MATERIÁLOVÉ VLASTNOSTI ANTIVIBRAČNÍCH ROHOŽÍ Z PRYŽOVÉHO RECYKLÁTU

MATERIAL PROPERTIES OF ANTIVIBRATION MATTING PRODUCED OF RUBBER RECYCLATE

Dagmar Tvrdková[1]

Abstract

Antivibration matting is elastic material suitable to absorb the vibration and noise. Therefore the utilization in railway and tram tracks is to be recommended. There are two different categories of materials used in the production of the matting. The first one is the new created material used only for the matting. The second one is the production of the matting from rubber recyclate.

The most important attribute for the use of the matting is its static stiffness. During the research randomly chosen patterns of matting were used and the differences in stiffness measured on the dry and wet matting were examined. The outcome of these observation proved that none of the used patterns was in accordance with the requirements.

Keywords

Antivibration mat, absorbability, water absorbtion test, static stiffness

1 ÚVOD

Antivibrační rohože (AVR) jsou elastické plošné prvky vyznačující se velmi dobrými vlastnostmi z hlediska schopnosti absorpce vibrací a hluku. Úspěšně se využívají jako podkladová nebo dělící vrstva mezi zdrojem vibrací a okolní stavbou, resp. zařízením. Uplatňují se především při výstavbě a rekonstrukci kolejových tratí (železnic, tramvají i metra), kde vhodným umístěním zajišťují omezení přenosu otřesů a vibrací z kolejového vozidla do okolního prostředí. Využít je lze též jako pružné podložky pod hlučné stroje nebo do základů budov pro ochranu staveb umístěných v blízkosti různých zdrojů stálých vibrací.

Vhodným materiálem pro všechny uvedené způsoby použití je pryž. Dobře se zde uplatní její elastické a tlumící vlastnosti. Zde můžeme materiál používaný k výrobě AVR rozdělit do dvou kategorií. První kategorii tvoří rohože vyrobené z nového materiálu – syntetické pryže (elastomeru), který je přímo určen k výrobě těchto prvků a do druhé kategorie patří AVR vyrobené z recyklované pryže.

V následujících odstavcích bude pozornost věnována výhradně AVR vyrobeným z recyklované pryže a používaných do konstrukce tělesa železničního spodku. Je zde nastíněna problematika chování uvedených AVR které se při stálém působení vody a následný vliv na změnu některých jejich mechanických vlastností (statická plošná tuhost).

1.1 Výroba AVR z recyklované pryže

Vzhledem k stále stoupajícímu trendu využívání odpadních materiálů účelným způsobem se výrobci zaměřili na zpracování ojetých pneumatik automobilů k výrobě AVR a jiných prvků z drcené pryže. Smyslem těchto tzv. bezodpadových technologií je maximální mírou zpracovat vzniklý odpad, to znamená recyklovat jej a vrátit na trh.

Z ojetých pneumatik lze získat recyklací kvalitní pryžový granulát, který je možno dále zpracovávat stmelováním, pomocí polymerových pojiv, do různých typů produktů. Při této technologii se především využívá elastických vlastností pryže, její stálost, dlouhá životnost při relativně neměnných vlastnostech a možnost opětovné recyklace, stane-li se daný výrobek zastaralým, nepotřebným, či jinak dále nevyužitelným.

AVR se vyrábějí jako plošné prvky ve tvaru desek a jejich tvar musí umožňovat při jejich pokládce co nejméně spojů. Jednotlivé prvky se spojují systémem zámků, lepením nebo přelepením spár krycími pásky či se jinak mechanicky upevňují na konstrukce.

1.2 Použití AVR v konstrukci železničního spodku

AVR se zpravidla kladou na urovnanou a zhutněnou zemní pláň nebo na pláň tělesa železničního spodku. Způsob pokládky AVR je závislý na druhu použití, ve své podstatě je ale třeba vždy pamatovat na to, že AVR jakékoliv tvrdosti a houževnatosti vždy potřebují pevný a rovný podklad, vůči kterému tvoří izolační vrstvu. Únosnost zemní pláně musí splňovat požadavky podle Přílohy 4 předpisu SŽDC S4 Železniční spodek. Systém spojování jednotlivých prvků musí dlouhodobě zajišťovat pevnost a nepropustnost spoje. Spojování desek a pásů technikou na sraz je tedy nepřípustné. Povrch AVR musí zajistit řádný odtok srážkové vody do odvodňovacích zařízení. Běžně vyráběné AVR nezajišťují výztužnou, filtrační, drenážní ani hydroizolační funkci.

[1] Dagmar Tvrdková, Ing., České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Katedra železničních staveb, Thákurova 7, 166 29 Praha 6, dagmar.tvrdkova@fsv.cvut.cz

Požadavky na technické vlastnosti antivibračních rohoží jsou uvedeny v návrhu OTP Antivibrační rohože v tělese železničního spodku. Při výběru druhu antivibrační rohože je rozhodující vlastností požadovaná hodnota statické plošné tuhosti $C_{(A)stat}$ v N.mm^{-3} (viz tab. 1), pro odpovídající návrhovou rychlost v km.h^{-1}.

Tab. 1 *Požadované hodnoty statické plošné tuhosti antivibrační rohože v závislosti na návrhové rychlosti*

Návrhová rychlost *V* v km.h^{-1}	**Statická plošná tuhost $C_{(A)stat}$ v N.mm^{-3}**
$V \leq 120$	$0{,}03 \leq C_{(A)stat} \leq 0{,}05$
$120 < V \leq 220$	$0{,}05 < C_{(A)stat} \leq 0{,}10$
$220 < V$	$0{,}10 < C_{(A)stat} \leq 0{,}15$

1.3 Typy zkoušených AVR a jejich vlastnosti udávané výrobcem

Pro zkoušky nasákavosti bylo zvoleno pět vzorků AVR z recyklované pryže od tří různých výrobců. Vzorky byly označeny následovně: AV800-1 (firma Renogum – NILOS), FS700GR-1 (firma Pragoelast), BELAR-1, BELAR-S-1, BELAR-HP-N (firma BELAR).

1.3.1 AVR firmy Renogum - NILOS

AVR firmy Renogum – NILOS jsou vyrobeny z pryžového granulátu stmeleného polyuretanovým pojivem. Desky jsou vyráběny ve čtyřech tvarových variantách od 500 x 500 mm do 2000 x 1000 mm a tloušťky těchto desek se pohybují mezi 23 a 30 mm. Objemová hmotnost je odlišná pro různé typy rohoží a pohybuje se v rozmezí od 600 do 1000 ± 50 kg.m^{-3}. Tyto AVR mají být odolné vůči působení destilované vody, vodných roztoků kyselin, zásad i solí, vůči mikrobům a jsou chemicky neutrální.

1.3.2 AVR firmy Pragoelast

AVR firmy Pragoelast jsou vyráběny taktéž z pryžového granulátu získaného z odpadních pneumatik. Tyto rohože lze dodávat podle technických požadavků zákazníka v rozměrech 2000 x 1000 mm nebo menších přířezech a v tloušťkách od 5 do 60 mm. AVR typu FS700GR mají běžnou garanci 5 let a při dodržení stanovených podmínek technologie montáže až 25 let životnost.

1.3.3 AVR firmy BELAR

AVR firmy BELAR jsou vyráběny z elastické kompozitní hmoty zhotovené z pryžového granulátu spojeného polybutadien-polyuretanovým pojivem. Standardní rozměry těchto rohoží jsou 500 x 1500 mm a tloušťka 10 až 50 mm. Provedení hran je rovné nebo se zámkem. Objemová hmotnost těchto rohoží dosahuje hodnot od 650 do 1100 kg.m^{-3}. Tyto rohože by dále měly splňovat tyto vlastnosti: odolnost vůči hydrolýze v horké páře, vůči působení vodných roztoků kyselin, zásad, solí, destilované a mořské vody. BELAR je též odolný vůči mikrobům a je chemicky neutrální. Hmota není odolná vůči transformátorovému oleji.

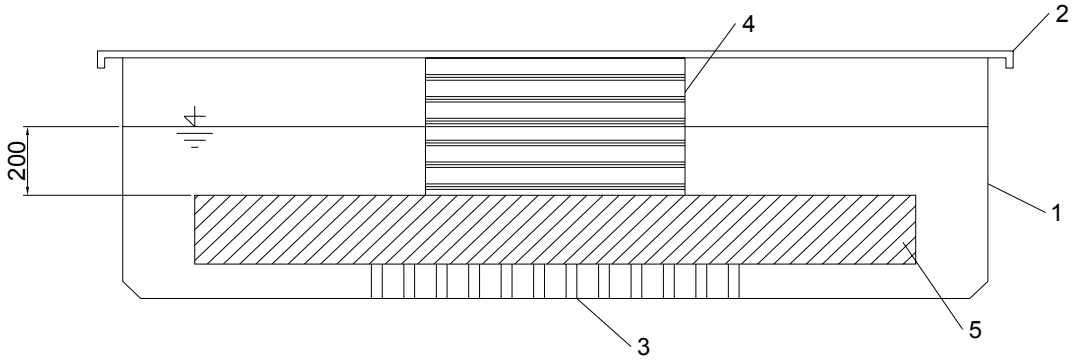
2 MĚŘENÍ NASÁKAVOSTI AVR

Nasákavostí (n) rozumíme maximální množství kapaliny nasáklé do materiálu AVR při ponoření do destilované vody za pokojové teploty, vyjádřené jako procento z hmotnosti nenasyceného vzorku.

Pro měření nasákavosti byly zvoleny vzorky o rozměrech 200 x 200 mm vyříznuté náhodně z desek AVR. Zkušební tělesa byla proměřena s přesností ± 0,01 mm a zvážena s přesností ± 0,1 g.

2.1 Postup měření a pomůcky

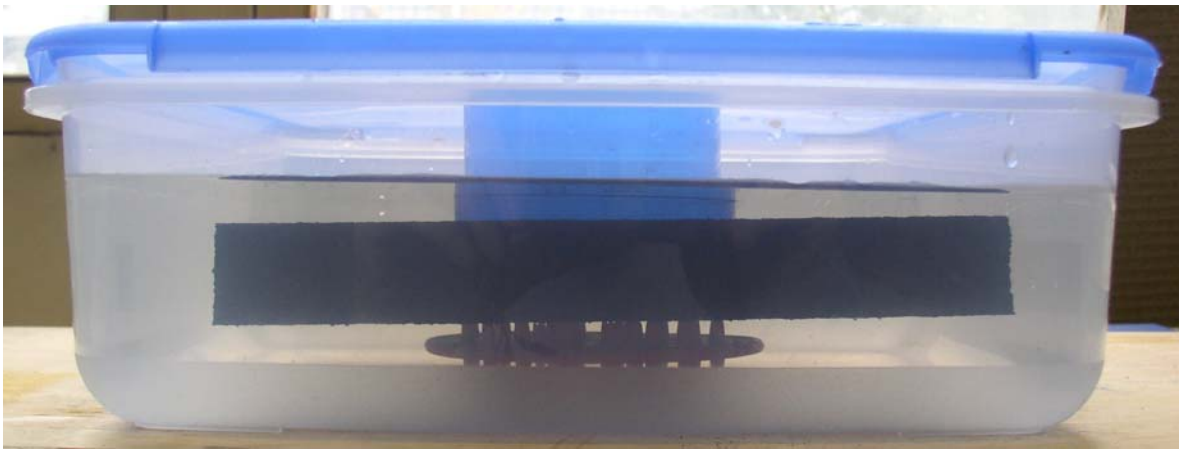
Zkušební tělesa byla po zvážení hmotnosti v nenasyceném stavu (M_0) umístěna do nádoby na podložky z plastu (zabraňující styku zkušebního tělesa se dnem nádoby a zároveň s minimální styčnou plochou). Následně byla nádoba naplněna destilovanou vodou tak, aby hladina vody dosahovala po ponoření zkušebních těles alespoň 2 cm nad jejich horní okraj. Pro docílení ponoru zkušebních těles byly použity plastové nenasákavé „vzpěrky“ kružnicového průřezu, rovněž minimalizující styčnou plochu. Tyto „vzpěrky“ byly zvoleny takové výšky, aby po uzavření nádoby zatlačily těleso do vhodné hloubky a tím bylo docíleno potřebného ponoru. Schéma zkušebního tělesa v průběhu zkoušky je patrné z obr. 1, reálný stav pak z obr. 2.



1 - nádoba
2 - víko
3 - podložka
4 - vzpěrka
5 - zkušební vzorek

Obr. 1 *Schéma zkušebního tělesa během měření nasákavosti*

Takto ponořené zkušební těleso bylo sledováno v různých časových intervalech po dobu 6 týdnů. Před každým měřením bylo vyjmuto z vody, otřeno vlhkým hadrem, zváženo a následně byly opět zjištěny jeho rozměry (s tělesy bylo po celou dobu manipulováno ve vodorovné poloze). Poté se těleso uvedlo do svislé pozice, nechalo vykapat po dobu jedné minuty a opět se zvážilo.



Obr. 2 *Zkušební těleso v nádobě*

2.2 Výsledky měření

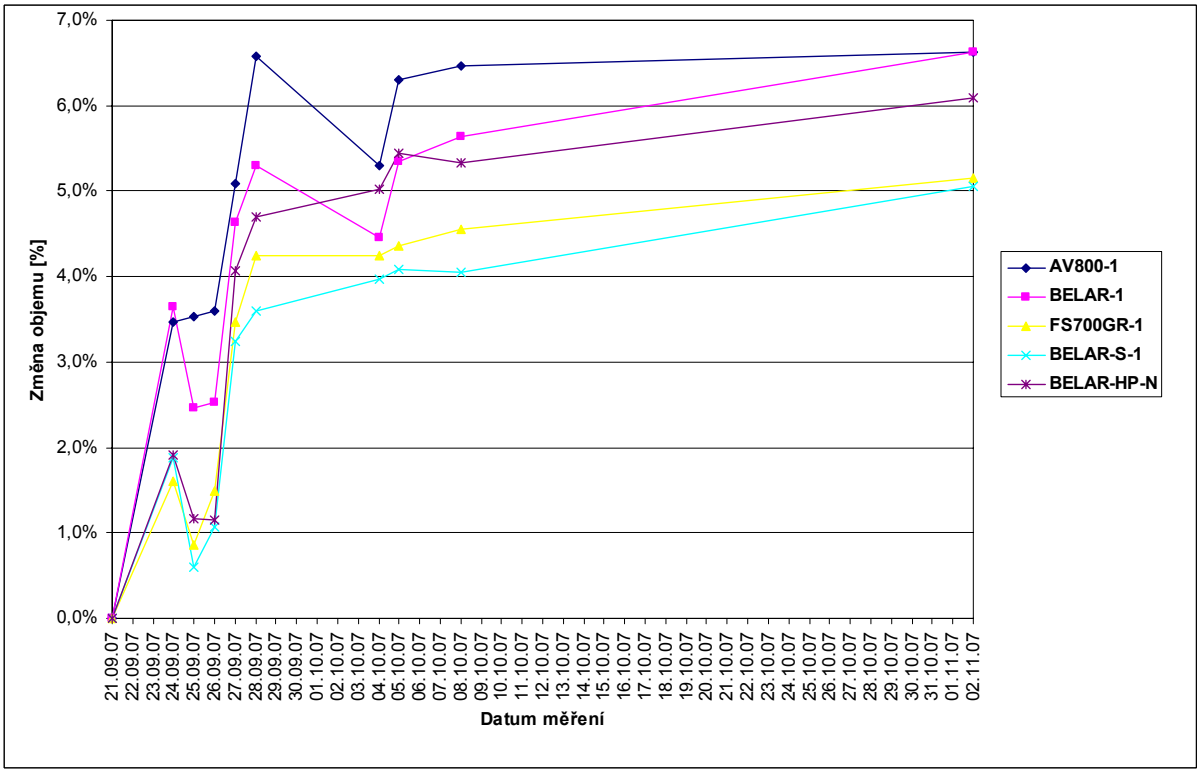
Nasákavost *n* je vyjádřena:

$$n = \frac{100 \cdot (M_t - M_0)}{M_0}, \ [\%] \qquad (1)$$

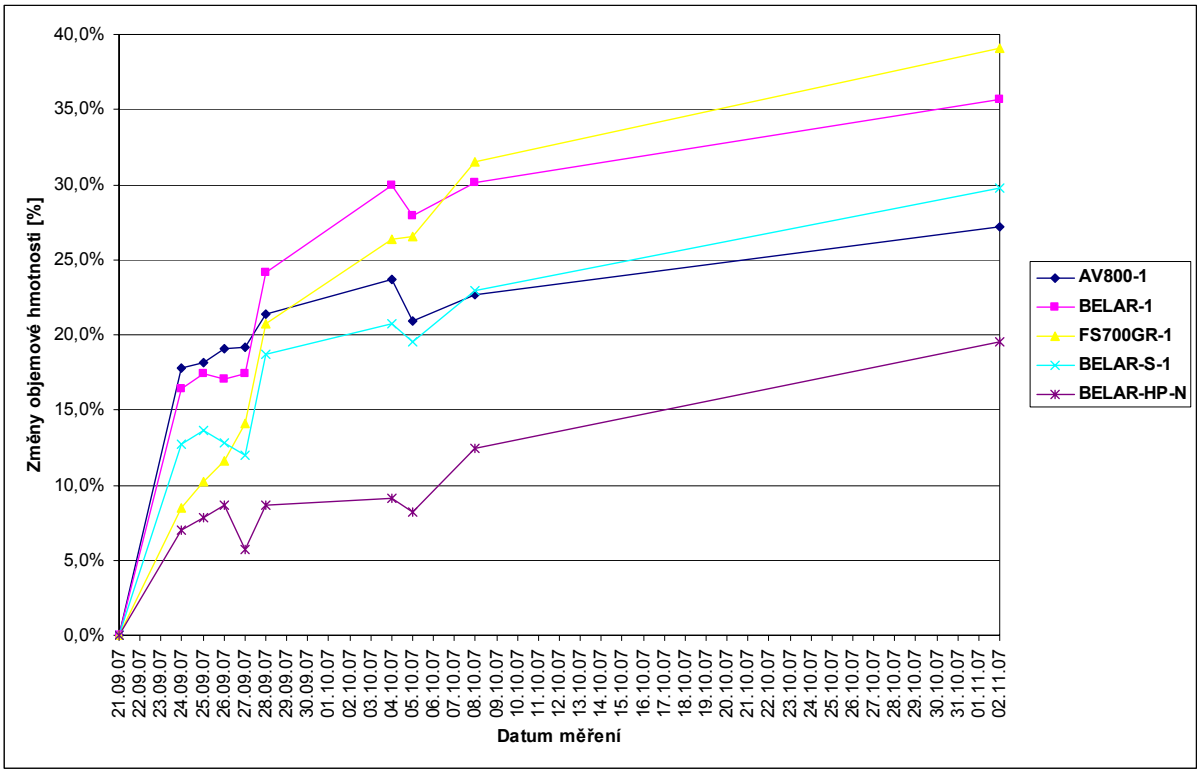
kde M_0 je hmotnost zkušebního tělesa po vysušení váženého na vzduchu [g],

M_t hmotnost zkušebního tělesa nasyceného vodou, otřeného vlhkou látkou váženého na vzduchu [g].

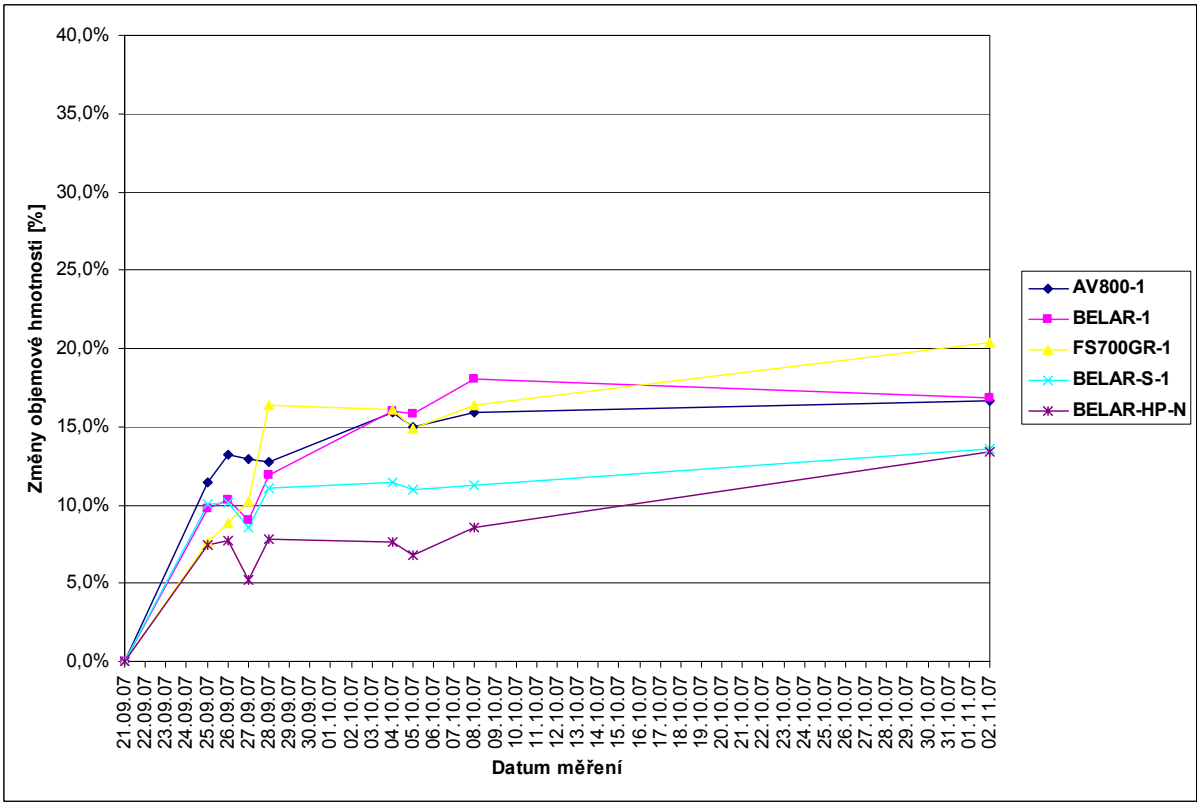
Z měření můžeme získat informace nejen o nasákavosti samotné, ale též o změnách objemu a objemové hmotnosti vzorků AVR v průběhu zkušebního období. Vzhledem k dvěma různým přístupům k měření hmotnosti, máme také různé výsledky objemových hmotností a nasákavostí – bez vykapávání a po vykapání. Výsledky všech měření jsou patrné z grafů 1 až 5.



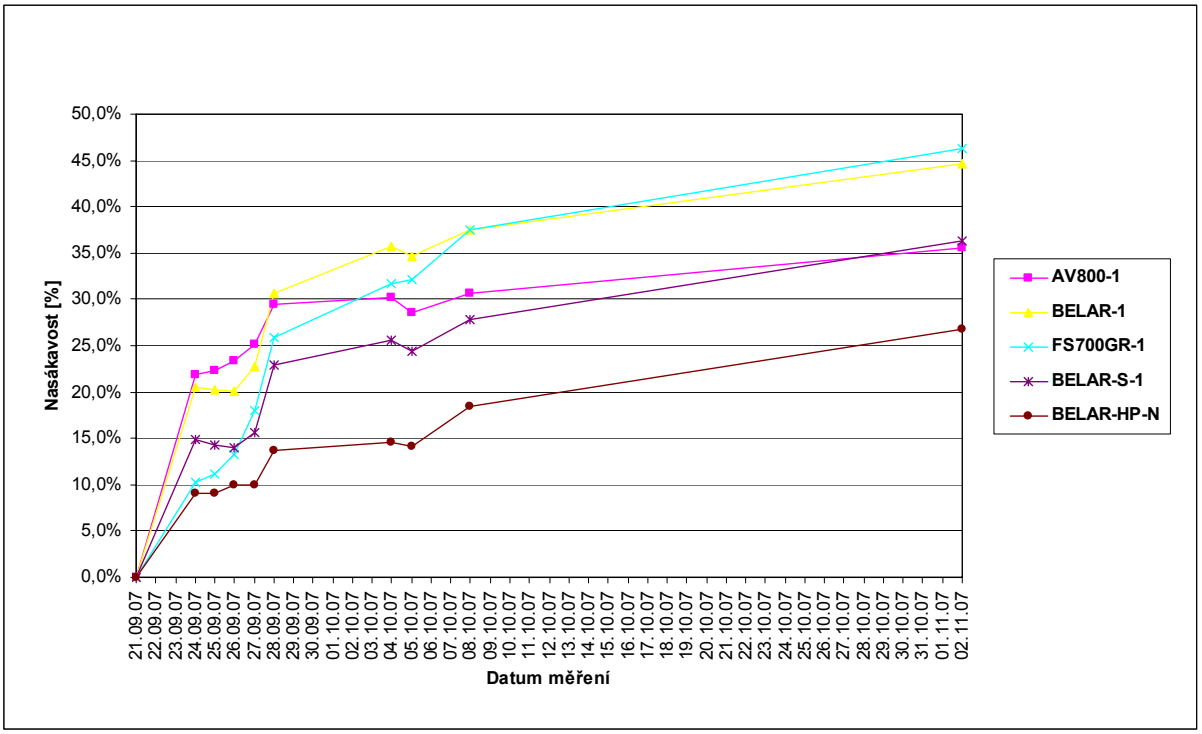
Graf 1 *Změny objemů AVR*



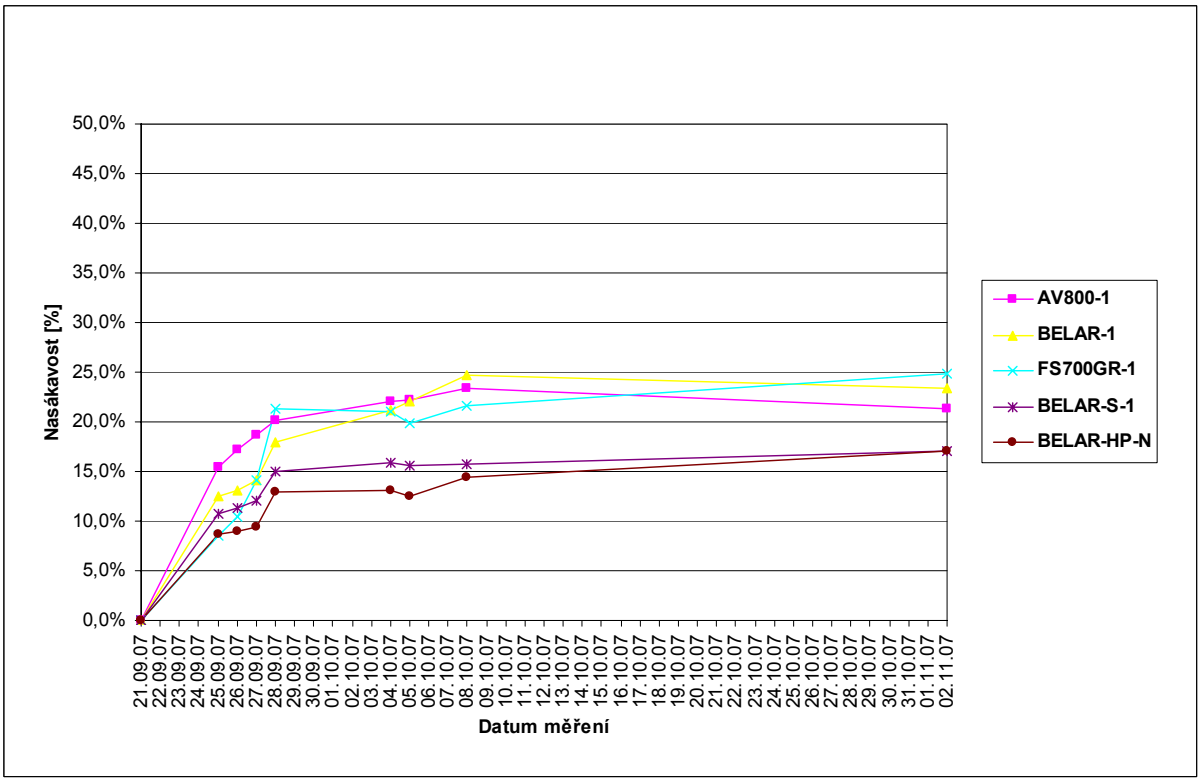
Graf 2 *Změny objemových hmotností AVR měřené bez jejich vykapávání*



Graf 3 *Změny objemových hmotností AVR měřené po jejich vykapání*



Graf 4 *Nasákavost AVR měřená bez jejich vykapávání*



Graf 5 *Nasákavost AVR měřená po jejich vykapání*

3 MĚŘENÍ STATICKÉ PLOŠNÉ TUHOSTI AVR

Statická plošná tuhost $C_{(A)stat}$ [N.mm^{-3}] je základní pružnostní charakteristika AVR. Na vzorcích o rozměrech 200 x 200 mm byla před zahájením zkoušek nasákavosti změřena statická plošná tuhost podle německé metodiky (postup zkoušky viz níže). Po ukončení měření nasákavosti byla opakovaně provedena tato zkouška a stanoven vliv na změnu statické plošné tuhosti nasycených AVR.

3.1 Postup měření

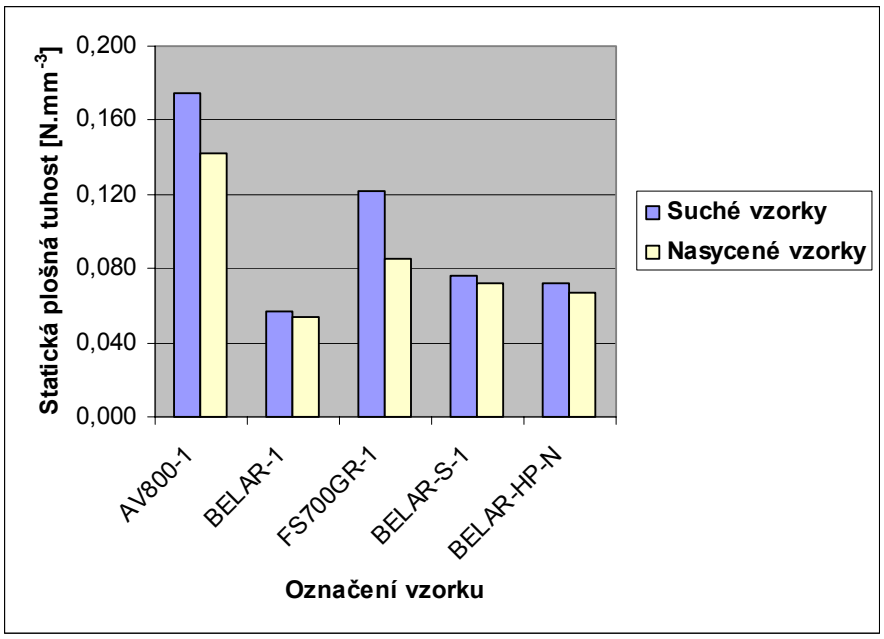
Zkušební těleso se umístí mezi dvě zatěžovací desky a vloží do zkušebního hydraulického lisu. Horní zatěžovací deska se rovnoměrně osadí čtyřmi snímači dráhy tak, aby bylo možné sledovat stlačení zkušebního tělesa. Zkušební těleso se zatěžuje ve třech zatěžovacích cyklech rychlostí 1 mm/min. Maximální hodnota napětí v každém měřícím cyklu musí dosáhnout hodnoty horního napětí zvětšeného o 10 %. Minimální hodnota napětí v každém zatěžovacím cyklu musí dosáhnout hodnoty dolního napětí zmenšené o 50 %. Při zatěžování se kontinuálně sleduje a zaznamenává zatěžovací síla a stlačení zkušebního vzorku [1].

3.2 Výsledky měření

Porovnání výsledků měření statické plošné tuhosti nenasycených a nasycených vzorků je v tabulce 2 a grafu 6.

Tab. 2 *Porovnání statické plošné tuhosti nenasycených a nasycených vzorků*

Statická plošná tuhost $C_{(A)stat}$ [N.mm^{-3}]			
	Nenasycené vzorky	**Nasycené vzorky**	**Rozdíl v %**
AV800-1	0,175	0,142	19%
BELAR-1	0,057	0,054	5%
FS700GR-1	0,122	0,085	30%
BELAR-S-1	0,077	0,072	6%
BELAR-HP-N	0,072	0,067	7%



Graf 6 *Porovnání statické plošné tuhosti nenasycených a nasycených vzorků*

4 ZÁVĚR

Z grafů měření nasákavosti a statické plošné tuhosti AVR vyplývají tyto závěry:

- Změny objemů u všech typů AVR přesáhly 5% původního objemu, což je v konstrukci tělesa železničního spodku nežádoucí.
- Rozdíl objemových hmotností a následně nasákavost byly měřeny dvěma různými způsoby. Při vážení vzorků po vykapání bylo dosahováno menších výkyvů a lze tedy předpokládat, že tento způsob měření je objektivnější.
- Žádný z typů zkoušených AVR nedosáhl požadované maximální nasákavosti 10%.
- Měřením statické plošné tuhosti nenasycených a následně nasycených AVR bylo zjištěno, že ve všech případech je statická plošná tuhost nasycených vzorků nižší, než vzorků nenasycených.

Tento výsledek byl získán za finančního přispění MŠMT ČR, projekt 1M0579.

Literatura

[1] Ing. Martin Lidmila, Ph.D., Metodika použití recyklovaných a odpadních materiálů v konstrukčních vrstvách kolejových staveb, ETAPA 5, Dílčí úkol č. 8, Obecné technické podmínky pro antivibrační rohože v tělese železničního spodku, Fakulta stavební ČVUT v Praze

[2] http://www.renogum-nilos.cz/html/main.php?id=d_antidesky

[3] http://www.waste.cz/waste.php?clanek=pneu-pragoelast.htm

[4] http://www.cideas.cz/free/okno/technicke_listy/3tlv/TL06CZ_2323-3.pdf

[5] http://www.industry-eu.cz/web/pragoelast/

Recenzoval

Martin Lidmila, Ing., Ph.D., ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra železničních staveb, Thákurova 7, 166 29 Praha 6, tel.: 224 354 754, martin.lidmila@fsv.cvut.cz