

**UNIVERZITA PARDUBICE  
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA  
KATEDRA DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ**

**ZPRACOVÁNÍ OPOTŘEBOVANÝCH  
PNEUMATIK SILNIČNÍCH VOZIDEL  
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

AUTOR PRÁCE: Petr Kříženecký  
VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Roman Graja

**2008**

**UNIVERZITY OF PARDUBICE  
JAN PERNER TRANSPORT FACULTY  
DEPARTMENT OF TRANSPORT MEANS**

**PROCESSING WORN-DOWN TIRES OF  
HIGHWAY VEHICLES  
BACHELOR WORK**

**AUTHOR: Petr Kříženecký  
SUPERVISOR: Ing. Roman Graja**

**2008**

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Použité literární prameny a informace, které jsem využil ke své práci, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že na moji práci se 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 dále 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 Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne

Petr Kříženecký

Abstrakt:

Snahou této práce je poznat problematiku pneumatik. Určité shrnutí toho co to pneumatika vůbec je, z čeho je a k čemu slouží. Větší část práce je věnována problému dalšího zpracování pneumatiky, která již nemůže být dále bezpečně používána v provozu, tak aby plnila vyhlášku o provozu na pozemních komunikacích. Pozornost je věnována možnostem dalšího využití opotřebovaných pneu.

Klíčová slova: Pneumatika, opotřebovaná pneumatika, složení, zpracování, recyklace, protektor, granulát

*Poděkování:*

*Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce ing. Romanu Grajovi za jeho cenné odborné rady a ochotu poskytovat konzultace.*

*Dále bych chtěl poděkovat firmě Pavel Jelínek-Stroje z Jaroměře, především panu Jelínkovi za jeho pomoc a čas při konzultaci.*

*V neposlední řadě bych chtěl poděkovat mé rodině a přátelům, kteří mi byli oporou v těžších chvílích studia a podporovali mě po celou dobu mého studia na vysoké škole.*

## OBSAH

<b>1 ÚVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2 CHARAKTERISTIKA PNEUMATIK.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Požadavky na pneumatiky .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Definice pneumatiky .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 Rozdělení pneumatik.....</b>	<b>5</b>
<b>2.4 Stavba pneumatiky.....</b>	<b>6</b>
2.4.1 Plášť .....	6
2.4.1.1 Druhy plášťů .....	7
2.4.1.2 Složení pláště.....	8
2.4.2 Duše .....	10
2.4.3 Ochranná vložka.....	10
<b>2.5 Složení.....</b>	<b>11</b>
2.5.1 Elastomery (kaučuk).....	11
2.5.2 Příspěvky do kaučukové směsi.....	12
2.5.3 Přírodní a chemická vlákna.....	12
2.5.4 Ocel.....	12
<b>2.6 Životnost pneumatiky.....</b>	<b>13</b>
<b>3 MOŽNOSTI REGENERACE OPOTŘEBOVANÝCH PNEUMATIK.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Protektorování.....</b>	<b>14</b>
3.1.1 Studené protektorování.....	14
3.1.2 Protektorování za tepla.....	16
<b>3.2 Prořezávání pneumatik.....</b>	<b>16</b>
<b>4 MOŽNOSTI VYUŽITÍ, LIKVIDACE A RECYKLACE PNEUMATIK.....</b>	<b>17</b>
<b>4.1 Využití opotřebovaných pneumatik.....</b>	<b>17</b>
4.1.1 Energetické využití.....	17
4.1.2 Způsoby využití výrobků z recyklované pryže.....	18
<b>4.2 Likvidace opotřebovaných pneumatik.....</b>	<b>23</b>
4.2.1 Zpětný odběr.....	23
4.2.2 Pohození v přírodě.....	24
4.2.3 Spálení.....	24
4.2.4 Ohraničení závodíšť, podstavy plotů, zátěže.....	25
4.2.5 Nárazníky.....	25

<b>4.3 Recyklace</b> .....	<b>25</b>
4.3.1 Chemické zpracování.....	26
4.3.1.1 Pyrolýza.....	26
4.3.1.2 Ozónový rozklad pneumatik.....	27
4.3.1.3 Oxidační rozklad pneumatik.....	28
4.3.2 Mechanické a fyzikální zpracování.....	28
4.3.2.1 Metoda kryogenní.....	28
4.3.2.2 Metoda vícenásobného mletí za normální teploty.....	28
4.3.2.2.1 Vstupní příprava.....	39
4.3.2.2.2 Hrubé drcení.....	39
4.3.2.2.3 Mezdrcení.....	31
4.3.2.2.4 Separace.....	32
4.3.2.2.5 Granulace.....	33
4.3.2.2.6 Třídění granulátu.....	34
4.3.3 Regenerace pryže -mikrovlnná technologie zpracování.....	36
<b>5 ZÁVĚR</b> .....	<b>37</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ</b> .....	<b>40</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>40</b>
<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>40</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>40</b>

# 1 ÚVOD

Velmi brzo po vyvinutí prvních automobilů se ukázalo, jak nevhodná budou kola dřevěná, popřípadě dřevěná opatřená ocelovou obručí. Bylo zřejmé, že takováta kola budou velmi brzy prvkem, jenž by mohl bránit dalšímu rozvoji automobilu. Dřevěná kola bránila dosahování vyšších rychlostí než asi 20 km/h. O komfortu jízdy nemohla být ani řeč. Značná hlučnost a neschopnost absorbovat menší nerovnosti je patrná z konstrukce takovýchto kol. V historii vývoje pneumatik bylo několik zásadních roků. Roky, v kterých došlo k významné události pro vývoj pneumatiky, jsou uvedeny v Tabulce 1:

*Tabulka 1: Přehled významných roků ve vývoji pneumatik*

ROK	UDÁLOST
1839	<i>Vulkanizace přírodního kaučuku</i>
1845	<i>Patent na hadici plněnou vzduchem</i>
1888	<i>Patent na pneumatiku</i>
1896	<i>První pneumatika na automobilu</i>
1905	<i>Zavedení protiskluzové úpravy plochého běhounu (dezén)</i>
1924	<i>Náhrada křížové tkaniny kordovými vrstvami</i>
1931	<i>Použití syntetického kaučuku k výrobě pneumatiky</i>
1936	<i>Použití ocelového kordu uvnitř pláště pneumatiky</i>
1947	<i>Použití polyamidového kordu</i>
1948	<i>Vývoj radiálních pneumatik</i>
1950	<i>Vývoj bezdušové pneumatiky</i>

Novodobý automobilový a gumárenský průmysl zaznamenal velký pokrok. Za posledních několik desítek let prošel velkou proměnou nejen technologií výroby, ale také vývinem nových materiálů a konstrukcí výrobků. Zákazník dnes může vybírat z nepřeberného množství kvalitních a také si navzájem konkurujících výrobků. Výrobci na špičce co se kvality týká je mnoho (např. z těch neznámějších : Goodyear, Michelin, Dunlop, Matador, Pirelli, atd.)[1],[2].

Zásadní otázkou však zůstává nikoliv výroba, ale likvidace opotřebovaných pneumatik, jejichž objem je rok od roku větší. Množství kusů určených k likvidaci je dán moderním



trendem života. Počet automobilů po celém světě začíná být kontrastní vzhledem k hodnotě počtu obyvatel země. V průměru tak v některých vyspělejších zemích připadají 2-3 automobily na každou rodinu. Ve chvíli, kdy si uvědomíme, že auto má 4 kola a může mít dvě sady (letní a zimní obutí) a v průměru každá sada (podle majitele) vydrží 2-3 roky, než je opotřebena na mezní stav; můžeme dojít k zajímavým číslům při výpočtu množství nebezpečného odpadu k likvidaci. Tyto čísla se stávají mnohem pozoruhodnějšími především při otázce, „*Jakým způsobem se tak velké číslo opotřebených pneumatik zpracuje a kam se ztratí?*“ Odpověď jsem se snažil nalézt při psaní práce.

Nalezl jsem informace o nejpoužívanějších možných způsobech zpracování opotřebených pneumatik. Jde o metody jejich dalšího využití, nebo likvidace. Opotřebené pneumatiky jsou celosvětově zpracovávány odpad. Každá země preferuje jiný způsob využití. Práce blíže přihlíží k charakteristice pneumatik, jejich složení a také se zamýšlí nad tím, proč jsou čísla objemu likvidovaných množství tak vysoká.

## 2 CHARAKTERISTIKA PNEUMATIK

### 2.1 Požadavky na pneumatiky

Pneumatika přímo ovlivňuje jízdní bezpečnost každého silničního vozidla. Pneumatiky spolu s brzdovým systémem jsou nejvýznamnějšími prvky jízdní bezpečnosti na vozidle, kterým se musí věnovat zvláštní pozornost již při výrobě, aby v provozu fungovaly co možná nejspolehlivěji za všech nožných podmínek. Z těchto dvou jmenovaných prvků jsou přesto pneumatiky důležitější, neboť brzdový systém je na jejich funkci přímo závislý. Moderní pneumatiky jsou bezesporu složitými výrobky.

Pneumatika by měla splňovat šest nejzákladnějších funkcí:

#### ○ **Vedení směru:**

Pneumatika by měla vést vozidlo přesně po dráze volené řidičem bez ohledu na stav povrchu nebo teplotní podmínky vozovky. To, jak dokáže pneumatika držet volenou stopu má značný vliv na stabilitu vozidla. Měla by tedy vydržet působení příčných sil, aniž by vozidlo vybočilo ze své trajektorie.

#### ○ **Nesení zátěže:**

Oporu vozidla tvoří pneumatiky nejen při jízdě, ale i při stání vozidla. Musejí také dobře odolávat značnému přesunu zátěže při akceleraci a při brzdění. Pro představu pneumatika osobního automobilu nese padesátinásobek vlastní hmotnosti.

#### ○ **Tlumení:**

Pneumatiky pohlcují nárazy od přejezdu přes nerovnosti. Tím se podílejí na prodloužení životnosti vozu a také přispívají ke komfortu jízdy. Velmi vhodnou vlastností pneumatiky je její vertikální pružnost. Další podíl na tlumení nerovností má vzduch v pneumatice obsažený (jímž je nafouknutá), který je známý svou přizpůsobivostí. Důležitá je potom správná hodnota

tlaku, na který je pneumatika nahuštěná. To vše se projevuje na komfortu jízdy při zachování dobrých řídicích vlastností.

#### ○ **Valivý pohyb:**

Rovnoměrnost odvalování pneumatik, dobrá přilnavost a velikost valivého odporu se přímo projevuje na ovladatelnosti vozu a na jeho spotřebě paliva.

#### ○ **Přenos výkonu:**

Pneumatika musí dobře přenášet trakční síly především užitný výkon motoru a brzdou sílu (také boční síly). Úroveň přenosu sil z vozu na vozovku a naopak je dáno kvalitou pneumatiky, především stykovou plochou velkou jen několik čtverečních centimetrů ve styku s vozovkou.

#### ○ **Životnost:**

Pneumatiky by měly mít co největší životnost. Opotřebením závisí na způsobu používání a péče o pneumatiku. Přímo ji ovlivňují faktory jako zátěž, rychlost jízdy, stav povrchu, způsob jízdy a na kvalitě kontaktu s vozovkou. Důležitou roli má proto tlak v pneumatice, který má vliv na velikost a tvar styčné plochy a také na rozložení tlaků v různých místech pneumatiky v kontaktu s povrchem vozovky.

Těchto šest výše zmíněných funkcí zajišťuje celkovou bezpečnost, hospodárnost a komfort pneumatiky a to po celou svou životnost. Pro správnou funkčnost je proto nezbytné kontrolovat tlak v pneumatice. Vlivem miniaturní pórovitosti pneumatiky dochází k úniku vzduchu molekuly po molekule. K tomuto pozvolnému ucházení se může přidat navíc také netěsnost ventilku nebo nedostatečná vzduchotěsnost ráfku. Přidat se mohou také drobné perforace v pneumatice. Z toho vyplývá, že pravidelná kontrola tlaku v pneumatikách může značně pomoci k bezpečnosti, hospodárnosti a komfortu jízdy[3].

## **2.2 Definice pneumatiky**

Pod pojmem **pneumatika** si lze z geometrického hlediska představit uzavřený prsteneček tvz. toroid. Z mechanického hlediska jde o tlakovou nádobu, jejíž stěny tvoří pružná membrána. Z chemického hlediska je pneumatika vyrobena z makromolekulárních materiálů a oceli. Pneumatika musí splňovat tyto požadavky, které jsou upravované normami (např. ČSN 63 1502 [Zkoušení pneumatik]) [14] :

- a) vysoká pevnost běhounu při požadované velké nosnosti a vysoké životnosti;
- b) dobrý přenos hnacích a brzdících sil,
- c) malá hmotnost;
- d) snadná vyrobitelnost;
- e) statická a dynamická vyváženost;
- f) dobrá odolnost proti průrazům a oděru,
- g) nízká hlučnost

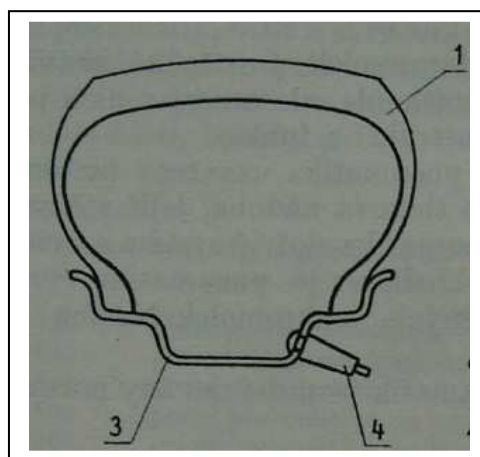
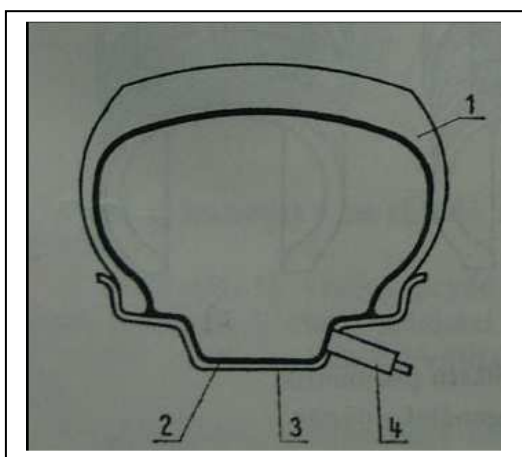
## **2.3 Rozdělení pneumatik**

- o Podle použití:
  - pneumatiky pro osobní a dodávkové vozy
  - pneumatiky pro nákladní vozy, autobusy a přípojná vozidla
  - pro speciální vozidla
- o Podle rozměrového označení:
  - udává se průměr ráfku a šířka pneumatiky
- o Podle konstrukce:
  - diagonální
  - semiradiální
  - radiální
  - speciální
  - s duší
  - bezdušové
- o Podle vzorku a směsi běhounu:
  - s letními dezény a směsí
  - se zimními dezény a směsí
  - se silničními dezény
  - s terénními dezény

## 2.4 Stavba pneumatiky

Základní pojmy názvosloví pneumatik jsou definovány normativně na národní a mezinárodní úrovni.

Dle normy ČSN 64 001 termín pneumatika představuje plášť popř. s duší a vložkou, namontovaný na ráfek a naplněný tlakovým médiem [Obrázek 1]. Pokud se jedná o tzv. bezdušové provedení, jde pouze o nahuštěný plášť namontovaný na ráfek [Obrázek 2].



Obrázek 1: *Pneumatika s duší*

Obrázek 2: *Bezdušová pneumatika*

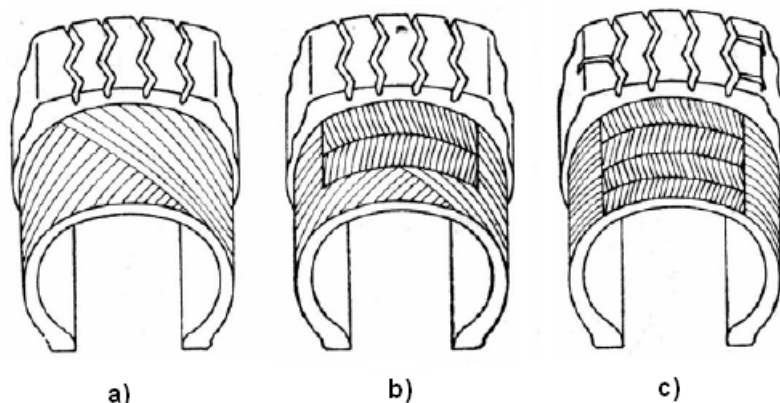
Popis k obrázkům 1 a 2:

- 1 – plášť pneumatiky
- 2 – duše
- 3 – ráfek
- 4 – ventil

### 2.4.1 Plášť

Plášť je pružná vnější část pneumatiky, která je ve styku s vozovkou a přenáší tak veškeré síly z vozovky na vozidlo a naopak síly z vozidla na vozovku. Plášť svou patní částí dosedá na ráfek a má rozhodující podíl na vlastnostech celé funkční soustavy, tedy vozidla. Další podstatná část je duše.

### 2.4.1.1 Druhy pláštů



Obrázek 3: Konstrukční typy pneumatik

a) diagonální; b) smíšené konstrukce; c) radiální

#### o **Plášť diagonální:**

V kostře diagonálního pláště se kordy v jednotlivých vrstvách kříží pod úhlem 30-40°. Na kvalitu pláště má velký vliv hustota kordové tkaniny, počet kordových vrstev a také úhel, který mezi sebou dvě vrstvy svírají. Může být opatřen nárazníkem malé pevnosti, který nepřenáší prakticky žádné obvodové namáhání, pouze dělá korunní část pláště tužší. U tohoto pláště nedochází k prodlužování vláken při zatížení. Dochází k posouvání a vlákna namáhají pryž kolem sebe na stříh. Díky tomu dochází k většímu vývinu tepla, a proto je také známé, že se diagonální pneumatika při provozu více zahřívá. Diagonálních pláštů se dnes používá spíše u některých nákladních vozidel, ale spíše u vozidel zemědělských a zemědělských strojů. Tyto stroje jezdívají malými rychlostmi a přenášejí velké boční síly. Proto je pro ně diagonální pneumatiky výhodnější.

#### o **Plášť semiradiální - diagonální s pásem:**

Tento plášť diagonální kostru přepásanou nárazníkem, který zachycuje značnou část namáhání v obvodovém směru. Tento plášť tvoří přechod mezi radiálním a diagonálním pláštěm. Tento plášť je jakýmsi přechodem mezi diagonálním a radiálním pláštěm.

#### ○ **Plášť radiální:**

V kostře radiálního pláště jsou kordové nitě vrstev, které jsou kladeny ve směru kolmém na obvodovou kružnici. Jsou vzájemně rovnoběžné a představují nejkratší vzdálenost od jedné patky k patce druhé. Bývají překryty výstužným pásem-nárazníkem. Nárazník tvoří přechod mezi běhounem a kostrou pláště a díky němu je zaručena větší obvodová tuhost pláště. Zachycuje veškerá namáhání v obvodovém směru v běhounové části pláště, a je pro to patřičně dimenzován. Zvyšuje odolnost kostry a běhoun v obvodovém směru stabilizuje. Dobrou vlastností radiálních pneumatik je menší boční tuhost. To má za důsledek, že při působení boční síly zůstává větší část radiálního pláště ve styku s vozovkou. Radiální konstrukce je dnes použita u všech pneumatik pro osobní vozidla.

#### **2.4.1.2 Složení pláště**

##### ○ **Vnitřní pryžová vložka**

Vložka je z materiálu butylový kaučuk a její funkce spočívá v zabránění úniku vzduchu, tedy plní funkci duše u bezdušových pneumatik.



##### ○ **Běhoun**

Pod pojmem běhoun se skrývá vrstva pryže na vnějším obvodu obvykle opatřená vzorkem (dezénem), která přichází do styku s vozovkou. Běhoun zajišťuje kontakt pneumatiky s vozovkou. Tento kontakt musí být co nejlepší a nejstabilnější především za extrémních podmínek (déšť, prach, atd.) Skládá-li se ze dvou vrstev pryže rozdílné kvality, jde o tzv. dvojitý (spodní a horní) běhoun. U běhounu se setkáváme také s pojmem protektorovaný běhoun neboli protektor. Protektor je nový běhoun navulkanizovaný na ojetý plášť.



##### ○ **Bočnice:**

Bočnice je část pláště, kterou tvoří vrstva přírodního kaučuku na jeho boku, jejímž účelem je chránit kostru pláště před nepříznivými povětrnostními vlivy a před mechanickým poškozením (prodřením,



mnohonásobným ohnutím). Bočnice musí dobře odolávat provoznímu namáhání, slunečním paprskům, ale také stárnutí vlivem vzdušného kyslíku resp. Ozónu.

Jádro bočnice je vyrobeno ze syntetického kaučuku. Jádro zajišťuje plynulý přechod z tuhé do elastické části bočnice. Jeho funkcí je zabezpečit dobrou boční tuhost a dobrý přenos příčných sil. Na zlepšení vlastností bočnice se používají přísady jako antioxidanty a antiozonanty.

Výstužný pásek bývá výstužnou a stabilizující přechodovou částí mezi patkou a boční stěnou. Je to pogumovaný aramidový nebo nylonový kord.

### o **Kostrá**

Kostrá je část pláště tvořená kordovými vložkami většinou zakotvenými kolem patních lan. Její vlastnosti závisí na její konstrukci a na druhu použitých kordů. Kordová vložka vyrábí z viskóзовých, aramidových a skelných vláken, která bývají již během procesu pogumována. Hlavní funkce je v přenosu momentu působícího na plášť. Kostrá dále určuje řadu nejdůležitějších vlastností pneumatiky, jakými jsou:

- nosnost;
- tvar;
- jízdní vlastnosti.

Kostrá bývá zpevněna pomocí nárazníku, což je pogumovaný ocelový kord s kordovými vlákny pod malým úhlem. Nárazník stabilizuje běhoun a chrání kostru před hlubokým poškozením. Má značný vliv na snížení valivého tření. Kovový nárazník bývá překryt polyamidovým nárazníkem, což je pogumovaný nylonový kord. Jeho funkcí je vyztužit spodní část běhounu a umožňuje dosažení vysokých rychlostí. Kladným způsobem vlivňuje valivý odpor a komfort jízdy.

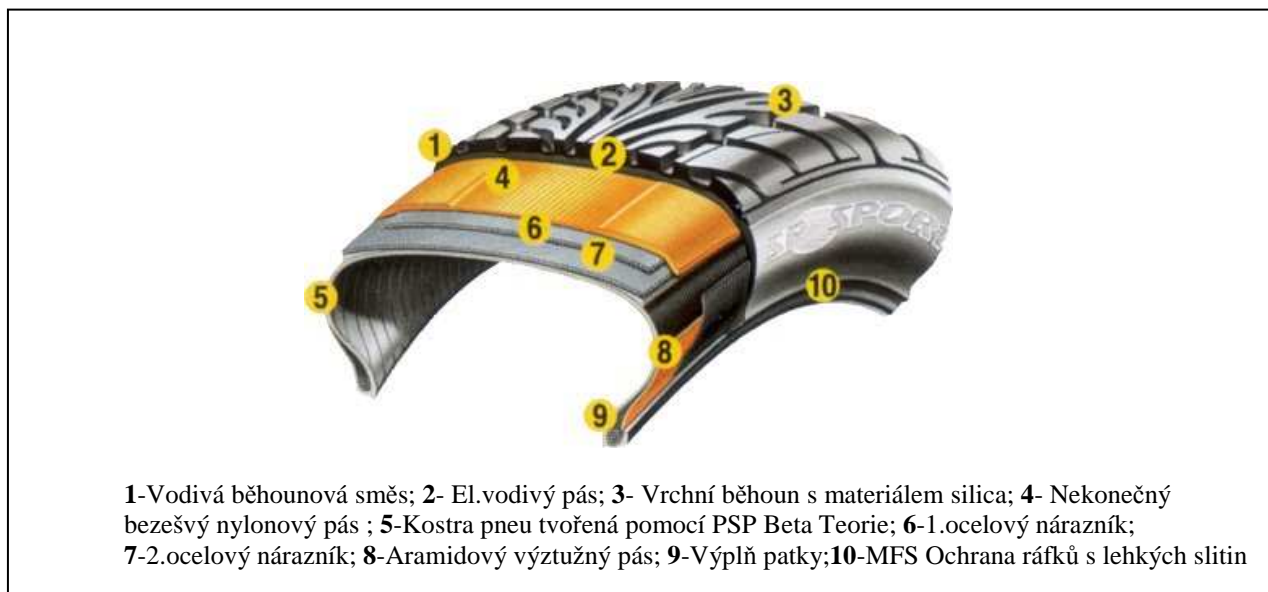
### o **Patka**

Patka je zesílená část pláště dosedající na ráfek. Funkce patky spočívá v dobrém upevnění pláště na ráfek, tedy umožnit montáž na ráfek a pomocí tření také přenos podélných sil. Je vytvořena ohnutím kordových vložek kostry kolem ocelových lan (ocelových





pogumovaných svazků drátů). Patka se dále skládá z ochranného patního pásku ze syntetického kaučuku. Ochranný pásek předchází erozi v místě styku patky s ráfkem. Má také vliv na těsnost a pevnost spoje mezi pneumatikou a ráfkem.



Obrázek 4: Řez novodobou pneumatikou [17]

#### **2.4.2 Duše**

Duše tenkostěnný pryžový prstenec, sloužící k udržení potřebného tlaku vzduchu v pneumatice a je opatřen ventilem, který umožňuje napuštění nebo vypuštění vzduchu nebo jiného tlakového média.

#### **2.4.3 Ochranná vložka**

Ochrannou vložkou je pryžový profilovaný prstenec chránící duši před poškozením, které by mohlo nastat skřípnutím duše mezi ráfkem a patkou pláště. Této vložky se používá převážně u nákladních a motocyklových pneumatik [3],[5].

## **2.5 Složení pneumatiky**

Pneumatika se skládá z různých strukturních složek a různých druhů materiálu a pryžové směsi, které zlepšují její vlastnosti. Složení jednotlivých pneumatik závisí na typu. Díky materiálovému složení jsou pneumatiky velmi stabilní. Při běžných podmínkách téměř nedochází k rozpadu pneumatik. Velké procento (asi 80-85%) hmotnosti pneumatik je tvořeno směsí pryže a vulkanizovaných a syntetických kaučuků, sazí a dalších přísad. Dále pak 12-16% jsou různá vlákna, 2-3% připadají na ocelový drát v patce nebo umělohmotnou síť. Soudobá moderní pneumatika je tzv. pryžový kompozit vyrobený z polymerů (asi 39%), černých sazí (27%), olejů (11%), různých chemikálií (11%), patkových lan (3%) a textilií.

### **Základní suroviny, z kterých se pneumatika skládá:**

- 1) elastomery (kaučuk)
- 2) přísady do kaučukové směsi
- 3) přírodní a chemická vlákna
- 4) ocel

### **2.5.1 Elastomery (kaučuk)**

Kaučuk tvoří hlavní složku kaučukové směsi. Existují kaučuky buď přírodní, nebo syntetický.

#### **o Přírodní kaučuk**

Kaučuk v přírodní podobě je získáván tzv. čepováním (naříznutím kůry) kaučukodárných stromů a keřů v tropických oblastech. Vytéká z naříznutého místa v podobě bílé tekutiny – latexu. Přírodní kaučuk je citlivý na působení olejů a teplot. Při nízké teplotě bývá tvrdý a křehký, kdežto za vysoké teploty měkký a mazlavý.

#### **o Syntetický kaučuk**

Syntetický kaučuk je chemickou obdobou přírodního kaučuku. Nejběžnějšími typy jsou polybutadienové kaučuky, etylen-propylenové kaučuky. Má některé vlastnosti, kterými při výrobě pneumatik převyšuje přírodní kaučuk. Syntetický kaučuk má daleko větší odolnost proti nízké nebo naopak vyšší teplotě. Vlastnosti kaučuků dovolují vulkanizací získávat kaučukovou směs – pryž. Vulkanizace je proces, kdy jsou vnášena vulkanizační činidla. Nastává vytváření disulfidických můstků a vytváření trojrozměrné polymerní sítě. Čím déle

vulkanizace probíhá, tím bude výsledná pryž tvrdší. Vše je dávkováno podle požadovaných vlastností.

Tab. 2: Materiálové složení pryže pneumatik

<i>Přehled materiálového složení pryže dle typu dopravního prostředku</i>	
<b>Skupina pláštěů (pneumatik)</b>	<b>Typ elastomeru v kaučukové směsi</b>
Osobní	55 % SBR, 30 % BR, 15 % NR
Lehké nákladní	40 % SBR, 30 % BR, 30 % NR + IR
Těžké nákladní	20 % SBR, 25 % BR, 55 % NR + IR
Zadní traktorové	40 % SBR, 30 % BR, 30 % NR + IR

SBR – butadienstyrenový kaučuk, BR – polybutadienový kaučuk,  
NR – přírodní kaučuk, IR - polyisoprenový kaučuk (analog přírodního)

### **2.5.2 Přísady do kaučukové směsi**

Při vulkanizaci jsou do struktury kaučuku v přesných dávkách přidávány síra, aktivátory, plniva, ztužovadla, změkčovadla, antioxidanty, antiozonanty. Druhy a dávkování jednotlivých přísad bývají výrobním tajemstvím výrobců pneumatik. Do běhounových směsí jsou přidávány saze a dnes také ve větší míře než saze materiál s názvem silica (jde o oxid křemíku). Silica zabezpečuje větší styčnou plochu. Pokud by bylo pohlédnuto na dezén pomocí mikroskopu, byl by patrný rozdíl v povrchu běhounu ze směsi silica a běhounu ze směsi sazí (u sazí docházelo k vyloupenutí zrníček a ke vzniku mikroskopických jamek).

### **2.5.3 Přírodní a chemická vlákna**

Kordy pneumatik bývají vyrobeny z různých druhů vláken, která bývají pogumována. Jedná se především o textilní bavlněná vlákna, nylonová vlákna, skleněná vlákna, polyamidová a polyesterová vlákna. Materiál je dán výrobcem podle druhu a typu pneumatiky.

### **2.5.4 Ocel**

Nárazníky a patní lana bývají vyrobeny z ocelových drátků, tyto bývají také následně pogumovány [4],[6].

## **2.6 Životnost pneumatiky**

Životnost pneumatik je relativní pojem. Uvádí se, že k opotřebení pneumatiky silničního vozidla dochází po ujetí asi 30 – 70 tis. km. Opotřebení pneumatik závisí na mnoha hlediscích, jakými jsou druh pneumatiky a materiálové složení, pravidelné údržbě, způsobu provozování a také na technickém stavu vozidla. Přímo ji ovlivňují faktory jako zátěž, rychlost jízdy, stav povrchu, způsob jízdy a kvalita kontaktu s vozovkou. Významný vliv má i počasí, kdy v horkých a suchých dnech dochází k většímu oděru dezénu. Nepříznivý vliv na pneumatiku má působení chemických činidel - maziv a paliv. Tyto povrchově narušují strukturu pryže a způsobují rychlé intenzivní opotřebení v místě, kde došlo ke styku s chemickou látkou. V neposlední řadě téměř nejdůležitější roli má tlak v pneumatice, který má vliv na velikost a tvar styčné plochy a také na rozložení tlaků v různých místech pneumatiky v kontaktu s povrchem vozovky. U osobních aut bývá pneumatika nahuštěna na tlak přibližně 2-2,5 atm. U nákladních aut se tlak pohybuje mezi 8-10atm. Hodnota tlaku bývá závislá na zatížení vozu. Například u předních a zadních pneumatik osobních aut mívá rozdílný tlak vliv na chování vozu (zejména při jeho plném obsazení je u vozidel s předním pohonem vhodnější mít zadní pneumatiky nahuštěny na mírně vyšší tlak, než pneumatiky přední).

### **Možné závady pneumatik:**

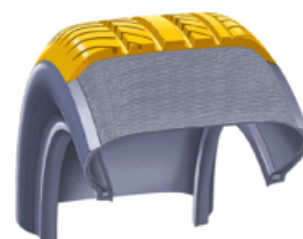
- a) ojeté okraje běhounu->k závadě došlo příliš nízkým tlakem-tzv.podhuštěním
- b) ojetý střed běhounu->k závadě došlo příliš vysokým tlakem-tzv.přehuštěním pneumatiky při přehuštění získá balónový tvar
- c) ojetý jeden kraj běhounu->příčinou bývá špatně seřízená geometrie, nebo také špatné projíždění zatáčkami
- d) opotřebovaná různá místa->pneumatika je “zubatá“,“oskákaná“, závada bude na tlumičích
- e) opotřebované jedno místo->vznikne při přebrzdění, smyku
- f) podélné drážky a rýhy->hlavně v zimě, při prokluzování, “hrabání“, kdy jedno kolo stojí a druhé se protáčí

### 3 MOŽNOSTI REGENERACE OPOTŘEBOVANÝCH PNEUMATIK

Po ročním celosvětovém provozu je na skládkách kolem miliardy starých použitých pneumatik. Životnost každé pneumatiky je přímo závislá na provádění její údržby případně na způsobu skladování, na technickém stavu vozidla a způsobu jízdy. U některých je možná recyklace, jiné se musí zlikvidovat tak, aby likvidace byla co nejšetrnější k okolnímu prostředí nebo zvolit jinou variantu.

#### **3.1 Protektorování**

Protektorování je jeden ze způsobů regenerace pneumatik, které mají sjetý původní běhoun, avšak zbylé části pneumatiky nejsou nijak poškozené. Z pohledu dopadu na životní prostředí by byl tento způsob ideální, ale to za předpokladu, že by nedocházelo ke stárnutí pryže pneumatik. Pokud se pneumatika nepoužívá, tak je po 6-7 letech pokládána za nevyhovující z hlediska bezpečnosti a to kvůli samovolným degradačním procesům. Ve velké míře je protektorování užíváno u pneumatik nákladních vozidel, protože při každodenním provozu na delší vzdálenosti s nákladem dochází k opotřebenosti poměrně rychle oproti pneumatikám na osobních autech. U nákladních vozů dojde k plnému opotřebenosti během relativně krátkého období, takže proces stárnutí proběhl jen z malé části a tak je takováto pneumatika dobrý základ pro provedení protektorování. Takovýto způsob obnovy uvítají i dopravci, neboť nákup nových pneumatik takového rozměru je značně nákladná záležitost. Protektorování je podstatně levnější.



#### **3.1.1 Studené protektorování**

Jde o proces obnovy běhounu pneumatiky, technologickým postupem, který ve fázi vulkanizace probíhá při teplotě 100°C. Tato teplota je nižší, jak běžná vulkanizační teplota gumárenských materiálů, která se zpravidla pohybuje kolem 143°C. Tím že je teplota nižší, nedochází k tzv. tepelné degradaci. Kvalitní materiály, z kterých jsou nové dezény vytvořeny, umožňují protektorům dosahovat stejných výkonů, jako u nových pneumatik. Mnoho uživatelů používá studené protektorování pro velkou úsporu finančních prostředků, které jsou zlomkem ceny, za kterou by pořídili pneumatiku novou. Studené protektorování začíná na prohlížecím stroji vizuální kontrolou a skládá se ze sedmi na sebe navazujících částí. Při tom

jsou dále kontrolovány staré opravy, probíhá odstraňování cizích nežádoucích předmětů z běžné plochy, je analyzováno stáří místa a jsou označována místa pro provedení oprav popřípadě jiná poškození. Následuje drásání na přesném výkonném stroji. Drásaná plocha je chlazená, aby nedocházelo k tepelné degradaci materiálu. Potom co byla plocha zdrásána na přesnou a maximální šířku, je na řadě změření obvodu pneumatiky. Údaj slouží pro přípravu nového dezénu. Po broušení prochází plášť kontrolou na ultrazvukovém testeru, který má objevit všechny skryté vady, malé prŕpichy apod. Poškozená místa jsou automaticky označena. Veškerá takto označená místa jsou na pracovištích oprav vybroušena ve třech fázích speciálními nástroji. Další operací je stříkání vulkanizačním cementem a na speciálním pracovišti jsou provedeny větší opravy pomocí opravných vložek. Také jsou provedeny opravy patek a podobných vad. Na dalším pracovišti je provedeno vyplnění drobných poškození běžné plochy pomocí opravného materiálu. Na bok pneumatiky je umístěno příslušné označení. Na takto předem připravenou běžnou plochu se na konfekčním stroji položí již připravený dezén s nalisovaným spojovacím materiálem, jehož složení je tajemstvím firmy, která protektorování provádí a po vulkanizaci je tento spojovací materiál nejpevnější částí protektorované pneumatiky. Pneumatika s novým běhounem je uložena do pružných obalů tzv. bandáží, utěsní se patními kruhy a vloží do autoklávu. Autokláv je tlaková, elektricky vyhříváná nádoba. Po jejím naplnění je spuštěn vulkanizační cyklus. Cyklus trvá zhruba 4 hodiny při teplotě 99 °C a tlaku 6 atm (navíc je pracováno s tzv. diferenciálním tlakem, který má zajistit dokonalé přitlačení nového dezénu ve všech jeho bodech). Po ukončení cyklu jsou protektory vyjmuty z bandáží a podstupují náročnou výstupní kontrolu.

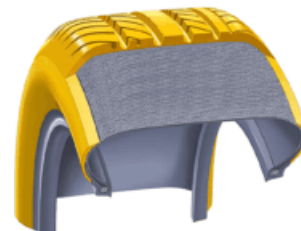


*Obrázek 5: Protektorování technologií "za studena"*

Protektorování technologií za studena spočívá vtom, že na drásaný plášť se pokládá již předvulkanizovaný běhoun a jeho spojení s pláštěm probíhá v autoklávu při tlaku cca 450 - 500 kPa a teplotě cca 110 -115 °C

### **3.1.2 Protektorování za tepla**

Protektorované pneumatiky vyrobené metodou "za tepla" vykazují téměř stejný kilometrový průběh jako u nových pneumatik, avšak pořizovací náklady jsou nižší. Vulkanizace nově naneseného materiálu (běhounová směs a u osobních pneumatik i bočnicová páska) probíhá v protektorovacím lisu při tlaku 1,3 - 1,7 MPa a teplotě cca 140 -145 °C. Technologie protektorování za tepla se také využívá u protektorování pneumatik osobních automobilů, kdy je výsledkem tzv. celoprotektor. Plášť je obnovený od patky k patce (nový běhoun + nová bočnice).



*Obrázek 6: Protektorování technologií "za tepla v lisu"*

### **3.2 Prořezávání pneumatik**

Jde o prakticky nejlevnější způsob obnovy opotřebovaných pneumatik. Provádí se vyřezáváním nového vzorku dezénu do ojetého běhounu. Tohoto prodloužení životnosti je používáno především u nákladních automobilů. Nutností je, aby toto prohloubení pneumatika umožňovala. Poznává se podle označení „REGROOVABLE“ což znamená, že konstrukce pláště dovoluje dodatečné prohloubení dezénových drážek. Zajímavostí je, že drážky dezénu mohou být prořezávány pouze podle návodu výrobce a nesmí se zajíždět příliš ke kraji, protože by mohlo dojít k odlomení výstupků vzorku.

## 4 MOŽNOSTI VYUŽITÍ, LIKVIDACE A RECYKLACE PNEUMATIK

### 4.1 Využití opotřebovaných pneumatik

#### 4.1.1 Energetické využití

Pneumatiky lze využít jako alternativní doplňkové palivo, kdy jsou buď spalovány samostatně, nebo s ostatními běžnými materiály (dřevo, papír).

Zapálení pneumatiky je velmi obtížné. Teplota, při níž pneumatika začne hořet, se pohybuje nad hranicí cca 330 °C a teplota zaručující dokonalé vyhoření pneumatik leží nad 650°C. V některých zemích (Velká Británie; Německo v několika případech i v ČR) je pryžového odpadu používáno jako paliva v elektrárnách a teplárnách.

Pryžový odpad je používán jako přídatné palivo ve vápenkách nebo v cementárenských pecích pro svou výhřevnost. Dosahuje výhřevnosti okolo 30 KJ·kg<sup>-1</sup>. Tato výhřevnost je srovnatelná s běžnými fosilními palivy, což je dáno podílem uhlovodíků (nad 75%) viz [Tabulka 3]. Obsah síry 1-2% v pneumatice není při spalování na škodu, jak by se mohlo na první pohled zdát, protože při hoření se vzniklý SO<sub>2</sub> váže na alkalické složky cementu. Výhřevnost pryžového odpadu je sice velká, ale v porovnání s energií vynaloženou při výrobě pneumatik není energetické využití zcela ideálním.

Britská firma Waste Gas Technology vyvinula novou metodu tzv. pyrolýzu, která umožňuje získávání plynů z více druhů odpadů. Tento plyn má vysokou výhřevnost a tak je z odpadu získávána energie s vysokou účinností. Metoda spočívá v tom, že všechny odpad (staré pneumatiky, papír, odpadky z domácností) je ve speciální nádobě zahříván na teplotu 700 až 800°C bez přítomnosti kyslíku. Experimentální zařízení v anglickém městě Romsey přineslo vynikající výsledky. Až 75% odpadků se pyrolýzou přemění v plyn, kterým je možné pohánět turbínu generátoru a následně tak získávat elektrickou energii. Při takovémto zpracování je v plynu například až 50krát méně dioxinu a furanu, než v moderních spalovnách. Plyn obstaraný touto cestou je ekologicky poměrně čisté palivo, přičemž při jeho spalování lze získat asi 90% energie obsažené v odpadcích. Díky čistotě spalin postačí celé výrobní jednotce komín, který není větší jak 10metrů. Další výhodou je, že objem pevných částic odvážených na skládky je oproti spalovnám při této metodě třikrát nižší. Elektrický výkon získaný z množství 60 000 tun odpadků je asi 12 MW/rok, zatímco u srovnatelné spalovny je to asi 5MW/rok. Velkou výhodou je malá oblast, kterou tento zdroj decentralizované výroby elektrické energie zabere. Jednotka v Romsey zabírá oblast 1000m<sup>2</sup>



při největší výšce 10 m. Pro takovéto zařízení jsou i z hlediska ekonomického potřebné nižší zřizovací investice.

V České republice se využitím pryžového odpadu zabývá např. firma EKOTERMEX, s.r.o. Spalovna má v provozu dvě pracovní linky. Firma provozuje ekologickou likvidaci různých kapalných a tuhých odpadů. Obě spalovací zařízení jsou vybaveny parními kotli. V současné době probíhá výstavba třetího spalovacího zařízení. Tím by se kapacita měla zvětšit na 2900 tun odpadu / rok. Všechny linky budou dovybaveny tzv. dioxinovými filtry, včetně kontinuálního měření spalin podle norem EU.

Tabulka 3: Výhřevnost materiálů

<b>Výhřevnost vybraných materiálů a pneumatik</b>	
<b>Materiál</b>	<b>Výhřevnost (kJ.kg<sup>-1</sup>)</b>
Opotřebované pneumatiky	25 000 - 32 000
Antracit	24 000 - 34 000
Černé uhlí ostravské	28 200 - 29 400
Hnědé uhlí mostecké	10 200 - 17 200
Dřevo suché	13 000 - 17 000
Tekutá paliva	40 000 - 44 500

#### **4.1.2 Využití pro výrobu výrobků z recyklované pryže**

##### o **KOMUNÁLNÍ SFÉRA**

Výrobky z recyklované pryže spadající do této kategorie mají vesměs takové vlastnosti, které mohou zpříjemnit člověku pohyb, nebo jen pobyt v určitém prostředí či na určitém povrchu.

Především jde o zpříjemnění chůze příp. pohybu obecně, při sportovních aktivitách o zmírnění namáhání kloubů. V krajním případě pádu člověka se značně podílejí povrchové vlastnosti na zmírnění bolesti. Do oblasti komunální sféry můžeme zařadit zejména povrchy různých rekreačních a rekondičních ploch jakými jsou sportoviště, hřiště, tělocvičny, fitness-centra, pěší zóny. Dále praktické využití jako obložení teras a balkónů, ochranné a bezpečnostní prvky u bazénů, elastické dlažby, obrubníky, schodnice, bezbariérové náběhy, retardéry apod.



Obecně lze říci, že ve většině případů jsou pryžové dílce využívány jako podlahové krytiny veřejných prostor s extrémním zatížením. Oblast elastických povrchů je velmi rozmanitá z hlediska použití (aplikací), rozměrů, tvarů, ale také barev.

Pryžové výrobky vynikají především svou pružnou poddajností spojenou s tlumícím účinkem. Protipádové povrchy opatřené zespodu "změkčovacím profilem" mají stejné použití, jako elastické povrchy s garancí bezpečné výšky případného pádu až ze 3 metrů. Zejména v posledních letech roste poptávka městských úřadů a investorů obecně na protipádové provedení dětských hřišť se šplhadly, prolézačkami, houpačkami, hrazdami apod. Snahou je tak snížit množství úrazů dětí a vytvořit bezpečnější prostředí pro jejich hry.



Elastické i protipádové povrchy jsou dodávány s tzv. probarvenou EPDM lícovou vrstvou (běžné jsou dodávány desky v odstínu červené, zelené, modré a žluté, popřípadě na přání výrobce dovede nabídnout melírované desky černou barvou nebo různé vzájemné kombinace barev). Vrstva EPDM je vysoce odolná. Velmi dobře odolává UV-záření, její povrch je značně oděruvzdorný a vysoce stabilní. Díky široké škále barev lze elastickou podlahou dotvořit uvažovaný exteriér či interiér a výsledek mívá často překvapivý efekt.



Běžná životnost povrchů z pryžových desek se pohybuje mezi 15 - 20 lety, pokud ovšem nejsou poškozeny mechanickou cestou (těžkou technikou) nebo vandaly (prořezáním)[8].

## ○ **PRŮMYSL A STAVEBNICTVÍ**

Velký tlumicí efekt, který pryž má, odstartoval nevídanou poptávku jako protihlukové a antivibrační bariéry v různých částech stavebnictví. Oblast průmyslu je rovněž velmi široká, a také zde je vhodné využít tlumicích a elastických vlastností gumy. ELTEC membrány a pásy se velmi úspěšně používají jako podkladová, dilatační nebo jednoduše dělicí vrstva mezi zdrojem vibrací (hluků) a okolní stavbou, resp. zařízení. Desky nebo membrány FS700 jsou navíc vhodné i z hlediska protihlukového. Elastické desky nebo pásy ELTEC GR850FS nalézají široké uplatnění v oblasti průmyslu, dopravy a stavebnictví, nejlépe jako materiály potlačující vibrace (např. do základů strojů, budov, kolejišť, distanční pásy, protiskluzové pásy apod).



### **Elastické tlumicí díly GR 850FS**



#### *Použití:*

Elastické tlumicí díly jsou vhodné pro využití v oblasti stavebnictví a průmyslu, pro tlumení hluků, vibrací a případně zátěží. Často využívané v průmyslových stavbách jako výrobní podlahy, chráničky a kabelové překlady.

#### *Charakteristika:*

Velmi houževnaté jednovrstevné desky z gumového granulátu spojeného s polyuretanem. Vlastnosti se nemění ani v extrémních podmínkách maximálního namáhání (vlhkost, teplota, prašnost, deformace v tlaku).

### Technické parametry

Objemová hmotnost	650 - 900 kg/m <sup>3</sup>
Tloušťka	4-60 mm
Rozměr	2000x1000 mm
 GR 850 FS	 Struktura 1:1

### **Antivibrační rohože USM 550, 700**



#### *Použití:*

Antivibrační rohože jsou opět vhodný produkt pro využití v oblasti stavebnictví, průmyslu a dopravy. Často se používá v oblasti podšterkových rohoží a v oblasti podbetonového tlumení rázových vibrací.

#### *Charakteristika:*

Klasické granulátové jednovrstvé desky spojené polyuretanem s vysokými parametry tlumení. Výsledný efekt tlumení je přímo úměrný materiálu.

### Technické parametry

Objemová hmotnost	550 - 700 kg/m <sup>3</sup>
Tloušťka	10-60 mm
Rozměr	2000x1000 mm
 USM	 Struktura 1:1

Rozměry rohoží mohou být upravovány dle nejrůznějších požadavků zákazníka

Způsob aplikací (pokládky) je závislý na druhu použití. Ve své podstatě je třeba pamatovat na to, že pryžové membrány jakékoliv tvrdosti a houževnatosti, vždy potřebují pevný podklad, vůči kterému tvoří izolační vrstvu. Lze je lepit či mechanicky upevňovat na konstrukce, ale také volně pokládat (např. vodorovné antivibrační podložky strojů a zařízení), nebo se mohou i zalít čerstvým betonem (statické izolace základů staveb, nosníků, pilířů, vozovek, betonové patky pro uložení průmyslových strojů apod.). Při těchto aplikacích je možné pryžové membrány a pásy i přímo na místě jednoduchou formou řezat, dělit či jinak upravovat. K tomu jsou nejvhodnější rovné či ruční rotační nože.

Všechny výrobky, jakožto druhotný produkt, podléhají přísným normám. Ve své podstatě nejde o to, že je zpracováván granulát (recykláž), ale je vyráběn nový produkt, který musí mít přesně dané vlastnosti a je kontrolován ATESTEM.

Pro příklad je v Příloze 1. je ATEST- dokument o produktu pro oblast dopravy.

#### o **DOPRAVA**

Oblast tlumení vibrací a hluku v dopravě představuje jeden z hlavních výrobních směrů. Jedná se především o tlumení vibrací u železničních a tramvajových tratí, tvarové tlumící díly do kolejnic všeho druhu uzpůsobené na typ upevnění kolejnice k pražci, resp. základu. K těmto systémům patří též zálivky paty kolejnic, spárové bitumenové zálivky pro povrch vozovek, opláštění rozchodnic, polyuretanové podložky paty kolejnice odolné proti stárnutí a další. Běžné garance u těchto typů jsou 5 let a životnost dosahuje až 25 let při dodržení stanovených podmínek technologie montáže.

Živočišných směsí z granulátu je také nově využito jako povrchu silnic s výbornými vlastnostmi. Běžně využíváno s dobrou zkušeností ve státech jako Švédsko nebo Rakousko. Výsledky prováděných měření po aplikaci tlumících systémů z recyklované pryže prokazují významné utlumení vibrací v obytných místnostech a snížení hladiny hluku v dopravních koridorech. Tím se významně podílejí na zlepšování podmínek životního prostředí.

#### o **AGROSEGMENT**

Pryžové desky jsou také velmi oblíbenými produkty pro povrchy ustájení a oddych domácích a zemědělských popřípadě chovných zvířat. Pro tyto účely jsou vyvinuty speciální

podložky, které dovedou zajistit tepelnou izolaci, propustnost a měkkost a mají potřebnou pevnost[9] .

#### o *EKOLOGIE*

Velmi pozoruhodný produkt je velmi jemná frakce granulátu s názvem Petro-ex. Tento produkt je používán při likvidacích ekologických havárií. Jeho sorpční vlastnost je výjimečná právě proto, že jemná vlákna jsou schopna obemknout mikroskopické kapky ropných produktů jak o je benzín, nafta, motorový olej. Výrobek není prašný ani toxický a lze ho kupříkladu využít i v čistírnách odpadních vod a v průmyslu do filtračních rohoží. Po použití se dá spálit ve vysokoteplotních pecích.

## **4.2 Likvidace opotřebovaných pneumatik**

### **4.2.1 Zpětný odběr**

Povinnost zpětného odběru pneumatik upravuje legislativa a to zákon o odpadech. Zpětný odběr je zabezpečen jednak v povinnosti výrobce nebo prodejce přijmout zpět pneumatiku u něj zakoupenou. Velcí výrobci a dodavatelé mají obvykle vytvořenou dobře pracující síť zpětného odběru. Zákazník, který to mnohdy neví, platí za pneumatiku sumu, v které jsou zahrnuté také náklady na její recyklaci. To znamená, má potom právo i na bezplatné odevzdání pneumatiky v místě pořízení. Zde ale nastává problém v tom, že mnoho prodejců tyto legislativní podmínky nedodržuje. Převážně jde o internetové prodejce, kteří objednané zboží zasílají na dobírku. A právě tito mají zahrnutu do ceny i částku za recyklaci prodávaných kusů. Dá se říci, že si vlastně nelegálně přivydělávají, protože je jasné, že nikdo nebude poděšlat své 4 opotřebované pneumatiky balíkovou službou k recyklaci. Jeden z důvodů je, že je těžké kontrolovat, zda tyto subjekty odběry praktikují. Protože je tak snadné unikát svým povinnostem, přestože je ukládá zákon, mnoho prodejců nedodržuje a neposkytuje zpětný odběr. Na trhu se tak objevují firmy, které nabízejí zpoplatněný odběr a následnou likvidaci. Za odevzdání pneumatiky spotřebitel tedy zaplatí ještě jednou.

Další možností je tzv. sběrný dvůr, který ovšem mívá také někdy zpoplatněný odběr. Naštěstí ceny jsou spíše symbolické oproti skutečnému vynaloženému množství financí, potřebnému k likvidaci (dříve bylo za likvidaci jednoho kusu pneumatiky osobního auta asi

30,-, nákladního asi 100,- a kol zemědělských strojů asi 120,-Kč). Aktuální ceny by se neměly o moc lišit. Sběrné dvory přijímají pneumatiky i jednotlivě, ale především provádějí ekologickou likvidaci autovraků, kdy při demontáži jednotlivých dílů vraku třídí různé druhy materiálu. Jedním druhem je také pryžový materiál a pneumatiky.

Firem zabývajících se ekologickou likvidací pneumatik různými způsoby je celá řada. Dá se říci, že tato oblast se velice rychle rozrostla. V krátkém čase vzrostl konkurenční boj o zpracování tohoto ekologicky nebezpečného odpadu. Tyto firmy ve většině případů také úzce spolupracují buď přímo s výrobcí, nebo se sběrnými dvory či pneuservisy.

#### **4.2.2 Pohození v přírodě**

Dříve, ale bohužel také dnes se ještě najde spotřebitel, který si hlavu s likvidací pneumatiky neláme a prachspřestě ji pohodí do příkopu silnice nebo lesa. Potěšující je skutečnost, že vůči množství automobilů je toto procento minimální. Pneumatika je sice vystavena povětrnostním vlivům a slunečnímu záření při kterém stárne, ale proces rozpadu je velmi pozvolný. K celkové rozložení dojde v průběhu mnoha desítek let.

#### **4.2.3 Spálení**

Podobným, spíše dříve viditelným jevem bylo pálení pneumatik při různých akcích. Černý kouř byl efekt velmi levně dosažitelný. Když se začalo více diskutovat o ekologických otázkách, byla neznalá nebo méně vzdělaná společnost poučena o tom, k čemu při hoření takového jednoho kusu pneumatiky dochází. Hořením odpadu vzniká celá řada nebezpečných látek, které unikají do ovzduší. Mezi nejznámější patří dioxiny, které jsou rakovinotvorné a poškozují imunitní systém a hormonální soustavu. Polyaromatické uhlovodíky mají podobný účinek, jako kouř z cigaret. Jde prakticky o jed. Velkým problémem jsou občasné požáry skládek pneumatik. Ať už jde o chtěné (někým založené) nebo náhodná vzplanutí, vždy dochází k velkému úniku velmi škodlivých látek pro lidský organizmus. U malých požárů se zplodiny obvykle velmi rychle rozplynou v okolní atmosféře a naměřené hodnoty jsou minimální. V souvislosti s velkými požáry je ale vznik toxických zplodin značný. Experimentální laboratorní testy poukazují, že většina přítomného uhlíku se přemění na oxidy uhlíku a saze. Menší část pak tvoří ostatní látky, což je ovšem při hoření několika tisíc tun pneumatik nezanedbatelné[10].

#### **4.2.4 Ohraničení závodíšť, podstavy plotů, zátěže**

Velmi dobré uplatnění našly opotřebované pneumatiky v podobě ochranných bariér automobilových a motokárových závodíšť. Bariéry v podobě naskládaných popřípadě částečně provázaných pneumatik dovedou náraz dobře pohltnout a zmírnit. Dobře poslouží i pneumatika vylitá betonem a osazena tyčí jakožto sloupkem oplocení. Takovýto sloupek má potom výhodu, že se s ním dobře manipuluje a přitom je dosti stabilní. V používání zemědělských družstev byla a stále ještě je vyřazená pneumatika vhodnou zátěží bránící větru odnést plachtou pokryté silážní místo pro pícniny. Dříve byly barevně zkrášlené pneumatiky různých průměrů zakopané v zemi použité jako dětská prolézačka. Pneumatiky větších rozměrů vyplněné pískem sloužily také jako malá pískoviště

#### **4.2.5 Nárazníky**

Opotřebovaná pneumatika našla své uplatnění také jako levný nárazník na přístavních zdech lodních doků. Vhodně na laněch zavěšené pneumatiky lemující přístavní mola zabraňují poškození nebo podřetí ukotvené lodi v době příchodu větších vln.

### **4.3 Recyklace**

Jde o výrobu regenerátu – granulátu, který se dá použít jako nový výrobní materiál. Tato metoda patří mezi tzv. bezodpadové technologie. Cílem bezodpadových technologií je maximální mírou zpracovat vzniklý odpad účelným způsobem, to znamená recyklovat ho a vrátit na trh formou toho samého ale obnoveného výrobku nebo různých jiných produktů. Z odpadních pneumatik lze získat kvalitní pryžový granulát, který lze dále zpracovávat do různých produktů. Technologie recyklování je založena na vlastnostech pryže především na možnosti opětovné recyklace. Další vlastnosti, jako elasticita, dlouhá stálost a dlouhá životnost při relativně neměnných vlastnostech, jsou vlastnostmi, kvůli kterým se této technologii dává přednost před metodou nějaké totální likvidace, jakou je například spalování.



### **4.3.1 Chemické zpracování**

Při chemickém zpracování je využíváno chemických pochodů podporovaných termodynamickým působením.

#### **4.3.1.1 Pyrolýza**

Pyrolýza je termochemický destilační pochod, při kterém je přiváděno teplo do hermeticky uzavřeného prostoru, který je vyplněn palivem, dochází ke štěpení uhlovodíků z paliva a jejich formování na hořlavé plyny, destilační produkty a zkarbonovaný zbytek. Hořlavé plyny a produkty destilace jsou dále využívány například jako paliva.

Proces probíhá obvykle v tzv. pyrolytické peci nebo také koksovací komoře. Děj v pyrolytické peci probíhá při teplotě 250°C – 1100°C při zamezení přístupu vzduchu a dochází k postupnému tepelnému rozkladu, při kterém jsou nežádoucí toxické látky obvykle tepelně rozloženy na látky snadněji upravitelné nebo uložitelné, filtrovatelné nebo na neškodné sloučeniny. Často je pyrolýzou získávána směs uhlovodíků a sazí. U organických látek jde hlavně o CO<sub>2</sub> (oxid uhličitý) a vodu. Pyrolýza bývá také někdy používána ve spojení s hydrogenací. Takto vzniká směs nasycených uhlovodíků a síra je převedena na H<sub>2</sub>S. Kapalná složka se nazývá pyrolýzní olej a plynná složka pyrolýzní plyn. Recyklační proces pyrolýzou má dva základní stupně:

##### **o Vlastní pyrolýza**

Jde o tepelný rozklad rozdrčených vstupních látek za vysokých teplot za nepřístupu vzduchu ve výstupní pyrolýzní produkty.

##### **o Zpracování pyrolýzních produktů**

Ke zpracování lze energeticky použít pyrolýzní plyn, nebo lze separací pyrolýzních olejů získání druhotné suroviny jako je benzen, toluen, xylen, apod.

Pyrolýza je oproti spalování ekologicky výhodnější. To díky tomu, že méně znečišťuje ovzduší, soustřeďuje těžké kovy v tuhém zbytku a omezuje vznik toxických oxidačních zplodin.

Japonští vědci dokonce vyvinuly novou metodu, při které nechají na pneumatiku působit 40% roztok NaOH. Vše probíhá za teploty 400°C a tlaku 4MPa. Za takovýchto podmínek se pneumatika rozpustí na olejovitou směs uhlovodíků s dlouhými řetězci a to během 15 minut.

V USA se zase zkoumá nová biotechnologická metoda využívající pryžového odpadu. Materiál ze starých pryžových pneumatik se smíchá s vhodnými mikroorganismy v kyselém prostředí při teplotě 70°C. Mikroorganismy naruší vazby mezi C a S a připraví tak materiál k novému použití. Cílem tohoto výzkumu je tímto způsobem zpracovat asi 20 % starých pneumatik.

#### **4.3.1.2 Ozónový rozklad pneumatik**

Jedná se o poměrně novou odlišnou metodu zpracování pneumatik, než v předchozích případech. Jde o nový typ recyklace, který je energeticky velmi úsporný. Pneumatiky nevyžadují žádné termické zpracování, ani rozsekávání, nebo rozemílání. Používání drtičů, lisů a pecí se sebou přináší energetickou náročnost především ve spotřebě tepla nebo příkonu elektrické energie.

Princip této recyklace je založen na základním poznatku známém již při výrobě pneumatik. Je známo, že pneumatiku je nutno chránit antioxidanty, především antiozonanty. Ozón představuje pro pneumatiku velké nebezpečí. Ozón dokáže nabourávat dvojné vazby, což zapříčiní postupný rozklad a rozpad pneumatiky. Antiozonanty způsobují zpomalení tohoto procesu, ne však jeho plné zastavení. Po čase, když leží pneumatika na vzduchu, podléhá vzdušnému ozónu a rozpadá se[12].

Efektu využívá linka této nové technologie. Pneumatiky procházejí vysoce koncentrovanou ozónovou atmosférou, dochází k destrukci pryže a ta na druhé straně vychází mimo linku ve formě kousků a drtě, zůstává jen kovová kostra pneumatiky. Celý příkon linky je asi 40-60 kW, zatímco drtiče potřebují asi 300-1000 kW. Plánovaná kapacita je asi 300 kg pneumatik za hodinu. Jelikož je nutné, aby na určitý objem pryže působila přesná dávka ozónu, je potřeba pneumatiky třídit na letní a zimní, také podle šířky a objemu, to znamená na různé druhy pneumatik nákladních aut a zemědělské techniky.

### **4.3.1.3 Oxidační rozklad pneumatik**

Postupem času bylo zkoušeno různých prostředků, a tak se způsoby zpracování rozšířily o tepelné a chemické. Například působení vodní páry, alkálií, roztoků solí, organických rozpouštědel, olejů apod. Oleje jsou vždy přidávány jako změkčovadlo. Samotná regenerace se provádí opět ve výše zmíněném autoklávu. Při regeneraci dochází z chemického hlediska k trhání sítě, zkracování řetězců a vzniku nových dvojných vazeb, což umožňuje novou vulkanizaci. Aby vznikl kvalitní regenerát, musí být pryž zbavena textilní části. Využití granulátu je různé, nicméně velmi čistý granulát je posléze používán například k výrobě regenerátů při protektorování.

### **4.3.2 Mechanické a fyzikální zpracování**

#### **4.3.2.1 Metoda kryogenní**

Pneumatika se ochladí tekutým dusíkem na  $-80^{\circ}\text{C}$ . Křehkost, která je dosažena při této teplotě umožňuje její snadné rozmělnění sekacím strojem. Výsledným produktem je granulát, který má vysokou výrobní cenu a také se podstatně změní vlastnosti pryže. Spotřeba dusíku na 1kg pneumatik je poměrně vysoká (0,6 kg na 1kg pryže).

#### **4.3.2.2 Metoda vícenásobného mletí za normální teploty**

Byla vyvinuta řada postupů pro zpracování staré pryže na regenerát. Pokud bychom šli popořadě, nejstarším způsobem je čistě mechanický způsob, kdy je pryž rozemílána až na jemný prášek, který je následně přidáván do nových směsí. Dnes se tento způsob stále používá, protože je to jediný způsob pro zpracování tvrdé pryže. O tento způsob jsem se osobně blíže zajímal a konzultoval ho se zástupcem firmy PAVEL JELÍNEK – STROJE. Firma se zabývá výrobou drtičů různých materiálů a navrhováním sestav celých linek. Má práce je tedy v této stati více rozepsána a obohacena o obrázky z praxe[13].

Celý proces mechanického zpracování opotřebovaných pneumatik je rozdělen do několika fází. Vše je závislé na vstupních a výstupních požadavcích. Jiné postupy a stroje se používají pro zpracování pneumatik velkých nákladních a užitkových vozů a jiné pro zpracování

pneumatik osobních automobilů a některých lehkých (dodávkových) automobilů. Stejně tak je podstatné to, jak má vypadat výstupní frakce. Jaké má být hrubosti a čistoty.

#### **4.3.2.2.1 Vstupní příprava**

První fází, dříve než je pneumatika vhozena do vstupního drtiče, je předpřípravení pneumatiky. Pneumatika je nejprve zbavena patních ocelových lan pomocí tzv. **vytrhávače patních lan**. Jde o stroj na principu lisu, který je opatřen hákem. Funkcí háku je patní lano zachytit a doslova vytrhnout přes zábranu, která zajistí, aby prošlo pouze lano a zbytek pneumatiky zůstal na původním místě. Tato operace se dělá z důvodu šetření ostří jednotlivých nožů drtiče, a to především u pneumatik nákladních vozidel, kde tato výztuha patky může dosahovat průměru i několika centimetrů (ne z důvodu toho, že by drtič neměl dostatek výkonu na přeseknutí). Po tomto kroku se může přistoupit k samotnému procesu mechanického drcení, který se skládá z níže popsaného řetězce částí.

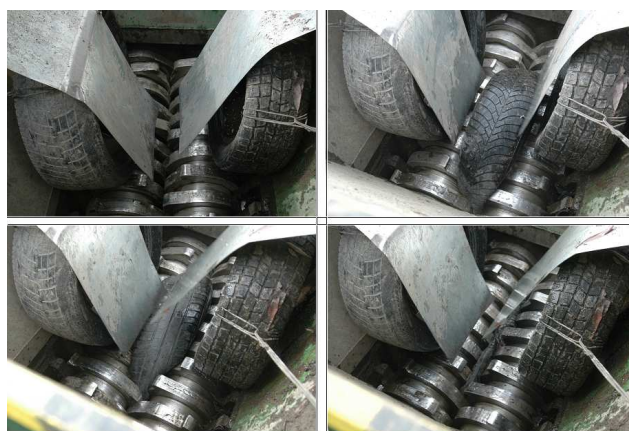
#### **4.3.2.2.2 Hrubé drcení**

##### o **VSTUPNÍ DRTIČ**



Hrubé drcení zajišťuje tzv. vstupní drtič. Jde o drcení vložené pneumatiky soustavou nožů. Hlavním účelem je narušit původní tvar. Prostorový objem pneumatiky se takto zmenší až na 1/3. Těžké drtiče v této fázi mají výkon asi 60 kW a více. Výkon je důležitý pro rychlost a objem drcení, tento dosahuje asi 5 tun/hod. Vstupní drtič je buď jednohřídelový s dvěma pohony (podle nutnosti výkonu), nebo dvouhřídelový s jedním nebo dvěma pohony. Pohon je zajištěn jedním nebo dvěma elektromotory, které jsou pomocí rozvodovky zpřevodovány na velkou sílu při nízkých otáčkách. Hřídele jsou opatřeny speciálními noži, kdy u

jednohřídelového provedení je pneumatika zpracována noži rotujícími proti pevně uloženým ostřím. Soustava nožů tak tvoří velké rotační nůžky. U dvouhřídelového provedení se otáčejí dvě řady kotoučových nožů. Uložení nožů zajišťuje šestihřanné drážkování na hřídelích, na které jsou nože s vnitřním šestihřanným otvorem nasunuty. Soustava při drcení viz Obrázek 7. Jednotlivé segmenty nožů jsou vyrobeny z vysoce legované a kvalitně tepelně zpracované ocele. Šířka segmentu a počet břitů je určující pro velikost výstupní drti a lze ji měnit dle charakteru vstupu a požadavku výstupu v závislosti na dalším zpracování drti. Nože mají břity uspořádané do šroubovice a otáčejí se vůči druhé sadě, čímž si materiál samočinně vtahují.



*Obrázek 7: Proces drcení pneumatiky (dvouhřídelový drtič)*

Velikost frakce na konci procesu tohoto drtiče je asi 100x500mm. Na Obrázku 8 je patrné, jak takový výstupní materiál vypadá. Frakce je buď odebrána a poskytnuta jako základní polotovar pro jiné firmy, které se zabývají výrobou granulátu, nebo pokračuje pomocí dopravníku k dalšímu stanovišti.



*Obrázek 8: Velikost výstupní frakce*

#### 4.3.2.2.3 Mezidrcení

##### o MEZIDRTIČ



Je stroj podobné konstrukce jako vstupní drtič, většinou už jen jednohřídelový. Oba stroje jsou pomaloběžná zařízení s vysokým krouticím momentem. Hřídel je poháněn jedním elektromotorem o výkonu asi 30-37kW. Mezidrtič zpracovává frakci, jež přichází od vstupního drtiče a upravuje velikost kusů na 50x50mm [viz Obrázek 9]. Velikost výstupní frakce je dána velikostí ok síta uloženého pod rotorem drtiče. Materiál je drcen mezi břity rotoru (pomocí výměnných destiček) a statorovým nožem ve tvaru hřebene. Drtič je dále vybaven pneumatickým nebo hydraulickým přítlakem, který zajišťuje přísun materiálu k rotoru. Pod sítem drtiče je šnekový dopravník, který dopravuje drť na další zpracování. Drť je možné také přemísťovat pneumatickou dopravou, nebo pásovým dopravníkem. Výstup drtiče je dán charakterem drceného materiálu a velikostí ok síta. Materiál, který nepropadne sítem, zůstává v drtícím prostoru až do doby, kdy to jeho velikost umožní. Zařízení je vybaveno elektronikou, která hlídá nastavení přetížení s automatickou reverzací motoru. Automatická reverzace se spustí ve chvíli, kdy dojde k jakémukoliv vzpříčení materiálu. Reverzace a normální chod se prostřídají ve třech cyklech, pokud nedojde k odstranění problému, stroj se vypne. Obsluha musí zajistit odstranění problému manuální cestou (za bezpečných podmínek při odpojení zdroje elektrické energie). Výstupní frakce lze opět odebírat pro jiná zpracování, nebo pokračuje dále pomocí dopravníku. Tento dopravník je však opatřen tzv. separačním zařízením.



Obrázek 9: Výstupní frakce mezdrtiče

#### 4.3.2.2.4 Separace

##### o SEPARÁTOR



K separaci dochází pomocí tzv. separátoru. Separátor je zařízení, které dokáže odseparovat uvolněné drátky kostry nebo patního lana. K vytrhávání patních lan dochází pouze u velkých užitkových a nákladních vozidel. U pneumatik osobních automobilů se lana nevytrhávají a to z důvodu, že nejsou až tak velká. Separační stroj pracuje na principu neodymového stálého magnetu, který působí pouze v určité části dopravníku, kde drátky vlivem magnetického pole „přidrží“. Pryž odpadne rotačním pohybem do připravené nádoby, kdežto drátek je magneticky přidržen u pásu. Drátky pokračují v pohybu po pásu, až se dostanou z dosahu magnetické pole a odpadnou také, ale už v jiném místě do připravené nádoby. Dochází tak k separaci kovového odpadu, který může být také znovu využitý. Jiný druh separátoru je na Obrázku 10 a v Příloze 2 je jeho výkres. Jde o zařízení, kdy je magnet zavěšený těsně nad dopravníkem. Pomocí permanentního magnetu jsou magneticky vodivé

částice přitáhnuty k pásu, který je odvádí stranou mimo oblast magnetu. Drátky z dosahu magnetu odpadávají do připravené nádoby.



*Obrázek 10: Permanentní závěsný magnet s pásem*

#### 4.3.2.2.5 Granulace

##### o GRANULÁTOR



Granulátor je další část řetězce při mechanické výrobě granulátu drcením. Tento nožový mlýn se otáčí několikanásobně rychleji, než předchozí dva drtiče. Zpracovává předchozí frakci a upraví její zrnitost na velikost asi 15x15mm. Pohon obstarává elektromotor pomocí klínových řemenů, nebo šnekové převodovky. Rotor je složen ze segmentů dle šířky mlýnu, vzájemně pootočených tak, aby bylo dosaženo optimální síly na jeden břit. Každý segment rotoru je vybaven třemi výměnnými noži, které zabírají proti dvěma nebo čtyřem statorovým nožům. Nože jsou vyrobeny z kvalitní houževnaté a abrazivzdorné nástrojové oceli, jsou kaleny v ochranné atmosféře.

Při drcení se ale uvolňují textilní vlákna z konstrukce pláště a také jemný pryžový prach. Protože by mohlo dojít ke vznícení tohoto prachu, musí být granulátor opatřen



odsáváním s následnou filtrací. Směs pryžového prachu a textilních zbytků je ukládána v pytlích. Tento materiál je velmi dobrý sorbent využívaný při ropných haváriích, nebo úniku motorových kapalin při dopravní nehodě. Dále je do řetězce opět vsazena **separace**, která odstraní další uvolněné kousky drátků. Do řetězce bývá vsazen ještě jeden **granulátor**, který upravuje zrnitost na ještě menší.

#### ○ **JEMNÝ GRANULÁTOR**

Podobné jako zařízení předchozí. Frakce z něj vychází o velikosti asi 8x8mm. Kalibrace vycházejícího materiálu (granulátu) je zajištěna pomocí síta, které je vyrobeno laserovou technologií. Velikost zrn je libovolná a nastavitelná dle otvorů v sítu, tyto mohou být různých průměrů 4, 6, 8, 10 mm. Síto je potom snadno vyměnitelné. Stroj je vybaven bezpečnostními kontakty. Frakce může být opět odebrána nebo pokračuje dále, kde dochází k jejímu přesnějšímu třídění pomocí vibračního třídiče.

#### **4.3.2.2.6 Třídění granulátu**

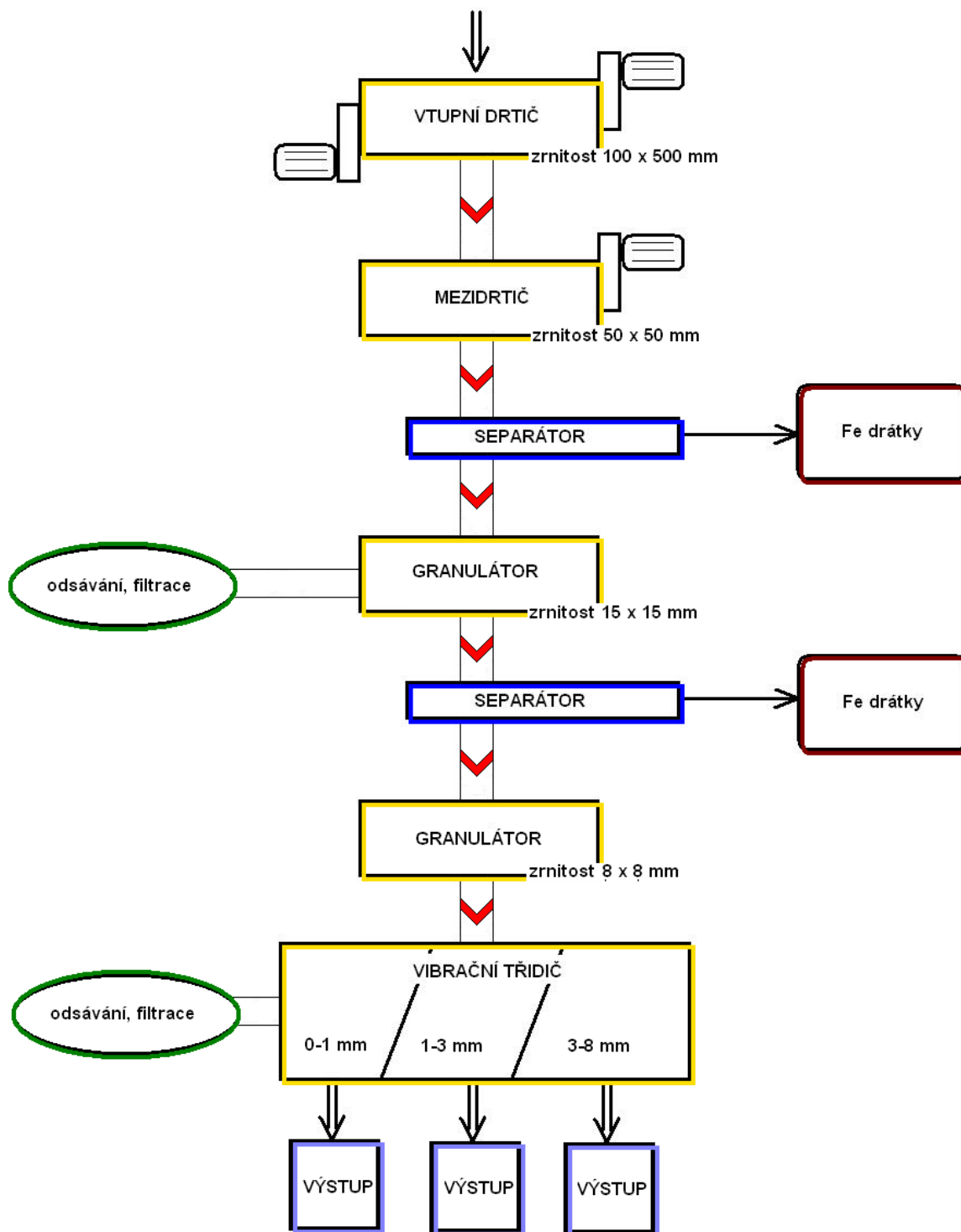
#### ○ **VIBRAČNÍ TŘIDIČ**



Frakce přichází do třídiče, kde jsou tři síta o různých průměrech perforace. První perforací propadáva granulát o zrnitosti 3-8mm, druhým sítem granulát o zrnitosti 1-3mm a třetím sítem granulát do 1mm. K zařízení je opět přiděláno odsávání s následnou filtrací, které odsaje jemný prach. Granulát rozdělený podle hrubosti padá do velkých vaků, které odebírají firmy zpracovávající granulát, jako vstupní materiál výroby. Konečným výsledkem procesu třídění jsou tyto složky:

- granulát různé zrnitosti
- ocel
- textil

Celkový diagram postupu zpracovávaného materiálu je znázorněn na Obrázku 11. U některých pneumatik nákladních aut nemůže dojít k drcení, protože jejich kordové a nárazníkové vyztužení je natolik silné, že by došlo k zbytečnému zničení břitů. Východiskem je postupné hrubé drásání, kdy se postupným ubíráním materiálu dospěje až na ocelové výztuhy.



Obrázek 11: Schéma jednotlivých stanišť operace drcení

### **4.3.3 Regenerace pryže -mikrovlnná technologie zpracování**

Mikrovlnná technologie je proces využívaný jak u přesné vulkanizace, tak u regenerace staré použité pryže. Recyklace gumy vyžaduje přerušování můstkových vazeb, vytvořených vulkanizací. Využití ohřevu na radiových frekvencích bylo objeveno v roce 1935. První pokusy se uplatnily v 60. letech. V gumárenském průmyslu patřili k průkopníkům firmy jako Dunlop, Goodyear.

Problém při regeneraci pryže je v tom, že devulkanizační a depolymerizační teploty jsou blízké. Je to dáno podobností mezi atomovými vazbami uhlíku a síry, jež musí být přerušeny (S-S a C-S vazby při devulkanizaci a C-C vazby při depolymerizaci). Proto je pro tepelný proces nezbytná přesnost a homogenita. Přesnost ohřevu právě poskytuje mikrovlnná technologie ohřevu. Zařízení, v kterém regenerace probíhá, funguje tak, že do něj vstupuje granulát o velikosti 1mm. Po 2 minutové devulkanizaci pryžového granulátu v mikrovlnné komoře následuje extruze a zpracování do nové pryže.

Devulkanizace je proces, kdy se mikrovlnami nejprve ohřejí vnitřky částic pryže na teplotu blízkou devulkanizaci 180- 240°C podle složení pryže. V dalším kroku se nechá teplota vyrovnat v celém objemu částic bez působení vnějšího tepelného zdroje. Na devulkanizační teplotu je povrch granulátu zahříván až v tunelu s konvekčním dohřevem. Následuje ochlazení na teplotu pod 80-100°C. Proces probíhá za atmosférického tlaku bez použití zvlhčovadel[11].

## 5 ZÁVĚR

Lidské snažení, které udělá v jedné oblasti krok dopředu, může v oblasti jiné znamenat krok zpět. Vývojem nových materiálů jsme si nejednou přivodili újmu z hlediska dopadu na životní prostředí. U nových tzv. umělých (člověkem vytvořených) látek, ztrácí přirozený proces rozpadu hmoty pomocí přírodních abrazivních a chemických vlivů svou účinnost. Tyto materiály mají složité řetězce atomů a molekul, s kterými si příroda nedovede poradit. Právě proto skutečný pokrok vyžaduje inovace nejen v technologiích a v používaných materiálech, ale také ve schopnosti tyto použité materiály zlikvidovat, recyklovat nebo dále využívat. Řešení likvidace by měla být co možná nejvíce ekologická, ale také ekonomická. Náklady na vývoj a výrobu by se měly rovnat nákladům na likvidaci. Je jasné, že k ideálnímu stavu asi nikdy nedojde; rozdíl by však měl být co nejmenší.

Řešení procesu snížení množství opotřebovaných pneumatik se dá rozdělit do dvou částí. První částí je *p ř e d c h á z e n í p r o b l é m u*. Pokud by si uživatelé, tedy řidiči uvědomili, jakým způsobem se dá množství opotřebovaných pneumatik redukovat.

Vozový park začíná nepatrně mládnout a technický stav vozidel (především nových) dovoluje jízdu vyššími rychlostmi. Jak bylo již zmíněno, právě rychlost jízdy má na životnost pneumatiky veliký vliv. Pokud řidič v takovéto rychlosti začne razantněji brzdit, dostává se elastická deformace v kordu pneumatiky. Kord pneumatiky trpí paměťovým efektem, a tak se po čase při podobném stylu jízdy mírně změní jeho vnitřní uspořádání (natočí se, posune se). Stejný vliv má i razantní projíždění zatáček. Vnitřní opotřebení je oku skryto. Tato pneumatika je dále nevhodná i pro protektorování. Většinou, právě podle způsobu jízdy, dochází k opotřebení pneumatiky již mnohem dříve, než je její udávaná životnost. Další věcí, kterou může uživatel prodloužit životnost je kontrola tlaku v pneumatikách a občasné umytí od chemikálií s kterými pneumatika na vozovce přijde do styku (oleje).

Další špatný vliv na pneumatiku, který však může ovlivnit jedině vlastník pozemní komunikace, je značná nesourodost kvality dopravních cest. Jsou úseky, kde má pozemní komunikace kvalitní povrch. Nastávají potom situace, kdy řidič nepočítá s náhlou změnou kvality vozovky. Vjede-li do výtluků nebo jiných nerovností. V takovém případě dochází ke změně geometrie vozidla nebo ke změně ovality ráfku, pokud deformace došla až k němu. Tyto deformace se po čase projevují na nerovnoměrném sjíždění dezénu pneumatiky. Další skutečnost je, že nárazem pneumatiky ve větší rychlosti na hranu výmolu dochází k narušení vnitřních vrstev konstrukce. Tato deformace se může projevit průrazem pláště.

Druhou částí je samotná *l i k v i d a c e*. Pokud by se měla zvýšit ekonomičnost likvidace pneumatik, měly by být odstraněny mezery v legislativě. Je mnoho internetových prodejců, kteří by správně měli být zapsáni v obchodním rejstříku a měli by splňovat náležitosti spadající právě k jejich zamýšlené činnosti, tedy prodeji pneumatik. Jejich podnikání by mělo být umožněno až potom, co by ukázali, jakým způsobem mají zajištěný zpětný odběr a následnou likvidaci produktů (pneumatik), které nabízejí.

Velmi vhodným řešením by byla státem více podporovaná činnost sběrných dvorků. Zvýšit množství těchto míst je nákladnou záležitostí, ale pokud má stát peníze na jiné někdy méně důležité projekty, mohl by zainventovat do něčeho užitečného. Tyto dvory nejsou záležitostí na pár dnů. Mohou být užitečné po několik desítek let. Sběrný dvorek přijímá obrovskou škálu nejružnějšího odpadu od sutě z rekonstrukce, po nebezpečné látky. Rozšíření a pravidelné rozložení sítě sběrných dvorů by napomohlo k správnému zacházení obyvatel s nepotřebným a někdy nebezpečným odpadem.

Stát by mohl například z dotací pro obce vzít jistou částku. Z částky, kterou je obec stejně nucena platit za přistavení kontejneru na nebezpečný odpad, by se dala zajistit logistiku, tedy svoz kontejneru, který by byl v obci umístěn v blízkosti zvonů pro třídění odpadu (plasty, papír, sklo). Přistavení kontejneru na nebezpečný odpad řeší každá obec individuálně a jeho přistavení nebývá pravidlem. Problém by mohl nastat s ukázněností obyvatel. Lidé by nesměli kontejner zneužívat. Dalo by se tomu předcházet například dozorem jednoho ze zástupců obce, kdy by byl kontejner odemknut jen o víkendů po dobu pár hodin.

Jistě se najde více způsobů a možností nakládání s opotřeбенými pneumatikami, než jen ty v práci uvedené. Pravdou však zůstává, že u každého zdánlivě dobrého způsobu likvidace, se při bližším zhodnocení objeví nějaká nevýhoda. Linky mechanického drcení obvykle potřebují velký příkon. Některé linky jsou o výkonu až 1000 kW. Z toho vyplývá, jaký musí být příkon. Stejně tak likvidace pyrolýzou vyžaduje tlakově a tepelně říditelnou komoru, k jejímuž vytápění a regulaci tlaku je také potřeba značné energie. Při kryogenním zpracování je potřeba poměrně vysoké množství dusíků. Při získávání takového množství dusíku se opět spotřebuje nezanedbatelné množství energie. Na druhou stranu jsou metody pokrokové, které představují menší vynaložení energie a prostředků. Například ozónování pneumatik je metoda, která je oproti starším metodám energeticky mnohem příznivější. Je nutné objevit více možností podobně energeticky nenáročných a přesto účinných. Nejde vždy investovat jen do vývoje s cílem výborného produktu. Pokud se tento produkt jednou stane

odpadem, mělo by se k tomu přihlížet již při vývoji. Už při návrhu výrobních materiálů lze hledat kompromisy. Pokud ale má být vynalezen nový materiál, měl by jeho vynálezce zapřemýšlet také nad tím, jaký bude mít vliv na okolní prostředí; popřípadě, jak ho později zpracovat, zlikvidovat.

## SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

[1] DOČKAL, V., KOVANDA, J., HRUBEC, F. *Pneumatiky*. 1. vyd. Praha : ČVUT , 1998. 71 s. ISBN 80-01-01882-2.

[2] PITUCHA , Emanuel. *Pneumatiky : výroba, údržba, opravy*. Praha : Dopravy, 1961. 252 s.

[3] VLK, František. *Podvozky motorových vozidel : Pneumatiky a kola, zavěšení kol, nápravy, odpružení, řídicí ústrojí, brzdové systémy*. 3. aktualiz. vyd. Brno : Prof.Ing.František Vlk,DrSc., 2006. 464 s. ISBN 80-239-6464-X. [4] HORÁČEK, J. *Zpracovny nekovového odpadu*,ČZU, Praha,2001

[4] NOVÁK MARTIN, BARTOŠ DAVID. *Recyklace opotřebených pneumatik v ČR*. Univerzita Pardubice : Dopravní fakulta Jana Pernera, 2003. 19 s. Semestrální práce. Dostupný z WWW: <[http://envi.upce.cz/pisprace/prezencni/25\\_SP\\_01.PDF](http://envi.upce.cz/pisprace/prezencni/25_SP_01.PDF)>

[5] *Technologie výroby Barum Continental Zlín* [online]. [2005] [cit. 2008-04-6]. Dostupný z WWW: <<http://www.vossost.cz/pk/Data/HTML/vyrobapneu.htm>>.

[6] *WASTE Internet Portal* [online]. [2003] [cit. 2008-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.waste.cz/pdf/pneu-zaves.pdf>>. [Http://www.waste.cz/waste.php](http://www.waste.cz/waste.php).

[7] *WASTE Internet Portal* [online]. [2003] [cit. 2008-05-2]. Dostupný z WWW: <<http://www.waste.cz/waste.phphttp://www.waste.cz/pdf/studie2.pdf>>. [Http://www.waste.cz/waste.php](http://www.waste.cz/waste.php).

[8] *Informační server pro stavební a strojírenství* [online]. c2000 [cit. 2008-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.industry.net.cz/ArticleDetail.asp?nBranchID=465&nArtID=409&nPage=4>>.

[9] *PRAGOELAST spol. s r.o* [online]. [2001] [cit. 2008-05-19]. Dostupný z WWW: <[http://www.pragoelast.cz/pragoelast/profil-spolecnosti/art\\_22099/article.aspx](http://www.pragoelast.cz/pragoelast/profil-spolecnosti/art_22099/article.aspx)>.

[10] *EnviWeb* [online]. [2003] [cit. 2008-05-20]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.enviweb.cz/?env=odpady\\_archiv\\_efhfb/Recyklace\\_pneumatik\\_neni\\_prilis\\_rozsi\\_rena.html](http://www.enviweb.cz/?env=odpady_archiv_efhfb/Recyklace_pneumatik_neni_prilis_rozsi_rena.html)>. <http://www.enviweb.cz>.

[11] *Průmyslový mikrovlnný ohřev* [online]. [2003] [cit. 2008-05-20]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.romill.cz/?lang=cze&show\\_dir=39](http://www.romill.cz/?lang=cze&show_dir=39)>.

[12] Na pneumatiky ozonem. *iHNed.cz* [online]. 2006, [cit. 2006-10-10]. Dostupný z WWW:  
<[http://ihned.cz/3-19273920-Kysilka-000000\\_d-e0](http://ihned.cz/3-19273920-Kysilka-000000_d-e0)>.

[13] [www.jelínek-stroje.cz](http://www.jelínek-stroje.cz), Technologie zpracování odpadu, Drtiče, Separátory, Dopravníky; Okružní 279, Jaroměř 3. Osobní konzultace

[14] <http://seznam.normy.biz/pokrocile-hledani.php?znak=6315>

[15] <http://www.env.cz/>

[16] [www.montstav.cz](http://www.montstav.cz)

[17] <http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/196455-pneumatika>



## SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1:Pneumatika s duší.....</i>	<i>6</i>
<i>Obrázek 2:Bezdušová pneumatika.....</i>	<i>6</i>
<i>Obrázek 3:Konstrukční typy pneumatik.....</i>	<i>7</i>
<i>Obrázek 4:Řez novodobou pneumatikou.....</i>	<i>10</i>
<i>Obrázek 5:Protektorování technologií“za studena“.....</i>	<i>15</i>
<i>Obrázek 6:Protektorování technologií“za tepla v lisu“.....</i>	<i>16</i>
<i>Obrázek 7:Proces drcení pneumatiky(dvouhřídelový drtič).....</i>	<i>30</i>
<i>Obrázek 8:Velikost výstupní frakce.....</i>	<i>30</i>
<i>Obrázek 9:Výstupní frakce mezidrtiče.....</i>	<i>32</i>
<i>Obrázek 10:Permanentní závěsný magnet s pásem.....</i>	<i>33</i>
<i>Obrázek 11:Schéma jednotlivých stanovišť operace drcení.....</i>	<i>35</i>


## SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1:Přehled významných roků ve výrobě pneumatiky.....</i>	<i>1</i>
<i>Tabulka 2:Materiálové složení pryže pneumatik.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabulka 3:Výhřevnost materiálu.....</i>	<i>18</i>

## SEZNAM TABULEK

<i>Příloha č.1 Atest pro produkt FS550 GR používán v dopravě.....</i>	<i>43</i>
<i>Příloha č.2Výkres separačního zařízení.....</i>	<i>47</i>

# Průloha č.1; 1 list: Atest pro produkt FS550 GR používán v dopravě



**ATEST**  
**č. 462200247/A**  
 na vzorek:  
**PRAGOEELAST s. r. o.**  
 zadavatele (výrobce):  
**Na Chkánce 2, 153 02 Praha 5 – Radotín, CZ**  
 IČ 62954610

Průzkový kompozit na bázi druhových surovin typ FS 550 GR

Hodnoty technických parametrů


Měřená veličina	Zkušební norma	Jedn.	Výsledná hodnota <sup>1)</sup>	Údaj o nejistotě měření <sup>2)</sup>
Objemová hmotnost	ČSN EN ISO 845	kg.m <sup>-3</sup>	567,4	7,1
Tvrdost Shore A	ČSN ISO 7619	*Sh A	40,0 <sup>3)</sup>	4,9 <sup>4)</sup>
Ochrzová pružnost Schob	ČSN 62 1480	%	42,0 <sup>5)</sup>	0,0 <sup>6)</sup>
Pevnost v tahu	ČSN ISO 37	MPa	0,46 <sup>7)</sup>	0,09 <sup>8)</sup>
Táhnout	ČSN ISO 37	%	51	29 <sup>9)</sup>
Strukturní pevnost Graves (bez zářezů)	ČSN 62 1459	N/mm	4,1	1,6 <sup>10)</sup>
Modul pružnosti v tahu	ASTM D 575	MPa	1,31	0,11
Náplň v tahu	ASTM D 575	MPa	0,16	0,03
	20 %	MPa	0,29	0,04
Třaková deformace charakteristika	ASTM D 575	MPa	0,14	0,01
	8 mm	MPa	4,08	0,16
Nastavitelnost	ČSN EN ISO 62	%	17,7	4,01

1) - výsledná hodnota je vyjádřena jako výřezový aritmetický průměr  
 2) - nejistota měření je vyjádřena jako výřezová směrodatná odchylka výřezových průměrů  
 3) - výsledná hodnota je vyjádřena jako medián  
 4) - nejistota měření je vyjádřena jako rozptyl R (K<sub>max</sub> - K<sub>min</sub>)

Měřená veličina	Zkušební norma	Výsledná hodnota N/mm <sup>2</sup>	Zluzení (%)
Statický modul uložení Castl	BN 918 071 - 01	0,029	-
Nízko frekvenční dynamický modul uložení Casewoo	1 Hz	0,042	1,448
	5 Hz	0,045	1,551
	10 Hz	0,047	1,621
	20 Hz	0,055	1,896
	30 Hz	0,054	1,862


**Charakteristiky uložení pro zkušence**

Datum vystavení: 15. 11. 2006  
 Platnost atestu do: 30. 11. 2008



Doc. Ing. Vladimír Klepáček, CSc.  
 ředitel divize zkušebních

Výsledky uvedené v tomto Atestu platí jen pro vzorek namí šikovný  
 Bez písemného souhlasu Institutu pro testování a certifikaci, a. s. se Atest nesmí reprodukovat jinak než celý!



**INSTITUT PRO TESTOVÁNÍ A CERTIFIKACI, a. s.**  
 certifikovaný podle ČSN EN ISO 9001  
 ul. T. Bati 299, 764 21 Zlín  
**Zkušební laboratoř**

Atestovaná zkušební laboratoř • Atestovaná kalibrační laboratoř • Certifikovaný orgán pro výzkumy • Certifikovaný orgán systémů jakosti  
 Atestovaný orgán • Atestovaný orgán 224 • Certifikovaný orgán 1023  
 tel: +420 577 601 281 fax: +420 577 601 278 e-mail: info@itest.cz www.itest.cz

Počet stran: 7  
 Strana: 2 č. j. 462200247/A

**Pops a identifikace vzorků:**  
 Zkušební vzorek – Průzkový kompozit na bázi druhových surovin typ FS 550 GR  
 - byl převzat ke zkoušení a zaevidován pod číslem 2631P/06/A.

**Zadání:**  
 Vyhodnocení fyzikálně mechanických vlastností průzkového kompozitu na bázi druhových surovin, typ FS 550 GR pro aplikace v průmyslu a stavebnictví.

**Příprava zkušebních těles:**  
 Zkušební tělesa byla z hotového výrobku připravena na potřebnou tloušťku 2 mm a 12,5 mm šířkám, následně vysychována. Stanovení charakteristik uložení pro želatinu bylo provedeno na původní tloušťce vzorku.

**Použití metody zkoušení:**

1. Stanovení objemové hmotnosti podle ČSN EN ISO 845
2. Stanovení tvrdosti pryže Shore A podle ČSN ISO 7619
3. Ochrzová pružnost podle ČSN 62 1480
4. Stanovení tahuových vlastností pryže podle ČSN ISO 37
5. Stanovení strukturální pevnosti Graves podle ČSN 62 1459
6. Modul pružnosti v tahu ASTM D 575
7. Náplň v tahu při 10 a 20 % deformaci ASTM D 575
8. Třaková deformace charakteristika ASTM D 575
9. Třaková deformace v tahu ČSN ISO 815
10. Stanovení odolnosti snížené teplotě podle DIN 16 726
11. Stanovení odolnosti zvýšené teplotě podle DIN 16 726
12. Stanovení nasáklivosti ve vodě ČSN EN ISO 62
13. Statický modul uložení BN 918 071-01, čl. 2.3
14. Nízko frekvenční dynamický modul uložení, frekvence rozsah > 0 Hz až ≤ 40 Hz dle BN 918 071-01, čl. 2.4

**Použití zkušebních zařízení:**

- ad 1. Posuvka digitální MITUTOYO 150 mm, předvážky přesně Gibertini
- ad 2. Tvrdoměr Shore A

Upravené výsledky uvedené v tomto zkušebním protokolu se týkají jen vzorků namí šikovných.  
 Bez písemného souhlasu Institutu pro testování a certifikaci, a. s. se nesmí protokol reprodukovat jinak než celý!



**INSTITUT PRO TESTOVÁNÍ A CERTIFIKACI, a. s.**  
certifikovaný podle CSN EN ISO 9001  
tř. T. Baň 299, 764 21 Zlín  
**Zkušební laboratoř**

Akreditovaná zkušební laboratoř \* Akreditovaná kalibrační laboratoř \* Certifikační orgán pro výrobky \* Certifikační orgán systémů jakosti  
Inspekční orgán \* Akreditovaná osoba 224 \* Notifikační osoba 1023  
tel: +420 577 601 281 fax: +420 577 601 278 e-mail: info@itczlin.cz www.itczlin.cz

Podčet stran: 7  
Strana: 3 z 7, 462200247/A

- ad 3. Přístroj na stanovení odrazové pružnosti Schob  
ad 4.-6. Posuvka digitální MITUTOYO 150 mm, tloušťkoměr MITUTOYO, univerzální třmačí stroj INSTRON 4301  
ad 7.-8 Posuvka digitální MITUTOYO 150 mm, tloušťkoměr MITUTOYO, univerzální třmačí stroj INSTRON 6025  
ad 9. Posuvka digitální MITUTOYO 150 mm, tloušťkoměr MITUTOYO, horkovzdušná susšna KCW 100  
ad 10. Mrazicí box  
ad 11. Horkovzdušná susšna KCW 100  
ad 12. Posuvka MITUTOYO 150 mm, přesné předevážky GILBERTINI, susšna horkovzdušná KCW 100, expoziční nádoby na destilovanou vodu  
ad 13. Posuvka digitální MITUTOYO 150 a 300 mm, univerzální třmačí stroj INSTRON 0025  
ad 14. Posuvka digitální MITUTOYO 150 a 300 mm, INSTRON FastTrack™ 8870

**Podmínky kondicionování :**

- ad 1.-11. Doba 24 h, teplota 23 °C, relativní vlhkost 50 %

**Podmínky zkoušky:**

- ad 1. Zkušební teplota 23° C, relativní vlhkost 50%, zkušební tělesa (50 x 50 x 50) mm  
ad 2. Zkušební teplota 23° C, relativní vlhkost 50%, přítlak 10 N, doba 3 s  
ad 3. Zkušební teplota 23° C, relativní vlhkost 50%  
ad 4. Rychlost trhání 50 mm/min, tížnost měřena extenzometrem, typ zkušebního tělesa č. 1, pracovní část 25 mm, šířka 6 mm, zkušební tělesa šípána na tloušťku 2 mm  
ad 5. Rychlost trhání 50 mm/min, GRAVES bez zářezů, zkušební tělesa šípána na tloušťku 2 mm  
ad 6. Rychlost sřlakování 1 mm/min, zkušební těleso Ø 29 mm, zkušební tělesa šípána na výšku 12,5 mm  
ad 7. Rychlost sřlakování 1 mm/min, zkušební těleso Ø 29 mm, zkušební tělesa šípána na výšku 12,5 mm, deformace 10 a 20 %  
ad 8. Rychlost sřlakování 10 mm/min, zkušební těleso Ø 29 mm, zkušební tělesa šípána na výšku 10 mm, deformace při 1 až 8 mm  
ad 9. Zkušební těleso Ø 29 mm, deformace 25 %, podmínky expozice : 70° C/72 h, 100° C/24 h  
ad 10. Zkušební teplota - 20° C, doba expozice 2 h  
ad 11. Zkušební teplota 80° C, doba expozice 6 h  
ad 12. Zkušební tělesa 50 x 50 x t; zkušební tělesa v expoziční nádobě a zařizena proti vztlaku; doba expozice 24 hod. podle metody I.  
ad 13. Zkušební těleso šřverec 200 x 200 mm, tloušťka 25 mm, rychlost zatěžování 1 mm/min., dolní napětí 0,02 N/mm<sup>2</sup>, horní napětí 0,10 N/mm<sup>2</sup>, zatěžovací cyklus na normním napětí 0,11 N/mm<sup>2</sup>

Upozornění: Výsledky uvedené v tomto zkušebním protokolu se vztahují jen vortká nání zkoušených.  
Bez písemného souhlasu Institutu pro testování a certifikaci, a.s. se nesmí protočit reprodukci jinak než celý !



**INSTITUT PRO TESTOVÁNÍ A CERTIFIKACI, a. s.**  
certifikovaný podle CSN EN ISO 9001  
tř. T. Baň 299, 764 21 Zlín  
**Zkušební laboratoř**

Akreditovaná zkušební laboratoř \* Akreditovaná kalibrační laboratoř \* Certifikační orgán pro výrobky \* Certifikační orgán systémů jakosti  
Inspekční orgán \* Akreditovaná osoba 224 \* Notifikační osoba 1023  
tel: +420 577 601 281 fax: +420 577 601 278 e-mail: info@itczlin.cz www.itczlin.cz

Podčet stran: 7  
Strana: 4 z 7, 462200247/A

- ad 14. Zkušební těleso šřverec 200 x 200 mm, tloušťka 25 mm, dolní napětí 0,02 N/mm<sup>2</sup>, horní napětí 0,10 N/mm<sup>2</sup>, frekvence 1,5; 10; 20; a 50 Hz, vyhodnocovací čas 10s po začátku dynamického zatěžování.  
Zrušení Hz je definováno v závislosti na frekvenci:  
Zrušení Hz = \_\_\_\_\_ nízkofrekvenční dynamický modul uložení C<sub>dyn</sub>  
statický modul uložení C<sub>stat</sub>

**Výsledky zkoušek:**

- Výsledky zkoušek jsou uvedeny v tabulce na stranách 5 a 6.

Upozornění: Výsledky uvedené v tomto zkušebním protokolu se vztahují jen vortká nání zkoušených.  
Bez písemného souhlasu Institutu pro testování a certifikaci, a.s. se nesmí protočit reprodukci jinak než celý !



**INSTITUT PRO TESTOVÁNÍ A CERTIFIKACI, a. s.**  
certifikovaný podle ČSN EN ISO 9001  
řt. T. Bati 299, 764 21 Zlín

**Zkušební laboratoř**

Aktuální zkušební laboratoř \* Aktuální kalibrační laboratoř \* Certifikační orgán pro výroby \* Certifikační orgán systémů jakosti  
Inspekční orgán \* Autorizovaná osoba 234 \* Notifikovaná osoba 1023  
tel: +420 577 601 281 fax: +420 577 601 278 e-mail: info@itczlin.cz www.itczlin.cz  
Počet stran: 7  
5 čl. J. 402200247/A

**Tab. č. 1 - Pryzový kompozit na bázi druhotných surovin FS 550 GR,**  
ev. číslo 263/1P/06/A

Měřená veličina	Jednotka	Výsledek měření <sup>1)</sup>	Údaj o nejistotě měření <sup>2)</sup>	$K_{max}$	$K_{min}$
Objemová hmotnost	kg.m <sup>-3</sup>	567,4	7,1	584,7	550,4
Tvrdost Shore A	°Sh A	40 <sup>3)</sup>	4 <sup>4)</sup>	43	39
Odhrazová pružnost Schob	%	42 <sup>3)</sup>	0,0 <sup>4)</sup>	42	42
Pevnost v tahu	MPa	0,46 <sup>3)</sup>	0,09 <sup>4)</sup>	0,50	0,41
Táhnost	%	51 <sup>3)</sup>	26 <sup>4)</sup>	67	41
41) Strukturální pevnost Graves (bez zářezu)	N/mm	4,11 <sup>3)</sup>	1,56 <sup>4)</sup>	4,86	3,30
Modul pružnosti v tlaku	MPa	1,31	0,11	1,44	1,17
Náplet v tlaku	10 % MPa	0,16 0,29	0,03 0,04	0,21 0,35	0,12 0,24
Tlak deformace charakteristika	MPa	0,14 0,25 0,39 0,56	0,01 0,01 0,01 0,02	0,15 0,27 0,42 0,60	0,12 0,22 0,33 0,49
		0,83	0,03	0,96	0,75
		1,21	0,04	1,31	1,05
		2,09	0,06	2,26	1,87
		4,08	0,16	4,58	3,63
Trválá deformace v tlaku (100° C/24 h) (70° C/72 h)	%	96,5	1,0	97,8	94,4
Nasákavost ve vodě	%	72,9	0,09	74,3	71,3
		17,69	4,91	21,16	14,12

- Legenda:**  
1) - výsledná hodnota je vyjádřena jako výběrový aritmetický průměr  
2) - nejistota měření je vyjádřena jako výběrová směrnicová odchylka výběrových průměrů  
3) - výsledná hodnota je vyjádřena jako mezní hodnota  
4) - nejistota měření je vyjádřena jako rozptíl R ( $K_{max} - K_{min}$ )

*Upozornění: Výsledky uvedené v tomto zkušebním protokolu se týkají jen vzorků namí zkušebních.  
Bez písemného souhlasu Institutu pro testování a certifikaci, a.s. se nesmí protokol reprodukovat jinak než celý!*



**INSTITUT PRO TESTOVÁNÍ A CERTIFIKACI, a. s.**  
certifikovaný podle ČSN EN ISO 9001  
řt. T. Bati 299, 764 21 Zlín

**Zkušební laboratoř**

Aktuální zkušební laboratoř \* Aktuální kalibrační laboratoř \* Certifikační orgán pro výroby \* Certifikační orgán systémů jakosti  
Inspekční orgán \* Autorizovaná osoba 234 \* Notifikovaná osoba 1023  
tel: +420 577 601 281 fax: +420 577 601 278 e-mail: info@itczlin.cz www.itczlin.cz  
Počet stran: 7  
6 čl. J. 402200247/A

**Tab. č. 2 - Pryzový kompozit na bázi druhotných surovin FS 550 GR,**  
charakteristický uložení pro železnice, ev. č. 263/1P/06/A

Měřená veličina	Frekvence Hz	Výsledek zkoušek N/mm <sup>3</sup>	Zrůženu [Hz
Statický modul uložení	-	0,029	-
$C_{stat}$	-	-	-
Nízkofrekvenční dynamický modul uložení, Frekvenční rozsah > 0 až ≤ 40 Hz	1	0,042	1,448
	5	0,045	1,551
	10	0,047	1,621
$C_{dyn}$	20	0,055	1,896
	30	0,054	1,862

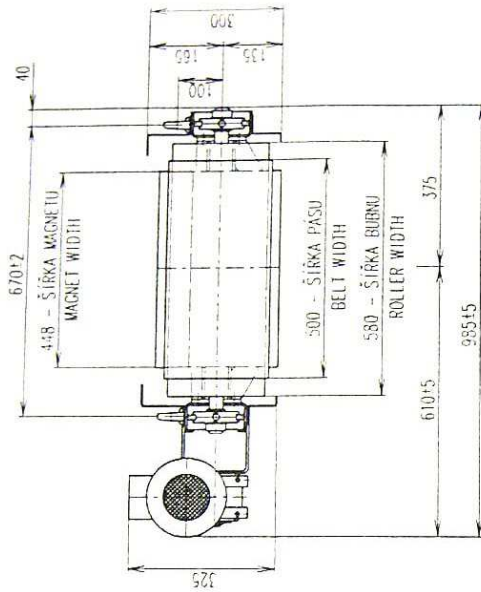
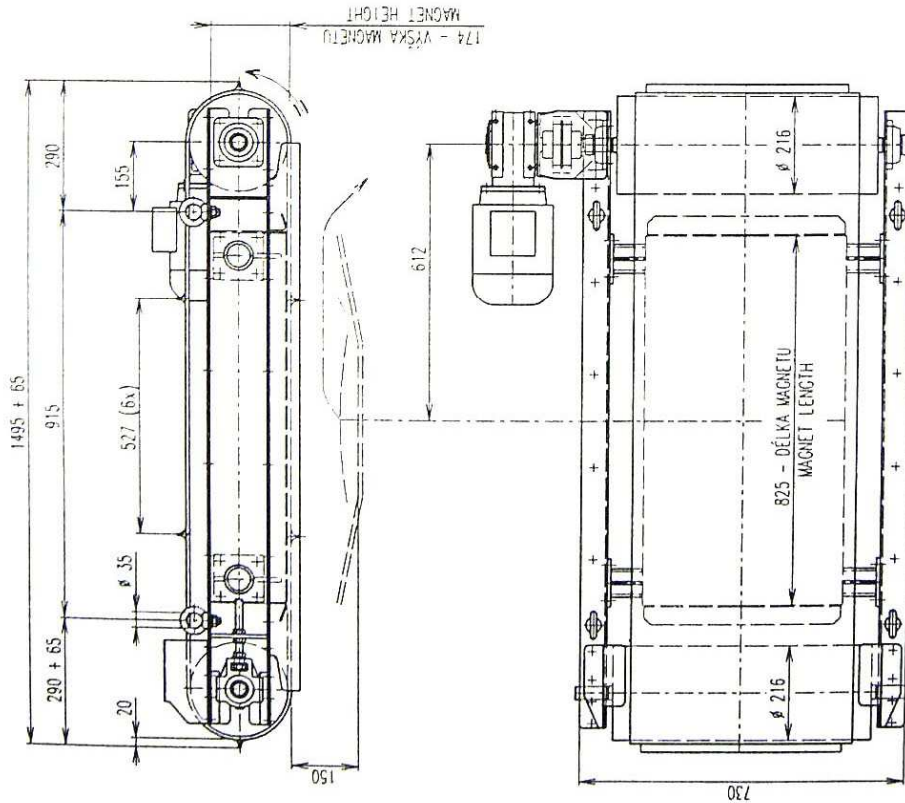
**Zkoušej:**  
ad 1 Blažena Pospíšilová  
ad 2 – 11 Miroslava Špendlířková  
ad 12 Ing. Karel Kusák  
ad 13 Mgr. Roman Dlabaja, Ph.D., Ing. Karel Kusák  
ad 14 Ing. Tomáš Sedláček, Ph.D. (centrum polymerních materiálů UTB Zlín, Fakulta technologická, nám. T.G.M 275, 762 72 Zlín) (vyhodnocení výsledků měření Mgr. Roman Dlabaja, Ph.D. a Ing. Karel Kusák)

*Upozornění: Výsledky uvedené v tomto zkušebním protokolu se týkají jen vzorků namí zkušebních.  
Bez písemného souhlasu Institutu pro testování a certifikaci, a.s. se nesmí protokol reprodukovat jinak než celý!*



# Příloha č.2 : Výkres separačního zařízení

ORIGINAL DRAWING	
A	17.07.03
Author	LF
Check	LF
Date	13.08.07
NEW DESIGN OF MAGNET	
B	
Date	



- Pohon/geared box: BOMF L10L1 M63U/10/P90/814/BS-BNSDLA4,  
 Motor: 400V, 1.5kW, 1400 RPM, IP 54  
 - Otáčky bubnu/drum rotation: 141/min  
 - Pás/belt type: P315/S 4+2mm, délka/length 3160, šířka/width 500,  
 6 žeběr výška/catchers height 20, šířka/width 450  
 - Rychlost pásu/belt speed: 1.6 m/s

<b>WAMAG</b> SPOL.S R.O.		PROSÍME ODSOUHLASIT APPROVAL PLEASE	
PRŮMYSLOVÝ ÚSTAV PRAHA 4 - ŽITŮV TELEFON: +420 318 599 550 FAX: +420 318 599 522 E-MAIL: info@wamag.cz		Všeobecné Your safe opt.	
Model / Drawn by: LF Date / Date: 13.08.07	Model / Drawn by: LF Date / Date: 13.08.07	Scale: 1:10 Projection: 1st angle	Model / Drawn by: LF Date / Date: 13.08.07
Project / Proj: SEPB Sheet / List: 689	Project / Proj: SEPB Sheet / List: 445	Model / Drawn by: LF Date / Date: 13.08.07	Model / Drawn by: LF Date / Date: 13.08.07
PERM. ZÁVĚSNÝ MAGNET S PÁSEM SEP8080002 PERMANENT OVERBELT MAGNET SEP8080002		ANO - NE YES - NO Datum schváření Date of approval:	
Verze / Revision: 689_000000_B		Podpis Signature: B	