

Experimentálny výskum vplyvu objemu venca železničného kolesa na trecie vlastnosti brzdových komponentov koľajových vozidiel

Ing. Kristína Kozáková, Katedra dopravnej a manipulačnej techniky

Cieľ projektu

Cieľom tohto projektu je zistenie, aký veľký má vplyv na výsledné trecie vlastnosti zmena objemu venca železničného kolesa pri rovnakých podmienkach skúšobného postupu a pri použití rovnakých typov kompozitných železničných klátikov. Z následného porovnania bude možné zistiť ako veľmi daný parameter ovplyvnil celkové výsledky merania (koeficient trenia a teplota).

Opis projektu

Brzdové systémy sú zásadným bezpečnostným prvkom koľajových vozidiel. S rastúcimi požiadavkami na bezpečnosť a technickú úroveň je potrebné brzdové komponenty dôkladne testovať. Na Katedre dopravnej a manipulačnej techniky sa na tento účel používa zotrvačkový brzdový skúšobný stav certifikovaný podľa UIC 548. Umožňuje realizáciu skúšok v súlade s normami UIC 541-3 (brzdové doštičky) a UIC 541-4 (brzdové klátiky). Laboratórne skúšky sú ekonomicky výhodnejšie než skúšky na trati, no kľúčová je ich opakovateľnosť. Jednou z oblastí, ktorú je potrebné preskúmať, je vplyv objemu venca železničného kolesa počas brzdenia a dopad rôzneho objemu na opakovateľnosť skúšok.

Na vykonanie skúšok je potrebné stanoviť meraciu procedúru ktorá obsahuje základné typy brzdění, aké sa používajú v prevádzke. Meracia procedúra zahŕňa:

brzdění do zastavenia,

brzdění na spáde (konštantný brzdný výkon), ktoré spôsobuje výrazné tepelné namáhanie kolesa. Z tohto dôvodu je do cyklu zaradená aj fáza uvoľňovania vnútorných napätí v kolese.

Pre brzdové skúšky je možné použiť železničné kolesá z prevádzky alebo nové kolesá. V prípade nového železničného kolesa je potrebné upraviť jeho rozmer sústružením tak, aby spĺňal objem predpísaný normou.

Predpísaný objem venca pre kolesá s menovitým priemerom 920 mm a 840 mm je:

- $V = 9,5 \pm 0,5 \text{ dm}^3$.

Minimálne vnútorné priemery venca:

- 920 mm koleso → min. 810 mm,
- 840 mm koleso → min. 730 mm.

Objem venca kolesa sa musí určiť podľa nasledujúceho vzorca:

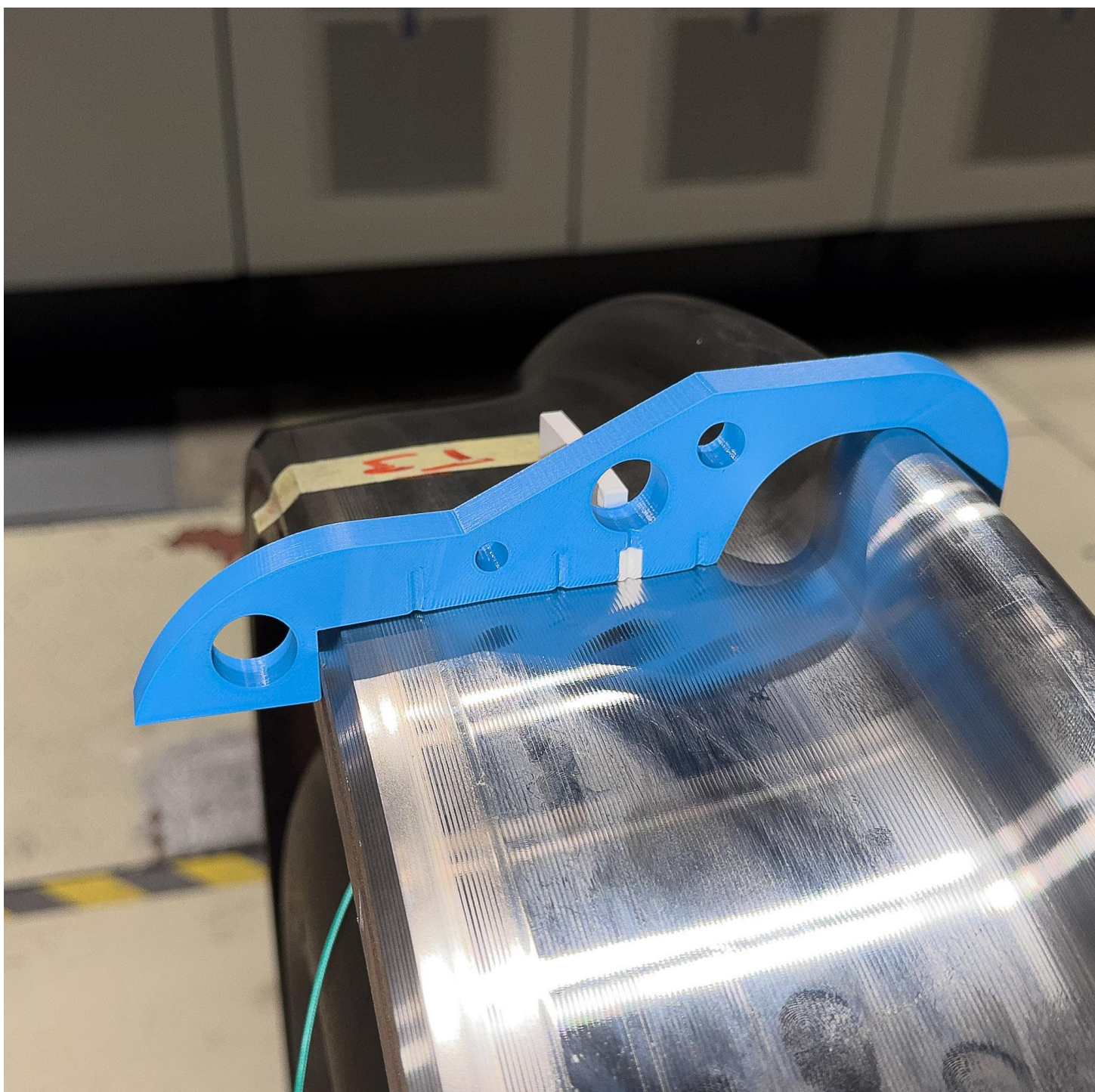
$$v = \frac{\pi \cdot d}{4} \cdot (a^2 - b_1^2)$$

Kde v tomto vzorci: a – priemer kolesa, b_1 – vnútorný priemer venca, d – šírka venca.

Druhá vzorka bude predstavovať objem $12,3 \text{ dm}^3$. Vzorka sa pripraví úpravou hriadeľa, na ktorý sa nalisuje koleso s ložiskami.

Kritickým faktorom je teplota. Meranie sa vykonáva termočlánkami typu K, umiestnenými 5 mm pod povrch venca. Norma UIC 548 definuje presné umiestnenie meracích bodov.

Termočlánky sa inštalujú na kružnici vzdalenej 85 mm od vonkajšej roviny okolesníka. Ďalej sa definujú dve kružnice posunuté o $\pm 30 \text{ mm}$ od polomeru trenia. Otvory sa vŕtajú v uhlovej vzdialenosti 120° , pod uhlom 135° . Pre zvýšenie presnosti sa používajú prípravky na vŕtanie termočlánkov, vyrobené 3D tlačou z materiálu s vysokou tepelnou odolnosťou. Na túto tlač je však potrebné použiť materiál s vyššou tepelnou stabilitou, nakoľko pri vŕtaní dochádza ku značnému generovaniu tepla.



Doterajší priebeh projektu

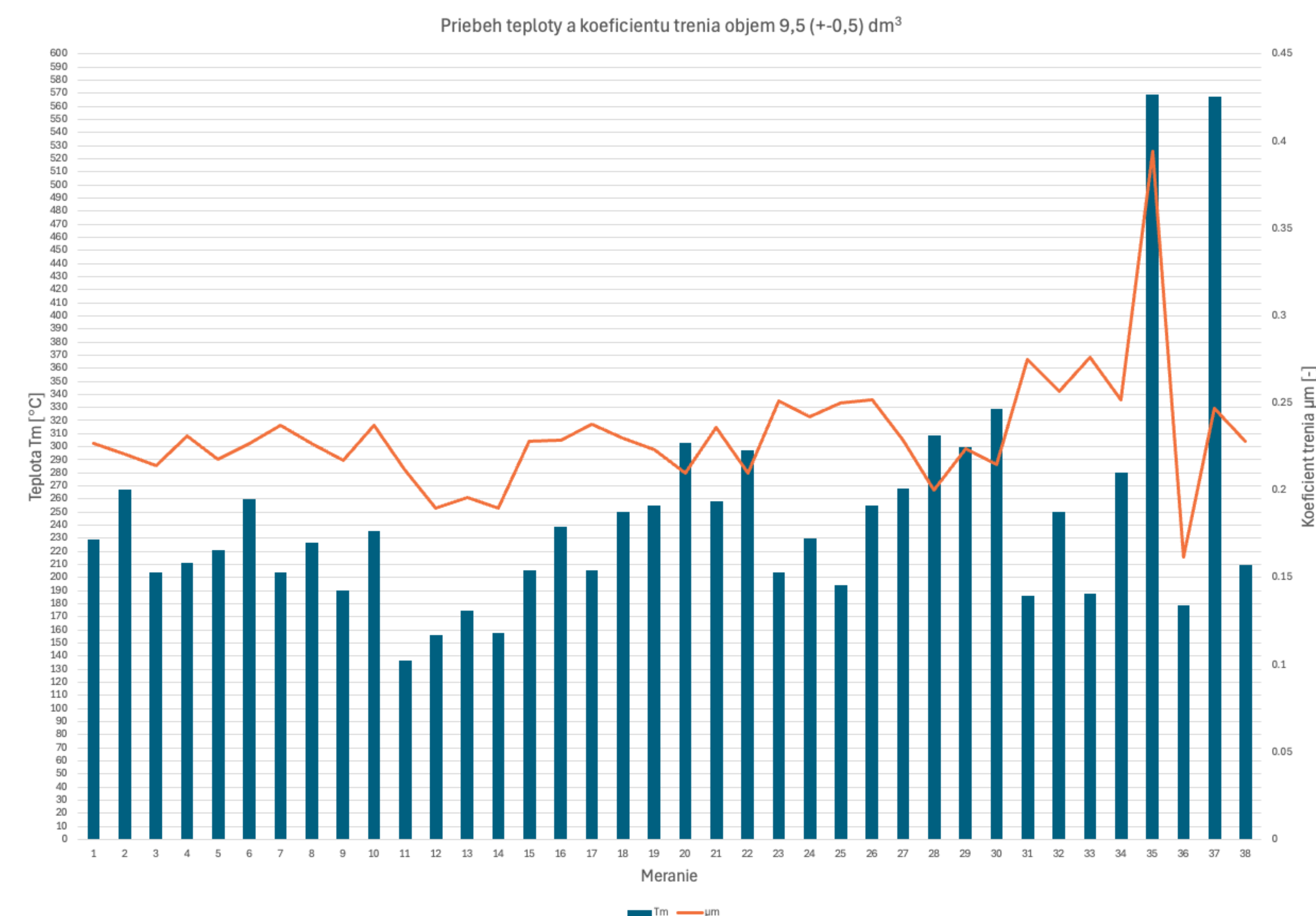
Bol vykonaný set meraní na vzorke, ktorej objem je stanovený normou UIC 548, čiže $9,5 (\pm 0,5) \text{ dm}^3$. Meranie sa skladalo zo 39 brzdových skúšok. Medzi týmito brzdzeniami sú aj brzdění pri vysokých teplotách (bežné brzdění – teplota 60°C):

- brzdění 20-23 začínajú pri teplote 120°C ,
- brzdění 28-31 začínajú pri teplote 160°C .

V prípade brzdění číslo 36 ide o brzdění na spáde, čiže pri stálom výkone 45 kW s trvaním 34 min. Rovnaký typ brzdění je aj 7 a 39, pričom v tomto prípade ide o výkon 10 kW. Brzdění 7 a 39 sa využívajú na uvoľnenie zostatkových napätí v kolese. Tieto brzdění sa vykonávajú pri rýchlosti $70 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Simulovaná hmotnosť počas brzdění bola 9 t a 11.25 t. Tieto hmotnosti predstavovali nezaťažený a maximálne zaťažený stav.

Pri skúškach boli sledované silové priebehy trecej sily a normálovej sily, na základe ktorých bol vypočítaný koeficient trenia. Sledovaná bola aj teplota získaná pomocou merania termočlánkami, ktorá indikuje disipáciu tepla pod povrchom železničného kolesa, čím umožňuje sledovanie opotrebenia teplotnými zmenami.

Na grafe sú znázornené namerané hodnoty pre jednotlivé skúšky pri predpísanom objeme venca železničného kolesa.



Plán ďalších krokov

Vykonanie rovnakého počtu brzdových skúšok (rovnaký typ pre každú skúšku) pre objem venca železničného kolesa $12,3 (\pm 0,5) \text{ dm}^3$.

Spracovanie nameraných údajov do grafov.

Porovnanie nameraných údajov s údajmi pre objem $9,5 (\pm 0,5) \text{ dm}^3$ a vyhodnotenie vplyvu objemu venca pri jeho zmene na opotrebenie a priebeh teploty.