

Napínanie trolejového vedenia ako fyzikálny problém teplotnej rozťažnosti materiálu



Peter ONDERČO, Jan RYBÁŘ, Rastislav VAJGEL

Strojnícka fakulta, Slovenská technická univerzita, Bratislava, Slovenská republika
Dopravný podnik Bratislava, a. s., Bratislava, Slovenská republika

❖ **Fyzikálna podstata kontaktu zberača a trolejového vedenia**

Kontakt medzi zberačmi trolejbusu a trolejovým vedením predstavuje fyzikálny problém interakcie pevného pružného systému s elektricky vodivým rozhraním. Kvalita tohto kontaktu priamo ovplyvňuje stabilitu prenosu elektrickej energie, vznik strát a mieru mechanického opotrebenia súčastí

❖ **Vplyv kontaktnej sily na prenos energie a opotrebenie**

Z fyzikálneho hľadiska ide o dynamický kontakt, v ktorom sa normálová sila mení v čase v závislosti od pohybu vozidla, nerovností trolejového vedenia i povrchu cesty a elastických vlastností zberačovej sústavy. Pri nízkej kontaktnej sile dochádza k prerušovaniu elektrického spojenia, vzniku mikroskopických oblúkov a zvýšeniu prechodového odporu. Naopak, vysoká kontaktná sila zvyšuje trecie sily, energetické straty a urýchľuje degradáciu uhlíkových kontaktov aj samotného trolejového vodiča

❖ **Mechanika kontaktu a dynamické správanie systému**

Príspevok sa zaoberá rovnováhou týchto procesov z hľadiska mechaniky kontaktu a elektrického prenosu. Kontakt je aproximovaný pomocou teórie elastického dotyku, kde veľkosť skutočnej kontaktnej plochy závisí od normálovej sily a materiálových vlastností oboch sústav. Dynamické správanie systému je ovplyvnené aj vibráciami vznikajúcimi pri jazde, ktoré spôsobujú časovo premenlivé zaťaženie a fluktuácie elektrických parametrov kontaktu

❖ **Experimentálne meranie kontaktnej sily**

Súčasťou práce je aj experimentálny prístup založený na meraní kontaktnej sily pomocou integrovaných senzorov v zberačovej hlave. Získané dáta umožňujú analyzovať priebeh kontaktnej sily v reálnych prevádzkových podmienkach, vrátane prechodov cez nerovnosti trate a zmeny rýchlosti

❖ **Optimalizácia kontaktnej sily a prevádzkové prínosy**

Výsledky ukazujú, že vhodne zvolený rozsah kontaktnej sily vedie k zníženiu energetických strát, obmedzeniu opotrebenia a zvýšeniu stability elektrického spojenia počas prevádzky trolejbusu

❖ **Funkcia závaží v napínacom systéme**

Závažia regulujú iba ťah vo vodiči a nemajú vplyv na samotnú kompenzáciu z hľadiska teploty. Podľa zmeny teploty sa nám na základe tepelnej rozťažnosti medzi budú iba posúvať závažia cez kladku. Dĺžka posunu závisí od zmeny teploty, dĺžky kotevného úseku a od počtu kladiek

$$\Delta l = \sum_{i=1}^n a_i \cdot \alpha \cdot (t - t_0) \quad (2.6/2)$$

$[m, m, 1/^{\circ}C, ^{\circ}C]$

Výpočtové vzorce na závažia

$$\Delta l = \sum_{i=1}^n a_i \cdot \left[\alpha \cdot (t - t_0) + \frac{\sigma_H - \sigma_{H0}}{E} \right] \quad (2.6/1)$$

$[m, m, 1/^{\circ}C, ^{\circ}C, kg/mm^2]$

❖ **Vplyv teplotnej rozťažnosti na polohu závaží**

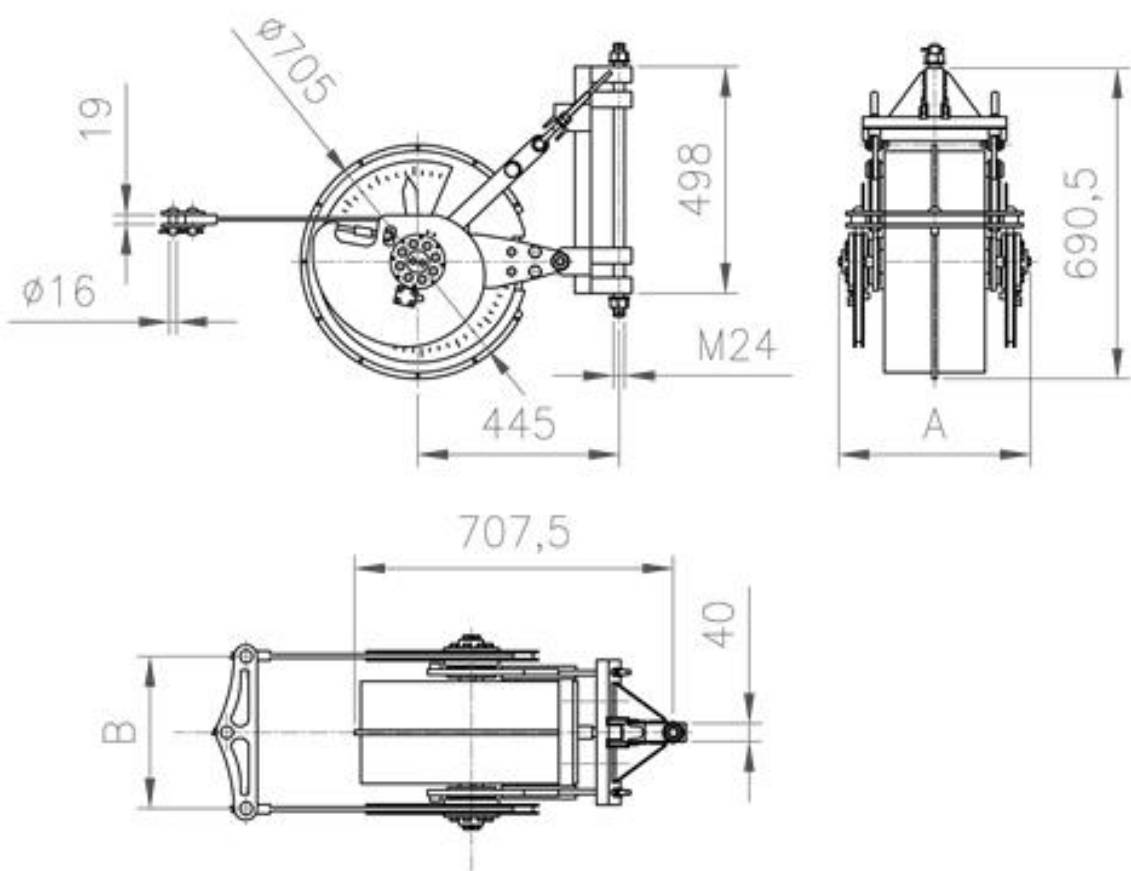
Počet závaží určuje teda ťah trolejového vodiča. Maximálne namáhanie trolejového vodiča je 100 MPa – čo je 100 N/mm², čiže ak by sme napínali na plnú silu trolejový vodič, mali by sme pri 150 mm² vodiči (električka) napínať trolej silou 15 kN, ak použijeme kladkostroj s prevodom 1:2, tak by sme tam mali dať závažie 750 kg.

❖ **Ťah trolejového vodiča a dimenzovanie závaží**

Ako sa ukázalo v praxi trolejový vodič sa napína na menej ako 100 N/mm². Je to 20 závaží, jedno závažie má asi 25 kg (katalóg ESKO), čiže je to 500 kg a kladky s prevodom 1:2. Na modernizovaných tratiach sa miesto kladkového prevodu so závažím inštaluje TENZOREX. Je to strunový napínač, ktorý je už z výroby nastavený podľa výpočtov projektanta.



Tenzorex



Kladkový prevod 1:2 so závažím

Podakovanie:

Príspevok vznikol s podporou projektu KEGA 028STU-4/2026 „Implementácia moderných vzdelávacích metód založených na vedecko-technickom prístupe k metrologickému zabezpečeniu mestských dráh“. Autori ďakujú Strojníckej fakulte STU v Bratislave a spoločnosti Dopravný podnik Bratislava, a. s., za odbornú a materiálnu podporu pri spracovaní príspevku. Podakovanie patrí aj Matiasovi Vajgelovi za vypracovanie posterovej prezentácie k tomuto príspevku. Záverom autori ďakujú za podporu projektov VEGA 1/0363/26 a KEGA 037STU-4/2026.

Literatúra

[1] ĎURIŠ, Stanislav; PALEŇČÁR, Rudolf; KNOROVÁ, Renáta. *Metrológia teploty*. Bratislava: Nakladateľstvo STU, 2013. 165 s. ISBN 978-80-227-4019-7.
[2] ONDERČO, Peter; RYBÁŘ, Jan; LEJA, Jozef; KOLLÁR, Karol; VAJGEL, Rastislav. Prístupy k vyhodnoteniu neistôt merania výšky a kľukatosti trolejového vedenia vzhľadom na stavebno-technickú dokumentáciu elektrických tratí. In *Metrológia, skúšobníctvo a technické normy*. Roč. 30, č. 2 (2025), s. 20 - 25. ISSN 2989-3178.