

OBJEKTIVIZÁCIA ROVNOSTI POVRCHU VOZOVIEK ZASTÁVOK MHD

Martin Decký, prof. Dr. Ing.,

Katedra cestného staviteľstva, SvF, Žilinská univerzita v Žiline, Slovensko
martin.decky@fstav.uniza.sk

Juraj Mužik, Ing. PhD.,

Katedra geotechniky, SvF, Žilinská univerzita v Žiline, Slovensko
juraj.muzik@fstav.uniza.sk

Matúš Kováč, doc. Ing. PhD.,

Katedra cestného staviteľstva, SvF, Žilinská univerzita v Žiline, Slovensko
matus.kovac@fstav.uniza.sk

Dušan Jandačka, Ing. PhD.,

Katedra cestného staviteľstva, SvF, Žilinská univerzita v Žiline, Slovensko
dusan.jandacka@fstav.uniza.sk

Andrej Villim, Ing.,

Katedra geodézie, SvF, Žilinská univerzita v Žiline, Slovensko
andrej.villim@fstav.uniza.sk

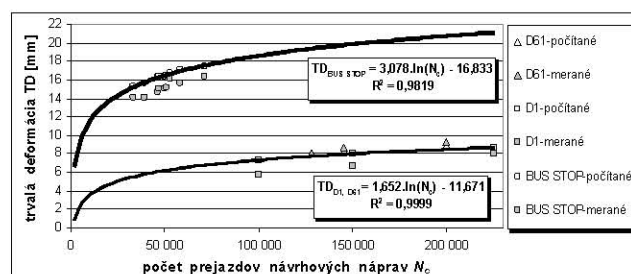
Abstract – The article deals with the problematic of pavement surface unevenness evaluation with particular focus on bus stop pavement surfaces. In the article are described standard methods of pavement ruts evaluation and progressive methods using 3D laser scanning. The theoretical aspects are applied on the case study of the bus stop Hurbanovain Žilina, which was build in 2013. Since then, at the bus stop have pavement ruts observed.

Key words – bus stop, transverse unevenness, 3D laser scanning

Úvod

V článku sú prezentované výsledky dlhodobých výskumných aktivít autorov v oblasti objektivizácie rovnosti povrchu vozoviek. Jedným zo závažných technologických problémov cestného staviteľstva sú vozovky zastávok MHD. Z technologického hľadiska je vhodné ich budovať rovnakej konštrukcie ako sú vozovky na priebežných pruhoch. Vozovky miestnych komunikácií sú najčastejšie budované ako asfaltové. Pri ich použití na zastávkové pruhy vznikajú po určitej dobe prevádzky pozdĺžne koľaje, ktoré zhoršujú prevádzkové vlastnosti vozovky (voda v koľajach a pod.) ale tiež jej estetický vzhľad.

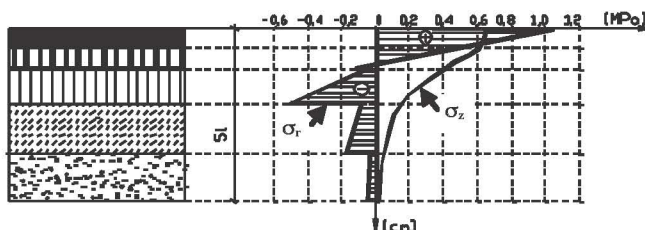
Trvalé deformácie na asfaltových vozovkách zaťažených ťažkou nákladnou a autobusovou dopravou súvisia s termoplastickými vlastnosťami asfaltov. V našich podmienkach ich vzniku nie je možné úplne zabrániť. Na zastávkach MHD je ich výskyt častejší a koľaje sú hlbšie. Ako ukazujú merania trvalých deformácií vykonávané po viac rokoch na pracovisku autorov, kde boli sledované dve autobusové zastávky a dva úseky diaľnic, je trvalá deformácia pri rovnakom počte prejazdov návrhových náprav viac ako dvojnásobne väčšia [1]. Pre porovnanie sú výsledky viacročných meraní z konca 80-tych rokov 20. storočia [2] uvedené na obr.1.



Obrázok 1 – Porovnanie priebehu trvalej deformácie na zastávkach MHD a diaľničnej vozovke [3]

Obdobné výsledky pre vývoj trvalých deformácií diaľničných vozoviek a vozoviek ciest I. tried boli prezentované

v [4] až [6]. Autori sa zamerali na stanovenie degradačnej funkcie trvalej deformácie povrchu vozoviek 20 dlhodobo sledovaných úsekov pozemných komunikácií Slovenskou správou ciest. Štatisticky boli vyhodnotené údaje za obdobie 1998 až 2011. Príčinou zvýšeného tvorenia trvalých deformácií na vozovkách zastávok MHD je kombinovaný účinok zvislých a vodorovných síl pôsobiacich na vozovku, intenzívne sa prejavujúci pri teplotách nad 20 °C. Účinok zvislých síl sa prejaví na vozovke vznikom zvislých a radiálnych napätí v konštrukcii vozovky. Ich priebeh je pre ilustráciu uvedený na obr.2.



Obrázok 2 – Priebeh zvislých a radiálnych napätí v konštrukcii asfaltovej vozovky

Pri použití asfaltových zmesí na vozovky zastávkových pruhov vznikajú po určitej dobe prevádzky pozdĺžne kofaje, ktoré zhoršujú prevádzkové vlastnosti vozovky (voda v kofajach a pod.) ale tiež jej estetický vzhľad - obr.3.

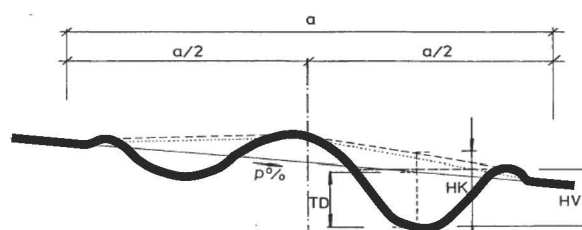


Obrázok 3 – Asfaltové vozovky autobusových zastávok – hore Dubaj, dole Štokholm

HODNOTENIE ROVNOSTI POVRCHOV VOZOVIEK

V STN EN 13036-7 [7] je nerovnosť definovaná ako maximálny rozdiel medzi povrchom a meracou hranou dosky v úseku medzi dvoma kontaktnými bodmi dosky s povrchom, pričom doska je položená kolmo na povrch.

Táto norma opisuje zariadenie a skúšobnú metódu na meranie jednotlivých nerovností vyjadrujúcich nedostatky v kvalite nových povrchových vrstiev ciest, letísk a iných dopravných povrchov, ako aj povrchov v prevádzke. Podľa [8] je hĺbka kofaje HK [mm] zvislá vzdialenosť medzi spojnicou vrcholov vlny a najnižšieho bodu vlny (obr.4).



Obrázok 4 Tvar priečnej nerovnosti podľa TP 4/2012

Päťstupňový klasifikačný systém hodnotenia priečných nerovností cestných vozoviek podľa TP 4/2012 [8] je uvedený v tab.1.

Tabuľka 1 – Hodnotenie priečnej nerovnosti podľa hĺbky kofaje v zmysle TP 4/2012 [8]

Klasifikačný stupeň	Diaľnice a rýchlostné cesty	Cesty I. a II. triedy	Cesty III. triedy a miestne komunikácie
1	< 5,00	< 5,00	< 10,00
2	5,01 – 10,00	5,01 – 10,00	10,01 – 15,00
3	10,01 – 15,00	10,01 – 15,00	15,01 – 20,00
4	15,01 – 20,0	15,01 – 25,0	20,01 – 30,00
5	> 20,00	> 25,00	> 25,00

OPIS KONŠTRUKCIE AUTOBUSOVEJ ZASTÁVKY HURBANOVA V ŽILINE

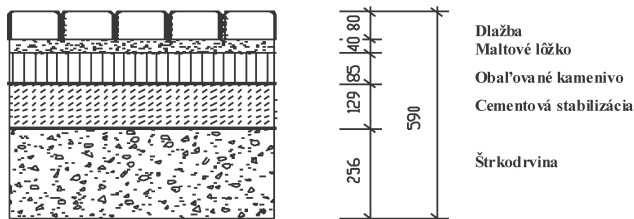
Geometrické usporiadanie zastávky MHD Hurbanova v Žiline s vyznačením meraných profilov je uvedený na obr.4.



Obrázok 4 – Dispozičná schéma posudzovanej zastávky MHD

Konštrukcia vozovky je navrhnutá tak aby, vyhovovala požiadavkám ochrany podlažia, odolnosti voči zvýšeným účinkom nápravových tlakov, pevnosti, estetických kritérií, materiálových a technologických možností. Zloženie skúmanej vozovky vyhovujúce uvedeným požiadavkám je

znázornené na obr.5, kde sú uvedené skutočné hrúbky jednotlivých konštrukčných vrstiev zistené po ich realizácii.



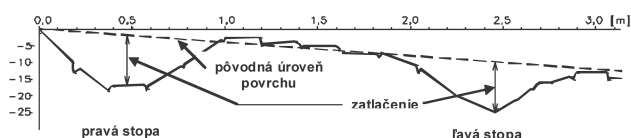
Obrázok 5 – Konštrukčné zloženie vozovky zastávky MHD Hurbanova v Žiline [9]



Obrázok 6 – Pohľad na zastávku MHD Hurbanovaz roku 2010

NORMOVÉ MERANIE PRIEČNYCH NEROVNOSTÍ VOZOVIEK V PODMIENKACH SR

Vývoj priečných nerovností záujmovej vozovky bol od jej vybudovania v roku 1994 do roku 1996 sledovaný meraním priečných nerovností profilografom VŠDS (obr.7) a meraním pomocou 2m laty (obr.8).

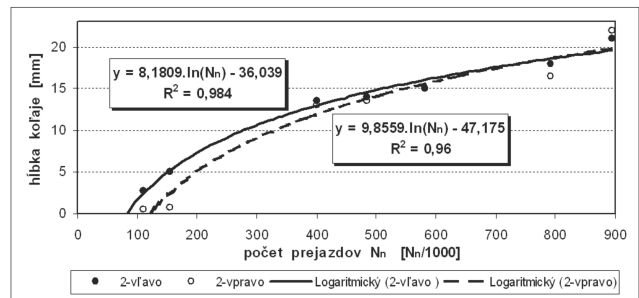


Obrázok 7 – Priečný profil č. 2 zastávkového pruhu po prejazde 400 000 návrhových náprav



Obrázok 8 – Priečný profil č. 2 zastávkového pruhu dňa 27.8.1994 po prejazde 160 000 návrhových náprav

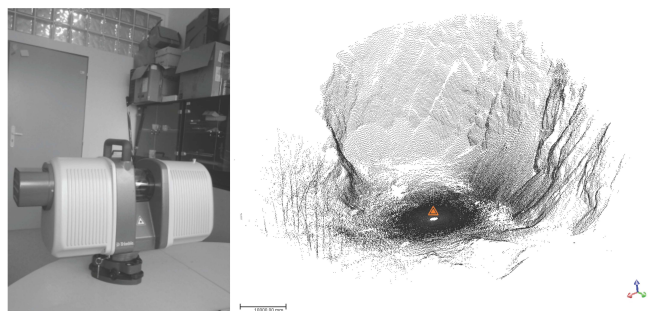
Charakteristický priebeh priečných nerovností po prejazde 900 000 návrhových náprav je uvedený na obr.9.



Obrázok 9 - Vývoj hĺbky koľaje v závislosti na počte prejazdov návrhových náprav profile 2

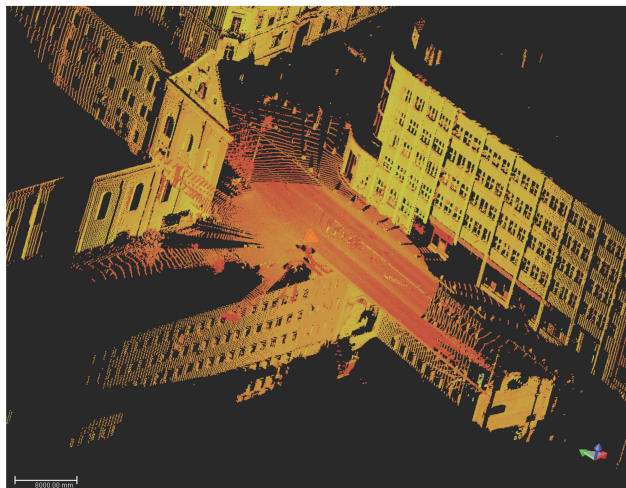
OBJEKTIVIZÁCIA PRIEČNYCH NEROVNOSTÍ VOZOVIEK METÓDOU 3D SCANOVANIA

Progresívnou metódou stanovovania parametrov prevádzkovej spôsobilosti, a to najmä nerovností, je 3D metóda laserového skenovania. V prípade SvF ŽUŽ sa používa prístroj Trimble CX (obr.10) predstavujúci presný skenovací prístroj pracujúci na princípe pulzného laseru, ktorý zabezpečuje vysokú presnosť merania (+/- 7mm/80m) a nízku úroveň šumu v meraných údajoch. Prístroj je primárne určený pre veľmi presné merania v stavebných a inžinierskych aplikáciách, pri kvantifikovaní a modelovaní inžinierskych a stavebných objektov, správe budov a reverznom inžinierstve v oblasti stavebníctva. Dosah prístroja (80m) ho robí ideálnym pre zber údajov v zastavanom území a vo vnútorných priestoroch stavebných objektov, kde vynikne hlavne vysoká presnosť merania.



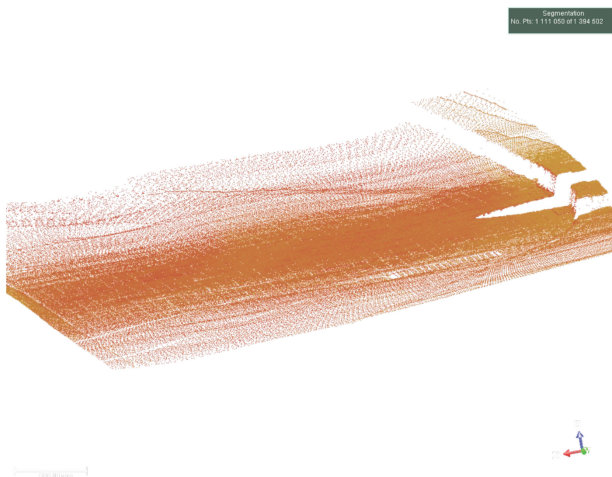
Obrázok10 – Pohľad na prístroj Trimble CX vo vlastníctve SvF ŽUŽ a jeho výstup vo forme 3D mračna bodov použitých ako vstup pre výpočet kubatúr skládky

Konkrétne merania povrchu predmetnej zastávky boli v roku 2013 uskutočnené Ing. Mužíkom, PhD. a Ing. Villimom. Namerané údaje boli vyhodnotené v programe Trimble Realworks 6.0 (obr.11 až 13).

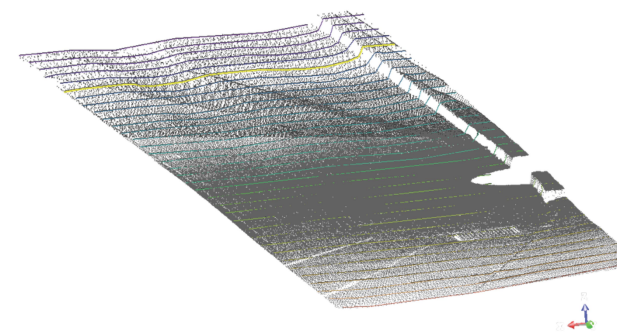


Obrázok 11- Pohľad na hrubé mračno bodov pred vyhodnotením profilov so zachytením okolitej zástavby

Výstupy programu Trimble Realworks 6.0 môžu byť importované do programu AutoCAD vo formáte *.dwg resp. *.ptc.



Obrázok 12- Pohľad na mračno bodov spracované pre účely vyhodnotenia priečnych profilov vozovky



Obrázok 13- Pohľad na mračno bodov vygenerovaných priečnymi profilmi

ZÁVER

V príspevku sú prezentované výstupy výskumných aktivít autorov za obdobie rokov 1993 až 2013. Hlavná pozornosť je venovaná hodnoteniu povrchov vozoviek ako relevantnej charakteristiky primárne ovplyvňujúcej šírenie hlukových imisií [10] a [11], indikovanie dynamického zaťaženia vozoviek [12], objektov resp. prístrojov v okolí pozemných komunikácií [13].

POĎAKOVANIE

Článok je publikovaný ako jeden z výstupov projektu: „*Brokerské centrum leteckej dopravy pre transfer technológií a znalostí do dopravy a dopravnej infraštruktúry; ITMS 26220220156.*“



Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/
Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ

REFERENCES

- [27] ČOREJ, J., DECKÝ, M.: Konštrukcie vozoviek autobusových a trolejbusových zastávok MHD – stále aktuálny problém. *Silniční obzor* 8/1998, s. 219-222, ISSN 0322-7154.
- [28] DOAN MINH TAM: *Príspevok k výskumu trvalých deformácií na netuhých vozovkách*. Kandidátska dizertačná práca, VŠDS Žilina, 1990.
- [29] DECKÝ, M., PITOŇÁK, M.: Navrhovanie a hodnotenie stavu povrchov vozoviek autobusových zastávok/Design and evaluation of surfacing condition of bus stop pavements. In: *Perner's Contacts*, ročník 6, číslo I., duben 2011, s. 51-64, ISSN 1801-674X.
- [30] ČELKO, J., SLABEJ, M.: Tvorba degradačných modelov priečnej nerovnosti. In: *Silniční obzor*, 12/2012, s. 344-348, ISSN 0322-7154.
- [31] SLABEJ M., KOTEK P., PETRU J.: *Surface deteriorations and structure of pavement on roundabouts in the cities*. In: *Proceedings XXII Slovak - Polish - Russian Seminar Theoretical foundation of civil engineering*. Žilina, Slovak Republic, 09.09.2013 - 13.09.2013, Moskva: Izdatel'stvo ASV, 2013, s. 741-750, ISBN 978-5-93093-986-6.
- [32] SLABEJ, M.: *Degradačné funkcie priečných nerovností asfaltových vozoviek*. Dizertačná práca, KCS, SvF, ŽUŽ, 2013.
- [33] STN EN 13036 – 7 Povrchové vlastnosti vozoviek. Skúšobné metódy. Časť 7: Meranie nerovnosti vrstiev vozovky latou.
- [34] DECKÝ, M., KOVÁČ, M., ČELKO, J.: TP 04/2012 Meranie a hodnotenie nerovností vozoviek pomocou zariadenia PROFI-LOGRAPH GE. MDVRR SR, 2012.
- [35] ČOREJ, J., DECKÝ, M., MAZÁK, M., BLUNÁR, A., LABOŠOVÁ, A.: a kol.: *Experimentálne overovanie*

konštrukcie vozovky autobusovej zastávky v Žiline.
Výskumná úloha, Žilina, 1994.

- [36] PANULINOVÁ, E.: Vplyv rovnosti povrchu vozovky na hladinu hluku z automobilovej dopravy. *Silniční obzor* 11-12/2001, s. 275-279, ISSN 0322-7154.
- [37] LUMNITZER, E., BIL'OVÁ, M., POLAČEKOVÁ, J.: *Psychoacoustic analysis of traffic noise*. In 12th International Multidisciplinary Scientific GeoConference and EXPO - Modern Management of Mine Producing, Geology and Environmental Protection, SGEM 2012. Volume 5, 2012, p. 649-653, Varna; Bulgaria; 17 June 2012 through 23 June 2012; ISSN 1314-2704, DOI 10.5593/sgem2012.
- [38] KOVÁČ, M., DECKÝ, M., GAVULOVÁ, A.: The identification of lorry dynamic responses indicated by longitudinal unevenness of pavements. In: *Zeszyty naukowe instytutu pojazdów*, 3(75)/2009Warsawa, 2009 r. Institute of Vehicles Scientific Papers, p.53-66, ISSN 1642-347X.
- [39] PAPÁN, D.: Vplyv vibrácií od prejazdu vysokozdvížných vozíkov na vysokocitlivé strojové zariadenia. In: *Fyzikálne faktory prostredia*. mimoriadne číslo časopisu o problematike fyzikálnych faktorov prostredia. Roč. 3, č. 1 (2013), s. 38-43, ISSN 1338-3922.