ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra geoenviromentálních věd

Fakulta životního prostředí

Recyklace pryže a její následné využití při ochraně životního prostředí

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: ing. Pavel Šimek

Bakalant: Marcela Šmucerová

2012

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra geoenvironmentálních věd

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Šmucerová Marcela

Územní technická a správní služba - kombinované Litvínov

Název práce

Recyklace pryže a její následné využití při ochraně životního prostředí

Anglický název

Rubber recycling and its subsequent use in protecting the environment

---

Cíle práce

Cílem práce je zpracování rešerše na téma recyklace pryže, související především s ochranou životního prostředí. Studentka se zaměří na současné trendy ve zpracování pryže, zhodnotí současný stav a navrhne optimální vývoj.

Metodika

Autorka zpracuje rešerši nakládání s pryžovým odpadem z pneumatik v ČR a zahraničí se zaměřením na stávající a nové směry využití recyklátu. Soustředí se na zhodnocení současného a budoucího stavu rozvoje technologie recyklace pryže z pneumatik a jejího využití. Práce bude rozdělena: úvod, současný stav v ČR a ve světě, analýza budoucího možného rozvoje naládání s odpady z pryže, závěr

Harmonogram zpracování

Studentka předloží rozpracovanou BP do 20. 12. 2011 k průběžné kontrole.
Studentka předloží vypracovanou BP do 30. 3. 2012 k závěrečné kontrole.

Rozsah textové části

30 stran

Klíčová slova

pryž, pneumatiky, recyklát, odpady

Doporučené zdroje informací

Studentka využije odborné články z časopisů Odpadové fórum, Odpady, Ekologie a společnost, Vodní hospodářství (zaměření na vliv odpadů na životní prostředí) a dále údaje ze specializované databáze VUV Praha, Ministerstva dopravy za období 1990-2010. Také využije internetové databáze vědeckých časopisů dostupné např. z www.sic.czu.cz

Vedoucí práce

Šimek Pavel, Ing.

doc. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta životního prostředí

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

V Praze dne 8.3.2012

Poděkování:

Děkuji vedoucímu této bakalářské práce ing. Pavlu Šimkovi, za odborné vedení práce, za podnětné rady a připomínky.

V Teplicích 10.4.2012 ….....

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Recyklace pryže a její následné využití při ochraně životního prostředí vypracovala samostatně pod vedením Ing. Pavla Šimka a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Teplicích 10.4.2012 .....

Abstrakt:

Cílem mé bakalářské práce je definování pojmu využití pryžového odpadu, analýza vzniku takového odpadu, zjištění aktuálního stavu nakládání s odpady v České republice i v zahraničí, a zaměření se na významnou komoditu pryžových odpadů – pneumatiky pro automobily a stroje. Součástí práce je popis legislativy a jejích problémových částí zpětného odběru pneumatik. Následně v práci věnuji pozornost druhotnému zhodnocení hlavnímu zástupci odpadní pryže – pneumatikám, zpracovatelským zařízením, technologiím recyklace a následnému využití pryžového regenerátoru v různých oblastech průmyslu. Závěrem této bakalářské práce je snaha vymezení možných budoucích trendů v oblasti nakládání s těmito odpady.

Klíčová slova: pneumatika, likvidace pneumatik, recyklace, gumový granulát, gumoasfalt

Abstract:

The aim of my thesis is to define the concept of using rubber waste, analysis of such waste, the current status of waste management in the Czech Republic and abroad, focusing on the major commodity of rubber waste - tyres for cars and machines. The important part of this thesis is a description of the legislation and problematic parts of back taking of used tyres. Thesis deals with a secondary assessment of the main representatives of the waste rubber – tyres, treatment facilities, recycling technologies and the consequent use of regenerator's rubber in various industries. Finally this thesis is to identify possible future trends in the management of such waste.

Key words: tyre, disposal of tyres, recycling, rubber granulate, rubberized asphalt

Obsah

1. Úvod 6
2. Rešerše 7
   2.1 Vznik a význam pryže, její využití 7
      2.1.1 Vznik a význam pneumatik 7
      2.1.2 Chemické složení pneumatiky 8
      2.1.3 Části pneumatiky jako hotového výrobku 8
      2.1.4 Odhad počtu pneumatik 9
   2.2 Legislativa upravující nakládání s použitými pneumatikami a současný stav v oblasti recyklace 9
      2.2.1 Situace v ČR 10
      2.2.2 Situace v EU a ve světě 12
   2.3 Zařízení na zpracování použitých pneumatik 14
      2.3.1 Spalovny a cementárny 14
      2.3.2 Protektorovny 15
      2.3.3 Další zařízení na zpracování pneumatik 16
   2.4 Technologie recyklace pneumatik 17
      2.4.1 Materiálové zhodnocení a zhodnocení chemickými procesy 17
      2.4.2 Spalování 18
      2.4.3 Kryogenní zpracování a pyrolýza 18
      2.4.4 Protektorování 21
   2.5 Využití recyklátů 22
      2.5.1 Využití v zemědělství 23
      2.5.2 Využití v komunální sféře 23
      2.5.3 Využití v dopravním a automobilovém průmyslu 24
      2.5.4 Využití při likvidaci ekologických havárií 24
      2.5.5 Využití regenerátu při výrobě gumoasfaltu 25
      2.5.6 Využití v petrolejářském průmyslu 27
      2.5.7 Konkrétní příklady českých firem 28
   2.6 Analýza nakládání s odpady z pryže 29
      2.6.1 Analýza v EU 29
      2.6.2 Analýza v ČR 30
3. Diskuze 32
4. Závěr 35

1. Úvod

Ekologická likvidace je dnes velmi aktuálním problémem a to včetně starých opotřebovaných, či neopravitelně poškozených pneumatik. Rok od roku neustále roste počet dopravních prostředků, ve společnosti převládá konzumní způsob života. K většímu množství odpadních pneumatik přispívají také legislativní předpisy, které upravují povinnou výměnu pneumatik na letní a zimní provoz. A tak se nabízí otázka: Co dělat s pneumatikou, která dosloužíí?

Cílem této práce je zamyšlení se nad tím, jak je možné dále využít opotřebovanou pneumatiku, jak ji dále zpracovat či recyklovat, vzhledem ke skutečnosti, že je pneumatika produktem chemického průmyslu a jako takový dokáže škodit životnímu prostředí i po několik generací. Současná doba nabízí oproti minulosti několik metod zpracování množících se vyřazených pneumatik, a to jak ekologicky, tak ekonomicky více, či méně náročných. Proto dalším cílem práce je snaha přiblížit vznik, význam, spotřebu pneumatik a následné zhodnocení současných a nově vznikajících technologií recyklace pneumatik a dalšího využití pryžového odpadu.

2. Rešerše

2.1 Vznik a význam pryže, její využití

První zmínka o kaučuku se objevila již v díle španělského historika Herrera Tordesillase, který ve své práci líčí, jak Kolumbovi námořníci pozorovali hry amerických domorodců s pružnou koulí. Tyto míče byly zhotoveny z vyschlé tekutiny vytékající z poraněných stromů. Stromy se nazývaly „Hheve“ nebo také „Cau-Uchu“ a odtud byl jen krůček k dnešnímu názvu kaučuk. Oba názvy znamenají „plačící dřevo“. Původní kaučuk byl používán k výrobě nepromokavého plátna a obuvi, ale v tehdejší době nebyly vlastnosti nijak uspokojivé. V teplých letních měsících se stávalo takové ošacení příliš měkkým a lepivým, v zimě naopak docházelo k tvrdnutí a zkřehnutí. Toto platilo do doby objevení vulkanizace a následného rozvoje výroby pryže. V Evropě, kam se kaučuk prvně dostal v roce 1736, se používal zejména k výrobě plachet a pytlů na přepravu pošty (Ducháček et Hrdlička 2009).

Pryž je produkt získaný vulkanizací kaučuku, jenž lze rozdělit na přírodní a syntetický (butadienstyrenový, butadienakrylonitrilový, chloroprenový a butylový). Vulkanizace je chemická reakce, kterou dojde k převedení polymeru z lineárního do rovnoměrně zesíťovaného stavu. Díky této reakci si pryž uchovává svůj tvar, který již lze dodatečně měnit pouze opracováním, nikoliv změnou tvaru vnější silou (tah, tlak, ohyb, atp.). Vulkanizace zajistí takové vlastnosti pryže, jako jsou vysoká elasticita, akumulace části energie při deformaci, nepropustnost pro plyny a vodu, značná chemická odolnost a elektroizolační vlastnosti. Další významnou vlastností je vysoká odolnost vůči opakovaným deformacím, díky níž jsou všechna soudobá vozidla vybavena pneumatikami (Prekop et al. 1998).

2.1.1 Vznik a význam pneumatik

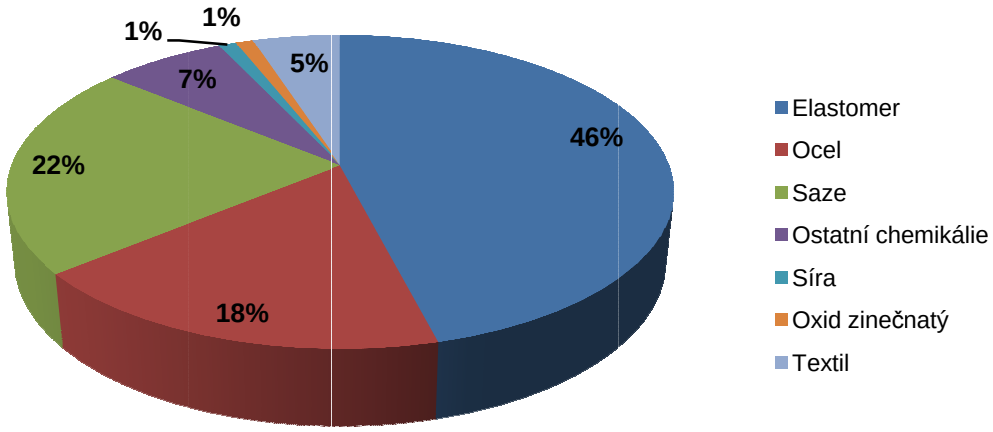
Výroba pneumatik je velmi mladým odvětvím průmyslu, ale jeho význam se s rostoucí populací a nárůstem významu transportu neustále zvyšuje. Jedním z prvních průkopníků „pneumatikářského“ průmyslu byl Charles Goodyear, který je považován za objevitele procesu vulkanizace. Zjistil, že v roztavené síře nedochází k roztavení kaučuku, ale naopak se stává odolným vůči účinkům tepla, chladu a rozpouštědel. Jméno Charlese Goodyeara dnes nese jedna z nejsilnějších gumařských korporací - The Goodyear Tires & Rubber Company. Základ pro dnešní podobu pneumatiky jako finálního produktu položil britský vynálezce John Dunlop,

jehož původní obchodní značka je součástí shora uvedeného koncernu Goodyear (Ducháček et Hrdlička 2009).

2.1.2 Chemické složení pneumatiky

Výrobní proces finálního produktu pneumatiky je velice zdlouhavou a složitou záležitostí. K výrobě pneumatiky je zapotřebí celá řada různých surovin a materiálů. Nejvýznamnější podíl na složení pneumatiky má elastomer (kaučuk), který je zastoupen ze 46 %. Dalšími surovinami jsou saze (22 %), ocel (18 %), textil (5 %), oxid zinečnatý (1 %), síra (1 %) a ostatní chemikálie (7 %). Samozřejmě poměr tohoto složení se může měnit v závislosti na typu a kategorii pneumatik (Michelin 2012)

Tabulka 1: Složení pneumatiky



(Zdroj: www.cz.michelin.com)

2.1.3 Části pneumatiky jako hotového výrobku

S vývojem výrobních technologií a sílícím tlakem na bezpečnost silničního provozu se postupně opustilo od výroby pneumatik, kde vzduchotěsnost pláště zajišťovala vzdušnice (duše). Z tohoto důvodu se postupem času změnilo samotné složení pneumatiky a jejích jednotlivých vrstev. V současné době se nejvíce setkáme s pneumatikami bezdušovými, jejichž vzduchotěsnost zajišťuje speciální vnitřní vrstva. Konstrukční provedení jednotlivých částí pláště se pochopitelně liší podle jednotlivých výrobců, ale základní charakteristiky jednotlivých částí pláště

zůstávají stejné pro svou specifickou funkci a důležitost (Marcín 1976). Obrázek řezu pneumatiky umístěn v příloze této práce (Příloha č. 1).

2.1.4 Odhad počtu pneumatik

Počet pneumatik v oběhu lze jen těžko odhadnout, avšak existuje mnoho způsobů, jak dojít k přibližným údajům. Jedním z ukazatelů je statistický nástroj využívaný importéry a výrobci pneumatik, kteří sledují svá prodejní čísla. Druhým ukazatelem mohou být statistiky prodejů jednotlivých výrobců automobilů, ovšem zde bychom viděli pouze první výbavu, nikoliv import ojetých vozidel ze zahraničí, a i kdyby toto bylo možné, čísla by mohla být zkreslena stejně jako u prodejů pneumatik.

Proto nejobjektivnějším odhadem počtu pneumatik v provozu je jednoduchý výpočet dle množství registrovaných vozidel v České republice, které jsou evidovány Českým registrem vozidel Ministerstva vnitra České republiky. Nárůst počtu vozidel od roku 1970 je více než dramatický, což je citelné na silnicích každým dnem. V roce 1972 bylo registrováno v tehdejším Československu 683 079 vozidel, v roce 2010 to bylo již 4 475 839 vozidel. To představuje nárůst 655 %. Toto číslo představuje 17 903 356 kusů pneumatik v provozu. Vezmeme-li v potaz, že se zpřísnila legislativa a je kladen důraz na bezpečnost, lze se domnívat, že 3/5 vozidel používá dvě sady pneumatik (letní, zimní) a jedna pneumatika průměrně váží 5 kilogramů, máme v oběhu přes 143 milionů kilogramů potenciálního odpadu. A to jsou prozatím odhady pouze pro osobní vozidla. Je nutno kalkulovat i se zemědělskou technikou, zemními stroji, speciálními nakladači, nákladními vozidly, motocykly atd. (Sdružení automobilového průmyslu 2011).

Pro odhad počtu pneumatik dle registrovaných vozidel bylo využito údajů z grafu ukazující vývoj registrace osobních automobilů v letech 1972 až 2010. Tabulka umístěna v příloze této práce (Příloha č. 2).

2.2 Legislativa upravující nakládání s použitými pneumatikami a současný stav v oblasti recyklace

Podle údajů agentury CENIA[1] se v roce 2007 na českém trhu nacházelo přes 76 tisíc tun pneumatik. Z ekologického hlediska je velmi špatnou informací, že toto číslo každoročně vzrůstá. Jen o rok později, tedy v roce 2008, uváděly agentury

[1] Česká informační agentura životního prostředí

údaje, ve kterých figurovalo přibližně 80 tisících tun pneumatik na našem trhu. Jelikož nejde o zanedbatelná čísla, je potřeba tuto oblast regulovat pomocí legislativy (Šafner 2006).

Přestože pneumatiky obsahují cca 1,5 % prvků nebo sloučenin, které lze považovat za nebezpečné podle Basilijské úmluvy, nejsou opotřebované pneumatiky klasifikovány jako nebezpečný odpad. Je tomu tak proto, že jsou sloučeniny pevně vázány v trojrozměrné struktuře polymeru nebo jsou obsaženy ve slitině. Opotřebované pneumatiky nejsou přímo nebezpečné, ale při neodborném nakládání nebo nekontrolovaném shromažďování existují možná rizika pro životní prostředí. Ekologické nebezpečí tohoto odpadu spočívá především v jeho hořlavosti, kdy při neřízeném spalování vzniká velké množství oxidu uhelnatého a polyaromatických uhlovodíků. Do půdy tak přecházejí pyrolytické oleje a saze. Z pohledu zákona se opotřebované pláště stávají odpadem ve chvíli, kdy jsou předány osobě oprávněné nakládat s tímto odpadem. Dle souhrnu pak pneumatiky náleží do kategorie ostatních odpadů a jsou registrovány pod kódem odpadu 16 01 03 (Šafner 2006).

2.2.1 Situace v ČR

Zákon o odpadech

Problematiku nakládání s pneumatikami v ČR upravuje zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů dle paragrafu 38. Pneumatiky patří k výrobkům, na které se v souladu se zákonem vztahuje povinnost zpětného odběru. Kontrolou, zda prodejci naplňují své povinnosti, je pověřena Česká inspekce životního prostředí (ČIŽP), kam se může nespokojený občan obrátit s podnětem ke kontrole (Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, v platném znění).

Zákonná definice osoby povinné k zpětnému odběru je následující: „V případě, že je výrobek vyroben v ČR a je určen ke spotřebě v ČR, stává se povinnou osobou domácí výrobce. V případě, že je výrobek vyroben v zahraničí a je určen ke spotřebě v ČR, stává se povinnou osobou ten, kdo ho první uvede na trh v ČR, tj. právnická nebo fyzická osoba, která jako první převezme výrobek od dodavatele z jiného státu (Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, v platném znění).“

Povinné osoby musejí dle zákona zpracovat roční zprávu o plnění povinností zpětného odběru a odděleného sběru za uplynulý kalendářní rok a zaslat ji do 31. března Ministerstvu životního prostředí. Ministerstvo zprávy vyhodnotí a zveřejní na svém webu (Mach 2003).

Před vstupem České republiky do Evropské unie byl v platnosti zákon č. 125/97 Sb., který ovšem nesplňoval přísnější kritéria Evropské unie. To bylo jedním z hlavních důvodů pro změnu legislativy a v roce 2001 ČR přijala zákon uvedený výše. Tento zákon zvýhodňuje využívání odpadů před zničením, přičemž zde figuruje snaha o upřednostňování recyklace, teprve po ní spalování s využitím tepla a na posledním místě stojí skládkování, které je u ojetých pneumatik úplně zakázáno. Zpětný odběr musí být proveden bez nároku na úplatu od spotřebitele a místa zpětného odběru musí být pro spotřebitele stejně dostupná jako místa prodeje (Pneu Revue 2001).

Vyřazené pneumatiky jsou právní úpravou odpadového hospodářství v ČR vyloučeny z odstraňování skládkováním. Zákaz ukládání vyřazených pneumatik na skládky je upraven v § 21 odst. 5 zákona o odpadech a také seznamem odpadů podle § 11 odst. 13 vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. Poslední zmíněný legislativní akt, vyhláška 383/2001 Sb., zakazuje skládkování pneumatik hned ve třech bodech. Zaprvé zakazuje ukládání využitelných odpadů, zadruhé odpadů podléhajících povinnosti zpětného odběru a zatřetí vyhláška zakazuje ukládání pneumatik. Jedinou výjimkou jsou pneumatiky používané jako materiál pro technické zabezpečení skládky v souladu s provozním řádem skládky. Pneumatiky jsou na skládce nebezpečné především v případě požáru, a to pro svou obtížnou uhasitelnost. Také svým objemem snižují kapacitu skládky (Mach 2003).

Zpětný odběr pneumatik

Povinnost zajistit zpětný odběr použitých výrobků nabídnutých ke zpětnému odběru má právnická nebo fyzická osoba oprávněná k podnikání, která výrobky uvedené v odstavci 1 zákona o odpadech vyrobila nebo uvedla na trh v České republice. Pneumatiky musí tato osoba odebrat bez ohledu na výrobní značku a do výše, kterou za vykazované období stanovené podle odstavce 10 vyrobí nebo doveze.

Povinná osoba musí prostřednictvím právnické osoby nebo fyzické osoby oprávněné k podnikání, která prodává výrobky uvedené v odstavci 1, zajistit, aby byl spotřebitel informován o způsobu provedení zpětného odběru těchto použitých výrobků. Zpětným odběrem se rozumí odebírání použitých výrobků povinnými osobami od spotřebitelů bez nároků na úplatu za účelem jejich využití nebo odstranění.

Povinnost zpětného odběru splní povinná osoba:

- samostatně, tj. na vlastní náklady organizačně a technicky zajistí zpětný odběr vyřazených pneumatik jí vyráběných nebo dovážených; nebo
- přenesením na jinou právnickou osobu nebo fyzickou osobu oprávněnou k podnikání, která přebírá vyřazené pneumatiky za účelem jejich dalšího uvedení do oběhu v důsledku smluvně přenesené odpovědnosti za zajištění zpětného odběru na tuto osobu.

Díky nedomyšlené legislativní úpravě vzniká začarovaný kruh. Pan Ing. Šafner, autor projektu Eko-Pneu a jednatel recyklačního závodu MONTSTAV CZ s.r.o., vidí hlavní problém zpětného odběru pneumatik v ekonomice. Jako občané platíme za ekologickou likvidaci pneumatiky třikrát. Poprvé, když si pneumatiku koupíme, je v ceně poplatek na ekologickou likvidaci. Podruhé je zhruba v 80ti procentech případů poplatek znovu naúčtován při montáži v servisu. A potřetí platíme za to, že pneumatika putuje na sběrný dvůr obcí (Šafner 2006).

Největším výrobcem pneumatik na našem trhu je společnost Barum Continental v Otrokovicích. Ročně vyprodukuje přes 20 mil. kusů pneumatik, což představuje přibližně 22 tisíc tun pneumatik, a zajišťuje pro ně zpětný odběr. Podle Ing. Richard Kosina z Barumu se firmě ročně vrátí zpět přes 20 tisíc tun pneumatik koncernových značek. Z čísel vyplývá, že úspěšnost zpětného odběru této společnosti přesahuje 90 % (Šťastná 2009).

Pokud by česká legislativa stanovila alespoň minimální procento plnění zpětného odběru, eliminoval by se narůstající trend. A sice, že prodejce opotřebené pneumatiky odmítne a do každoročního hlášení uvede, že ho nikdo o zpětný odběr nepožádal. Zkrátka je třeba motivovat prodejce, dovozce i výrobce k zpětnému odběru pneumatik tak, aby bylo možné efektivně zajistit jejich ekologickou likvidaci. Zároveň se ukazuje jako nutné lépe kontrolovat firemní sektor. Podle zákona o odpadech náleží ovšem odpad na území obce dané obci a musí ho tedy zlikvidovat na vlastní náklady. Jediným skutečným sběrným místem pro konečného spotřebitele je právě pneuservis (Ryšavý 2009).

2.2.2 Situace v EU a ve světě

V celé Evropě jsou provozovány různé systémy nakládání s opotřebovanými pneumatikami. Jednotlivé systémy se liší především ekonomickými podmínkami jednotlivých států, spoluúčastí konečného spotřebitele a způsobem řízení sběru, třídění a zhodnocení odpadů.

Příkladem může být slovenský koncept poplatkového systému, který zajišťuje Recyklační fond Slovenské republiky jako nestátní účelový fond. Účelem fondu je soustřeďovat finanční prostředky a v souladu s Programem odpadového hospodářství SR poskytovat na podporu sběru, zhodnocení a zpracování odpadů, pneumatik. Poplatkový systém SR je spravedlivý a jednotný pro všechny původce odpadu. Ekonomicky motivuje povinné osoby k maximálnímu materiálovému zhodnocení opotřebovaných pneumatik. Systém ovšem zohledňuje pouze protektoraci opotřebovaných pneumatik nebo materiálovou recyklaci. V rámci tohoto systému musí osoba uvádějící pneumatiku na trh zaplatit příspěvek do fondu, ale v případě prokázání, že za dané období zajistila zhodnocení stejného množství pneumatik, nemusí tento příspěvek platit, eventuálně zaplatí jen rozdíl mezi prodaným a zhodnoceným množstvím. V případě, že prodejce/importér, který uvedl pneumatiky na trh, zpětně odebral a ekologicky zlikvidoval stejné množství pneumatik, fond mu příspěvek vrátí. Jde tedy o to, že získané finanční prostředky Recyklační fond SR účelně vrací zpět do ekologického systému. A to buď finanční podporou původci odpadu za následné využití jeho produktů k ekologické recyklaci, nebo využitím získaných finančních prostředků do osvěty a likvidace starých zátěží (Šafner 2006).

Co se týče systému nakládání s opotřebovanými pneumatikami v ostatních evropských státech, je situace rozdílná stát od státu.

V Rakousku se ročně potýkají se 40ti tisíci tunami vyřazených pneumatik, ovšem jejich sběrem se zabývá pouze 7 center.

Oproti tomu ve Finsku se systémem sběru zabývá téměř každý obchod, přibližně 120 středisek. Z vyřazených pneumatik staví zvukové bariéry, a to tak, že nahromaděné pneumatiky jsou překryty geotextilií a zasypány vrstvou zeminy, ze které pak vyrůstá vegetace. Mimo toho Finsko vyřazené pneumatiky využívá jako podklad silnic v místech s málo únosným podložím (7 tis. tun ročně). Ani při jednom z uvedených způsobů nedochází k téměř žádným negativním účinkům, jelikož z pneumatik se podle dosavadních průzkumů neuvolňují škodlivé látky. Pravidelné monitorování pitné vody v okolí využití takto recyklovaných pneumatik dosud neprokázalo žádné znečištění.

V Řecku se vyřazenými pneumatikami zabývá jediná nezisková společnost. Pro zefektivnění ekologické likvidace se zvažovalo zavedení tzv. daně z likvidace pneumatik, a to ve výši 0,8 EUR za osobní a 5 EUR za nákladní pneumatiku. Vzhledem k současné řecké krizi není zcela jasné, zda se tato snaha prosadila či

nikoli.

Obdobně je na tom Polsko, kde se o recyklaci stará jedno centrum. Vzhledem k tomu, že v roce 2004 připadalo na 1 000 obyvatel 213 automobilů, lze tento systém hodnotit jako odpovídající a úměrný. Přibližné údaje o počtu vyřazených pneumatik uvádějí 114 tisíc tun ročně.

Co do počtu vyřazených pneumatik je na tom z celé Evropy nejméně Slovinsko, které v roce 2005 vyřadilo 15 tisíc tun pneumatik. Zároveň je zde zavedena daň na ekologickou likvidaci pneumatik, která činí přibližně 1 EUR za pneumatiku.

S rostoucí kvalitou životní úrovně každoročně vzrůstá počet vyřazených pneumatik, v některých místech se dá hovořit až o dramatickém nárůstu. Například ve Velké Británii vyřadili v roce 1995 přibližně 370 tisíc tun pneumatik. O šest let později, tedy v roce 2001, vzrostl tento počet již na 480 tisíc tun. Tato čísla se ovšem stále jeví jako nicotná oproti údajům z USA. Ročně je zde vyřazeno zhruba 280 milionů pneumatik ročně, přičemž velkou většinu tvoří osobní pneumatiky (nákladní dělají přibližně 15 %) (Špaček 2012).

2.3 Zařízení na zpracování použitých pneumatik

Problém zpracování použitých pneumatik je v Evropské unii rozmanitý. Každý stát si totiž nastavuje vlastní kritéria, na jejichž základech probíhají postupy pro ekologické i ekonomické zhodnocení starých pneumatik. Podle shrnujících údajů Evropské unie převažuje spalování v cementárnách. V minulosti velmi rozšířená metoda je dnes však na ústupu. Na druhém místě se nachází regenerace vysloužilých pneumatik v protektorovnách. V neposlední řadě stojí za zmínku zařízení na materiálovou recyklaci, která tvoří nejmenší procento v oblasti zpracování opotřebovaných pneumatik. Na území České republiky dnes působí hned několik různých firem zabývajícím se zpracováním ojetých pneumatik, které čerpají ze zkušeností zahraničních producentů regenerátů, kdy různé formy recyklace prošly dlouhým technologickým vývojem. Tuzemské společnosti používají několik různých metod k ekologickému i ekonomickému zužitkování tohoto druhu odpadu. Mnohdy tyto metody kombinují a nespecializují se tak jen na jeden druh recyklace (Maňas 2008).

2.3.1 Spalovny a cementárny

K nejznámější metodě zpracování vysloužilých pneumatik, která byla v

minulosti nejrozšířenější, a to nejen u nás v ČR, ale i celosvětově, patří energetické zhodnocení pneumatik spalováním ve spalovnách a cementárnách. Cementárny se liší od spaloven zejména svou bezodpadovostí. Cementárny využijí pneumatiky nejen energeticky, ale uplatní řadu oxidů a prvků, které pneumatiky obsahují. Zbylou popelovinu zabudují do tzv. slínkových minerálů, kde navěky odolává působení rozkladných reakcí oproti spalovnám, které popel a škváru musí ukládat na skládkách nejpřísnější kategorie (Gemrich 2012).

V současné době je v České republice 5 cementáren, které jsou registrovány pod čtyřmi koncerny. Koncern Lafarge cement, pod který patří cementárna Čížkovice, koncern Holcim, kam patří cementárna Prachovice. Třetím koncernem je Buzzi Unicem, pod který spadá cementárna Hranice a čtvrtým asi největším koncernem je koncern Heidelberg Cement Group, který provozuje cementárnu Mokrá u Brna a cementárnu Praha-Radotín.

Cementárny v celé České republice ročně využijí energeticky cca 40 000 tun ojetých plášťů:

- Cementárna TASY Mokrá u Brna - využijí cca 15 000 tun ojetých pneumatik ročně
- Cementárna Praha - Radotín - ojeté pneumatiky nevyužívají
- Cementárna Čížkovice - využijí cca 10 000 tun ojetých pneumatik ročně
- Cementárna Hranice - využijí cca 8 000 tun ojetých pneumatik ročně
- Cementárna HOLCIM Prachovice - využijí cca 8 500 tun ojetých pneumatik ročně.

České cementárny v současné době nahrazují cca 7 % spotřebovaného tepla energií ze spalovaných pneumatik, což ročně činí přibližně 70 kt. Materiálové a energetické využívání pneumatik v cementářských rotačních pecích přispívá k úspoře klasických surovin a paliv pro jiná využití v průmyslu. Jedná se o bezodpadové materiálové a energetické využití odpadu. Využívání pneumatik vede ke snižování měrné spotřeby energie na výpal a přispívá k snižování emisí Nox (Gemrich 2009).

2.3.2 Protektorovny

Dalším rozšířeným zařízením na ekologické zhodnocení ojetých pneumatik jsou protektorovny. Protektorování je v současné době běžnou praxí a vzhledem

k přísným bezpečnostním nařízením není důvod k obavám o životní prostředí. Odhaduje se, že více než polovina nákladních vozidel v Evropské unii využívá protektorovaných pneumatik. Jelikož se jedná o efektivní způsob recyklace pneumatik, bude se podle odborníků počet protektorů do budoucna zvyšovat (Pospíšil 2006).

Protektorovny v České republice v současné době nevyužívají své celkové kapacity, což je vcelku logické vzhledem k nedávné krizi v automobilovém průmyslu. Navíc produkce protektorů je vázána na poptávku trhu a kvalitu polotovarů – opotřebených karkas. V současné době na území České republiky funguje 49 společností, zabývajících se protektorováním pneumatik. V roce 2004 vzniklo zájmové sdružení právnických osob, zabývající se protektorováním - Sdružení výrobců protektorů České republiky. Předmětem činnosti tohoto sdružení je vzájemná spolupráce a výměna zkušeností s cílem zvyšování kvality protektorů z hlediska bezpečnosti silničního provozu, efektivity jejich používání a v neposlední řadě propagace obnovy ojetých pneumatik. Protektorovny v celé České republice využijí okolo 10 000 tun pneumatik a jejich kapacita není zdaleka naplněna.

Za zmínku stojí nejvýznamnější společnosti zabývající se protektorováním pneumatik, jako např. Tasy s r.o., Wetest pneu s.r.o., CARLING, spol.s r.o., K.A.L.T. pneu, s.r.o., SERVIS Vraník, s.r.o., PROTEKTORY Praha, s.r.o., JOPECO, spol. s r.o. a další (Sdružení výrobců protektorů ČR 2012).

2.3.3 Další zařízení na zpracování pneumatik

Na území ČR působí několik málo firem zabývající se sekundárním zhodnocením odpadu. Nejrozšířenějším způsobem materiálního využití pryžového odpadu je výroba drti a granulátu o velikosti zrn či moučky s následnou vhodnou aplikací produktu. Vzniklé produkty se dají využívat přímo, nebo k výrobě regenerátu. Za zmínku stojí RPG Recycling s.r.o., Cledoren s.r.o. Králíky u Nového Bydžova, KOVOSTEEL s.r.o. Staré město, MONSTAV CZ s.r.o.Vřesová, Mydlovary s.r.o., RENOGUM a.s. Most, Tasy s.r.o. Mokrá u Brna, Pragoelast Radotín.

Zbytek ojetých pneumatik putuje na technologické zabezpečení skládek a také se využívá jinými způsoby, např. zabezpečení silážních jam v zemědělství, konstrukce bariér, ohrad a do základů staveb. Na základě toho lze konstatovat, že celková odhadovaná kapacita existujících zařízení, která zpracovávají pneumatiky v ČR, se pohybuje okolo hodnoty 120 000 tun ojetých pneumatik ročně (ECO trend 2010).

2.4 Technologie recyklace pneumatik

Podle studie vyprodukuje celý svět přibližně miliardu ojetých pneumatik ročně. Možností, jak tyto vyřazené pneumatiky využít, je hned několik například protektorování, výroba regenerátu, chemicko-tepelné zpracování, mechanické a fyzikální zpracování či je možné využít pneumatiky jako palivo.

V první řadě se pneumatiky dají opětovně využít celé či nařezané, případně nasekané. Důležité však je, že se využijí k jinému účelu, než byly původně určeny, recyklují se (Špaček 2012) .

2.4.1 Materiálové zhodnocení a zhodnocení chemickými procesy

Mimo opětovného využití celé pneumatiky existují další dva typy zhodnocení ojetých pneumatik, a to je materiálové zhodnocení a zhodnocení chemickými procesy.

Nejpreferovanější materiálové zhodnocení opotřebovaných pneumatik je recyklace. Princip spočívá v tom, že z vysloužilé pneumatiky lze získat pryžovou drť, a to buď mechanicky, nebo chemicky.

Klasický mechanický způsob má oproti tomu chemickému nespornou výhodu, a tou je jednoduchost. Během tohoto procesu se u pneumatiky mechanicky odděluje ocel od textilu. Po oddělení se z pneumatik tvoří drť, kterou lze dále využít. Mezi mechanické zpracování se řadí např. granulace, kryogenní mletí, mletí za mokra, dezintegrace pryže působením ozonu, dezintegrace magnetickým šokem nebo mletí za tepla (Špaček 2012).

Před mechanickým drcením za normální teploty je potřeba zbavit pneumatiky větších patních lan, zejména pak u traktorových a nákladních plášťů. Pneumatiky jsou půleny a s ohledem na životnost nožů a celé drtící linky je patní lano z nich vydroleno, nebo vytrženo. Takto připravená pneumatika je vhozena do drtičky se zobcovými disky na protiběžných hřídelích, kde se drtí na kousky frakce 4x5 milimetrů. Pro získání granulátu menší frakce a dosažení většího efektu tento proces se opakuje dvakrát až třikrát. V dalších částech linky se v drtiči dvou protiběžných válců drtí a odděluje se pomocí silného magnetu ocelové zbytky z výstužných kordů (Procházka 2004).

Při chemicko-tepelné recyklaci dochází k recyklaci pneumatik pomocí působení alkálií, solných roztoků či organických rozpouštědel.

Zhodnocení chemickými procesy, neboli destruktivní zhodnocení, spočívá ve

změně chemického složení materiálu rozbitím příčných vazeb. Mezi tyto procesy patří regenerace a devulkanizace.

Příkladem může být parní zpracování, vařákové (digesční, autoklávové), mikrovlnné, radiační, ultrazvukové, biologické (působení mikroorganismů), zpracování sinetrací pryže, která se provádí za vysokého tlaku a teplot (Špaček 2012).

2.4.2 Spalování

Spalování pneumatik je další způsob jejich likvidace. Spalování pneumatik je dokonce považováno za ekologičtější palivo pro cementárny než jiné druhy paliv, například topné oleje. Bývalý ministr životního prostředí Miloš Kužvart se v souvislosti se spalováním pneumatik v cementárně v Mokré u Brna v roce 2000 vyjádřil, že považuje spalování pneumatik za mnohem lepší způsob, než je nacházet na divokých skládkách. Zařízení na spalování pneumatik musí mít povolení ČIŽP, která také provádí kontrolu a monitoring spalování a vzniku emisí (Mach 2003).

2.4.3 Kryogenní zpracování a pyrolýza

Další možností je kryogenní postup nebo pyrolýza, a to buď konvenčními způsoby nebo za použití nových technologií, např. za použití mikrovln či plazmy. Kryogenní postup znamená, že se pneumatika zmrazí a při nízké teplotě se rozpadne. Pyrolýza spočívá v štěpení molekul, přičemž se získávají produkty jako je plyn, dehet, saze, olej a ocelový šrot (Kympl 2001).

Kryogenní zpracování opotřebované pneumatiky spočívá v jejím hlubokém zmrazení za pomoci kapalného dusíku (-273℃). Vlivem zmrazení pneumatiky natolik zkřehnou, že se dají velmi snadno nasekat. Následuje využití mlecích strojů, kde se nasekané pneumatiky upravují na jemnější frakce a oddělují se nechtěné části pneumatiky. Takto lze získat pryžový granulát požadované velikosti, který se využívá k výrobě regenerátu pro další výrobu nových pneumatik. Pokud se pryžový granulát spojí s určitými pojivy jako kaučuk, dá se využít např. pro výrobu speciálních povrchů sportovišť a dětských hřišť, tepelně izolačních rohoží, obkladů stěn tlumících zvuk, podlahoviny, pražce, silniční patníky atd. Například ve Švédsku a Rakousku mají výborné zkušenosti s využitím takovéhoto granulátu při výrobě živičných směsí na povrchy vozovek (ECO trend 2010).

Při kryogenním mletí se celá pneumatika ochladí pomocí kapalného dusíku. Proces umožňuje rychlé oddělení textilu, oceli a gumy. Výhodou je získání velmi jemného pryžového granulátu. S ohledem na životní prostředí má však relativně vysoké emise prachu oproti dalším uvedeným procesům materiálového zhodnocení ojetých pneumatik. Další nevýhodou je ekonomická náročnost procesu (Beukering et Janssen 2001).

Gumový odpad představuje surovinu s vysokým obsahem uhlíku. Při pyrolýze působením tepla dochází k rozpadu pryže na nižší uhlovodíky. Jako výsledné produkty vycházejí z reaktoru karbonizovaný zbytek a karbonizační plyn. Ochlazením karbonizačního plynu vzniká kapalina známá pod názvem bio plyn. Výsledné kapaliny se využívá jako topného oleje, výrobu mazadel a pro výrobu karbonových laminátů. Vzniklý plyn má větší výhřevnost než zemní plyn. Nezkondenzovaný plyn vzniklý pyrolýzou se celý spotřebovává ve vlastní technologii. Uhlíkový zbylý prášek, saze po oddělení kovů mají povahu aktivního uhlí, je to téměř čistý porézní uhlík, kterého lze dále využít opět v gumárenském průmyslu. Při pyrolýze nevznikají téměř žádné odpady, zbylé ocelové kordy, které se zpracovávají v jiném odvětví odpadového hospodářství (Procházka 2004). Pyrolýzu gumového granulátu lze provádět při atmosférickém tlaku, nebo ve vakuu. Vakuová pyrolýza má několik výhod. Kratší dobu rozpadu a lepší kvalitu pyrolytických sazí a olejů. V mírných reakčních podmínkách jsou minimalizovány ztráty žádoucích meziproduktů, zejména cenného dl-limonea pro výrobu biopaliva (Roy et al. 1997). Bylo zjištěno, že vysoká teplota nezvyšuje gumovou konverzi, ale snižuje výnos oleje a obdobný trend se vyskytuje i při dlouhé reakční době (Mastral et al. 2000).

Novým trendem je pyrolýza postupem FORMEX. Poprvé byl zahájen její provoz v roce 2000 v braniborském Eisenhüttenu. Tuna rozmělněných pneumatik na osmi centimetrové kousky je zde za hodinu přeměna na plyn, olej, ocel a saze. Přepravním pásem jsou přepraveny do reaktoru do lázně kapalného zinku při konstantní teplotě 480 stupňů Celsia vznikají v reaktoru plynné a pevné produkty. Plynné produkty v zinkové lázni stoupají nahoru a jsou odváděny k chlazení pyrolýzního plynu za využití odpadního tepla. Vzhledem k postupnému ochlazování dochází k oddělování jednotlivých frakcí podle různých bodů varu. Zkondenzovaný pyrolýzní plyn olej posbíraný do zásobníků se dále upravuje tak, že je možné ho rafinovat, neboť jeho výsledné složení je shodné se surovou ropou. Zbytkový nezkondenzovaný plyn je při své výhřevnosti 35 MJ/m3 vracen zpět do provozu k opětovnému vyhřívání reaktoru. Zbylý odpad - směs sazí, oceli, plniv a tkaniny se

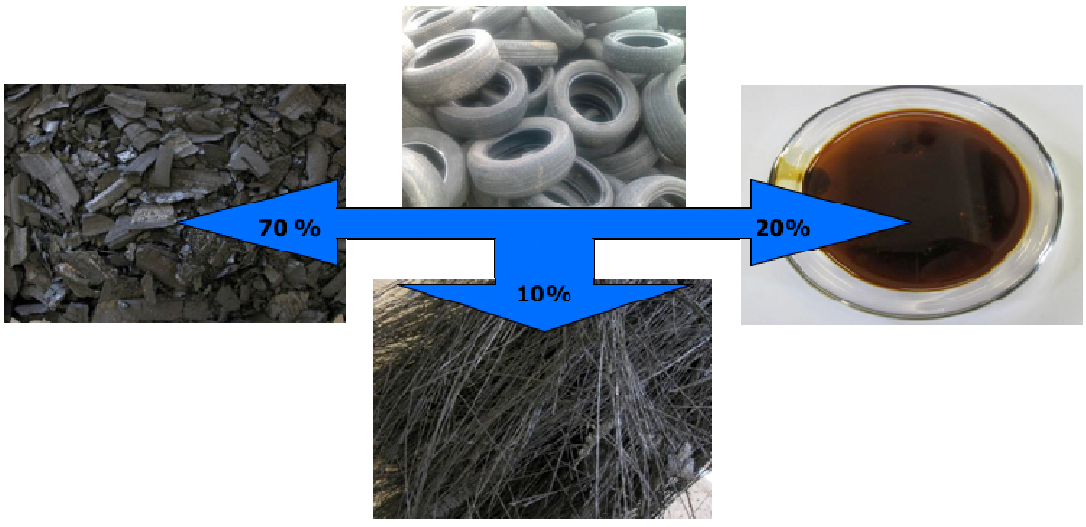
zbavuje oleje a magnetem je oddělen ocelový šrot a tkaniny. Zinek, který je z části vynášen také spolu s tímto odpadem se vrací zpět do reaktoru. Pyrolýzní saze jsou ekonomicky zhodnoceny podniky, kteří zpracovávají kaučuk, místo standardních sazí.

Pyrolýzní produkty:

- 35% pyrolýzní plyn
- 30% saze
- 19% nezkondenzovaný plyn
- 15% ocel
- 1% textil

Celý proces je ekologicky i energeticky uzavřený proces bez vznikajícího nebezpečného odpadu a vzniku se ziskem obchodovatelnými produkty (Procházka, 2004).

Obrázek 1: ***Množství výstupního materiálu zařízením HOKS TS500 na tepelný rozklad pneumatik***



(Zdroj: www.hoks.cz)

Ne příliš rozšířenou metodou recyklace gumy je mikrovlnná regenerace odpadní gumy na bázi přerušení můstkových vazeb vytvořených vulkanizací, jedná se o tzv. devulkanizaci. Firma Goodyear, výrobce pneumatik, ve Spojených státech amerických instalovala ve svých provozech devulkizační 70kW zařízení s kapacitou 280kg/h. Kousky gumy o velikosti 1mm vstupují do MW komory. Zhruba po dvou

minutové devulkanizaci se extruduje a zapracovává nová guma v poměru od 15 do 20 procent, která se používá do vnitřní butylové vrstvy pneumatiky. Ve srovnání s klasickou devulkanizací jsou mechanické vlastnosti gumy lépe zachovány s recyklovanou příměsí. U drcené gumy se mikrovlnami prvotně ohřejí vnitřky částic na teplotu 180 – 240 stupňů Celsia, která je obdobná u vulkanizace. Povrch materiálu se teprve ohřeje až v části tunelu s konvenčním ohřevem, kde je již dosažena teplotní homogenita. Dále se ochlazuje na 80 – 100 stupňů Celsia. Tento proces probíhá bez zvlhčovadel, při atmosférickém tlaku. Výsledkem je materiálová kvalita při nízkých provozních nákladech (Procházka 2004).

2.4.4 Protektorování

Největší slávy se protektorování dočkalo během druhé světové války, kdy byla vysoká poptávka po obnovených ojetých pneumatikách. V té době byly pneumatiky velmi drahé a vydržely pouze 5-8 tisíc kilometrů. Ve třicátých letech minulého století se proces protektorování utvořil do podoby, v jaké ho známe dnes. Na rozdíl od jeho prvopočátků se ovšem stále více berou v úvahu ekologické aspekty a technologie prošla mnoha kvalitativními změnami (Pospíšil 2006).

Ne každá ojetá pneumatiky je vhodná k protektoraci. Na základě údajů o datu výroby, vizuální zkoušky prováděcího mechanika se vybere kostra pneumatiky, u které se ještě následně provede zkouška ultrazvukem. Kostra, která obstojí v této zkoušce, dostane doprovodný lístek se základními údaji jako je např. velikost pláště, výrobce, DOT, výrobní číslo, profil a šíře běhounu, datum výroby, počet protektorací atd. Kostry se pak třídí do tří kvalitativních skupin.

Dalším stupněm úpravy kostry je drásání. Drásací stroj odstraňuje zbytky původního profilu za pomocí ostrých čepelí. Ostrost je zde velmi důležitá, v opačném případě by došlo k nadměrnému zahřátí povrchu, a tím pádem k chybě vaznosti. Pokud by bylo drásání provedeno nepřesně, docházelo by k nestejnoměrnému opotřebení pneumatiky v provozu. Provedení musí být jemné, aby došlo k co nejlepšímu spojení běhounu s kostrou pneumatiky, což je u protektorovaných pneumatik velmi důležité.

Po drásání je u kostry proveden postřik v stříkací kabině, u které je velmi důležité splnění bezpečnostních norem a především kvalitní odsávání. Postřikem se za pomoci vysokotlaké trysky na kostru nanáší oživovací roztok. Je třeba dávat pozor, aby roztok nebyl nanesen v příliš vysoké vrstvě. Efektem by totiž byla separace, následné oddělení se běhounu od kostry.

Po důkladném oschnutí kostry je nutné připravit běhoun. Ten musí být seříznut na změřenou délku obvodu pneumatiky, přičemž v žádném případě nesmí být širší než kostra.

Dále je potřeba nanést na kostru spojovací pryž. Nejkritičtějším úsekem protektorování je navalení běhounu na zdrsněnou plochu kostry, což není snadné a je potřeba veliké pečlivosti. Běhoun musí být navalen stejnoměrně bez natahování a je třeba dbát na to, aby mezi kostrou a běhounem nebyl žádný vzduch.

Následuje vulkanizace protektoru, což je zahřátí na vysokou teplotu, aby se docílilo spojení mezi kostrou a běhounem (Pachman 2011).

2.5 Využití recyklátů

Jelikož je zákonem zakázáno ukládat ojeté pneumatiky na skládky odpadů, hledají se stále nová a nová znovu využití tohoto odpadu. Vysloužilé pneumatiky lze využít jako palivo, ovšem do popředí se dostává znovuzpracování materiálu a získání gumové drti, která se dále použije.

Nejčastěji se využívá granulát z gumové pryže získaný mechanickým drcením za běžné teploty, ale také granulát získaný kryogenním drcením pneumatik za pomocí kapalného dusíku. Rozdíl mezi těmito dvěma metodami je v povrchu získaného granulátu. Zatímco granulát získaný mechanickým drcením má členěný povrch, zrno získané kryogenním drcením má povrch hladký. Podle toho, co je zapotřebí z pryžové drti vyrobit, je třeba zvážit, jakou nejoptimálnější metodu drcení zvolit (Kudrna et Dašek 2007).

Obrázek 2: Granulát ve frakcích

(Zdroj: www.rpgrecycling.cz)

Kvalitní pryžový granulát se využívá a zpracovává do různých dalších typů výrobků. Možnosti využití takového pryžového recyklátu jsou dosti široké a vývoj zpracování jde neustále kupředu. Stále se ve světě objevují nová a moderní uplatnění. Lze uvést několik nejznámějších a nejběžnějších způsobů využití granulátu, recyklátu. Gumový granulát se může po separaci využít na výrobu regenerátoru, neboli devulkanizované gumy, gumových kompozitů anebo modifikovaného asfaltu. Recyklát je surovina, ze které se vyrábí mnoho různých předmětů z gumy a má široké spektrum, co se týče oblasti využití. Využívá se např. v automobilovém průmyslu, v komunální sféře, v téměř všech odvětvích průmyslu, stavebnictví, zemědělství a dopravě.

2.5.1 Využití v zemědělství

V zemědělství je granulát nejčastěji využíván jako podestýlka pro hospodářská zvířata, do výběhu a také podsyp pro jezdecké dráhy. Výhodou použití pryžového regenerátoru v této oblasti je jeho uváděná trvanlivost. Velmi špatně se rozkládá a tak není potřebné ho tak často vyměňovat. Gumový granulát se aplikuje také jako mulčovací materiál, který pomáhá zachytávat vlhkost v zemině, zároveň tepelně izoluje kořenový systém rostlin, omezuje růst nežádoucích plevelů a tím snižuje používání chemických pesticidů, potřebu zavlažování a hnojiv (ECO trend 2010).

2.5.2 Využití v komunální sféře

Velkého využití si pryžový regenerátor našel i v komunální sféře. Výrobky z recyklované pryže mají takové vlastnosti, zejména elasticitu, které mohou člověku zpříjemnit pobyt a pohyb na určitém povrchu. Zejména se to týká sportovních a rekreačních pobytů. Za zmínku stojí zejména povrchy různých sportovišť, hřiště, tělocvičny, fitness centra, bezbariérové náběhy, dětská hřiště. Jejich životnost v závislosti na podmínkách použití se běžně pohybuje kolem 20ti let. Zejména v posledních letech roste poptávka městských úřadů a jiných investorů po bezpečnostním provedení povrchu dětských hřišť s prolézačkami, houpačkami, šplhadly apod. Další příjemnou výhodou je tzv. garance bezpečné výšky při případném pádu až z výšky 3 metrů u produktů z recyklované pryže oproti běžným betonovým dlaždicím, zámkové dlažbě, anebo asfaltovým povrchům. Uvádí to jedna z nejsilnějších firem na českém trhu zabývající se prodejem a výrobou produktů z recyklované pryže Pragoelast s.r.o. Podle této společnosti je jen málo oblastí, kde nelze využít výhod elastických povrchů, jejich rozmanitosti a rozměrů. Díky těmto

vlastnostem lze zpříjemnit chůzi a pohyb jako takový (Pragoelast 2012).

Dále je velmi oblíbené využití při výrobě pěn a emulzí, těsnění, směsí na spoje, pryžového betonu (Špaček 2012).

2.5.3 Využití v dopravním a automobilovém průmyslu

Dalšího uplatnění našel pryžový recyklát v dopravě. I zde je jednou z dominujících firem domácího trhu společnost Pragoelast. V této oblasti vyrábí železniční, silniční a tramvajové přejezdy, protihlukové bariéry, trvanlivé elastické dlažby vyplňující plochu parkování na místo štěrku nebo např. podštěrkové rohože (Pragoelast 2012).

Nejen dopravní průmysl, ale také automobilový průmysl je schopný využít recyklovatelný gumový granulát. Vyrábí se z něj nárazníky, využívá se, jako plnivo při výrobě nových pneumatik, na výrobu pryžového těsnění automobilových oken a dveří nebo např. na výrobu třecích částí mechanických brzd. Hojně se ale využívá i při výrobě interiérových podlahových koberečků apod. (Gumoeko 2012).

2.5.4 Využití při likvidaci ekologických havárií

Určitou zajímavostí je využití gumové drtě po jejím velmi jemném rozemletí. Řeč je o využití pryžových částic jako univerzálního absorpčního prostředku při likvidaci ekologických havárií při úniku chemických a ropných látek, velmi dobře odstraní i skvrny z rozlitých barev. Absorbuje veškeré přírodní i syntetické oleje, parafin, glycerin, ftaláty a jiné další chemikálie ze všech povrchů, ale především z vodní hladiny. Mikroskopické kapičky málo polárních a tudíž těžko odstranitelných látek zcela obalí. Např. ropné látky ve vodě bezpečně absorbuje a zpět neuvolňuje, čistou vodu propouští. Tento produkt pod obchodním názvem SORB-EX se stal nedílnou součástí požární techniky. Je vyráběn společností s dlouholetou tradicí Montstav CZ s.r.o., která opotřebované pneumatiky nejen likviduje, ale také dále zpracovává mechanickým drcením na granuláty v různě široké škále frakcí a dále pak vyrábí produkty z této druhotné suroviny. Využití pro tuto jemnou granulátovou drť najdeme i v oblasti prevence v čistírnách odpadních vod, v průmyslových podnicích apod. Poté, co granulát z gumové drti splní svou funkci a absorbuje nežádoucí látky, spaluje se v pecích za velmi vysokých teplot (Montstav 2012).

Obrázek 3: Využití SORB-EXU

(Zdroj: www.montstav.cz)

2.5.5 Využití regenerátu při výrobě gumoasfaltu

Rostoucí dopravní zatížení vozovek nutí odborníky k hledání nových druhů kvalitnějších asfaltových směsí, které by měly zajistit vyšší odolnost a delší životnost silnic.

Velký úspěch a slibnou budoucnost zaznamenává přídavek recyklované pryže do asfaltu. Vzhledem ke svým technickým vlastnostem jako je trvanlivost, pružnost, odolnost vůči povětrnostním podmínkám a pevnost může aplikace pryžového recyklátu do tzv. gumoasfaltu znamenat významné zkvalitnění konstrukce vozovek. Neméně významná je také nižší zátěž životního prostředí. V USA a dalších zemích se tato směs běžně využívá.

V první fázi je nutné vpravit pryžový granulát do asfaltové směsi. To lze provést dvěma způsoby. Při prvním způsobu se granulát přidává přímo do míchačky (tzv. suchý proces). Tento způsob se využíval i v ČR v letech 1998 až 2002, kdy se drcená guma přidávala do míchačky spolu s kamenivem. Dnes je tento způsob vpravení granulátu do asfaltu na ústupu (Kudrna et Dašek 2007).

Za výhodnější metodu výroby je obecně považován druhý postup, a to především z důvodu spolehlivosti a provozních vlastností. Tento způsob obnáší vmíchání granulátu do asfaltového pojiva, čímž se získá tzv. gumoasfalt. Dochází k reakci mezi asfaltem a gumou. Následně se výsledný produkt použije v obalovnách, kde se přímo dávkuje do míchačky (tzv. mokrý proces). Do rozehřátého asfaltu je postupně vmíchán gumový granulát o frakci přibližně 0,1 až 0,2 mm získaný vícenásobným drcením za běžné teploty do asfaltového pojiva. Objemově hovoříme přibližně o 15 – 20 % z celkové hmotnosti asfaltu. Granulátem se pojivo zahušťuje, drcená guma v asfaltu reaguje a zvyšuje svůj objem. Následně je směs přesunuta do nádrže, kde se promíchá a poté je čerpadlem přečerpána

k dávkovacímu zařízení obalovny. Celý proces trvá 45 až 90 minut a probíhá při teplotě 175 ℃. Výsledný produkt má vyšší viskozitu a nepr opustnost při větším rozsahu teplot než klasický asfalt. Snižuje se penetrace a zvyšuje bod měknutí. Gumoasfaltové pojivo je možné dlouhodobě skladovat za běžné teploty a po postupném zahřátí na teplotu obalování použít. Příkladem země, která běžně využívá gumoasfalt do obrusných vrstev vozovek, je USA. Do vozovky je možné použít podle klimatických podmínek tři druhy gumoasfaltů (Kudrna et Dašek 2007).

Obrázek 4: ***Míchací souprava ECOPATH pro přípravu gumoasfaltového pojiva***

(Zdroj: www.casopisstavebnictvi.cz)

Gumoasfalt si zachovává své fyzikální vlastnosti při teplotním rozsahu od -34 do 64 stupňů Celsia. Hlavní předností smícháním modifikovaného asfaltu s gumovou drtí je snížení výskytu trhlin vlivem teplotních změn. Odolává vzniku výmolů, deformaci a zlepšuje další vlastnosti vozovky, což prodlužuje životnost povrchu vozovky až na trojnásobek (Radvanská 2009).

Obrázek 5: ***Úsek s běžnou obrusnou vrstvou z asfaltového betonu porušenou trhlinami (v popředí) a s gumoasfaltovou obrusnou vrstvou (v pozadí)***

(Zdroj: www.casopisstavebnictvi.cz)

Ministerstvo dopravy v americké Kalifornii provedlo výzkum, z nějž vyplívá zajímavý fakt. Pokud se při výstavbě silnic použije gumoaslfat, silniční vrstva může být podstatně slabší oproti běžným vrstvám z asfaltového betonu. Tento fakt potvrzují i zprávy z mezinárodních konferencí týkající se využití opotřebovaných pneumatik. Zprávy dokonce hovoří o možnosti snížení tlouštěk asfaltových vrstev na polovinu (Vysoké učení technické Brno 2012). To vše při zachování stejné životnosti vozovky. Důvod jsem naznačila výše. Gumoasfalt je odolnější vůči únavě a stárnutí materiálu, deformacím a trhlinám. Údaje pro výzkum byly posuzovány během relativně krátké doby používání gumoasfaltu – 30 let. Za tuto dobu však výzkum prokázal nižší náklady na údržbu a opravy, navíc je možná recyklace vysloužilých gumoasfaltových vrstev, což snižuje ekonomickou náročnost. Díky použitému materiálu je evidována znatelně nižší hladina hluku a mimo jiné zabraňuje vytváření vodní clony za automobily jedoucími za deštivého počasí. Mezi nevýhody gumoasfaltu patří vyšší energetická a organizační náročnost. Díky vyšší lepivosti směsi je s ní obtížnější manipulace pro pokládající dělníky. Jako nevýhodu lze brát i to, že je nutné použití míchacího zařízení (Kudrna et Dašek 2007).

2.5.6 Využití v petrolejářském průmyslu

Nový směr si hledá ale i v petrolejářském průmyslu, kde zatím díky obrovské nákladovosti není možné očekávat uplatnění. Pokud se však ceny za barel ropy budou neustále zvyšovat, může mít náhrada fosilních paliv v podobě kapalných

produktů s obdobnými vlastnostmi jako ropa rychlý vzrůst.

Vědkyně z baskické univerzity ve Španělsku, María Felisa Laresgoiti (2010) zjistila, že vyřazené pneumatiky lze přeměnit na palivo. Zaměřila se na základní materiálovou surovinu, která má největší podíl ve složení pneumatiky, na syntetický kaučuk. Syntetický kaučuk se vyrábí z ropy a tudíž je bohatý na uhlovodíky. Jako technologii ke zkapalnění staré pneumatiky použila pyrolýzu. Při pyrolýze bez přítomnosti kyslíku využitím vlastností dusíku použila reaktor o objemu 3,5 litru a dusík. Použitý materiál zahřívala do teploty 500 stupňů Celsia zhruba půl hodiny, dokud se zcela nerozložil. Dokončením pyrolýzy vzniklo přibližně 40 % kapaliny, 44 % pevných látek a 16 % plynu. Podstatou jejího výzkumu je, že vzniklá kapalina vykazuje podobné vlastnosti jako má ropa, a tím by se mohla snížit závislost na těžbě ropy (Fundazioa 2012).

2.5.7 Konkrétní příklady českých firem

RPG Recycling z Uherského Brodu, která se zabývá právě výrobou pryžové drtě ze starých pneumatik a našla si tak své místo na trhu v oblasti produkce recyklátů pro dopravní průmysl. Granulát z opotřebovaných pneumatik využívá tato společnost mnoha způsoby. U tvárněných a extrudovaných produktů přidává gumový granulát do matric jako plnivo, které zpevňuje a redukuje rozpínání. Tímto postupem jsou získávány některé výrobky, například hadice, rampy, dlaždice, izolační desky, antivibrační podložky, dopravní značení, kužele a protierozní rohože. Firma z granulátu vyrábí také kanálové mříže a vpustě. Tyto produkty jsou rozměrově shodné s doposud používanými litinovými mřížemi kanalizační sítě. Zajímavé je, že pro výrobu jedné kanálové mříže firma spotřebuje pět až šest ojetých pneumatik. Firma RPG Recycling přitom zpracuje ročně zhruba 25 tisíc vyřazených pneumatik. Velkou výhodu lze spatřit v odolnosti proti nepříznivým zimním podmínkám, chemickým posypům a zejména tichém provozu umístěných kanálových vpustí na vozovce. Hlavním problémem plného využití jejich výrobků, i přestože mají daleko lepší funkční vlastnosti, je, že litinové kanálové vpustě jsou v závislosti na výrobci a kvalitě na pořízení stále levnější (Ekolist 2011).

Obrázek 6: Pryžová kanálová vpusť

(Zdroj: www.rpgrecycling.cz)

Za zamyšlení rozhodně stojí, zda je uváděná litinová vpusť skutečně levnější variantou? Jistě se větší část obyvatelstva České republiky setkala s chybějící litinovou mříží a vpustí na veřejných komunikacích, a to zejména z důvodu ekonomického zhodnocení litinových výrobků ve sběrných surovinách.

Společnost Gumoeko s využitím gumového granulátu s přídavkem adheziv na bázi polymerů také vyrábí panely protihlukových bariér. Využívá předností vlastnosti pryže, kdy se díky přítomnosti gumového granulátu v protihlukové bariéře zvyšují absorpční vlastnosti, a snižuje se odrazivost zvuku od samotné bariéry v porovnání s jinými materiály. V posledních letech se díky své elasticitě používá pryžový granulát, který má výhodu tlumit nejen hluk, ale i vibrace. Díky tomu se používá především na výrobu rohoží na zpevnění železničních a tramvajových přejezdů. Výhodou pro automobilový průmysl je bezpečnost, trvanlivost a plynulý přechod přes překážku, čímž předchází zejména poškození podvozku vozidel (Pragoelast 2012).

2.6 Analýza nakládání s odpady z pryže

2.6.1 Analýza v EU

Pro životní prostředí je velmi pozitivní fakt, že úspěšnost recyklace opotřebovaných pneumatik dosáhla v některých evropských státech 100 % a stále se pátrá po nových způsobech využití. Informuje o tom Recycling magazín v článku Výzkum postupů využívání pryžových odpadů a jako příklad takto úspěšných států uvádí Německo, Švýcarsko, Rakousko a Velkou Británii.

V celé Evropské unii platí zákaz skládkování ojetých pneumatik. Ovšem pouze v Rakousku, Velké Británii, Německu, Švýcarsku, Chorvatsku a Bulharsku je zpracování ojetých pneumatik přenecháno volnému trhu, nikoli státu a státní samosprávě. Například rakouská firma Asamer Rubber Technology (ART) zpracovává opotřebované pneumatiky a třídí materiál na pryž, kov a textil. Ocel firma dodává do oceláren k dalšímu zpracování, textil využívá pro výrobu tepelných izolací a pryž se za pomocí kryogenního zpracování rozemílá na granulát a jemnou moučku. Přestože firma vynakládá značné prostředky na invenci nových možností využití starých pneumatik, má konkurenci v podobě cementáren, které mají zájem na využití těchto pneumatik pro spalování a využití jejich vynikajících tepelných vlastností (Heyer 2009). Ve Španělsku mají 12 výrobních závodů na zpracování ojetých pneumatik na gumový granulát. Jejich kapacita je 100 000 tun ročně a zpracují kolem 65 000 tun ročně. Produkt je klasifikován podle velikosti do tří skupin s různými aplikacemi. Granulát o velikosti menší než 0,8 mm frakce je používán při výrobě asfaltu. Granulát o velikosti 0,8-2 mm má nejširší využití a používá se především při výrobě umělého fotbalového trávníku a dalších se sportem souvisejících ploch. Přebývá výroba granulátu 2-12 mm frakce, který nemá velký odbyt (López et al. 2012).

2.6.2 Analýza v ČR

V České republice je zákonnou povinností používat zimní pneumatiky, což nutí vlastníky vozidel k sezónním výměnám pneumatik. Tento fakt zabezpečuje dostatečný přísun této suroviny pro recyklační průmysl. Z následující tabulky vyplývá, že nejpravděpodobněji bude stále více docházet k vyššímu materiálovému využití opotřebovaných pneumatik na úkor stále ještě převažujícího energetického využití.

V tabulce je vidět vývoj nakládání s vyřazenými pneumatikami v letech 2002 až 2009 v České republice. Vidíme, že největší počet ojetých pneumatik nachází uplatnění v energetickém využití (jde zhruba o 35 %).

Z tabulky lze dále vypozorovat nárůst nakládání v oblasti předúpravy. Je tomu tak v důsledku odklonu od produkce výrobků z odpadů do oblasti úpravy odpadů vlivem zavedení směrnice o registraci chemických látek. Producenti mají díky této směrnici výrazně vyšší náklady při výrobě produktů z ojetých pneumatik, než když ponechají zpracované pneumatiky jako materiál.

Strmý nárůst je patrný také u regenerace organických látek získaných z ojetých

pneumatik. Je tomu tak díky spuštění nových technologií.

Útlum v posledním sledovaném roce uvedené tabulky naopak zaznamenává využití pneumatik pro terénní úpravy. Podle České informační agentury životního prostředí je tomu tak v důsledku rozdílně chápaného přístupu k evidenci provozovatelů skládek. Ti neumějí řádně odlišit skládkování pneumatik, které je zakázáno, a využití pneumatik jako technologického zabezpečení skládek (např. tvorba příjezdových cest ke skládkám, překryvné vrstvy) a materiálů sloužících ke konstrukci skládek (např. drenážní vrstvy, výstavba etáží apod.)

Údaje v tabulce jsou bezesporu zajímavým ukazatelem vývoje nakládání s ojetými pneumatikami během osmiletého období. Pneumatiky jsou velmi specifickou oblastí jak samotného odpadového hospodářství, tak zpětného odběru vybraných výrobků, která má svou dynamiku a velký potenciál (Valta 2010).

Tabulka 2: Vývoj produkce a nakládání s vyřazenými pneumatikami v letech 2002 až 2009

Rok	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Nakládání celkem, z toho	**25 938**	**34 770**	**47 707**	**57 880**	**50 129**	**62 962**	**97 843**	**94 182**
R1 - energetické využití	17 300	17 042	18 050	20 624	27 991	25 183	36 337	34 068
R12 - předúprava	0	5 924	18 271	17 659	17 399	16 870	24 690	26 239
R3 - získání/regenerace organických látek	1 670	2 495	2 703	2 407	268	255	10 729	15 384
N1 - terénní úpravy	5 337	7 548	7 216	14 406	870	15 951	21 459	11 491
N12 - využití jako TZS na skládkách	0	0	0	1 228	2 682	4 307	2 977	3 471
D1 - skládkování	1 632	1 761	1 403	1 470	667	384	389	2 189
N7 - vývoz do EU	0	0	65	86	252	11	1 262	1 340
Produkce celkem, z toho	**29 676**	**34 907**	**59 369**	**110 862**	**49 511**	**60 024**	**56 774**	**43 152**
A00 - produkce	29 676	34 907	59 369	110 862	49 511	60 024	40 625	31 493
BN30 - zpětný odběr	0	0	0	0	0	0	16 150	11 659

(Zdroj: Odpadové fórum 10/2010)

3. Diskuze

V úvodu této práce se zabývám legislativou odpadového hospodářství, ale ať už bude legislativa řešena jakkoliv, stále bude záležet především na jejím dodržování a znalosti každého z nás. Dle mého názoru, který jsem získala v praxi, spoustu malých pneuservisů i spotřebitelů pneumatik nezná přesné znění zákona o povinnosti zpětného odběru, respektive tento zákon z ekonomického hlediska nedodržují. Pokud například spotřebitel zakoupí pneumatiky přes internetový obchod, dle výše zmíněného zákona je k zpětnému odběru povinován prodejce pneumatik, v tomto případě tedy internetový obchod. Zde ovšem narážíme na problém, kdy buď musí spotřebitel zaplatit poštovné za doručení špinavých demontovaných pneumatik internetovému prodejci, což jej může odradit, nebo se může stát, že internetový prodejce zcela odmítne tyto pneumatiky přijmout. V ekologicky přijatelnějším případě zanechá spotřebitel pneumatiky zakoupené přes internet v pneuservise, kde si je nechá namontovat a ve většině případů musí zaplatit poplatek „bokem“ za likvidaci, čímž je opět porušován zákon, jelikož zpětný odběr má být bezplatný. V tom horším případě malý pneuservis zpětný odběr odmítne z důvodu, že pneumatiky u něj nebyly zakoupeny, tudíž je spotřebitel buď postupně odveze do kontejneru, nebo vznikne černá skládka.

Z výše uvedených způsobů využití recyklace pryžového odpadu lze slibný budoucí vývoj předpokládat především u výroby gumoasfaltu. Toto tvrzení je založeno na pozorovaných výhodách využití gumoasfaltu, jako je vyšší bezpečnost, ekonomická stránka a šetrnost k životnímu prostředí. Dosavadní výsledky projektu implementace gumoasfaltu ve Švédsku provedené švédskou silniční správou ukázaly, že v chladném klimatu funguje tato technologie bez problémů s dobrými výsledky při měření povrchu a také při laboratorních testech. Je však ještě předčasné učinit závěr z těchto výsledků, neboť pro skutečné posouzení životnosti gumoasfaltových povrchů jsou nezbytné další kroky a testy. Bude trvat ještě několik let, než bude s jistotou prokázáno, že bude využití této dražší technologie znamenat finanční přínos vzhledem k její prodloužené životnosti oproti běžnému asfaltovému povrchu vozovky. Pokud se budou ekonomické výsledky vyvíjet i nadále tak pozitivně, jako se v současnosti jeví, stane se gumoasfaltový povrch hojně uplatňovaným materiálem. Již nyní je o něj celosvětový zájem. Mnoho států gumoasfalt začalo testovat. Příkladem je Polsko a Česká republika, kteří čerpají zkušeností od švédských a kalifornských specialistů. V současnosti zažívá využití gumoasfaltu boom v EU i ve světě. Vývojáři předávají zkušenosti i některým firmám

v ČR. V ČR je využití gumoasfaltu ovšem stále spojeno s vyššími vstupními náklady, které se jeví zanedbatelné v porovnání s výhodami využití tohoto materiálu. Hlavní překážkou pro využití v ČR je prozatím především nedostatek investorů a nedůvěra správců silnic (C.Q.E. 2012).

Na podporu těchto tvrzení lze uvést údaje, ke kterým došli odborníci z Fakulty stavební VUT v Brně. Za pomoci laboratorních testů ověřovali vlastnosti gumoasfaltu. Výsledky se shodují se závěry kalifornského ministerstva dopravy. Že by mělo využití gumoasfaltu opravdu tolik pozitivních přínosů? Brněnští odborníci se rozhodli ověřit využití gumoasfaltových směsí i v praxi a ve spolupráci se dvěma firmami (Consultest s.r.o. a Remio a.s.) proběhlo testování směsí přímo v silničním provozu na vozovkách poblíž Karlštejna. Pro objektivní hodnocení musíme počkat na komplexní vyhodnocení provedených testů. Již nyní lze ovšem říci, že použití gumoasfaltu sebou přináší značné výhody (Vysoké učení technické Brno 2012).

Vysoké náklady na výrobu gumoasfaltové směsi jsou kompenzovány ztrojnásobením životnosti vozovky, zmenšením tloušťky kladené vrstvy a snížením celkových nákladů na opravy a údržbu povrchu vozovky díky technickým vlastnostem granulátu jako je trvanlivost, pružnost, pevnost (Radvanská 2009).

Další rozvoj je možný očekávat u energetického zhodnocení pneumatik, a to nejen spalováním, ale také využitím kapalného paliva a koksu vznikajících pyrolýzou pryžové drtě. Ceny ropných produktů a uhlí neustále stoupají a nastane doba, kdy se lidé budou muset spolehnout zejména na paliva z jiných zdrojů. Lze se přitom opřít o zajímavý názor pana Tomáše Řezníčka, který prezentoval ve svém článku v časopise Odpadové fórum. Poukázal na to, že zatímco neobnovitelné přírodní zdroje drancujeme a vyčerpáváme, obnovitelné zdroje odmítáme energeticky využívat (Řezníček 2010). Tento přístup by se měl do budoucna změnit. Možná si lidé uvědomí, že vzhledem k emisním normám je nepodstatné, zda tepelnou energii získají z přírodních zdrojů či čistého upraveného alternativního paliva, které má výhřevnost srovnatelnou např. s uhlím. Lidé nedůvěřují spalovacím zařízením pro energetické využití odpadů z pneumatik či jiných odpadních materiálů. Jedním z hlavních důvodů je obava ze zhoršení kvality ovzduší v jejich okolí. Tento strach je ale zcela zbytečný, neboť spalovny mají velmi přísně nastavené emisní limity a patří tak mezi nejčistší výrobce energie (ihned po spalování zemního plynu). Ostatní energetická zařízení mají až několikanásobně vyšší produkci škodlivin. V současné době se připravuje k provozu spalovna v lokalitě skládky odpadů Chotíkov u Plzně, která by měla zahájit provoz v roce 2016 (Procházka 2010).

Přestože protektorování patří k nejefektivnějšímu způsobu recyklace pneumatik, i zde vzniká pryžový odpad. Zajímalo mě, co se s odpadem dále děje, a tak jsem osobně navštívila první studenou protektorovnu v Čechách, firmu Wetest pneu spol. s r.o. v Mělníku. V rámci své bakalářské práce jsem si domluvila schůzku s firemním auditorem pro technologie, Ing. Pavlem Baluskem, který mi potvrdil, že při výrobě protektorů vzniká pryžový odpad. Zároveň mě ujistil, že protektorovny mají tuto situaci velmi dobře vyřešenou a to, jak z hlediska životního prostředí, tak z ekonomického hlediska. Největší část pryžového odpadu vzniká při drásání původního dezénu pneumatiky. Aby pneumatika byla připravena co nejlépe k navalení běhounu, je drásání velice jemné, tudíž vzniká pryžový odpad o frakci cca 0,5 - 1 milimetru. U drásacího stroje je zhruba ve výšce 10 cm nad upevněnou pneumatikou umístěn trychtýř, který nasává pouze lehké části, čili velmi jemnou odrásanou pryž, a odvádí je sátím do cyklonu. Zde ještě nějakou dobu pryž rotuje a odděluje se od prachu a teprve poté je odváděna do skladovacích pytlů „bigbagů.“ Jde o jeden z nejčistších pryžových granulátů, z tohoto důvodu je o něj veliký zájem ze strany odběratelů. Bohužel pro český trh putuje tento produkt ze společnosti Wetest s.r.o. do Německa, kde jsou za něj ochotni nabídnout nejvyšší cenu, jak mě informoval Ing. Balusek (Jan Balusek, II. 2012, in verb.).

4. Závěr

Česká republika vyprodukuje přibližně 60 kt ojetých pneumatik ročně se vzrůstající tendencí. Vzhledem k objemu je protektorováno téměř zanedbatelné číslo – 7 tisíc tun pneumatik. Zhruba polovina z celkového počtu (tedy 30 kt) se spálí v cementárnách. Asi 15 kt se zpracuje na granule, drť a jemný prášek. Malá část zůstane na skládkách a další část se využije na stavbách při tvorbě bariér, silážních jam, ohrad a dokonce i do základů. Výroba regenerátu z ekonomických vysokonákladových výrobních důvodů představuje nejnižší podíl zpracování opotřebovaných pneumatik. Důvodem je, že v současnosti je u nás tento způsob recyklace teprve v počátku a tím pádem je cena granulátu v tuto chvíli vyšší.

Je škoda, že využívání opotřebených pneumatik jako alternativního paliva v cementárnách staví legislativa až za recyklaci. Vždyť využívání energetického a chemického potenciálu pneumatik při výrobě cementu je vlastně zároveň energetickou i materiálovou recyklací bez jakéhokoliv negativního vlivu na životní prostředí, vzhledem k bezodpadovosti a vysokým kritériím na limitní emisní požadavky. Spálením jedné tuny pneumatik se totiž ušetří například až 750 m^3 zemního plynu.

Hlavní význam využití regenerátů je potřeba zejména spatřovat v náhradě přírodních zdrojů. I přestože je prozatím výroba finálních produktů z granulátů pryže podstatně ekonomicky náročnější, což se projevuje na výsledné ceně produktů, je potřeba si uvědomit jiné přednosti, jako je například šetrnost k životnímu prostředí, delší životnost, bezpečnost.

Vhodným hledaným řešením využití regenerátů by bylo, pokud by si političtí činitelé rozhodující o veřejných zakázkách uvědomili, že při výběru by měli klást důraz na ekologické provedení zakázky. Vždyť stát může podpořit materiálovou recyklaci například tím, že při výběru zhotovitele státní zakázky budou upřednostněny ty firmy, jež využívají např. pryžový granulát. Zákon o ochraně hospodářské soutěže totiž umožňuje do zadání výběrového řízení vložit podmínky, které preferují využití odpadu. Další podstatným problémem je, že si stejní političtí činitelé musí uvědomit, že vstupní cena, není totéž co výsledná cena, kterou udává životnost produktu. Řádným příkladem se jeví využití pryžových kanalizačních vpustí, životnost dětského hřiště zhotoveného z pryžových regenerátorů a v neposlední řadě se pozitivně vyvíjí i životnost gumoasfaltu.

Pokud si každý z nás uvědomí důležitost recyklace je šance ponechat

budoucím generacím „zelenou planetu“.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- **BEUKERING P. et JANSSEN M. A., 2001**: Trade and recycling of used tyres in Western and Eastern Europe. Resources. Conseration and Recycling 2001/33, str. 235-265
- **C.Q.E., 2012**: Firemní portál. Čeští odborníci se seznámili s využitím gumoasfaltu ve Švédsku, online: http://www.c-q-e.cz/blog/2012/02/cesti-odbornici-se-seznamili-s-vyuzitim-gumoasfaltu-ve-svedsku, cit. 27.1.2012
- **DUCHÁČEK V. et HRDLIČKA Z., 2009**: Gumárenské suroviny a jejich zpracování. VŠCHT, Praha
- **ECO trend s.r.o., 2010**: Projekt pro SFŽP, Studie trhu s ojetými pneumatikami. Praha 2010, str. 1-58
- **EKOLIST, 2012**: Z recyklovaných pneumatik se mohou stát kanálové mříže a vpusti, online: http://ekolist.cz/, cit. 4.5.2011
- **FUNDAZIOA E., 2012**: Verifies of Pyrolisis as Technique for Recycling Pneumatic Tyres. University of the Basque Country, online: http://www.sciencenewsline.com/, cit. 27.2.2012
- **GEMRICH J., 2009.** Současná paliva cementářského průmyslu. Mimořádná příloha. Odpadové fórum 2009/2: str. 2-4
- **GEMRICH J., 2012**: Historie a budoucnost alternativních paliv a materiálů. VÚ maltovin Praha s.r.o., online: http://www.svcement.cz/, cit. 3.3.2012
- **GUMOEKO, 2012**: Firemní portál, online: http://www.gumoeko.cz/, cit. 15.3.2012
- **HEUER C., 2009**: Výzkum postupů využívání pryžových odpadů. Recycling 2009/15:
- **KUDRNA J. et DAŠEK O., 2007**: Využití gumoasfaltového pojiva do obrusných vrstev vozovky. Stavebnictví 2007/6-7:
- **KYMPL M., 2001:** Druhý život pneumatiky. Pneu Revue 2001/1
- **LÓPEZ F.A.,CENTENO T.A.,ALGUACIL F.J., LOBATO B.,DELGADO A.L., FERMOSO J., 2012**: Gasification of the car derived from distillation of granulated scrap tyres. Waste Management 2012/32, str. 743-752
- **MACH M., 2003**: K prodejci, ne do lesa. EkoList 2003/3:
- **MAŇAS D., 2008**: Když pneumatika dosloužíí. Tyres & Equipment 2008/2: 60-61
- **MARCÍN J., 1976** : Pneumatiky: výroba-použití-údržba. SNTL, Praha, str.267

- **MASTRAL A.M., MURILLO R., CALLEN M.S., GARCIA T., 2000**: Optimisation of scrap automotive tyres recycling into valuace liquid fuels. Resours, Conservation and Recycling 2000/29, str. 263-272
- **MICHELIN, 2012**: Výrobce pneumatik Michelin, online: http://www.michelin.cz/, cit. 12.1.2012
- **MONSTAV, 2012**: Firemní portál, online: http://www.monstav.cz/, cit. 17.3.2012
- **PACHMAN P., 2006**: Odpad nebo cenný zdroj surovin?. Tyres & Equipment 2006/1: str. 16-17
- **PACHMAN P., 2011**: Protektorování krok za krokem. Tyres &Equipment 2011/2: str.26
- **POSPÍŠIL J., 2006**: Století protektoru. Tyres &Equipment 2006/4: str. 64-65
- **PRAGOELAST, 2012**: Firemní portál, online: http://www.pragoelast.cz/, cit. 5.3.2012
- **PREKOP Š., VÁRKOLY L., KUČNA A., DURIŠ Š., FEDOROVÁ E., MATUŠČINOVÁ A., MICHÁLEK J., 1998**: Gumárská technologia I. Žilinská univerzita, Žilina
- **PROCHÁZKA O., 2004**: Pneumatiky. Odpadové fórum 2004/1: str. 10-19
- **PROCHÁZKA O., 2010**: Porovnání emisí škodlivin ze spaloven komunálního odpadu a klasických energetických zdrojů. Odpadové fórum 2010/10: str. 12-13
- **RADVANSKÁ A., 2009**: Kam s gumovou drtí z pneumatik. Odpady 2009/6:
- **ROY CH., DARMSTADT H., BENALLAL B., AMEN-CHEN C., 1997**: Characterization of naphtha and carbon black obtained by vakuum pyrolisys of polyisoprene ruber. Fuel Procesing Technology 1997/50, str. 87-103
- **RYŠAVÝ I., 2009**: Ojeté pneumatiky: Radnicím nezbývá než za ně platit. Jak dlouho ještě? Moderní obec, Praha, online: http://moderniobec.ihned.cz/c1-37652770-ojete-pneumatiky-radnicim-nezbyva-nez-za-ne-platit-jak-dlouho-jeste, cit. 2.3.2012
- **ŘEZNÍČEK T., 2010**: Má naději energie z odpadů? Odpadové fórum 2010/10: str. 5
- **SDRUŽENÍ AUTOMOBILOVÉHO PRŮMYSLU, 2011**: Vývoj registrací osobních automobilů 1972-2010, online: http://www.autosap.cz/, cit. 4.1.2012
- **SDRUŽENÍ VÝROBCŮ PROTEKTORŮ ČR**, 2012: Seznam členů sdružení, online: http://www.svpcr.cz/, cit. 2.3.2012

- **ŠAFNER K., 2006**: Likvidace pneumatik. Tyres & Equipment 2006/3: str. 62-63
- **ŠPAČEK J., 2012**: Recyklace pneumatik není příliš rozšířená. Environmentální portál, Praha, online: http://www.enviweb.cz/, cit. 15.3.2012
- **ŠŤASTNÁ J., 2009**: Zpětný odběr pneumatik, autovraků a olejů. Asekol 2009/3: 9-11
- **TŘÍDĚNÍ ODPADU, 2012**: Jak se recyklují pneumatiky, online: http://www.trideniodpadu.cz/, cit. 2.3.2012
- **VALTA J., 2010**: Nakládání s pneumatikami zařazenými do režimu odpadů. Odpadové fórum 2010/10: 24
- **VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, 2012**: Gumoasfaltové směsi zlepší kvalitu českých vozovek. VUT Brno, online: https://www.vutbr.cz/tiskove-zpravy-f19527/gumoasfaltove-smesi-zlepsi-kvalitu-ceskych-vozovek-d40392?aid_redir=1, cit. 3.3.2012

SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ

Tabulka 1: Složení pneumatiky, www.cz.michelin.com

Tabulka 2: Vývoj produkce a nakládání s vyřazenými pneumatikami v letech 2002 až 2009, Odpadové fórum 10/2010

Obrázek 1: Množství výstupního materiálu zařízením HOKS TS500 na tepelný rozklad pneumatik, www. hoks.cz

Obrázek 2: Granulát ve frakcích, www.rpgrecycling.cz

Obrázek 3: Využití SORB-EXU, www.montstav.cz

Obrázek 4: Míchací souprava ECOPATH pro přípravu gumoasfaltového pojiva, www.casopisstavebnictvi.cz

Obrázek 5: Úsek s běžnou obrusnou vrstvou z asfaltového betonu porušenou trhlinami a s gumoasfaltovou obrusnou vrstvou, www.casopisstavebnictvi.cz

Obrázek 6: Pryžová kanálová vpusť, www.rpgrecycling.cz

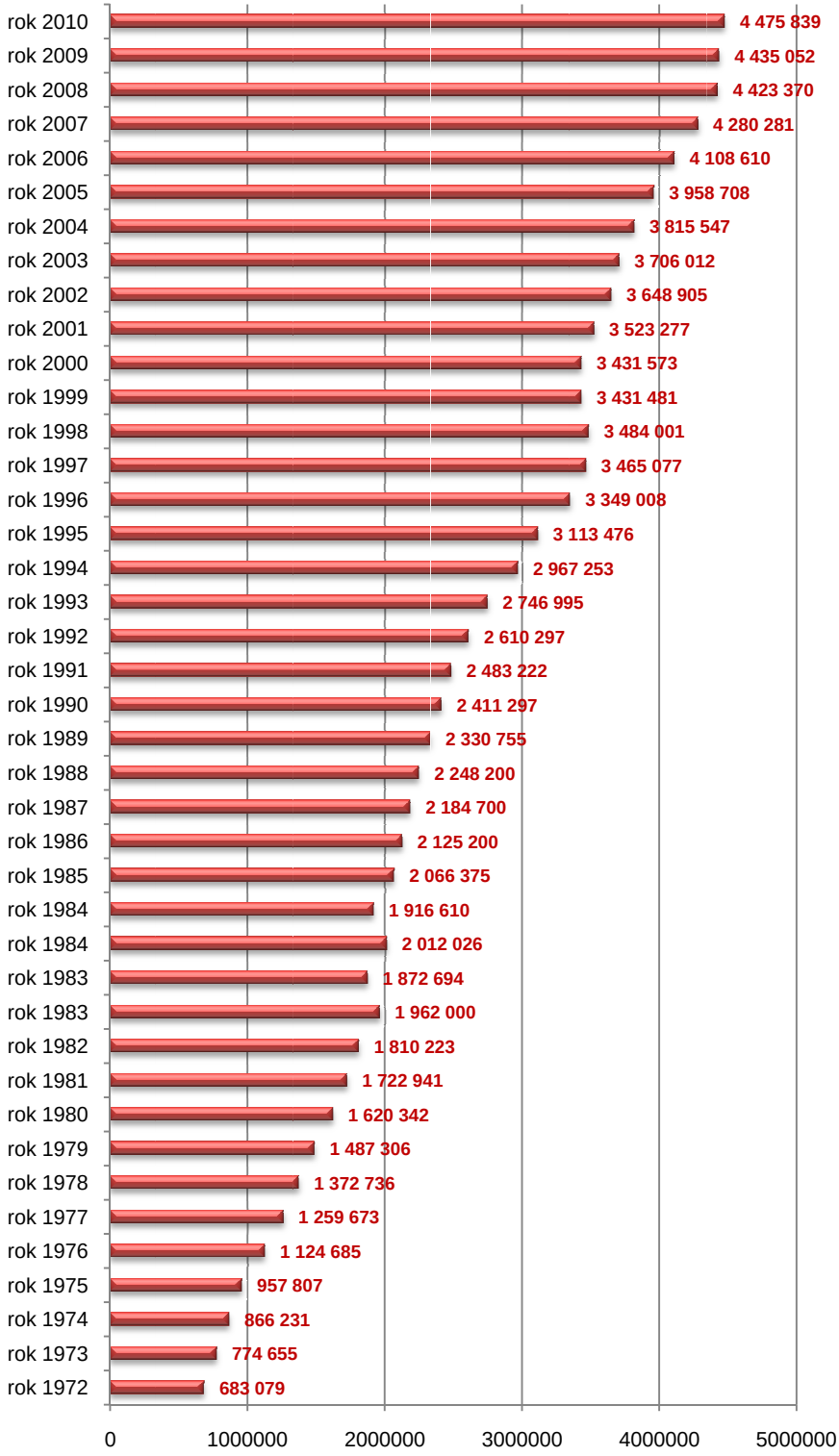
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Vývoj registrací osobních automobilů 1972 – 2010, www.autosap.cz

Příloha č. 2: Řez pláště Michelin Pilot Sport první generace, www.cz.michelin.com

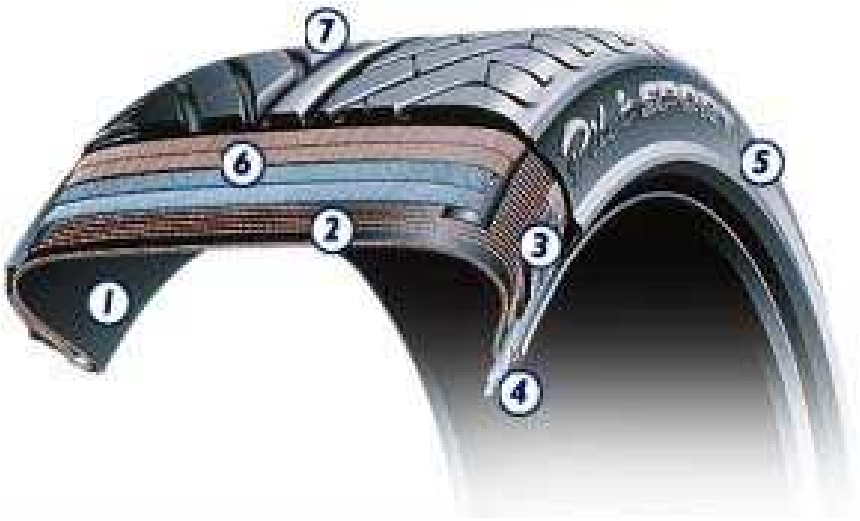
Příloha č. 3: Technologie drcení pneumatik, Zdroj: www.odes.cz

Příloha č. 1: ***Vývoj registrací osobních automobilů 1972 – 2010***



(Zdroj: www.autosap.cz)

Příloha č. 2: ***Řez pláště Michelin Pilot Sport první generace***



1. Vnitřní pryžová těsnící vložka je složena z vzduchotěsné syntetické pryže.
2. Kostra se skládá z tenkých textilních vláken, uložených rovnoběžně vedle sebe a zalitých do pryže. Textilní vlákna, kordy, jsou původně bavlněné, nahrazeny nylonem nebo rayonem a jsou klíčovou složkou ve struktuře pneumatiky. Zajišťují její odolnost proti tlaku. Tkanina jedné automobilové pneumatiky obsahuje asi 1 400 vláken.
3. Patka je spodní zesílená část pláště dosedající na ráfek. Přenáší točivý moment motoru a brzdění z ráfku pneumatiky až na styčnou plochu pneumatiky s vozovkou.
4. Patní lana, kterými je patka vyztužena, pomáhají držet pneumatiku na ráfku. Mohou nést zátěž až 1 800 kg bez rizika přetržení.
5. Ohebné pryžové bočnice pomáhají chránit pneumatiku proti nárazům, které by mohly poškodit plášť. Místo, kde se pneumatika dotýká ráfku, je zpevněno tvrdou gumou.
6. Nárazníky tlumí nárazy mezi vozovkou a pláštěm. Jsou vyrobeny z jemných, velmi pevných ocelových lanek zalitých mezi dvěma vrstvami pryže.
7. Běhoun je vzorkovaná část pneumatiky. Směs běhounu musí být schopna přilnavosti na všech typech povrchu, odolávat opotřebení a obrušování a měla by se co nejméně zahřívat (Michelin 2012).

(Zdroj: www.cz.michelin.com)

Příloha č. 3: *Technologie drcení pneumatik*

Vstupní dopravník

Předdrcení pneumatik

2. stupeň drcení

Třídící síto a 3.stupeň drcení

Spojovací a vratné dopravníky

Výstupní drť pro dopravníky

(*Zdroj: www.odes.cz)*