

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Bakalářská práce

2010

Daniel Vojtěch

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Likvidace automobilů po skončení jejich životnosti s možností dalšího využití

Bakalářská práce

Autor: Daniel Vojtěch

Vedoucí práce: Ing. Petr Jilek, DiS.

2010

University of Pardubice
Jan Perner transport fakulty

Liquidation of Automobiles After Service Life Including Options of Re-use

BACHELOR WORK

Author: Daniel Vojtěch

Supervisor: Ing. Petr Jilek, DiS.

2010

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Daniel VOJTĚCH**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Dopravní prostředky-Silniční vozidla**
Název tématu: **Likvidace automobilů po skončení jejich životnosti
s možností dalšího využití**
Zadávací katedra: **Katedra dopravních prostředků a diagnostiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Úvod
2. Ekologická demontáž komponent vozidla
3. Možnosti dalšího využití použitého materiálu z vozidel
4. Vliv recyklovaného materiálu na spolehlivost
5. Závěr

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Vlk, F.: Stavba motorových vozidel. Nakladatelství a vydavatelství Vlk, Brno 2003

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petr Jilek, DiS.

Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Datum zadání bakalářské práce: **26. února 2010**

Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2010**



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.

děkan

L.S.



doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.

vedoucí katedry

dne

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Hradci Králové dne 10. 5. 2010

Daniel Vojtěch

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce, panu Ing. Petru Jilkovi, DiS. za věnovaný čas, po který mi poskytl řadu důležitých informací a cenné připomínky, které mi pomohly při zpracovávání této práce. Také bych chtěl poděkovat svým rodičům za trpělivost a podporu ve studiu.

V Hradci Králové dne 10. 5. 2010

Daniel Vojtěch

ANOTACE

Bakalářské práce je věnována způsobům demontáže automobilů po skončení životnosti. Je zde uvedeno současné materiálové složení automobilu a možnosti jejich recyklování. Práce také obsahuje návrh ekologické demontáže spojenou s totální demontáží vozidel, za účelem maximálního využití materiálů s ekonomickým zohledněním fungování stanice.

KLÍČOVÁ SLOVA

demontáž, recyklace, zpracování autovraků

TITLE

Liquidation of Automobiles After Service Life Including Options of Re-use.

ANOTATION

The Bachelor paper deals with the ways of car disassembly after its service life. The work presents the recent materials composition and the options of the used materials recycling. The paper also contains the design for an environment friendly car disassembly for the purpose of a maximum scope of materials utilization in regard to an effective function of the station.

KEYWORDS

dismantling, recycling, processing of car wrecks

1. Úvod.....	9
2. Ekologická demontáž komponent vozidla.....	10
2.1. Definování základních pojmů	10
2.2. Složení a stáří vozového parku v České republice	11
2.3. Legislativní situace ČR	12
2.4. Materiálové složení autovraků	13
2.4.1. Ocel a litina	14
2.4.2. Hliník	14
2.4.3. Měď	14
2.4.4. Olovo a antimon, těžké a drahé kovy	14
2.4.5. Plasty	15
2.4.6. Pryž	15
2.4.7. Sklo	15
2.4.8. Provozní kapaliny	15
2.4.9. Ostatní materiály	16
2.5. Způsoby likvidace automobilů	16
2.5.1. Ekologizace	17
2.5.2. Šředrování	18
2.5.3. Demontáž	20
2.6. Návrh ekologické demontáže vozidla pomocí vývojového diagramu	21
3. Možnosti dalšího využití použitého materiálu z vozidel.....	27
3.1. Využití opotřebovaných pneumatik	27
3.1.1. Protektorování	27
3.1.2. Regenerace pryže	29
3.1.3. Recyklace pryže	29
3.1.4. Pyrolytické zpracování pneumatik	29
3.1.5. Využití pneumatik ve stavebnictví	30
3.1.6. Energetické zpracování pryže	31
3.2. Recyklace autoplastů	31
3.2.1. Způsoby recyklace	32
3.2.2. Materiálová recyklace	32
3.2.3. Chemická recyklace	33
3.2.4. Surovinová recyklace	34
3.2.5. Energetická recyklace	35
3.2.6. Problémy spojené s recyklací autoplastů	35
3.3. Recyklace autoskel	35
3.4. Recyklace olověných akumulátorů	36
4. Vliv recyklovaného materiálu na spolehlivost	37
4.1. Kvalita výrobku z recyklovaných ocelových součástí automobilu	37
4.2. Spolehlivost z recyklovaného hliníku	37
4.3. Kvalita protektorů	37
4.3.1. Pro osobní automobily	37
4.3.2. Pro nákladní automobily	38
4.4. Výrobky z plastových recyklátů	38
4.5. Spolehlivost materiálů z drti autoskel	39
5. Závěr.....	40
6. Použitá literatura.....	42
7. Seznam obrázků a tabulek.....	44

1. Úvod

Počet automobilů různých kategorií na našich silnicích stále nepopíratelně narůstá. Nárůst počtu automobilů je celosvětový, zvláště v poslední době u rozvojových zemí a jejich stále silnějším ekonomik. Tento trend je spojen se zvyšující se životní úrovní, kde automobil tvoří jednu z hodnot. Dříve bylo cestování automobilem výsadou movitých obyvatel a dnes je tento způsob přepravy neodmyslitelným řešením pro většinu nejen české populace, kde možnost cestovat pomocí silniční infrastruktury kamkoliv, kdykoliv, se současnými jízdními vlastnostmi vozidel a komfortem, který přináší moderní vozidla je důvodem toho, že rodiny pomalu začínají vlastnit více než jen jedno vozidlo. Jenže, každé vozidlo má svoji životnost a tak je nezbytné řešit likvidaci již vyřazených vozidel, které jsou hrozbou pro životní prostředí hlavně s jejich provozními látkami. Ne vždy jde o vozidla, jejichž životnost skončila vlivem času, s nárůstem silniční dopravy ve všech jejich formách vznikají také častěji nehody, které mají za následek zničená vozidla a z důvodu rozsahu poškození nebo jiných, jsou předurčeny k likvidaci.

Důležité také je si uvědomit, že vstupní suroviny, které vedou k výrobě nového automobilu, nejsou z velké většiny neomezené a tak je zde vyvíjen nátlak na výrobce nových automobilů, vyrábět takové automobily, které půjdou co nejvíce recyklovat. Materiály získané z recyklace, pak mají sloužit pro opětovnou výrobu jejich nástupců nebo jiných výrobků, které nemusejí být spojeny s automobilovým průmyslem.

Likvidace automobilů po skončení životnosti má sice v ČR relativně dlouhou tradici, ale dlouhodobějším problémem je, že automobil je zde vnímán především jako prostředek pro získání finančního obnosu prostřednictvím výkupu železného šrotu. Po vstupu ČR do EU jsme nuceni zpříšňovat legislativní kroky pro nakládání s vyřazenými vozidly (autovraky), jenže problém není pouze v legislativě, ale také v tom, že vyspělejší země EU nás předběhly v technologickém zpracování a recyklačních postupech těchto vyřazených vozidel.

Cílem mé práce je návrh likvidace automobilů a to ekologickou cestou, spojenou s totální demontáží vozidla. Nezbytným předpokladem však je, že v okolí demontážní stanice se nachází co možná nejvíce firem specializujících se na určitý druh recyklace automobilových částí. Dále je nutné zajištění spolupráce s mnoha firmami, zabývajícími se prodejem náhradních dílů, autoopraven, pneuservisů nebo přímo oslovení zákazníků, kteří shánějí určitý druh automobilových součástí a to například prostřednictvím internetu.

2. Ekologická demontáž komponent vozidla

Samotná ekologická demontáž znamená úplné rozebrání vraku vozidla, vytřídění ekologicky nebezpečných komponent a zajistit jejich ekologickou likvidaci nebo recyklaci. Zbytek vozidla a další kovové části pak putují do hutí, kde jsou opětovně využity.

2.1. Definování základních pojmů

Práce je hodně spojována s pojmem recyklace, což je výraz pro takové nakládání s odpadem, které vede k jeho dalšímu využití. Další definování základních pojmů je zde uvedeno k lepšímu porozumění následujících bodů osnovy. Přesnou definici několika zde použitých pojmů uvádí zákon o odpadech č. 185/2001 Sb. [19]

Odpad - každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit a přísluší do některé ze skupin (skupiny jsou uvedeny v příloze č. 1 v tomto zákoně).

Autovrak - každé úplné nebo neúplné motorové vozidlo, které bylo určeno k provozu na pozemních komunikacích pro přepravu osob, zvířat nebo věcí (dále jen "vozidlo") a stalo se odpadem podle § 3.

Podstatnou částí autovraku - jde o karosérii autovraku vybavenou identifikačním číslem vozidla, včetně dveří, blatníků a kapot, hnací a převodový mechanismus s příslušenstvím, nápravy s koly, motor vybavený identifikačním číslem, pokud bylo uvedeno v osvědčení o registraci vozidla, elektroinstalace, včetně ovládacích a bezpečnostních prvků, řídicí jednotky a dalších přístrojů, katalyzátor dle homologace.

Nebezpečný odpad - je uvedený v Seznamu nebezpečných odpadů a to v prováděcím právním předpise, dále se jedná o jakýkoliv jiný odpad vykazující jednu nebo více nebezpečných vlastností (nebezpečné vlastnosti jsou uvedeny v příloze č. 2 v tomto zákoně).

Nakládání s odpady - jedná se o jejich shromažďování, soustředování, sběr, výkup, třídění, přepravu a dopravu, skladování, úpravu, využívání a odstraňování.

Zařízení - technické zařízení, místo, stavba nebo část stavby.

Úprava odpadů - zahrnuje každou činnost, která vede ke změně chemických, biologických nebo fyzikálních vlastností odpadů a to včetně jejich třídění, za

účelem umožnění nebo usnadnění jejich dopravy, využití, odstraňování nebo za účelem snížení jejich objemu, případně snížení jejich nebezpečných vlastností.

Materiálové využití odpadů - náhrada prvotních surovin látkami získanými z odpadů, které lze považovat za druhotné suroviny, nebo využití látkových vlastností odpadů k původnímu účelu nebo k jiným účelům, s výjimkou bezprostředního získání energie.

Energetické využití odpadů - použití odpadů hlavně způsobem obdobným jako u paliv, za účelem získání jejich energetického obsahu nebo jiným způsobem k výrobě energie.

Opětné použití - použití částí autovraků bez jejich přepracování ke stejnému účelu, pro který byly původně určeny.

Zpracování - je operace prováděná po převzetí autovraku za účelem odstranění nebezpečných složek autovraku, demontáž, rozřezání, drcení (šředrování), příprava na odstranění nebo využití odpadu z drcení a provádění všech dalších operací potřebných pro využití nebo odstranění autovraku a jeho částí.

Elektroodpad - elektrozařízení, které se stalo odpadem, včetně komponentů, konstrukčních dílů a spotřebních dílů, které v tom okamžiku jsou součástí zařízení.

Odpadní oleje - jsou jakékoliv minerální, syntetické mazací nebo průmyslové oleje, které se staly nevhodnými pro použití, pro které byly původně zamýšleny, zejména upotřebené oleje ze spalovacích motorů a převodové oleje a rovněž minerální nebo syntetické mazací oleje, oleje pro turbíny a hydraulické oleje.

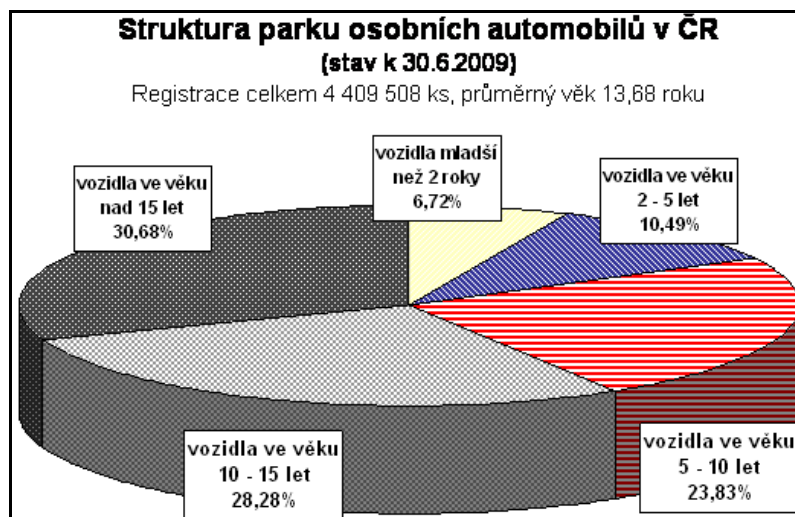
2.2. Složení a stáří vozového parku v České republice

Složení vozového parku České republiky zpracovává Ministerstvo vnitra. V České republice bylo registrováno k datu 31. 12. 2009 celkem 7 119 323 automobilů, což znamená nárůst oproti předešlému roku o 38 178 automobilů. Průměrné stáří 13,65 roku je zhruba dvojnásobek oproti ostatním zemím Evropské unie, z čehož vyplývá i vyšší průměrné stáří vyřazovaných vozidel. V České republice je toto průměrné stáří vyřazovaných vozidel okolo 20 let, ale v ostatních zemích Evropské unie se tento věk pohybuje jen mezi 12 až 15 lety. Na obrázku č. 1 je uvedeno složení vozového parku v ČR a obrázek č. 2 pojednává o struktuře parku osobních automobilů, taktéž v ČR.

Kategorie	Počet registrací	Průměrný rok výroby	Průměrné stáří
Osobní (kat. M1)	4 435 052 (4 423 370)	1996,35 (1995,18)	13,65 (13,82)
Užitková vozidla (kat. N1 až N3 celkem)	684 920 (690 937)	1999,82 (1999,13)	10,18 (9,87)
z toho jen:			
- nákladní (589 598)	587 032 (589 598)	2000,80 (2000,18)	9,20 (8,82)
- tahače návěšů (15 899)	12 958 (15 899)	1998,14 (1998,03)	11,86 (10,97)
- speciální (43 609)	39 300 (43 609)	1984,86 (1984,78)	25,14 (24,22)
Motocykly (kat. L)	903 346 (892 796)	1978,12 (1977,02)	31,88 (31,98)
Autobusy (kat. M2 a M3)	19 943 (20 375)	1995,81 (1994,69)	14,19 (14,31)
Prívěsy (kat. O1 až O4)			
- za nákladní (229 039)	248 355 (229 039)	2000,90 (2000,05)	9,10 (8,95)
- za osobní (487 389)	485 432 (487 389)	1985,76 (1985,55)	24,24 (23,45)
- traktorové (94 043)	93 153 (94 043)	1975,58 (1975,51)	34,42 (33,49)
Návěsy (kat. O1 až O4)	52 415 (53 623)	2001,19 (2000,62)	8,81 (8,38)
Traktory	151 352 (149 893)	1981,16 (1980,67)	28,84 (28,33)
Ostatní vozidla	45 355 (39 680)	? (?)	? (?)
CELKEM:	7 119 323 (7 081 145)	1993,08 (1992,07)	16,92 (16,93)

Údaje v závorce = stav k 31. 12. 2008

Obr. 1. – Složení vozového parku v ČR (souhrnné registrace k 31. 12. 2009) [8]



Obr. 2. – Struktura parku osobních automobilů v ČR [12]

2.3. Legislativní situace ČR

Základním předpisem pro nakládání s autovraky je zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů. Tento zákon je stále novelizován podle směrnic Evropského parlamentu. Poslední vyhláška č. 352/2008 v tomto zákoně pojednává

o podrobnostech nakládání s odpady z autovraků, vybraných autovraků, o způsobu vedení jejich evidence a evidence odpadů vznikajících v zařízeních ke sběru, zpracování autovraků a o informačním systému sledování toků vybraných autovraků. Tato vyhláška jenž je v souladu s předpisy Evropských společenství [13] upravuje:

- obsah provozního řádu zařízení ke sběru autovraků a zařízení ke zpracování autovraků,
- technické požadavky na nakládání s autovraky a podmínky pro jejich skladování,
- náležitosti potvrzení o převzetí autovraku do zařízení ke sběru autovraků,
- způsob vedení průběžné evidence odpadů vzniklých v zařízení ke sběru a zpracování autovraků,
- informační systém sledování toků vybraných autovraků,
- rozsah a způsob vedení průběžné evidence převzatých autovraků,
- způsob ohlašování počtu a stavu převzatých autovraků a způsobu jejich zpracování,
- způsob ohlašování produkce odpadů vzniklých zpracováním autovraků a způsob nakládání s těmito odpady,
- způsob ohlašování produkce jiných odpadů vzniklých v zařízení ke sběru autovraků a v zařízení ke zpracování autovraků.

2.4. Materiálové složení autovraků

Automobil tvoří v průměru 50 různých materiálů a okolo 10 000 součástek, z toho je u osobních automobilů přibližně 75% kovových a 25% nekovových složek. V poslední době je snaha výrobců snižovat celkovou hmotnost vozidla a tím dochází k procentuálnímu zvyšování nekovových složek. Další důvod ke snižování kovových složek je šetřit ubývající neobnovitelné kovové zdroje. Přesné materiálové složení automobilu je závislé na datu výroby, typu vozu, výrobce apod.

Ocel	55%
Litina	12%
Hliník	6%
Barevné kovy	3%
Plasty	8%
Guma	4%
Sklo	3%
Kapaliny	6%
Ostatní	3%

Tab. 1. – Materiálové složení autovraků (% hmotnosti autovraků) [2]

2.4.1. Ocel a litina

Tvoří hlavní konstrukční skupiny automobilu. Jedná se o ocel konstrukční, vysocelegovanou, nízkolegovanou, vanadovou atd. V posledních dvaceti letech klesl tento podíl kovů na celkové hmotnosti na cca 70% a na další roky se odhaduje snížení na 58%.

2.4.2. Hliník

Hliník a jeho slitiny postupně nahrazují ocelové a litinové konstrukční prvky. Důvod tohoto nahrazování je, že hliník má nižší měrnou hmotnost a dobrou tvárnost. Ze slévárenských slitin hliníku se například vyrábí blok motoru, hlavy válců, skříně převodovek atd. Dále se hliník vyznačuje dobrou tepelnou i elektrickou vodivostí a je levnější oproti mědi (chladiče). Za posledních 20 let se podíl hliníku zvýšil přibližně o 7%.

2.4.3. Měď

Nalezneme ji v elektroinstalaci především z důvodu velmi dobré elektrické vodivosti, elektromotorech, dále jako součást slitin (mosaz pro výrobu topných systémů a chladičů, v některých automobilech se používají beryliové bronzy pro pružiny, spínače, kolektory atd.)

2.4.4. Olovo a antimon, těžké a drahé kovy

Olovo a antimon nalezneme v akumulátorech. Akumulátory se řadí do skupiny vybraných druhů odpadů a je jim věnována zvláštní pozornost, protože až 66% celkové světové produkce olova je spotřebováno na jejich výrobu.

Návratnost akumulátoru ve vyspělých zemích činí 75 – 95% a v České republice se pohybuje okolo 80%. V průměru akumulátor obsahuje 26,5% Pb, 27,5% PbO₂, 17,9% PbSO₄, dále je zde 15% elektrolytu a 13,1% organického podílu.

Pro důležitou antikorozi úpravu karoserií nebo pro výrobu součástek s přesným litím se používá zinek. Dále se používají i drahé kovy jako zlato, stříbro, platina, paladium a to s nástupem elektroniky v automobilovém průmyslu nebo jsou tyto drahé kovy obsaženy v katalyzátorech s keramickým nosičem apod.

2.4.5. *Plasty*

Jsou významným materiálem při výrobě automobilů. V 70. letech se odhadovalo, že plasty výrazně omezí podíl kovů, bohužel se tak nestalo z důvodů zvyšujících se nároků na bezpečnostní prvky a na problémy spojené s recyklací plastů. V současnosti se podíl plastů pohybuje mezi 8 až 20% a stále se pozvolna zvyšuje. Používají se hlavně termoplasty (polykarbonáty, polyestery, polyetylensulfidy, termoplastické elastomery atd.). Plasty tvoří hlavně interiér vozidla a některé součásti karoserie.

2.4.6. *Pryž*

Jedná se o elastický produkt získaný vulkanizací kaučukových směsí. Největší podíl pryže u automobilu najdeme u pneumatik. Ojeté pneumatiky průměrně obsahují až 48% elastomeru, 22% sazí, cca 20% oceli, 0 až 5% textilu a dalšími prvky jako ZnO, Se, Te a malým množstvím síry. Dále jsou v těchto pneumatikách obsaženy chemikálie (okolo 6 až 8%) jako např. urychlovače a aktivátory, změkčovadla, plniva, pigmenty, antioxidanty aj. Pryž dále najdeme u automobilu jako těsnící prvky, klínové řemeny, hadice atd.

2.4.7. *Sklo*

Sklo, které se dnes používá u automobilů, se řadí do skupiny problémových skleněných odpadů. Důvod souvisí se zvláštními bezpečnostními požadavky, které jsou na skla kladena. Rozeznáváme dva typy bezpečnostních skel.

Prvním typem jsou skla lepená, která jsou vyrobena tak, že mezi dvě vrstvy skla je natavena plastová fólie. Tímto výrobním postupem se změní tříštivost při nárazu tělesa do plochy a sklo se po rozbití nerozsype.

Do druhého typu se řadí skla temperovaná, které najdeme u automobilu jako skla boční a zadní. Výroba těchto skel je oproti lepeným sklům jednodušší, neboť se jedná o jednovrstvé sklo s další tepelnou úpravou tzv. temperováním.

2.4.8. *Provozní kapaliny*

Jedná se o zbytky pohonných hmot, různé typy olejů, mazací tuky, brzdové kapaliny, chladičí kapaliny, různé směsi do ostříkovačů a v neposlední řadě již zmiňovaný elektrolyt u akumulátorů. Všechny tyto kapaliny je nutné považovat za nebezpečné a také s nimi

zodpovědně nakládat, protože mohou způsobit různé škody na zdraví člověka a na životním prostředí.

2.4.9. Ostatní materiály

Do této skupiny můžeme řadit textilní materiály, dřevo, papír, lepenku, keramiku apod. Především textilní materiály se používají pro izolační a tlumící materiály (pro odhlučnění karoserie), výstelky čelní stěny, dveří a střechy. Další typy textilního materiálu najdeme u čalounění, opěradel, bezpečnostních pásů atd.

V automobilu se mohou vyskytovat i netradiční materiály, které nemusejí vždy tvořit standardní výbavu nového automobilu, ale vznikají například amatérskými zásahy do automobilu během jeho provozu. Tyto zásahy mohou snižovat účinnou recyklaci automobilu.

2.5. Způsoby likvidace automobilů

Jedná se o postup likvidace automobilů, jestliže jsou převzaty do zpracovatelského zařízení (zde jsou již považovány za odpady). Rozlišujeme tři druhy zpracování těchto odpadů.

1) Ekologizace.

Tímto procesem odstraňujeme nebezpečné látky a materiály za účelem možného dalšího využití nebo ekologického odstranění.

2) Šrédrování.

Příprava likvidace automobilu pro proces šrédrování (slisování) a zpracování šrédru pro maximální využití získaných komponentů.

3) Totální demontáž automobilu.

Jedná se o demontáž s možností opětovného využití některých dílů nebo aspoň částí, respektive jejich odstranění.

Ekologizace automobilu by měla být jednoznačně prvním procesem při začátku zpracování jakéhokoliv automobilu, zbylé postupy jako šrédrování a totální demontáž jsou totiž volitelné a závisí pouze na volbě zpracovatele, jaké má technologické a technické možnosti. Poslední možností zpracování je kombinace obou postupů, což znamená částečnou demontáž s následným zpracováním automobilu ve šrédru (drtícím zařízením).

2.5.1. Ekologizace

Kontrolovaný proces ekologizace je potřeba zajistit již při samotném sběru, přes přepravu, až ke zpracování. Zpracování je pro ekologizaci rozhodujícím atributem celého systému, začíná s odčerpáním provozních kapalin a oddělení dalších nebezpečných částí vozidla. Do provozních kapalin se řadí pohonné látky, provozní látky (brzdové, chladící, nemrznoucí atd.), oleje (převodové, motorové, hydraulické apod.), až po kompaktní celky tvořené akumulátory, olejovými filtry apod. Provozní kapaliny spadají do určitých tříd nebezpečnosti a hořlavosti, proto se musí jednotlivé náplně skladovat odděleně. Nebezpečnou složkou jsou i airbagy, charakterizovány svoji výbušností.

Postup k odstranění olejů spočívá v odvedení olejů z příslušných nádob (např. ve funkci zásobníků). Aby se dosáhlo efektivnějšího vyprázdnění provozních kapalin z nádob, tak ty se perforují a vyprazdňují za pomoci proudu vzduchu vháněného do prostoru nádoby. Olej z tlumičů se provádí odsáním po navrtání těla tlumiče. U vozidel vybavených olejovým chlazením se demontují spojovací hadice, aby došlo k vyprázdnění oleje. U vozidel s hydraulickým systémem se odmontují nádoby na olej. Z hadic je olej odsát nebo vháněním vzduchu vytlačen.

Převodové a brzdové kapaliny se odstraňují po otevření příslušných ventilů. Pokud nedojde k dobrému vyprázdnění, použije se zařízení k odsání nebo vhánění vzduchu. Po odstranění kapalin se zpětně ventily uzavřou.

Chladící neboli nemrznoucí kapaliny se odstraní po otevření příslušných ventilů na topení a motoru. Dále se odmontuje spodní potrubí a s využitím příslušných trychtýřů a trubiček se zabráňuje rozlití.

Kapaliny v ostřikovačích se odstraní podobnými účinnými metodami. Chlorfluorkarby (freony), které se používají jako chladící médium v klimatizačním systému, se odsávají v uzavřených systémech do speciálních zařízení, kde se uzavírají do připravených tlakových nádob.

Palivové nádrže se proděraví a obsah se zbytky palivové směsi se účinně odsaje z hrdla nádrže. U některých nádrží je potřeba nejprve provést demontáž a až potom odsátí palivové směsi. Po odsátí paliva se otvory v nádrži uzavřou. Paliva takto získaná se přemístí do příslušných skladovacích cisteren k tomuto účelu určených a palivo se může opětovně použít. Olejové filtry se rozmontují a filtry jsou uschovány v uzavřených nádobách. Olověné akumulátory se demontují a uschovávají se do obalů odolných vůči kyselinám.

Zvláštní problematikou ekologizace automobilů tvoří airbagy. Airbagy jsou buď vyňaty, nebo odstraněny podle předepsaných norem. Vzhledem na jejich nebezpečné vlastnosti je s nimi dále nakládáno podle schválených norem.



Obr. 3. – Stanice na odčerpávání provozních náplní [15]

2.5.2. Šředrování

Tento způsob zpracování vozidel je nejběžnější v zemích Evropské unie. V současnosti jsou moderní šředry využívány nejen ke zpracování vozidel, ale i u odlišných komodit s vysokým obsahem kovů, kam se řadí například vybrané skupiny elektrošrotu. Aby bylo dosaženo vysoké výtěžnosti získaných materiálových skupin, je potřeba propracovaných třídících postupů během šředrování.

Na drtící lince se zpracovávají osobní a dodávkové automobily, které mohou být ve stavu původním nebo předlisovaném. Před drcením automobilů dojde k vypuštění nebezpečných kapalin a odstranění nebezpečných zařízení. Dále se třídí části automobilu, které se dají výhodně zpracovat (startéry, katalyzátory, pneumatiky vhodné pro protektorování atd.)

Následné zavážení materiálu je plynule prováděno mostovými nebo mobilními jeřáby na deskový dopravník. Rychlost posuvu dopravníku je ovladatelná a dopravuje materiál ke dvěma podávacím válcům. Válce jsou reverzní a jejich sevření je řešeno hydraulicky.

Materiál, který těmito válci projde, je částečně deformován, hutněn a vytlačen do rotačního kladivového drtiče. V tomto rotačním drtiči volně uložená kladiva rozdrť vlačovaný materiál, který následně propadává oky spodního roštu na vibrační žlab. Při tomto procesu drcení vzniká prach, jehož velmi jemné frakce jsou odsávány potrubním systémem. Potrubní systém vede prach k mokrému odlučovači, který tento prach přemění na prachový kal. Prachových nečistot se zbavuje podrcený materiál i v dalším kroku a to v uzavřeném cyklonu, kdy při pádu materiálu na ně působí vzduch a lehké prachové frakce jsou odsávány do suchého odlučovače. Potom je tento materiál dopravován v magnetické separaci, kde se rozdělí na základní frakci magnetickou a nemagnetickou. Magnetickou frakci tvoří pouze železné kovy se zbytky neželezných. Neželezné kovy jsou vyřazeny v následujícím kroku pracovníkem (obsluhou). Pracovník tyto zbytky neželezných kovů vytřídí do připravených kontejnerů. Přetříděný materiál pracovníkem postupuje k pásové váze, kde se provádí průběžné vážení. Následně je materiál dopraven k třídícímu bubnu, kde se provede dotřídění podle velikosti. Po všech těchto krocích je vyroben finální produkt, připraven pro expedici.

Vytříděná nemagnetická frakce je pásovým dopravníkem dopravována k rotačnímu třídícímu síťovému bubnu. Tento buben třídí materiál na tři další frakce:

- Jemná frakce s rozměry do 15 mm, která obsahuje umělé hmoty, sklo a jiné druhy určené na odval.
- Střední frakce s rozměry od 15 do 50 mm, obsahující nejvíce neželezných kovů, které jsou následně zpracovány na jiném zařízení.
- Frakce s rozměry nad 50 mm, kde pracovník ručně vytřídí neželezné kovy.

Výkon celého zařízení je ovlivňován především plynulým zavážením na plochu deskového dopravníku. Zavážení je potřeba uskutečnit bez časových prodlev, neboť jakýkoliv výpadek má za následek zvýšení nákladů na provoz. Velkým nebezpečím při zpracování automobilů je vznik požáru, který může vzniknout i několik hodin po skončení denního provozu jak uvnitř linky, tak i v roztříděných sektorech.



Obr. 4. – Šrédr (drtící zařízení) [16]

2.5.3. Demontáž

Jedná se ruční demontáž vozidel s roztříděním na jednotlivé demontované součásti, které se rozřadí do příslušných materiálových skupin pro danou recyklaci. Výhoda tohoto postupu oproti šředrování spočívá ve vysoké čistotě koncových materiálů. Při šředrování totiž dochází ke ztrátě určité čistoty materiálu (například u hliníku). Čistota je snižována vinou příměsí, která obsahuje vyseparovaná materiálová drť. Tento podíl nežádoucích směsí se projeví i na výsledné ceně za vyříděný materiál. Z tohoto důvodu mají jednotlivé zpracovatelské závody stanoveny určité podmínky pro zpracování materiálu se zahrnutím procentuálního podílu nežádoucích příměsí. Demontáž jednotlivých součástí zaleží jak na stáří vozidla, tak na tom, považují-li jednotlivá demontážní pracoviště demontované součásti za hodnotné.

U většiny demontážních pracovišť jsou používané demontážní postupy a základní technologie totožné. Rozdíly mezi jednotlivými provozovny jsou jak v efektivitě demontáže, tak v používaných technikách závislých na vybavení jednotlivých pracovišť, jejich kapacitu a specializaci na určité typy či značky vozidel. Dále do konkrétní podoby demontáže promlouvají i vnější vlivy, jako vývoj trhu s druhotnými surovinami, přepravní náklady, existence zpracovatele určité materiálové skupiny apod.

Demontáž vozidel může být vzhledem k časové náročnosti velice nákladnou záležitostí. Důvod této časové náročnosti souvisí s kapacitou demontážních pracovišť a vysokého

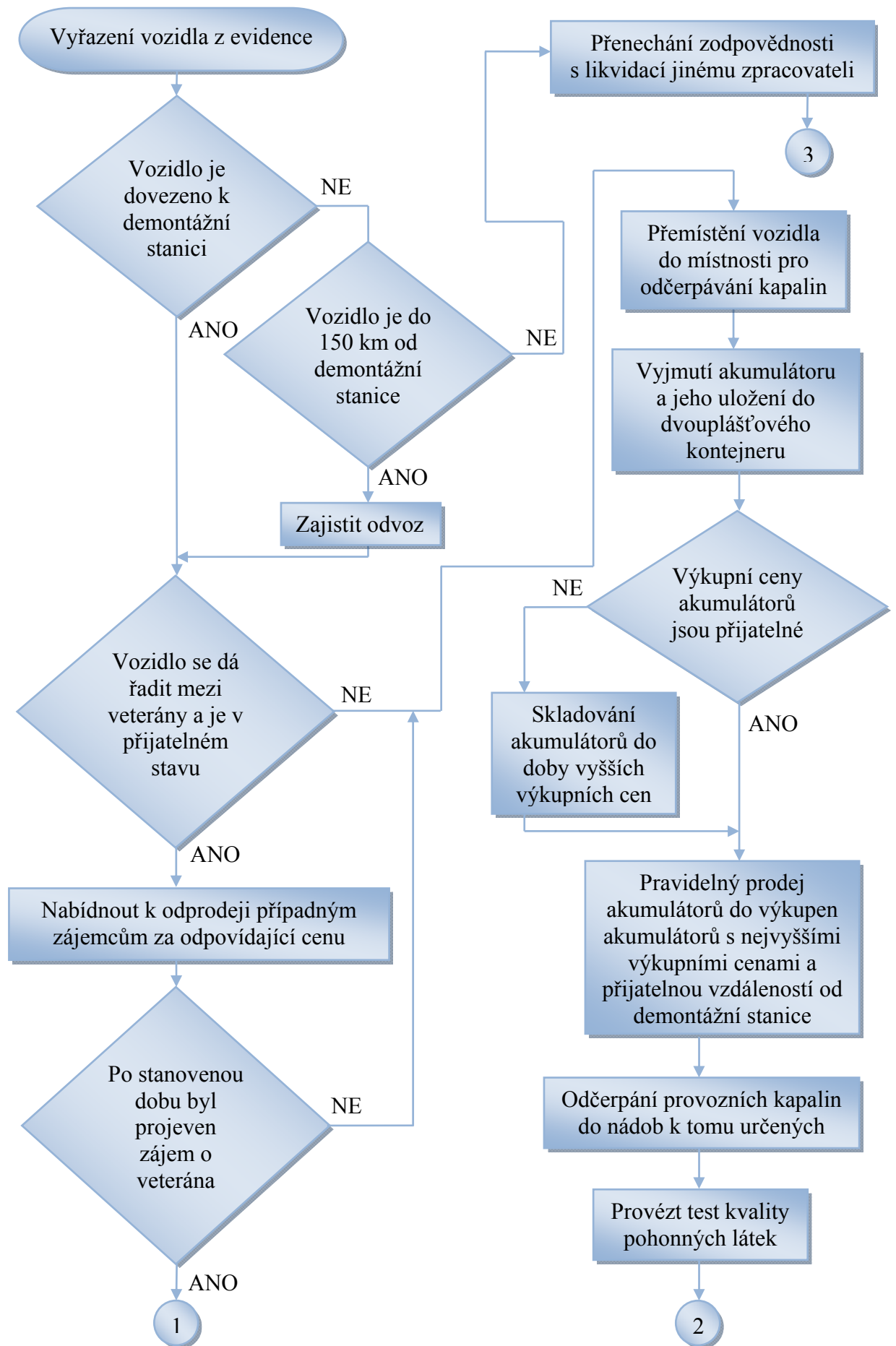
podílu lidské manuální práce. Celkový čas zpracování je dále navyšován nakládáním, přemisťováním materiálů a řízením provozu. V České republice je současný stav demontáže zaměřen na využití „hodnotných“ materiálů, kam se řadí železné a barevné kovy. Většina ostatních materiálů, může vykazovat i příslušnou čistotu a homogenitu, která je zajištěna demontáží, přesto se těžko hledají cesty k jejich opětovnému využití.

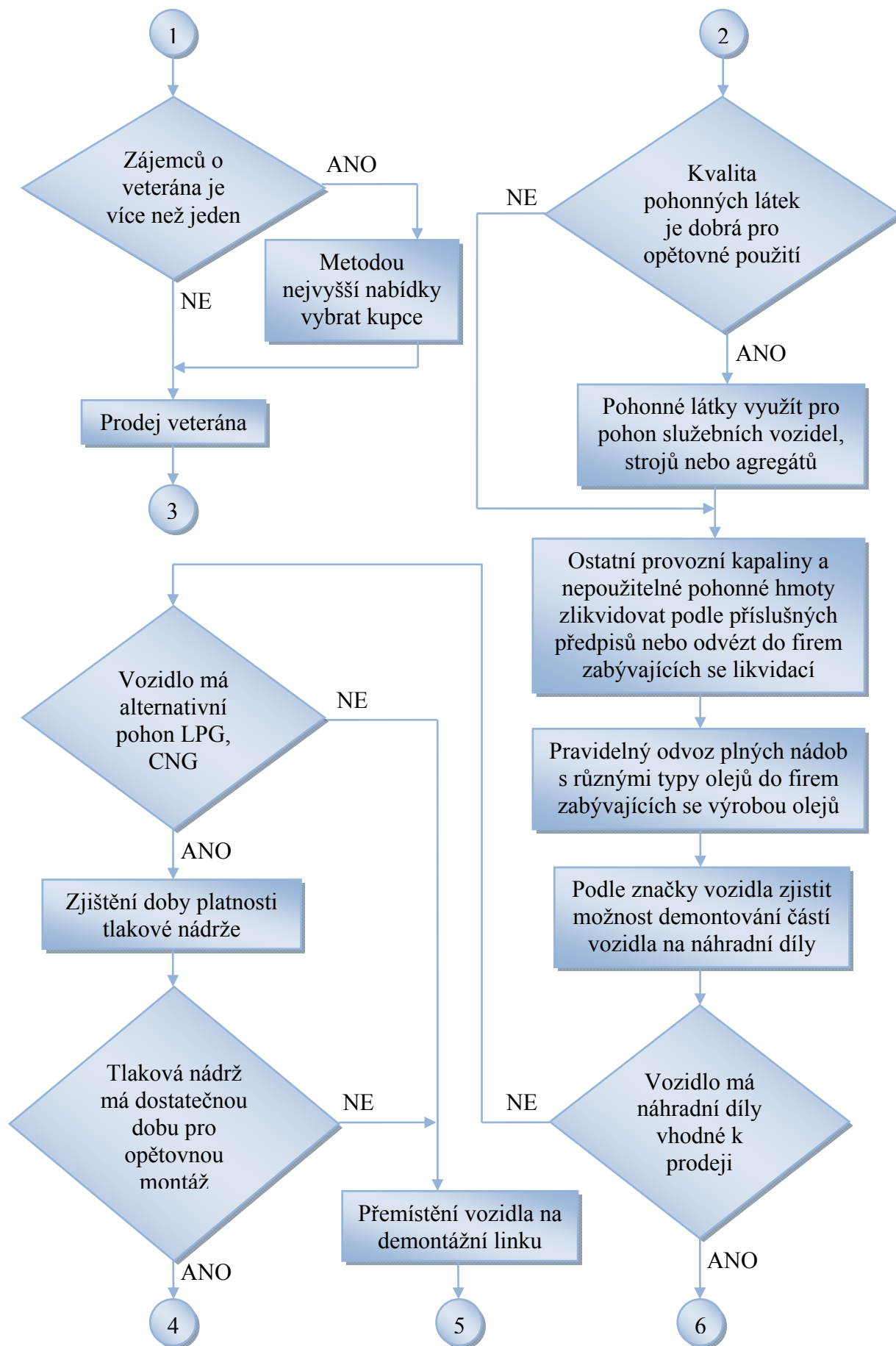


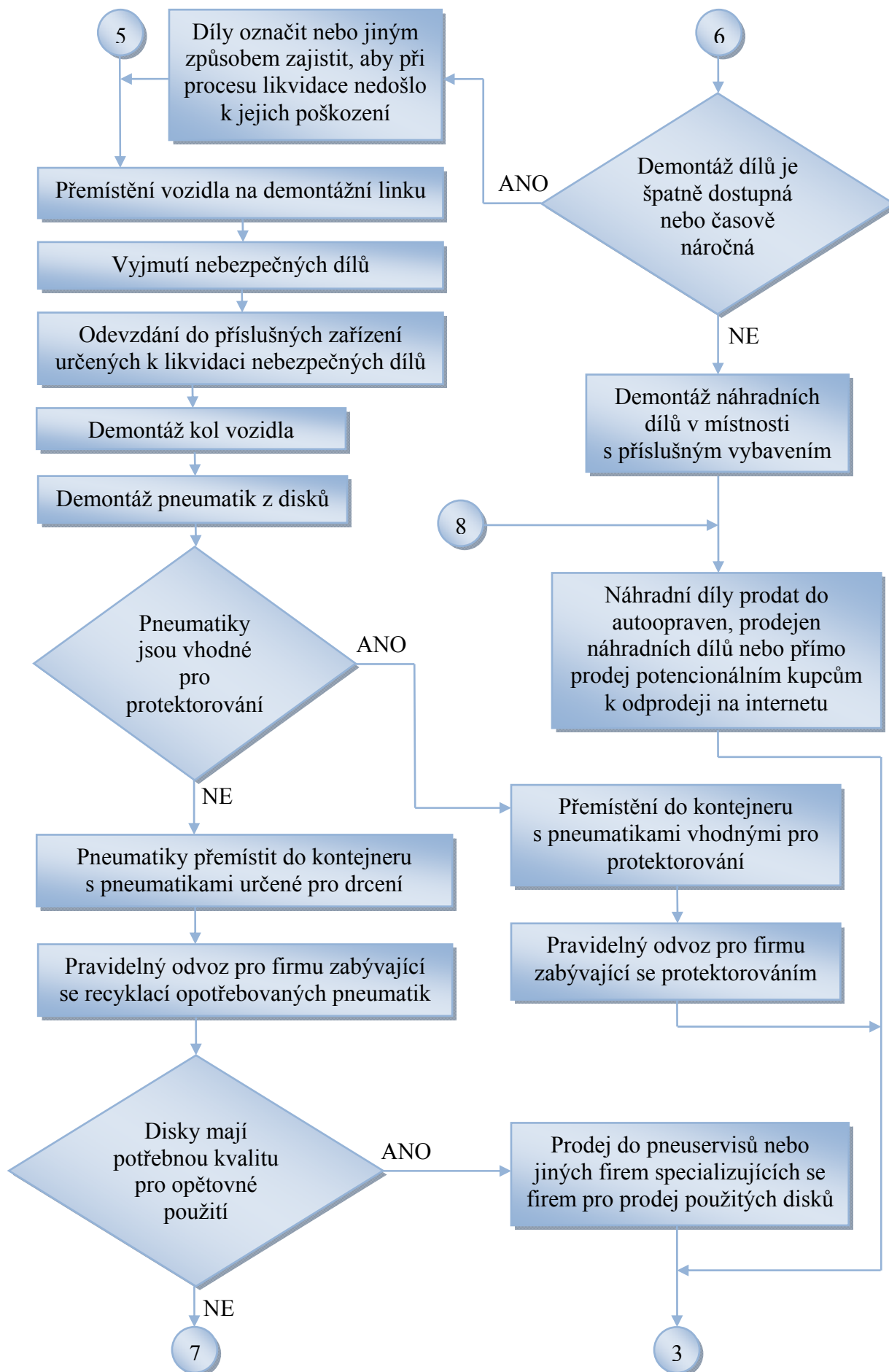
Obr. 5. – Demontážní linka CRS (Car Recycling System) [17]

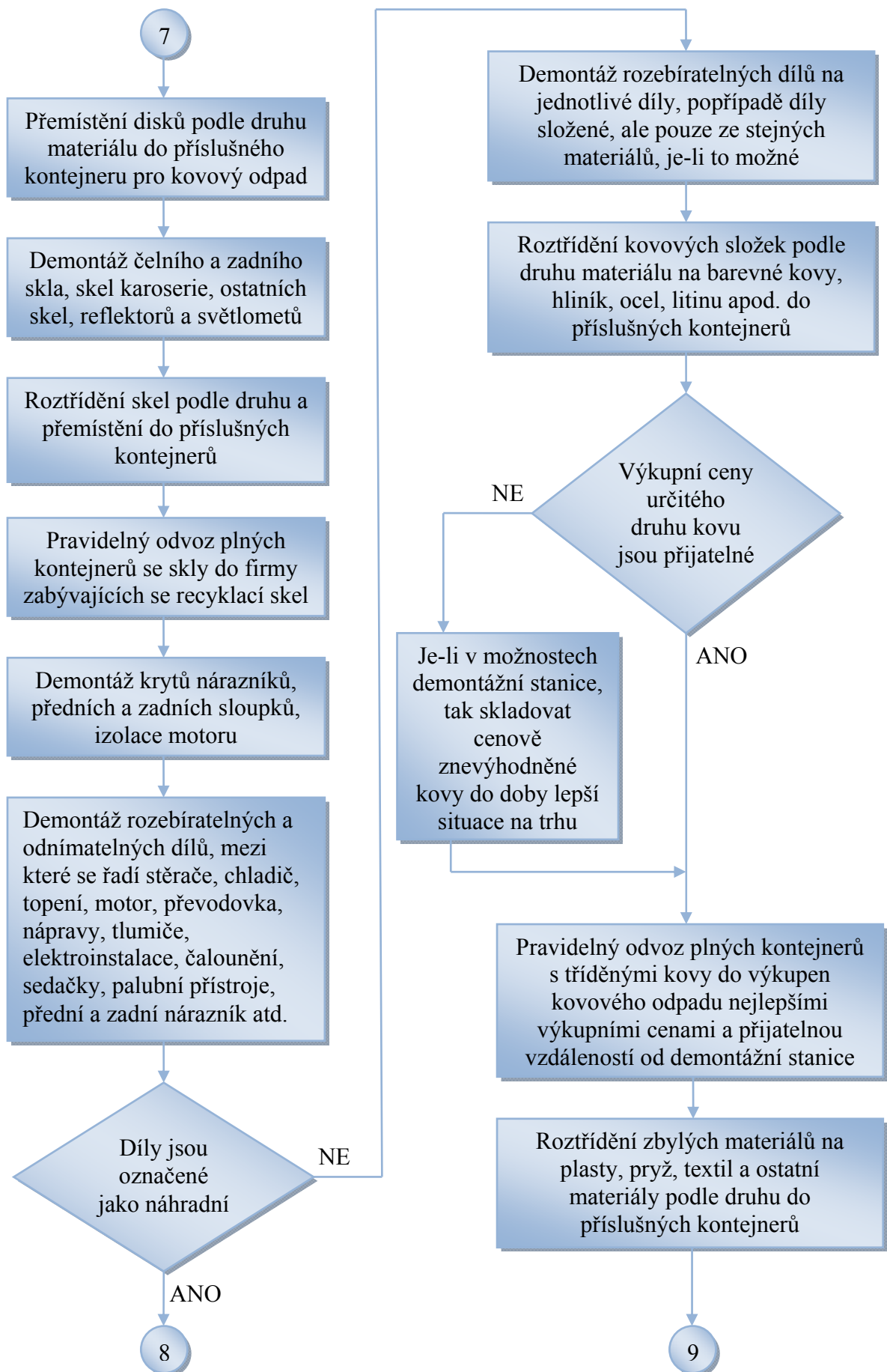
2.6. Návrh ekologické demontáže vozidla pomocí vývojového diagramu

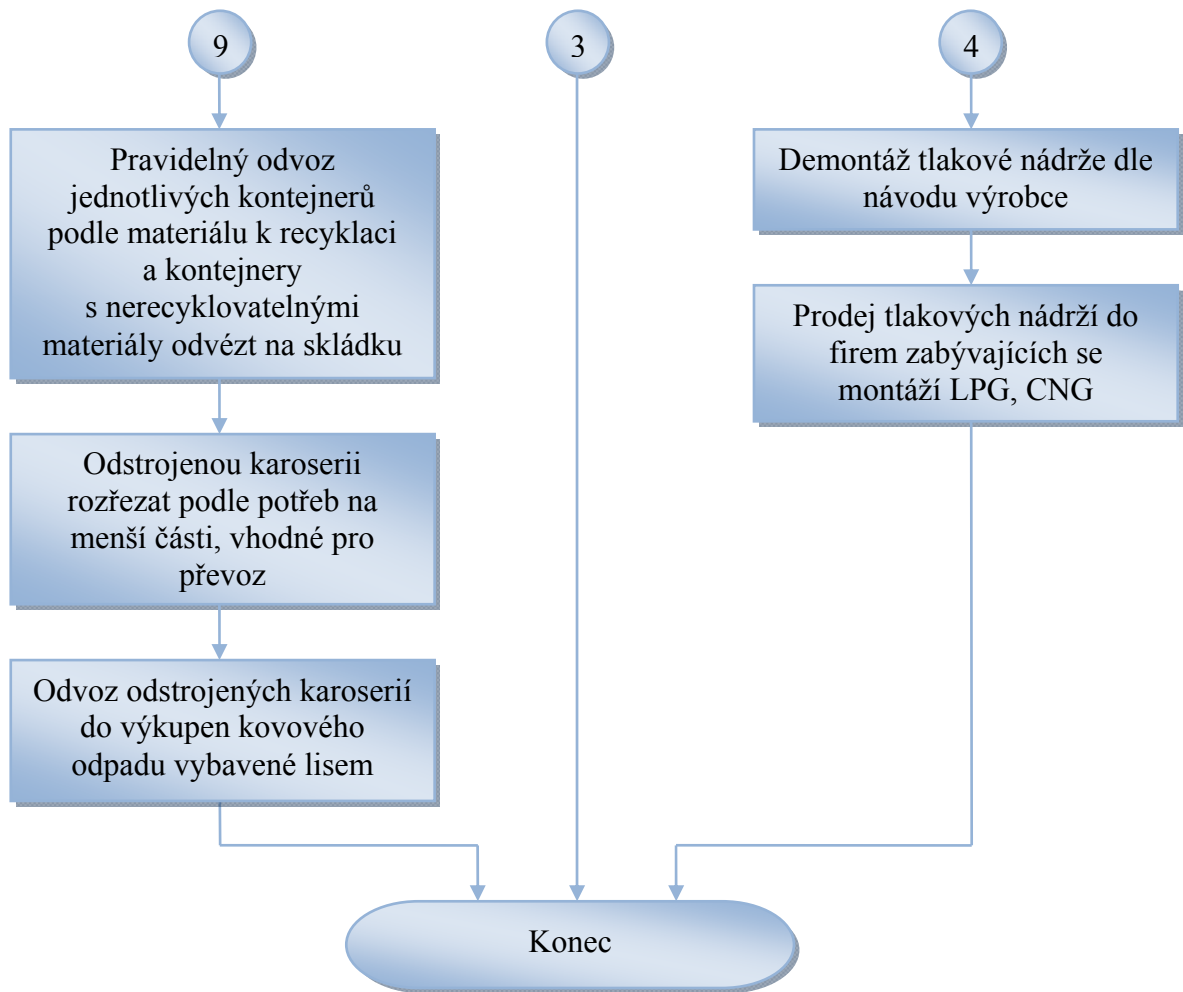
Předpokladem je umístění demontážní stanice v blízkém okolí firem s recyklačním zaměřením. Při návrhu je částečně zohledněno ekonomické fungování v závislosti na výkupních cenách určitých materiálů, prodeji náhradních dílů apod. Dále je zde předpoklad spolupráce s automobilkami různých značek na stanovování efektivních postupů při demontáži.











3. Možnosti dalšího využití použitého materiálu z vozidel

3.1. Využití opotřebovaných pneumatik

Největší procentuální podíl pneumatiky tvoří pryž. Celková produkce pryžového odpadu byla již v roce 1992 odhadována na 62 820 tun. Pneumatiky a jejich odřezky v této celkové produkci pryžového odpadu tvoří 61%.

Ukládáno na skládky	32,5%
Spalováno	12,8%
Uskladňováno	12,3%
Regenerováno / recyklováno	6,5%
Naloženo jiným způsobem	35,9%

Tab. 2. – Nakládání s pryžovým odpadem [11]

3.1.1. Protektorování

U částečně opotřebovaných pneumatik, kde tloušťka běhounu již přesáhla minimální povolený limit tloušťky, lze použít proces protektorování k možnosti opětovnému použití pneumatiky. Protektorování pneumatik se provádí za studena nebo za tepla.

Při protektorování za studena se na odrásaný plášť pokládá již předvulkanizovaný běhoun a jeho spojení s pláštěm probíhá v autoklávu při tlaku o hodnotách 450 kPa až 500 kPa a teplotách přibližně 110°C až 115°C.



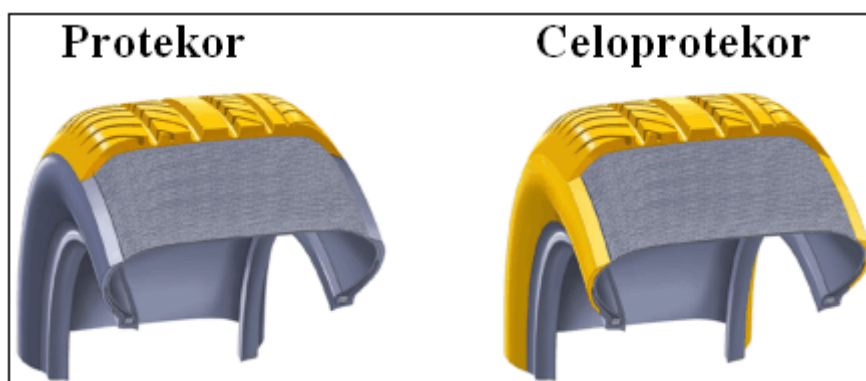
Obr. 6. – Protektorování "za studena" [6]

Protektorování za tepla probíhá v lisu. Vulkanizace nově naneseného materiálu (jedná se o běhounovou směs a u osobních pneumatik i bočnicovou pásku) probíhá v protektorovacím lisu. V lisu je tlak o hodnotách 1,3 MPa až 1,7 MPa a teplota cca 140°C až 145°C.



Obr. 7. – Protektorování "za tepla" [6]

Dále rozlišujeme, jedná-li se o výrobu protektoru nebo celoprotektoru. U protektoru je plášť obnovený od ramene k rameni (pouze nový běhoun). Tento postup se využívá zejména při protektorování pneumatik pro nákladní automobily a to metodami "za studena" i "za tepla". U celoprotektoru je plášť obnovený od patky k patce (nový běhoun a nová bočnice). Celoprotektor se využívá zejména u pneumatik pro osobní automobily a pouze metodou protektorování za tepla.



Obr. 8. – Protektor a celoprotektor [6]

Ohromnou výhodou zpracování pneumatik protektorováním je v prodloužení životnosti pneumatiky, kde se ušetří až 80% surovin a energie na rozdíl od výroby nových pneumatik. Zároveň se snižuje i množství produkovaného odpadu vzniklé při výrobě. V současné době je protektorování výhodnější u nákladních vozidel než u osobních vozidel, především z důvodu ekonomických. Proces protektorování lze použít přibližně pro 80% nákladních a 20% osobních pneumatik. Lze říci, že osobní pneumatiky bývají protektorovány jednou, autobusové pneumatiky třikrát a u nákladních automobilů v průměru tři až čtyřikrát.

3.1.2. Regenerace pryže

Již před půldruhým stoletím byla ekonomická hodnota pryžového odpadu velice uznávána a to hned po přelomovém objevu vulkanizace kaučuku. Samotná vulkanizace kaučuku předznamenala prudký vývoj gumárenského průmyslu a procesů nazývaných regenerace pryže. Tento pojem je hodně využíván, ale žádným ze současných regeneračních postupů nelze z pryžových odpadů získat opět původní kaučuk.

Znovu zpracovatelnou a vulkanizovatelnou starou pryž získáme po chemické nebo mechanické regeneraci. Tato regenerace může trvat hodiny nebo minuty a to při teplotách 140°C až 290°C za tlaků o hodnotách 0,6 MPa až 7 MPa. Nevýhoda takto vyrobené pryže spočívá v horších mechanických vlastnostech oproti výrobě pryže ze surového kaučuku, proto se regenerát používá především jako přísada kaučukových směsí.

Současným trendem není rozvoj regenerace pryže, jak se odhadovalo vzhledem k obecně se zvyšující materiálové recyklaci. Důvodem této stagnace je fakt, že se kladou stále větší nároky na kvalitu gumárenských výrobků a dále se celková spotřeba z technických důvodů ustálila. Na zvýšení spotřeby regenerátu nemá vliv ani stále se zvyšující objem gumárenské výroby.

3.1.3. Recyklace pryže

I mimo oblast gumárenského průmyslu byla pro drť ze staré pryže navržena řada různých aplikací zahrnujících např. materiál pro povrchové úpravy sportovišť, plnivo pro asfalt aj. Výraznější vliv na snižování nárůstu objemu odpadní pryže tyto aplikace nemají. Další možnosti pro využití odpadní pryže vznikly při realizaci velmi jemného mletí. Tato jemná drť je získávána kryogenním nebo pouze mechanickým mletím. Po tomto mletí můžeme jemnou drť využít jako kvalitní plnivo do kaučukových směsí nebo do materiálů typu termoplastických elastomerů. Je-li zvoleno mletí na hrubší drť, můžeme tuto drť zpracovat tzv. devulkanizací na přímo vulkanizovatelný produkt, který se vyznačuje velmi dobrými mechanickými vlastnostmi.

3.1.4. Pyrolytické zpracování pneumatik

Jedná se o proces zahrnující tepelný rozklad za nepřístupu vzduchu. Postup zpracování ojetých pneumatik se skládá z rozdrčení pneumatik, vzniklá drť se pere a suší přes kapalinový uzávěr a tato usušená drť vchází do vlastního reaktoru. Funkce kapalinového

uzávěru spočívá v zabránění vniku vzduchu do reaktoru. Pyrolyzovaný materiál v tomto reaktoru postupně prochází pěti retortami (nádoby pro suchou destilaci za vysoké teploty), kde se rozkládá na plynný podíl a pevný zbytek (kovové částice a saze). Vytvořené plynné produkty procházejí přes odlučovač sazí do chladiče. Zkondenzovaný podíl tvoří směs uhlovodíků a podobá se lehkému topnému oleji. Druhá nezkondenzovaná část se využívá na dva účely. Jednak se využívá jako zdroj energie pro reaktor a zadruhé slouží k sušení rozdrcených pneumatik. Pevné zbytky jsou děleny pomocí magnetického separátoru, saze jsou oddělovány od vyniklých větších spečených kusů a dále se ukládají do velkoobjemových vaků, které slouží k dalšímu využití.

3.1.5. Využití pneumatik ve stavebnictví

Ojeté pneumatiky se ve stavebním inženýrství využívají při výstavbě např.:

- různých drenážních systémů,
- izolací skládek,
- zpevněných břehů,
- jako plniva živičných povrchů,
- na podklady silnic,
- protihlukové bariéry.

V roce 1995 bylo přibližně 12 mil. kusů vyřazených pneumatik využito právě pro stavební účely. Odhad v roce 1994 byl, že v roce 1996 se zpracuje 20 až 25 mil. kusů starých pneumatik, v důsledku různých událostí bylo v roce 1996 spotřebovaného pouze 10 mil. kusů. Aplikace vyřazených pneumatik ve stavebnictví také nepříznivě ovlivňovaly četné nedorozumění, které vedly např. v USA k historkám o hořících silnicích. Všechny tyto diskuze se týkaly pryže modifikovaného asfaltu. Do tohoto problému zasáhli pověřené instituce, které začali tento problém řešit tím, že připravily dokument obsahující potřebné charakteristiky, vlastnosti a příklady aplikací starých pneumatik. Vzniknul i projekt terénního testování, který zkoumal, zda výluh ze starých pneumatik nemá škodlivé účinky na životní prostředí. Po dokončení tohoto projektu bylo zjištěno, že staré pneumatiky nemají škodlivé účinky na životním prostředí. Byla vytvořena i Komise stavebního inženýrství, jejíž prací je zprostředkovávat kontakty mezi příslušnými státními a federálními institucemi a to při projednávání souvisejících problémů. Tato Komise vytvořila Návrh směrnic pro co největší minimalizaci samovznícení náspů (umělá

vyvýšená stavba v terénu) z drcených náspů tím, že použití starých pneumatik doporučuje v určitých tenkých vrstvách. Příslušní pracovníci prošetřili náspy ze starých pneumatik a došli k závěru, že k tepelně zbarveným reakcím dochází tam, kde jsou v jednom kontaktu velké množství pryžové drtě, ocelového kordu a nečistoty. Oxidační reakce zapříčiní uvolnění tepla a menší kousky, které mají větší povrch, jsou náchylnější k oxidaci. Nečistoty tuto reakci urychlují. Pokud je přimísen ještě organický materiál, může dojít k zrychlení koroze odhalených ocelových pásů. Dusík a fosfor obsažený v této organické hmotě reaguje z pryží. Dále zde hrají určitou roli i mikroorganismy. Směrnice nejen doporučuje maximální a minimální velikost pneumatikové drtě, ale také upozorňuje na odstranění oleje, maziva, benzínu a různých organických materiálů.

3.1.6. Energetické zpracování pryže

Jedním z nejekonomičtějších cest jak využít odpadní pryž, je využití energetické hodnoty pryže ve formě paliva. V současnosti tuto možnost využívají např. cementárny, které spalují především ojeté nákladní pneumatiky a to bez předběžné úpravy zahrnující drcení apod. Spalování v cementárnách byl na svém začátku velmi diskutovaný problém, byla obava ze znečištění životního prostředí. Ta byla později vyřešena při vzniku slínkových rotačních pecí, které neměly negativní následky na životním prostředí. Při samotném spalování vznikají kyselé oxidy, především siřičitý, ten dále oxiduje na sírový. Tyto oxidy jsou bezpečně vázány přítomným oxidem vápenatým.

Pro pryžovou drť byly vyvinuty speciální pece, které jsou šetrnější k životnímu prostředí. Výhodou spalování drtě je i vysoká výhřevnost, což je velkou výhodou energetického zhodnocení pryže.

3.2. Recyklace autoplastů

Obecně se recyklací plastů rozumí opětovné využití plastů a to jak při výrobě, tak po ukončení životnosti výrobků z plastů. Samotná recyklace využívá samotný materiál nebo energii v plastech obsaženou.

3.2.1. Způsoby recyklace

Při výrobě plastů vzniká také technologický odpad, kam se řadí vadné výrobky, zbytky vtokových systémů při vstřikování apod. Vytvořený odpad se ve většině případů zpracovává tzv. recyklací technologického odpadu. Tato recyklace začíná rozdrčením odpadu, po kterém může následovat regranulace. Veškerá drť a granulát se znovu použijí při výrobě nových výrobků. Při výrobě se použije množství 5 až 15% takového recyklátu a přitom nedojde zásadně ke změně vlastností koncového výrobku.

Při recyklaci již použitých výrobků je postup zpracování složitější. Důvodem je řada změn v samotném plastu způsobených jeho používáním. Na plast během jeho používání působilo světlo, teplo, mechanické zatížení a časem se vlastnosti plastu změnily. Dále mohlo dojít i ke kontaminaci plastu různými nečistotami. Všechny tyto důvody vedou ke čtyřem možnostem recyklace a to k materiálové, chemické, surovinové nebo energetické recyklaci.

3.2.2. Materiálová recyklace

Tento druh recyklace je nazýván jako fyzikální recyklace a slouží pro co nejúčinnější využití surovinového a energetického vkladu do panenského polymerního materiálu. Při recyklaci se používají postupy spočívající v mletí opotřebovaných výrobků a to za vzniku drtě. Je-li odpad kontaminován, je nutné zařadit do tohoto procesu mytí popřípadě plavení drtě s následným sušením a případnou regranulací. Podle svého složení a znečištění se drtě a regranuláty používají pouze při výrobě méně náročných výrobků, někdy je přidáván k panenskému plastu s následným opětovným zpracováním na kvalitnější výrobek.

Pro termoplasty je tento způsob recyklace téměř ideální. Obsahuje procesy od nejjednoduššího mletí použitých výrobků přes tepelné mechanické zpracování meliva (pro výrobu nových výrobků) až po kompatibilizační postupy v tavenině. Tyto kompatibilizační postupy slouží k přípravě vícesložkových materiálů ze směsí odpadních plastů. O materiálové recyklaci se dá říct, že je založena na dodávce tepelné a mechanické energie a aditiv (zahrnující např. barviva případně plniva, stabilizátory) a to vše pro přetvoření odpadní suroviny na nově vytvořený materiál s mechanickými i estetickými vlastnostmi, které jsou podobné jako u panenského polymeru. Z těchto důvodů vyplývá, že recyklát může v dané aplikační oblasti nahradit hodnotný panenský plast (za podmínek požadované jakosti) a ekonomická bilance tohoto způsobu recyklace je příznivá. Všechny operace spojené s recyklátem zahrnující čištění, separace cizích látek a zdrojů kontaminace, mletí

a přetavení spotřebují zhruba 15% ekvivalentní energie panenského materiálu. Konečná kvalita výrobku je velmi závislá na charakteru vstupní suroviny. Kvalitní recyklát se získá z typově tříděné vstupní suroviny, dále tato kvalita klesá v řadě:

- druhově tříděné vstupní suroviny,
- částečně tříděné vstupní suroviny,
- zcela netříděné suroviny.

Typem se zde rozumí plast, který je označený obchodním názvem a kódem specifikace. Kód specifikace obsahuje zakódované vlastnosti, dále zpracovatelnost a aplikačními možnosti plastu.

3.2.3. Chemická recyklace

Ne vždy se dá použít materiálová recyklace pro vstupní suroviny. Některé polymery jsou při opakovaném zpracování náchylné k degradaci a tyto důvody komplikují samotné technologické provedení recyklace a zhoršují kvalitu recyklátu. Posledním důvodem jsou i vysoké požadavky na čistotu vstupní suroviny. Východiskem v těchto případech je využití chemické recyklace. Ta je založena na chemickém rozkladu polymeru na produkty o velmi malé molární hmotnosti tzv. oligomery nebo až na monomerní jednotky, po kterém následuje další chemické zpracování. Výhodou chemické recyklace jsou jednoznačně nízké nároky na vstupní čistotu odpadních plastů, nevýhodou jsou vysoké investiční nároky na technologické zařízení, proto se tento druh recyklace uskutečňuje v podmínkách chemického průmyslu ve spojení s již zaběhnutými procesy. Jedním z nejjednodušších případů chemické recyklace je tepelná depolymerace. Při vysokých teplotách některé polymery podléhají degradaci (zipový mechanismus), postupně se odštěpují monomerní jednotky z konců polymerních řetězců. Tento proces se v současné době používá jen v omezené míře pro recyklaci polymethylmethakrylátového organického skla. Produkt, který tímto rozkladem získáme je methymethakrylát, který se dále polymeruje na panenský polymethylmetakrylát (PMMA). Tento recyklační postup není příliš rozšiřován z důvodu malé spotřeby tohoto materiálu.

Větší praktický význam má proces označovaný jako solvolýza, který je založen na rozkladu polykondenzátů účinkem vybraných nízkomolekulárních látek. Solvolýzou je možné recyklovat materiály na bázi polyamidů (PA), polyurethanů (PU) a lineárních polyesterů, kam se řadí např. velice rozšířený polyethylterftalát (PET). Princip solvolýzy

spočívá v obrácení vratné polykondenzační reakce směrem k odbourávání monomerních jednotek z řetězců polymeru.

Chemická recyklace je velice nákladná z důvodů vysokých investičních nákladů na specializovanou recyklační jednotku. Dále je nutné zajištění přísunu určité hodnoty objemu vstupní suroviny a předpoklad že plastový odpad je dodáván za nulovou cenu.

3.2.4. Surovinová recyklace

U silně znečištěných směsí různorodých plastových složek, není prakticky možné získat hodnotnější materiál, pouze vlastní surovinovou bázi. Surovinová recyklace tedy zahrnuje termicky destrukční procesy, rozkládají polymerní složky vstupní suroviny a to na směs kapalných a plynných uhlovodíků. Ze surovinové recyklace získáváme výstupní produkty jako energeticky využitelný plyn, směs kapalných uhlovodíků využitelných jako topné oleje. Surovinové zhodnocení odpadních plastů je provedeno buď:

- chemickým postupem hydrogenace (vysokotlaký katalytický proces),
- pomocí pyrolýzy (nízkotlaký proces, vyšší teplota).

U hydrogenačních procesů vznikají převážně kapalně uhlovodíky a výsledkem pyrolýzních procesů jsou plynné produkty a koks. S originální přeměnou plastového vstupu na syntézní plyn přišla jako první firma Shell a jedná se vlastně o vznik směsi oxidu uhelnatého a vodíku.

Veliké výhody jsou malé nároky na kvalitu plastového vstupu a mnohočetnou využitelnost syntézního plynu především v chemickém průmyslu. Další možností je společné zpracování odpadních plastů s uhlím, které jsou ekonomicky i technologicky výhodné. U tohoto procesu se využívá schopnosti uhlí předat vodík. Využívá se třech postupů, jako společná pyrolýza, společné zkapalnění a společné zplynění k zpracování uhlí a odpadních plastů.

Nejméně náročná z celkových investic do technologického zařízení je společná pyrolýza, kde se také předpokládají nejnižší provozní náklady. Tímto způsobem získáváme především koks (vyznačuje zvláště velkým specifickým povrchem), dále plynné produkty na pokrytí energetických nároků procesu a nízký podíl kapalných produktů. Vyrobený koks touto metodou má vysoké adsorpční účinky a je vhodný pro čištění odpadních vod a vzduchu, což bylo zjištěno praktickými zkouškami.

Investičně nejnákladnější technologií je společné zkapalnění k zpracování uhlí a odpadních plastů, ale tento proces se považuje za nejnadějnější. Touto metodou získáme

převahu nasycených uhlovodíků, která se dá přirovnat k lehké nasycené ropě. Jak využít odpadní plasty řeší každá vyspělá země odlišně. Společné zkapalnění preferuje především USA. V Německu se preferuje hlavně společné zplynění s kyslíkem a vodní parou a ve Francii se upřednostňuje pouze energetické využití společným spalováním s uhlím.

3.2.5. Energetická recyklace

Energetické využití plastového odpadu spočívá v jeho spalování a to převážně s uhlím ve speciálně konstruovaných topeništích. Výstupem je tak tepelná energie. Při spalování plastů je zabráněno vzniku toxických plynných produktů vhodně navrženým topeništěm a topeniště splňují nezbytné technologické podmínky.

3.2.6. Problémy spojené s recyklací autoplastů

Důležité před samotnou recyklací plastu je zhodnocení plastového odpadu zahrnujících aspekty jako kvalita a kvantita potenciálního plastového odpadu, jaká je stabilita zdroje odpadu, jaké jsou možnosti pro využití a odbytu výrobku z recyklovaných položek a jaké jsou možnosti investičního zabezpečení vybudovaných recyklačních kapacit.

Na zvolené technologii demontáže automobilu pak závisí i to, v jaké formě se plasty dostanou na recyklování. Některé prvky je složité rozdělit, např. zalisované kovy v plastech, tenké kabely a další prvky z elektroinstalace. Ne vždy je přítomnost jemných prvků při recyklaci na závadu. Pro zpracovatele plastu je výhodnější, když jim jsou předány kompaktní celky jako např. nárazníky, kryty světlometů, palubní desky apod. oproti podrcenému sešrotovanému plastovému celku, kdy je už odseparování nežádoucích částí téměř nemožné.

Přímo recyklovat se dají asi jen nárazníky, ale pokud jsou natřeny určitým druhem nátěru, je nutné jejich odstranění a to až na hranici ekonomické efektivity. Naopak jedna z nejnáročnějších recyklací se týká přístrojových desek, které jsou vyrobeny z nejednoho materiálu a je potřeba je v několika stupních oddělit od sebe.

3.3. Recyklace autoskel

K dokonalému zpracování autoskel slouží speciálně vybavené linky. Základním zařízením linky je výkonný vstupní drtič, nejčastěji reverzní, jehož výhodou je zpracování

veškerých typů autoskel a to jak pro osobní auta, tak pro nákladní vozidla, autobusy apod. Drtič také dávkuje množství skla, které dále postupuje na dopravníkové pásy. Za drtičem je řada dopravníků, doplněných o separátory, sloužících k oddělování kovových a nekovových příměsí. Následně skleněná drť projde soustavou optických čidel, které pomáhají oddělit zbylé nečistoty jako bezpečnostní fólie, tmely, zbytky pryže apod. Je-li to potřeba, drť se dále dotřídí podle barev.

Při svozu a skladování autoskel, může docházet vlivem počasí k nedokonalému roztřídění při procesu recyklace, způsobené větším podílem vlhkosti autoskel. V těchto případech se vzniklá drť vrací zpět na dopravník a to před optická čidla k druhému oddělení nečistot. Podle požadavků zpracovatelských firem se v konečné fázi dotřídění může provést podrcení skla na jemnější frakci.



Obr. 9. – Recyklace autoskel [14]

3.4. Recyklace olověných akumulátorů

Nejvýznamnějším zpracovatelem olověných akumulátorů v ČR je firma Kovohutě Příbram, a. s. Nejprve se vyřazené akumulátory namelou napadrt' a olovo a kyselina sírová v nich obažené se podrobí dalšímu zpracování.

Technologie výroby u akumulátorů dospěla v minulosti k jedinému vhodnému materiálu pro používané separátory, kterými je PVC. Pomocí tepelného zpracování v šachtové peci dojde u těchto vyřazených akumulátorů k reakci chloru (ten se uvolní z PVC) s přítomným olovem a to za vzniku $PbCl_2$, který je dosti podstatnou složkou zachycených úletů. Při následném získávání obsaženého olova musejí být úlety z filtrů smíšeny se sodou, která v krátkých bubnových pecích umožní jejich zpracování. Tímto procesem se získá jak surové olovo, které je možnou opětovně využít, tak odpadní sodná struska.

4. Vliv recyklovaného materiálu na spolehlivost

4.1. Kvalita výrobku z recyklovaných ocelových součástí automobilu

Obecně jsou železo a ocel nejvíce recyklované materiály na celém světě, protože se dají označit jako nejsnadněji zpracovatelný materiál. Železný šrot je v určitém množství přidáván do taveniny v ocelárnách, nejčastěji do elektrických obloukových pecí. Takto vyrobený kov s pomocí přísad (nelegovaných i legovaných) přidávaných do pecí, může dosahovat špičkové kvality a sloužit tak k novým účelům. Ocelové součásti včetně karoserie tak můžou být ve formě železného šrotu recyklovány opakovaně.

4.2. Spolehlivost z recyklovaného hliníku

Hliník patří mezi široce recyklovaný materiál a to z opodstatněného důvodu. Pokud je hliník bez příměsí (které vznikají např. při zpracování automobilu šředrováním), tak po roztavení ve vysoké peci má stejné vlastnosti jako panenský hliník při prvovýrobě. To znamená také stejné zpracování v následujících krocích při výrobě hliníku. Výsledkem tedy je spolehlivý hliníkový výrobek, který může být recyklován neurčitě.

4.3. Kvalita protektorů

4.3.1. Pro osobní automobily

U letních pneumatik "celoprotektorů", které jsou vyrobeny protektorováním za tepla, je kilometrový výkon přibližně 40 000 km. Tento kilometrový výkon byl testován v převážně městských a příměstských provozech, ale i na dálnicích při dosahovaných rychlostech do 160, 170, 180 a 190 km/hod. Dalším předpokladem pro dosažení tohoto kilometrového výkonu, je používání letních pneumatik od jara do zimy (při teplotách větších jak 7°C), pravidelných kontrol tlaku v pneumatikách, patřičnému stylu jízdy apod.

U zimních pneumatik "celoprotektorů", vyrobených protektorováním za tepla, které byly testovány v převážně městských a příměstských provozech, dále pak v horských oblastech, ale i po dálnicích (při běžně dosahovaných rychlostech do 160, 170, 180 a 190 km/hod), je kilometrový výkon také přibližně 40 000 km jako u letních pneumatik. Důležitou podmínkou pro tento kilometrový výkon je používání celoprotektorů pouze pro

zimou a při teplotách menších jak 7°C. Jsou-li zimní pneumatiky používány během celého roku, je jejich kilometrový výkon snížen přibližně o 5 000 km oproti určenému použití.

Celoprotektory jsou při patřičném zacházení (pravidelné kontroly tlaku v pneumatikách, patřičný styl jízdy, apod.) jak u letních pneumatik, tak u zimních pneumatik, naprosto bezproblémové a jsou maximálně využívány v celé Evropě.

4.3.2. Pro nákladní automobily

Z diagonálních pneumatik se vyrábějí protektory především metodou za tepla. Takto vyráběné protektory jsou téměř bezproblémové a s dlouholetou tradicí v protektorování. Vhodné jsou pro nákladní vozidla s převážně městským a příměstským provozem při rychlostech do 100 km/hod. Kilometrový výkon je například u značky Tatra, sloužící pro převoz těžkých materiálů přibližně přes 30 000 km. U značky Avia převážející "zanedbatelnou" váhu oproti Tatře, byl kilometrový výkon protektoru zjištěn až neuvěřitelných 90 000 km. Výhodou je též možnost opakovaného protektorování, ale při zachování kvalitní kostry.

Protektory z radiálních pneumatik vyrobených metodou jak za tepla, tak za studena, jsou určeny pro veškerou silniční nákladní dopravu i v kombinaci s provozem mimo zpevněné vozovky. Nevýhodou oproti diagonálním pneumatikám je, že při nešetrném zacházení během provozu bývá jejich výběr na protektorování komplikovanější. Je-li však kvalita kostry dobrá, je po protektorování užitná hodnota velmi vysoká a jízdní vlastnosti vynikající. Také u radiálních pneumatik lze protektorovat pneumatiku víckrát, za již zmíněného předpokladu zachování kvalitní kostry.

4.4. Výrobky z plastových recyklátů

Vzhledem k tomu, že plastové díly tvoří u automobilu důležité nosné prvky apod. lze také jejich výrobky z recyklátů použít pro podobné účely a tím je spolehlivost relativně zachována jako při použití nerecyklovaných výrobků. Z recyklovaných plastových nárazníku se dají vyrobit např. kryty mřížek chladiče, kryty lamp apod. Opakovaně lze recyklovat mřížky z ABS, dále se dají dobře recyklovat nádržky pro kapaliny, které mají výhodu možnosti využití na různé účely. U krytů zadních světel a směrovek je výhodou to, že i když se vyrábějí z různých materiálů, většinou jsou tyto materiály kompatibilní a tak je možné opakované recyklování. Výrobky z výše uvedených recyklátů a dalším jim

podobným se směji používat u nových automobilů v podobě různých nosníků, držadel, pouzder, krytů atd.

4.5. Spolehlivost materiálů z drti autoskel

Je-li drť z autoskel podrcena na jemnější frakci, je možné ji využít jako přísadu do sklářského kmene, ze kterého se po přetavení vyrobí ve sklárnách nové výrobky. Skleněná drť se dá přetvořit v pevnou a odolnou sklokystalickou desku. Takto vyrobená sklokystalická deska má kromě nepopíratelného originálního charakteru a vzhledu, vynikající vlastnosti charakteristické pro sklo.

Aby bylo možné dosáhnout těchto vlastností, musí nadrcená směs materiálu projít vysokoteplotním zpracováním. Sypká vsázka prochází pecí, kde se natavuje a následně je pomocí lisu slisována do kompaktní desky. Saténově lesklý povrch vznikne z různě zbarvených zrn ze vsázky, která je spojená se ztuhlou taveninou.

Rozdíl od klasických čirých skleněných tabulí je ve vnitřní přirozené struktuře a skladbě sklokystalické desky. Při bližším zkoumání lze rozeznat jednotlivé zapečené kousky skla, které vytvářejí efekty, charakteristické pro tento druh vyrobeného skla. Dále takto vyrobená sklokystalická deska svým povrchem navozuje dojem, že jde o ručně vyrobený výrobek.

5. Závěr

Likvidace automobilů je podřízená zákonem o odpadech a stále upravovanými vyhláškami, které musí všichni zpracovatelé automobilů v tomto odvětví dodržovat. Problémem však zůstává to, že se jedná o nepříliš výdělečnou činnost, která je stále velmi závislá na cenách výkupů určitých surovin a ani prodej použitých náhradních dílů, které už mají z většiny životnost zkrácenou a vyznačují se malou spolehlivostí, také nejsou pomyslným “zlatým dolem”. Zpracovatelé se tak snaží jít cestou nejmenšího odporu a pohybují se na hraně těchto vyhlášek nebo je úplně obcházejí, aby tak co nejvíce snížili náklady, které jsou s touto činností spojené.

Pro návrh demontáže vozidla v této práci je tedy kromě spousty již zmiňovaných spoluprací s různými firmami, také předpoklad určité finanční pomoci od státu, ať už ve formě dotací, třeba z evropských fondů, tak i jiné pomoci pro splnění ekologické stránky likvidace. Budeme-li uvažovat již postavenou demontážní stanici s příslušným vybavením a personálem, finanční pomoc by měla přicházet především v období nízkých výkupních cen za určité druhy materiálů nebo při takovém zvýšení nákladů spojených s cenami energií, mezd apod., které by měli za následek ovlivnění provozu. Pokud by se tak nestalo, dalo by se očekávat, že demontážní stanice by nebyla schopná plnit požadavky na ní kladené, protože by jednoduše na svůj provoz neměla.

Pro majitele automobilů, kteří se rozhodnou pořídit si nové auto nebo se jen chtějí zbavit svého automobilu, je nutná motivace pro odvoz svého vozidla do zařízení zajišťující ekologickou likvidaci. Ten kdo musí tuto motivaci podpořit je stát, ale ne ze strany vyhlášek apod., které by byly spíše vnímány jako šikana majitelů, ale různými výhodami. Těmito výhodami mám namysli např. jiný druh šrotovného. Šrotovné v tomto smyslu by nemělo za účel zvyšovat prodej automobilů a oživovat tak ekonomiku apod., ale mělo by rozumně převýšit náklady spojené s odvozem k demontážní stanici, aby se zkrátka majiteli vyplatil odvoz než rozebrání na automobilu někde na dvoře. Majitelé, kteří se jen chtějí zbavit svého automobilu a nekupovat nový automobil, by tato výhoda spočívala např. daňovými úlevami.

Spolehlivost výrobků vyrobených z recyklovaných materiálů automobilu je zajištěná především u kovových materiálů, nutné je však dbát na kvalitní roztřídění kovů při demontáži, je-li totiž zvolen postup zpracování šředrováním (kde předchozím procesem bude proces ekologizace) budou např. hliníkové části automobilu zbytečně znehodnoceny a nevyužije se tak jejich potenciál pro kvalitní nový výrobek, na rozdíl od relativně čistého

hliníku bez příměsí. U ostatních výrobků je tak nutné dbát pro dosažení kvalitních recyklovaných výrobků na správně zvolený demontážní postup, který zas umožní např. pro různé typy plastových částí nové uplatnění, to znamená, že musí být předány k zpracovateli jako kompaktní celky. Mezi demontážní stanicí, výrobcem a samotnými zpracovateli různých materiálů, musí zkrátka probíhat neustálá spolupráce na zdokonalování demontážních postupů s ohledem na zvyšující se složitost konstrukčního uspořádání vozidel (příkladem je narůstající množství elektroniky apod. pro dosažení bezpečnosti, komfortu atd.) a výsledkem tak může být zvýšení spolehlivosti recyklovaných výrobků.

Cílem mé práce byl návrh postupu na demontáž vozidla, který je sice bez podpory státu téměř nemyslitelný, ale povinností státu je především zachování životního prostředí bez polorozebraných vraků na parkovištích, pneumatik na lesních cestách, olejových skvrn ve vodních zdrojích atd.

6. Použitá literatura

- [1] BARTUSEK, S.; SKÁCEL, A.: Perspektiva pyrolýzní metody při zpracování opotřebovaných pneumatik, Recyklace Odpadů X, VŠB – TU Ostrava, 2006-11-03, [cit. 2010-04-25], s. 61. ISBN 80-248-0245-7.
- [2] BOUCHAL, T.; ZÁVADA, J.: Nakládání s autovraky, Recyklace Odpadů VII, VŠB – TU Ostrava, 2003-10-10, [cit. 2010-03-17], s. 255-257. ISBN 80-248-1214-2.
- [3] ROČEK, D.: Recyklace automobilových akumulátorů, Pardubice, 2002, Semestrální práce, Doprvní fakulta Jana Pernera, Univerzita Pardubice, 2002-01-24, [cit. 2010-05-04], s. 10. Dostupný z WWW: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:TIAcUOFEuxMJ:envi.upce.cz/pisprace/ks_pha/KSPH_33_3.doc+Recyklace+automobilov%C3%BDch+akumul%C3%A1tor%C5%AF&cd=1&hl=cs&ct=clnk&client=opera>.
- [4] DVOŘÁK, R.: Návrh metod zpracování autovraků, Pardubice, 2008, Bakalářská práce, Doprvní fakulta Jana Pernera, Univerzita Pardubice, [cit. 2010-03-10], s. 27-32. Dostupný z WWW: <<http://dspace.upce.cz/bitstream/10195/28904/1/text.pdf>>.
- [5] KOHOUT, P.; BOSÁK, Z.: Recyklace autoplastů a možnosti jejich využití, Pardubice, 2001, Semestrální práce, Doprvní fakulta Jana Pernera, Univerzita Pardubice, 2001-11-30, [cit. 2010-02-10], s. 3 – 9. Dostupný z WWW: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:iAHPl8P6Y0kJ:envi.upce.cz/pisprace/prezencni/28-3-3.doc+Recyklace+autoplast%C5%AF+a+mo%C5%BEnosti+jejich+vyu%C5%BEit%C3%AD&cd=1&hl=cs&ct=clnk&client=opera>>.
- [6] Technický rádce. *PROTEKTORY Praha s.r.o.* [online]. [cit. 2010-04-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.protektorypraha.cz/pneumatiky/technicky-radce/>>.
- [7] Drcení pneumatik. *ODES s.r.o.* [online]. 2010 [cit. 2010-04-22]. Dostupný z WWW: <http://www.odes.cz/tech_drcpneu.htm>.
- [8] Sdružení automobilového průmyslu. *Složení vozového parku v ČR* [online]. 2010 [cit. 2010-02-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.autosap.cz/sfiles/a1-9.htm>>.
- [9] Technologie zpracování autovraků. *EnviWeb* [online]. 2010 [cit. 2010-03-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.enviweb.cz/clanek/doprava/80740/technologie-zpracovani-autovraku>>.

- [10] Recyklace pneumatik. *EnviWeb* [online]. 2009 [cit. 2010-04-23]. Dostupný z WWW: <<http://www.enviweb.cz/clanek/recykl/76640/recyklace-pneumatik>>.
- [11] Studentské práce - Zpracování pryže a ojetých pneumatik. *EnviWeb* [online]. 2001 [cit. 2010-04-29]. Dostupný z WWW: <<http://www.enviweb.cz/clanek/recykl/76640/recyklace-pneumatik>>.
- [12] Sdružení automobilového průmyslu. *Složení vozového parku osobních automobilů v ČR dle stáří* [online]. 2009 [cit. 2010-02-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.autosap.cz/sfiles/TI24-2009.DOC>>.
- [13] Nová vyhláška pro nakládání s autovraky. *Odpady.ihned.cz* [online]. 2009 [cit. 2010-04-30]. Dostupný z WWW: <http://odpady.ihned.cz/c4-10066050-34431430-E00000_d-nova-vyhlaska-pro-nakladani-s-autovraky>.
- [14] Recyklace autoskel - problém, nebo neznalost. *Odpady.ihned.cz* [online]. 2007 [cit. 2010-05-01]. Dostupný z WWW: <http://odpady.ihned.cz/c4-10066110-21988790-E00000_d-recyklace-autoskel-problem-nebo-neznalost>.
- [15] SEDA Rapid - stanice na odčerpávání kapalin. *RPJ International, s.r.o.* [online]. [cit. 2010-03-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.rpj.cz/servis/odsavaci-stanice/seda-rapid.html>>.
- [16] Recyklace starých vozidel. *Skoda-auto.cz* [online]. 2006 [cit. 2010-03-15]. Dostupný z WWW: <www.skoda-auto.co.in/CZE/company/sustainability/environment/Documents/Firma/Udrzitelny_rozvoj/Recycling_of_old_vehicles_CZE.pdf>.
- [17] CRS, B.V. Disassembly Line. *Vehicle Environmental Solutions* [online]. [cit. 2010-03-15]. Dostupný z WWW: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:QBM1Elu_N9UJ:sdhgroup.net/VES%2520-%2520process.pps+crs+Disassembly+Line&cd=1&hl=cs&ct=clnk&client=opera>.
- [18] Recyklace. *Wikipedia* [online]. 2010 [cit. 2009-05-01]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Recyklace>>.
- [19] Základní pojmy zákona č. 185/2001 Sb., O odpadech. *Odpadový hospodář* [online]. [cit. 2009-05-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.odpadovyhospodar.cz/?str=legislativa>>.

7. Seznam obrázků a tabulek

Použité obrázky:

Obr. 1. – Složení vozového parku v ČR (souhrnné registrace k 31. 12. 2009) [8].....	12
Obr. 2. – Struktura parku osobních automobilů v ČR [12].....	12
Obr. 3. – Stanice na odčerpávání provozních náplní [15]	18
Obr. 4. – Šrédr (drtící zařízení) [16]	20
Obr. 5. – Demontážní linka CRS (Car Recycling System) [17].....	21
Obr. 6. – Protektorování "za studena" [6].....	27
Obr. 7. – Protektorování "za tepla" [6]	28
Obr. 8. – Protektor a celoprotektor [6].....	28
Obr. 9. – Recyklace autoskel [14].....	36

Použité tabulky:

Tab. 1. – Materiálové složení autovraků (% hmotnosti autovraků) [2].....	13
Tab. 2. – Nakládání s pryžovým odpadem [11].....	27