na zpracování autovraků.

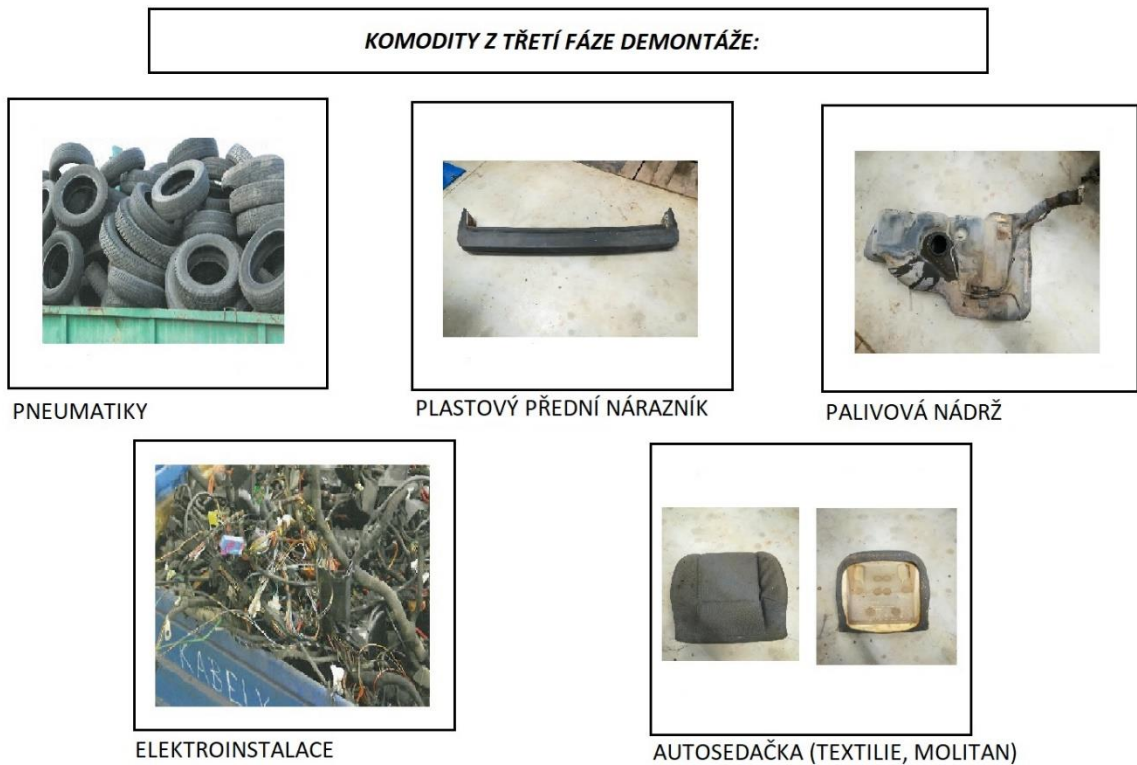
Třetí fáze demontáže proběhne do co nejčistší karoserie (viz obr.č.12), která bude předána s ostatním kovovým materiálem na šředr.



Obrázek 12: Fotografie čisté karoserie po demontáži (CZ EKO s.r.o.)

Z autovraku budou v třetí fázi demontáže v zařízení demontovány následující komodity (viz obr.č.13):

- pneumatiky,
- plastové části exteriéru a interiéru (plastový přední nárazník a přístrojová deska),
- nádrž,
- elektroinstalace,
- textilie a molitan z autosedaček.



Obrázek 13: Schématické znázornění získaných komodit ze třetí fáze demontáže (autor, CZ EKO s.r.o.)

Tabulka 3: Komodity získané šředrováním a navrhovanou demontáží (autor):

ŠRÉDROVÁNÍ – NEJČASTĚJŠÍ ZPŮSOB NAKLÁDÁNÍ S AUTOVRAKY V ČR	DEMONTÁŽ – NÁVRH
akumulátor	akumulátor
airbagy	airbagy
provozní kapaliny	provozní kapaliny
katalyzátor	katalyzátor
sklo	sklo
frakce magnetická	náhradní díly
frakce nemagnetická	pneumatiky
	přední nárazník
	přístrojová deska (plastové části)
	nádrž
	elektroinstalace
	textilie
	molitan
	karoserie (kovové části)

5.2 Systém nakládání s autovraky v rámci odpadového hospodářství v ČR

Způsob nakládání s autovraky, navržený v rámci této práce, byl označen pojmem ekologická recyklace. Důvodem zvolení tohoto pojmu byla snaha o pochopení závažnosti přístupu k autovrakům, jako konstrukčně složitým výrobkům na konci jejich životnosti. Autovrak patří mezi nebezpečné výrobky a jeho zpracování má vliv na životní prostředí. Proto je důležité dbát na ekologický přístup, recyklaci a využívání získaných komodit.

Zpracovatel je povinen převzít autovrak bezplatně. Nedochozí tedy na počátku zpracování autovraku k finanční podpoře. Finanční zisk je závislý na uplatnění získaných komodit z autovraku. Po demontáži lze využít náhradní díly. Bohužel samotný zpracovatel nemá povoleno náhradní díly opětovně využívat a prodávat. Zákon o odpadech stanovuje v § 37c odst. 2 možnost nabídnutí části autovraků výrobcí, akreditovanému zástupci, popř. jinému kvalifikovanému zájemci, k opětovnému využití.

Ministerstvo životního prostředí upozorňuje, že pokud je předáván celý skelet autovraku zbavený jen určitých částí, nemůže se jednat o soubor náhradních dílů, ale jedná se o autovrak (byť nekompletní). Pokud jsou tedy autovraky předávány výše popsaným způsobem mimo režim odpadů (jako „soubory náhradních dílů“), osoba, která se takového jednání dopustí, spáchá přestupek ve smyslu ustanovení § 66 odst. 3 písm. b) zákona o odpadech (právnícká nebo podnikající fyzická osoba se dopustí přestupku tím, že předá odpad osobě, která k převzetí předávaného odpadu není podle tohoto zákona oprávněna). Horní sazba pro uložení pokuty je zákonem o odpadech stanovena ve výši 10 mil. Kč (Ministerstvo životního prostředí 2018).

Přesto v České republice dochází k tomuto způsobu předávání autovraků. V roce 2017 provedla ČIŽP celkem 66 kontrol, z toho 32 na základě obdrženého podnětu. Bylo zahájeno 49 řízení o uložení pokuty a právní moci nabylo 42 řízení, kterými byly uloženy pokuty ve výši 2 618 000 Kč (Ministerstvo životního prostředí 2017).

Demontáží ostatních částí autovraku vznikají komodity, které se předávají k využití. Přehled komodit z navrhovaného postupu demontáže je v Tabulce č. 4, která u jednotlivých komodit písmeny označuje způsob využití dle recyklačních cílů. Pro airbagy nemá Ministerstvo registrovaného zpracovatele, proto je v tabulce č. 4 označen symbolem: „?“ . Zpracovatel je mnohdy za předání nucen zaplatit (viz tab. č. 4). Absolutní částky nelze určit. Možnosti a ceny výkupu komodit se mění dle dostupných zpracovatelů (viz Příloha II – VII). Jediné, co je ekonomicky výnosné pro zpracovatele autovraků, je výkup kovů. Nicméně cena výkupu kovu není garantovaná. Cenový rozdíl mezi železem a litinou je nepatrný, což způsobuje, že se tyto části od sebe neodělují.

Tabulka 4: Přehled komodit z navrhované třífázové demontáže, jejich uplatnění dle recyklačních cílů a finanční přínos či náklady pro zpracovatele (autor)

	Provozní kapaliny	akumulátor	katalyzátor	airbagy	sklo	Náhradní díly	pneumatiky	nárazníky	Přístrojové desky nádrž a textilie	elektroinstalace	Molitan	karoserie
Recyklační cíle	R	R	R	?	R/O P	OP	R/V	R/V	R/V	R	V	R
Zisk / Náklady	N	Z	Z	?	0	Z	N	Z	N	Z	0	Z

Vysvětlivky k tabulce č.4:

0 – bezplatné předání

? – není známo

N – náklady

OP – opětovné použití

R – materiálové využití

V – energetické využití

Z – zisk

Ministerstvo Životního prostředí uvolnilo 40 milionů korun z Národního programu životního prostředí na zpracování autovraků za rok 2018-2019 a umožňuje zpracovatelům požádat si o podporu na zpracování autovraků (viz tab. č. 5) (Národní program Ministerstva životního prostředí 2017).

PODMÍNKY PRO ZÍSKÁNÍ DOTACE:

- Dotace za odevzdané komodity může odpovídat maximálně celkovému počtu odevzdaných autovraků.
- Z limitu pro plasty 35 kg je možné odevzdat maximálně 20 kg k energetickému využití. V případě, že nebude tato podmínka splněna, nebude výše podpory za tuto komoditu přiznána.

Tabulka 5: Průměrné množství odpadů (komodit), které je nutné odevzdat z jednoho autovraku pro získání dotace a výše podpory jednotlivých komodit (Národní program Ministerstva Životního prostředí 2017)

Komodita (odpad) odevzdaná k materiálovému/energetickému využití	A Množství komodit stanovené na 1 autovrak	B Výše podpory za množství komodity dle sloupce A
pneumatiky	20 kg	150 Kč
sklo (lepené, zadní a boční)	25 kg	150 Kč
plasty	35 kg	250 Kč
textilie	20 kg	150 Kč

5.3 Návrhy pro úpravu legislativního prostředí

Recyklační praktiky v České republice jsou ovlivněny legislativním rámcem směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/53/ES o vozidlech s ukončenou životností. Nejvhodnějšími právními předpisy pro zpracovatele jsou kvantifikované cíle, které je třeba dosáhnout pro opětovné použití a materiálové využití. Přesně stanovené recyklační cíle přiměly zpracovatele v mnoha zemích EU, aby postupně zlepšovali svou činnost procesů.

Nicméně v České republice je třeba tyto právní předpisy plně přijmout a vyžadovat od zpracovatelů uplatňování technologie demontáže do čisté karoserie před technologií šředrování. Směrnice o vozidlech s ukončenou životností zahrnuje různé aspekty od výroby vozidel k recyklačním etapám, které jsou založeny na zásadě subsidiarity, tedy principu politické zásady, podle níž se má rozhodování a zodpovědnost ve veřejných záležitostech odehrávat na tom nejnižším stupni veřejné zprávy, který je nejbližší občanům, a na principu rozšířené odpovědnosti výrobců. Zásada subsidiarity je však definována jako plnění směrnice pokyny založenými na individuálním přístupu členského státu EU. To vede k rozdílům v přístupech k dosažení souladu s právními předpisy (Soo et al. 2017).

Překážky, kterým zařízení a zpracovatel čelí, jsou dány převážně vnějším prostředím. Aby bylo funkční a efektivní vnitřní prostředí – činnost v zařízení, je potřeba být součástí finančně podporujícího funkčního vnějšího prostředí. V minulosti byl vytvářen apel na výrobce, aby převzali odpovědnost za své výrobky na konci životnosti a podpořili finančně zpracovatele, jako je tomu na Slovensku. Bohužel k posunu v této věci nedošlo. Je zřejmé, že zavedení Recyklačního fondu na Slovensku má pozitivní vliv na řízení nakládání s autovraky, kde je díky příspěvkům prodejců a dovozců podporováno 10 komodit. Díky tomu stoupla míra recyklace a snížilo se skládkování, a tím reálného dosažení recyklačních cílů (viz tab. č. 2).

Pro funkční systém v ČR by bylo vhodné působení neziskové organizace spravující sběr, zpracování a recyklaci autovraků podobně jak je tomu v Belgii prostřednictvím organizace Febelauto. Organizace vytváří informační síť a podporují zúčastněné strany v systému řízení nakládání s autovraky, jako jsou poslední majitelé vozidel, provozovatelé recyklace a autorizovaná zpracovatelská zařízení a orgány.

Celý systém následně podporuje cirkulární principy. Cirkulární ekonomika je strategie udržitelného rozvoje, která vytváří funkční a zdravé vztahy mezi přírodou a zpracovatelsko – výrobním odvětvím. Zaručuje uzavírání toků materiálů v dlouhotrvajících cyklech. Výrobek je přeměněn demontáží a šředrováním na komodity k opětovnému použití či materiálovému využití. Materiál, který nelze materiálově využít, je předán k energetickému využití. Vyprodukovaná energie je využitelná při procesech jako zdroj energie na zpracovávání a výrobě.

Díky plánované změně zákona o odpadech vznikne nutnost recyklovat materiály i z jiných výrobků, které nebude možné odstraňovat skládkováním. Díky cirkulárnímu systému bude tento materiálový tok možno přidružit k materiálovým tokům ze zpracování autovraků a proces recyklování materiálů bude tímto stabilnější. Zároveň by do takového systému vstoupila autovrakoviště. Tento kvalifikovaný zájemce prakticky nemůže využít celý nekompletní autovrak, ale pouze jeho některé části (které zrovna potřebuje). S ostatními materiály v současné době může nakládat způsoby, které umožňuje zákon o odpadech. Tedy skládkovat. Tento způsob nakládání s odpady z autovraků však již není evidenčně zaznamenán v návaznosti na vyhlášku. Tato skutečnost je pak v rozporu s cílem evropské směrnice 2000/53/ES, resp. zákona o odpadech, kdy má být dosažena recyklace pro 85 % a celkové využití pro 95 % z hmotnosti autovraku.

Pro recyklační prostředí by se měl pojem odpad jakožto získané komodity předefinovat na surovinu. Již dnes pojem odpad, daný §3 zákona o odpadech, vytváří překážky v následném využívání a vytváří prostředí, kde je odstraňování jednodušší.

6 Diskuze

6.1 Dopad optimalizace ekologické recyklace autovraků v zařízení

Z globálního hlediska díky častému vývozu ojetých vozidel do zemí, jako je Česká republika, vyplývá, že nakládání s autovraky závisí na umístění posledním majitelem a nežádoucí dopady plynoucí z multimateriálové konstrukce se odrážejí v odpadovém hospodářství v tom místě.

Díky navržené třífázové demontáži pro zpracovatelské zařízení získá zpracovatel náhradní díly pro opětovné použití a komodity pro materiálové využití (viz tab. č. 3 v kapitole 5.1.3). Díky implementaci druhé fáze demontáže zpracovatel získá náhradní díly. Z prodeje dílů pro zpracovatele plyne možný zisk a plní recyklační cíle v rámci opětovného použití. Optimalizace ekologické recyklace stojí v zásadě na implementaci třetí fáze demontáže provedené do čisté karoserie. Získané komodity materiálů díky třetí fázi demontáže jsou materiálově čisté, a tím se nezvyšují náklady při následné recyklaci. Zároveň zpracovatel využitím této optimalizace zvyšuje finanční zisk z nakládání s autovrakem technologií třífázové demontáže tím, že získá více komodit (viz tab. č. 3 v kapitole 5.1.3) pro následné uplatnění na trhu (viz tab. č. 4 v kapitole 5.2), a zároveň zpracovateli tato optimalizace umožní žádat o dotace na podporu zpracování autovraků (viz tab. č. 5 v kapitole 5.2).

Navrhovaná třífázová demontáž podporuje ekologický přístup a zamezuje ztrátám materiálů při šředrování a tím zmírňuje nežádoucí dopady na životní prostředí.

6.1.1 Legislativní podpora ekologické recyklace autovraků v rámci odpadového hospodářství ČR

Dle Ministerstva životního prostředí České republiky je k naplnění recyklačních cílů možné využití technologie šředrování, která je v ČR nejvíce uplatňovaným způsobem zpracování autovraků, i když MŽP přiznává, že v ČR dotřídňovací linka po šředrování dosud neexistuje. Podle Soo et al. (2015) předchozí studie uváděly vysoké procento recyklovaných kovů, někdy až 90 – 95 %.

Nicméně tato výše není objektivní z důvodů smíchání různých materiálů po drcení. Drcené frakce kovů obsahují kombinaci hliníku a hořčíku, které nejsou dále od sebe separované a zůstávají v jedné frakci (Ehrenberger 2013). Kombinace kovů a nekovů zvyšují obtížnost obnovování materiálů. Proto je ve skutečnosti účinnost recyklace cenných materiálů snížena a vzniká více odpadu.

Ekonomické pobídky hrají v systému nakládání s autovraky významnou roli. V České republice však dotační program podporuje a proplácí pouze 700 Kč za pneumatiky, sklo, plasty a textilie (viz tab.č.5 v kapitole 5.2). Státem je však vybírán poplatek od žadatele o registraci použitého vozidla do registru na podporu sběru a zpracování autovraků, který je stanoven podle plnění mezních hodnot emisí ve výfukových plynech v souladu s právními předpisy EU, a to ve výši:

- a) 3 000 Kč za EURO 2
- b) 5 000 Kč za EURO 1
- c) 10 000 Kč při nesplnění mezních hodnot
- d) Poplatek se neplatí u vozidel EURO 3 a v případě historických vozidel

Stát peníze, vybrané ve jménu poplatků na podporu sběru a zpracování autovraků, však plně nepoužívá na úhradu skutečného zpracování vozidel. Pokud má být podpora zpracovatelů účinná, výše podpory musí být vyšší. Tím, že MŽP vyčlenilo 40 miliónů v dotačním programu na podporu zpracování autovraků, se problém ztratit materiálů a dosažení recyklačních cílů při zpracování autovraků, tedy nejčastěji využívaný šrédr, nevyřeší.

Zajímavým zjištěním je absence zpracovatelského zařízení na odpadní airbagy, přestože Ministerstvo životního prostředí ukládá povinnost u všech vybraných autovraků airbagy demontovat. V ČR je tedy důležité posílit síť zpracovatelsko-recyklačních zařízení pro uplatnění získaných komodit. Pokud nemá zpracovatel autovraků kam předat získané komodity, je nucen předávat nedemontované autovraky na šrédr.

Ukazuje se, že legislativní faktory a tržní síly vedou k inovacím v oblasti recyklace (Gerrard & Kandlikar 2007). Pokud jsou díky nízkému skládkovacím poplatku dostupné skládky, je následně efektivnější zpracovávat autovrak technologií šrédrování a lehkou výstupní frakci skládkovat (Song et al. 2009). Jedním z hlavních přístupů u recyklačních zařízení by mělo v ČR být zaměření na recyklaci cenných materiálů, jako jsou pneumatiky, plasty, textilie (viz tab.č.4 v kapitole 5.2), pro finanční zisk. Uplatnění recyklovaného materiálu je silně ovlivněn tržní hodnotou těchto materiálů. Proto zpracovatelé v ČR volí technologii zpracování autovraku založenou na drtiči.

Díky plánované změně zákona o odpadech vznikne nutnost recyklovat materiály i z jiných výrobků, které nebude možné odstraňovat skládkováním. Díky cirkulárnímu systému bude tento materiálový tok možné přidružit k materiálovým tokům ze zpracování autovraků a proces recyklování materiálů bude tímto stabilnější.

6.2 Vliv výroby automobilů na recyklaci autovraků

Fáze provozu vozidla je považována za hlavní faktor přispívající k dopadům nežádoucích vlivů na životní prostředí. Soo et al (2018) ve své studii upozorňují, že toto hodnocení je založené na LCA etapách životního cyklu vozu, která ale nedokáže reagovat tak rychle na pozdní dopad váhově degradovaného autovraku ve fázi zpracování. Přesto se environmentální dopady zaměřují převážně na produkci emise CO₂.

Vytvořily se kategorie automobilů EURO podle plnění mezních hodnot emisí ve výfukových plynech, které tlačí spotřebitele k obnově vozového parku a zajišťují výrobcům prodej. Věková struktura vozového parku ovlivňuje možnosti zpracování autovraků na jejich konci životnosti. Pokud se zpracovávají autovraky, které se využívají v provozu, jako to dělají v CZ EKO s.r.o., je prodej adekvátním příjmem. Jejich náhradní díly jsou uplatnitelné na trhu a je reálné plnit recyklační cíle v rámci opětovného použití. Dalo by se říci, že takové zařízení není vzorovým příkladem pro řešení celkové optimalizace ekologické recyklace autovraků. Je příkladem možné praxe implementace demontáže do zařízení pro plnění opětovného použití, ale neřeší celkový problém s nakládáním automobilů na konci jejich životnosti. Pokud totiž dochází k trendu obnovy vozového parku, atraktivita opětovného využití náhradních dílů z autovraků klesá. V ČR jak znázorňuje graf na Obrázku 1 (viz kap.č.3.1) jsou převážně automobily starší 10 let, ty končí u zpracovatele jako „staré“ autovraky a jsou nahrazeny novými automobily, pro které není potřeba z odevzdaných autovraků získávat náhradní díly. V ČR je tedy nutné zaměřit se na materiálové využití komodit získaných z autovraků.

Díky snižování hmotnosti automobilů při výrobě a využívání lehkých BIW došlo zdánlivě ke snížení dopadu na globální oteplování snížením emisí. Zároveň však byla identifikována větší produkce odpadů (Leduc et al. 2008). Environmentální zátěž se z těchto důvodů pouze přesunula z užívání automobilů na zpracování a recyklaci autovraků. Soo et al. (2015) konstatují, že multimateriální konstrukce zaměřená na snižování emisí CO₂ nedokáže poskytnout optimální nápravné řešení pro snížení nežádoucích vlivů na klimatické problémy. Je zřejmé, že krátkodobé efektivní snížení environmentálních rizik využitím multimateriálových karoserií vytvořil dlouhodobý vedlejší účinek na míru návratnosti materiálu a tím k produkci více odpadů (Sutherland & Gunter 2004).

6.2.1 Recyklovatelnost autovraků

Ze srovnávací studie Soo et al. (2017) je zřejmé, že v zemích postupujících podle „belgického vzoru“, kde se recyklační společnosti řídí přísnými předpisy, jsou neustále vyvíjeny tlaky na zlepšení množství recyklovaného materiálu. Díky tomu jsou z 89,5 % recyklovány plasty jako polypropylen, polyethylen a akrylonitril-butadienový styren, jehož recyklace je přibližně na 83,4 %. Tyto druhy plastů jsou nejrozšířenější v konstrukci vozidel. (Soo, 2017).

Podle Soo et al. (2017) je celková efektivita recyklace nízká kvůli neefektivním recyklačním procesům. Jak upozorňuje Zoepf (2011), nárůst různých druhů plastů vyžaduje přijetí pokročilejších recyklačních technologií. Stejně tak dle Gerrard & Kandlikar (2007) jsou návrhy designu automobilů pro plnění opakovaného použití na konci životnosti automobilu omezené. Klíčové je zvýšení úrovně materiálového využití. Účinnost recyklace materiálu má silnou souvislost s přijetím recyklačních technologií. Post-šrédr technologie využívané v Belgii se využívají k výběru různých typů plastů i vzhledem k tržnímu potenciálu společnosti pro sekundární výrobu. Rostoucí využívání plastů v konstrukcích vozidel dává do budoucna předpoklad pro uplatnění těchto plastů na trhu a tím i příležitost k recyklaci plastů.

7 Závěr

- Častý dovoz ojetých vozidel do ČR má za následek, že nežádoucí dopady multimateriálové konstrukce se odrážejí v odpadovém hospodářství ČR.
- Třífázová demontáž navrhovaná v rámci této práce podporuje ekologický přístup v nakládání s autovraky a zmírňuje nežádoucí dopady na životní prostředí.
- Díky implementaci této třífázové demontáže ve zpracovatelském zařízení získá zpracovatel náhradní díly pro plnění opětovného použití a současně i více komodit pro materiálové využití.
- Navrhovaná optimalizace způsobu nakládání s autovraky může zpracovateli zajistit finanční zisk díky dotační podpoře na zpracování autovraků.
- Volba způsobu zpracování autovraků je motivovaná finančním přínosem, je tedy nutná větší finanční podpora na zpracování autovraků se strany státu, výrobců a dovozců.
- Přijetí pokročilých technologií pro zpracování autovraků a zlepšení efektivity recyklace jsou hlavními faktory pro udržitelný systém nakládání s autovraky.
- Výroba automobilů a volba materiálů musí být optimalizována pro efektivní recyklaci a umožňovat návrat získaných komodit a materiálů zpět do výroby.

8 Literatura

- Adamcová D. 2011. Pneumatika jako odpad. *Acta environmentalica universitatis comenianae*. **19**: 9-13.
- Andersen FM, Larsen HV, Skovgaard M. 2008. Projection of end-of-life vehicles: Development of a projection model and estimates of ELVs for 2005-2030. European Topic Centre on Waste and Resources. Technical University of Denmark – DTU.
- Bartoška P. 2002. Odstranění provozních kapalin z autovraků. *Odpadové fórum*. **9**: 14-14.
- Blahut R. 2007. Recyklace autoskel – problém, nebo neznalost? *Odpady*. **9**: 17-18.
- Bouchal T, Závada J. 2003. Nakládání s autovraky, Recyklace Odpadů VII. VŠB – TU Ostrava.
- Čermák O. 2003. Zberné a spracovateľské zariadenie starých aut. *Odpadové fórum*. **10**: 21-22.
- Davies G. 2012. *Materials for Automobile Bodies*. Butterworth-Heinemann. Oxford.
- Dobeš P. 2013. Zdravotní a bezpečnostní hlediska obráběcích kapalin a jejich používání. *Techmagazín*. Available from <http://www.techmagazin.cz/1135> (accessed November 2013).
- Dubelová Ľ, Varga J. 2011. Recyklačné technológie v automobilovom priemysle. CB Media. Available from <https://www.engineering.sk/index.php/clanky2/automobilovy-priemysel/301-recyklacnetechnologievap> (accessed June 2011).
- Ehrenberger S. 2013. Life Cycle Assessment of Magnesium Components in Vehicle Construction. Institute of Vehicle Concepts. Germany.
- Evropská komise. 2014. Nařízení Komise (EU) č. 136/2014, kterým se mění směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/46/ES, nařízení Komise (ES) č. 692/2008 z hlediska emisí z lehkých osobních a z užitkových vozidel (Euro 5 a Euro 6) a nařízení Komise (EU) č. 582/2011 z hlediska emisí z těžkých nákladních vozidel (Euro VI). EU.
- Evropská komise. 2005. Rozhodnutí Komise 2005/293/ES ze dne 1. dubna 2005, kterým se stanoví prováděcí pravidla kontrolování opětného použití, recyklace a cílů opětného použití, recyklace u vozidel s ukončenou životností stanovených ve směrnici Evropského parlamentu a Rady 2000/53/ES. EU.
- Evropský parlament a Rada Evropské unie. 2000. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/53/ES o vozidlech s ukončenou životností. EU.
- Gerrard J, Kandlikar M. 2007. Is European end-of-life vehicle legislation living up to expectations? Assessing the impact of the ELV Directive on 'green' Innovation and vehicle recovery. *Cleaner Production*. **15**: 17-27.
- GHK/Bios. 2006. A study to examine the benefits of the End of Life Vehicles Directive and the cost and benefits of a revision of the 2015 targets for recycling, re-use and recovery under the ELV Directive. Final Report to DG Environment, Birmingham.

- Hladniš J, Mašek J. 2008. Logistický proces demontáže cestných vozidiel a ich ekonomická využiteľnosť. **3**: 1-8.
- Howarth J, Mareddy SSR, Mativenga PT. 2014. Energy intensity and environmental analysis of mechanical recycling of carbon fibre composite. *Cleaner Production*. **81**: 46 – 50.
- Kanari N, Pineau JL, Shallari S. 2003. End-of-Life Vehicle Recycling in European Union. *JOM*. Available from <https://www.tms.org/pubs/journals/jom/0308/kanari-0308.html> (accessed August 2003).
- Kiani M, Gandikota I, Rais-Rohani M, Motoyama K. 2014. Design of lightweight magnesium car body structure under crash and vibration constraints. *Magnesium and Alloy*. **2**: 99 – 108.
- Kinčl J, Kotala T, Kryžanovský M. 2015. Technologie recyklace odpadních nemrznoucích směsí. *Waste forum*. **2**: 71-74.
- Krištofová D. 2000. Vyřazené autokatalyzátory. *Odpadové fórum*. **12**: 12-12.
- Leduc G, Mongelli I, Uihlein A, Nemry F. 2008. Environmental Improvement of Passenger Cars (IMPRO-car). Institute for Prospective Technological Studies. European Commission.
- Maro L. 2014. Porovnanie postupov pri čistení rezných emulzií. *MM Průmyslové spektrum*. **4**: 30- 30.
- Masarykova univerzita. 2010. Výroba automobilů. Available from <https://is.muni.cz/do/ped/kat/fyzika/autem/pages/vyroba.html> (accessed October 2010).
- Mc Namara N. 2009. Vehicle Recycling and sustainability. International Specialised Skills Institute, Melbourne.
- Mikeska M. 2017. Recyklace textilního odpadu. [BSc. Thesis]. Vysoká škola báňská, Ostrava.
- Ministerstvo životního prostředí. 2018. Stručná příručka k evidenci odpadů vzniklých ze zpracování vybraných autovraků. Odbor odpadů MŽP.
- Ministerstvo životního prostředí. 2017. Vybrané ukazatele z informačního systému pro sledování toku vybraných autovraků (MA ISOH) za rok 2017. Odbor odpadů MŽP.
- Ministerstvo životního prostředí. 2001. Vyhláška č. 383 ze dne 17. října 2001, o podrobnostech nakládání s odpady. Pages 8355-8420 in *Sbírka zákonů České republiky, 2001, částka 145*. Česká republika.
- Ministerstvo životního prostředí. Zákon č. 185 ze dne 15. května 2001, o odpadech a o změně některých dalších zákonů. Pages 4074-4113 in *Sbírka zákonů České republiky, 2001, částka 71*. Česká republika.
- Modul autovraky. MA ISOH. Průměrný věk vybraných autovraků podle krajů po čtvrtletích. Available from <https://autovraky.mzp.cz/autovrak/overview/average-old-of-wrecks>

- Národní program Ministerstva životního prostředí. 2017. Výzva č. 22/2017: Ekologická likvidace autovraků. Available from <https://www.narodniprogramzp.cz/nabidka-dotaci/detail-vyzvy/?id=49> (accessed December 2017).
- Olexová M, Kicková M, Herditzky A. 2008. Plastové komponenty ako neoddeliteľná súčasť automobilu v dnešnej dobe. Transfer inovací. **12**: 104-105.
- Pelech F. 2010. Zpětný odběr pneumatik. Odpadové fórum. **10**: 24-25.
- Petr M. 2004. Nakládání s autovraky z pohledu fyzické osoby mající souhlas k provozování zařízení. **10**: 12-12.
- Polívka E, Vrabec J. 2007. Co dál s autovraky. Odpadové fórum. **9**: 8-9.
- Procházka O. 2003. Nakládání s vyřazenými vozidly ve Slovenské republice. Odpadové fórum. **10**: 20-21.
- Sakai S, Yoshida H, Hiratsuka J, Vandecasteele C, Kohlmeyer R, Rotter VS, et al. 2014. An international comparative study of end-of-life vehicle (ELV) recycling systems. J Mater Cycles Waste Manag. **16**: 1-20.
- Sdružení automobilového průmyslu. 2018. Automobilový průmysl dosáhl v roce 2017 historických úspěchů. Praha.
- Sdružení automobilového průmyslu. 2014. Struktura vozového parku. Praha.
- Sobotová L, Jenčo R. 2014. Recyklácia pneumatík. Transfer inovací. **29**: 73- 75.
- Soo VK, Peeters J, Compston P, Doolan M, Duflou JR. 2017. Comparative Study of End-of-Life Vehicle Recycling in Australia and Belgium. Procedia CIRP. **61**: 269-274.
- Soo VK, Compston P, Doolan M. 2015. Interaction between New Car Design and Recycling Impact on Life Cycle Assessment. Procedia CIRP. **29**: 426-431.
- Soo VK, Compston P, Doolan M. 2018. The Impact of Joining Choices on Vehicle Recycling Systems. Procedia CIRP. **69**: 843-848.
- Song YS, Youn JR, Gutowski TG. 2009. Life cycle energy analysis of fiber-reinforced composites. Composites. **Part A 40**: 1257-1265.
- Sutherland J, Gunter K. 2004. A global perspective on the environmental challenges facing the automotive industry: state-of-the-art and directions for the future. Int. J. Vehicle Design. **35**: 86- 110.
- Špůr J, Buda Šepeřlová G. 2014. Vyhodnocení zpětného odběru baterií a akumulátorů v roce 2012. Odpadové forum. **6**: 10-11.
- Zoepf SM. 2011. Automotive features: mass impact and deployment characterization Massachusetts Institute of Technology.

9 Seznam použitých zkratk a symbolů

AutoSAP – Sdružení automobilového průmyslu

BIW – z anglického přepisu **Body-In-White**, více vrstevná karoserie

CENIA – česká informační agentura životního prostředí, z anglického přepisu: **Czech Environmental Information Agency**

ČIŽP – Česká inspekce životního prostředí

ČR – Česká republika

EU – Evropská unie

MA ISOH – modul systému pro on-line evidenci vybraných autovraků, z přepisu: **Modul autovraky v informačním systému odpadového hospodářství**

MŽP – Ministerstvo životního prostředí

VIN – z anglického přepisu **Vehicle Identification Number**, identifikační číslo vozidla