

APLIKÁCIA PROGRESÍVNYCH METÓD MERANIA ROVNOSTI POVRCHU A KONŠTRUKCIE VOZOVKY

Martin Slabej, Ing. PhD.

Výskumné centrum Žilinskej univerzity v Žiline, Slovensko

martin.slabej@rc.uniza.sk

Martin Decký, prof. Dr. Ing.

Katedra cestného staviteľstva, SvF, Žilinská univerzita v Žiline, Slovensko

martin.decky@fstav.uniza.sk

Abstract – The road diagnostics plays a significant role in pavement management system, which plays an important consultative function in choosing appropriate technology for repair or reconstruction of pavements. At the same time we determined the correct diagnostic procedure to choose the optimal material used in the repair, the aim of which should be a positive effect, not only economically but also in terms of time. Great emphasis is put on diagnostic methods that are non-invasive, time-saving, safe and satisfactory also in terms of minimum interference in the flow of traffic along the analyzed communication. Such methods represent a 3D laser scanner measurements.

Key words – pavement layers, transverse unevenness, 3D laser scanning, rut

ÚVOD

V modernom, z hľadiska nákladov efektívnom a udržateľnom systéme hospodárenia s vozovkou je kľúčové presné stanovenie cieľov. Výskum realizovaný prostredníctvom projektov Európskej únie ROADDEX poukázal na skutočnosť, že sústredenie na problematiku jednotlivých úsekov pozemných komunikácií, nachádzania príčin problémov a výber optimálnych technológií opráv založených vo väčšej miere na diagnostike než na opravovanie prvotných prejavov problémov, môže priniesť úsporu nákladov až do 40%. Využívaním tejto metodiky sa predlžuje životnosť vozovky a tým sa zvyšuje rentabilita vynaložených nákladov. Popri klasických metódach merania a hodnotenia hodnôt vyjazdených koľají (lata, profilografické merania) začínajú správcovia pozemných komunikácií stále častejšie využívať nekonvenčné, nové nedeštruktívne skúšobné postupy predovšetkým vďaka rýchlemu vývoju počítačových procesorov a kapacity úložisk dát.



Obrázok 1 – 3D laserový skener [1]

Medzi týmito sofistikovanými diagnostickými zariadeniami hrajú prím predovšetkým georadarová metóda a 3D metóda laserového skenovania. Tieto metódy merania nerovnosti povrchu, či zisťovania a identifikácie konštrukčných vrstiev vozovky vo veľkej miere dopomáhajú a môžu slúžiť ako doplnkové metódy ku štandardným profilografickým metódam.

Pri dôkladnej archivácii nameraných dát, môžu tieto slúžiť ako podklad ku tvorbe degradačných modelov. Pod degradáciou povrchu vozovky rozumieme postupné zhoršovanie stavu povrchových vlastností vplyvom vonkajších podmienok. Výraznou mierou sa na nej podieľa starnutie materiálu a jeho únavové charakteristiky.

Predovšetkým u materiálov krytu vozovky je to prechod od pružného do plastického stavu až po dosiahnutie medze porušenia. Modelom degradácie sa vyjadruje predpokladaná zmena určitého parametra alebo charakteristiky (indexu) celkového stavu vozovky v závislosti od času alebo od počtu opakovaní zaťaženia. Štandardný postup pri zisťovaní degradácie vozovky a zostrojovaní modelu je taký, pri ktorom opakovanými meraniami s časovým odstupom, zisťujeme a hodnotíme parametre vozovky na konkrétnom monitorovanom úseku cesty a po ich štatistickom spracovaní ich dávame do vzťahu vo väčšine prípadov s dopravným zaťažením, časom, či ďalšími faktormi ovplyvňujúcimi daný parameter.

II. MERANIE POVRCHU VOZOVKY A JEJ TEXTÚRY LASEROVÝM LÚČOM – 3D LASEROVÉ SKENOVANIE

Pre kategóriu nerovností sa ako veľmi vhodná javí technológia laserového skenovania. V súčasnej dobe sa rieši jej začlenenie do viacerých noriem ako na národných úrovniach, tak i na celoeurópskej.

Technológia laserového skenovania umožňuje zamerať detailne celý povrch vozovky a najbližšieho okolia v danom súradnicovom systéme. Ide o mnoho podrobnejšie zamerania, než poskytujú ostatné technológie, keďže sa zameriavajú iba vybrané profily alebo vybrané časti vozovky. Technológiu laserového skenovania je vhodné nasadzovať na diagnostiku diaľnic, rýchlostných ciest a ciest I. triedy.

Výhody tejto metódy merania a analyzovania sa môžu využívať predovšetkým na kontrolu stavu povrchu vozoviek v priebehu používania – sledovania zmien a tým poskytovaním dôležitých dát, na základe ktorých môžu byť po stanovenom časovom intervale meraní vytvorené degradačné a predikčné funkcie vybraných parametrov.

Využitie 3D skenovania povrchu vozovky sa dá stručne zhrnúť do nasledujúcich bodov:

- analýza existujúcej kvality povrchu vozovky,
- vstupné dáta pre následný projekt,
- optimalizácia projektu,
- vizualizácie a výpočty,
- tvorba digitálneho modelu terénu.



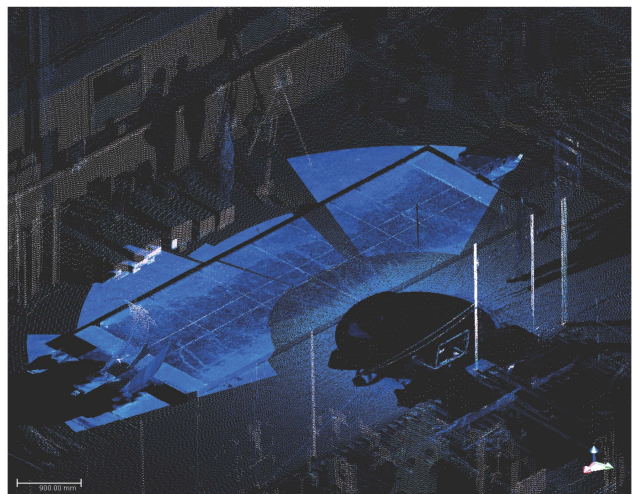
Obrázok 2 – 3D laserový skener a princíp merania na pokusnom poli



Obrázok 3 – 3D laserový skener použitý na zaznamenanie povrchu vozovky bez nutnosti prerušenia premávky [2]

Metóda spočíva vo vytvorení modelu terénu s požadovanou podrobnosťou bodov meraných na kryte vozovky. Najčastejšie je používaná metóda skenovania „stop and go“, pri ktorej sa po nastavení požadovanej podrobnosti zaznamenávajú bodov, prístroj vycentruje. Drobnou nevýhodou merania, je pomerne veľká citlivosť na svetelné podmienky a predovšetkým na odrazené svetlo.

Ďalším krokom v analyzovaní povrchu je spracovanie mračien bodov (obr.4). Toto vyhodnotenie povrchu terénu (vozovky) prebieha vo viacerých postupných krokoch. Jednotlivé namerané body sa transformujú do súradnicového systému x, y, z; vykoná sa odstránenie šumu z merania a vymazanie nepotrebných objektov (chodcov, vozidiel, vegetácie, atď.).



Obrázok 4 – Výstup z merania v podobe spracovania mračien bodov (autor: Ing. Villim)

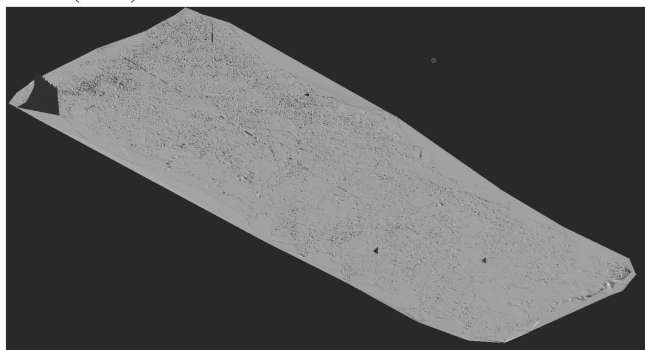
Zo získaných odmeraných údajov je možná následne za pomoci špecializovaných softwarov, presné zamerania priečnych a pozdĺžnych sklonov. Možno je taktiež definovania vytypovaného priečneho profilu, na ktorom vieme podľa zvolenej presnosti zaznamenávajú bodov, určiť hĺbku koľaje, či niektoré ďalšie charakteristiky povrchu vozovky.

Tento postup je možné zrealizovať aj za pomoci menšieho typu skenera – Zscannera 600. (obr. 5). Tento prístroj sa využíva predovšetkým na zameranie menších plôch. Nevýhodou je zdĺhavejšie merania a vyhodnocovanie, no podstatnou prednosťou je jeho flexibilita a presnosť.



Obrázok 5 – Meranie Zscannerom na pokusnom poli

Výstupy zo Zscanneru sú podobne ako v predchádzajúcom prípade v podobe mračien zaznamenaných bodov (obr.6)



Obrázok 6 – Zaznamenaný povrch meraný Zscannerom (autor: Doc. Ing. Kováč, PhD.)

III. PROGRESÍVNE METÓDY MERANIA NEROVNOSTI VOZOVIEK

Mnoho nových nedeštruktívnych skúšobných postupov začali správcovia pozemných komunikácií v poslednom čase využívať predovšetkým vďaka progresívnemu vývoju rýchlosti počítačových procesorov a kapacity úložiska dát. Jedným z hlavných predstaviteľov takýchto postupov je multifunkčné diagnostické vozidlo Roadscanners (obr.7).



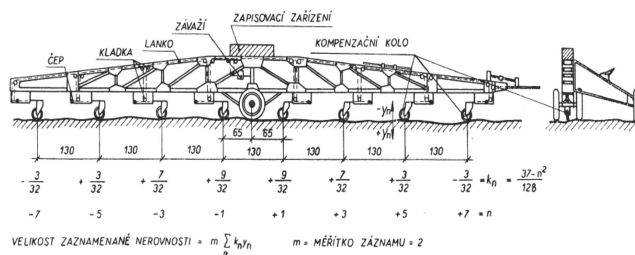
Obrázok 7 – Meracie vozidlo Roadscanners

Najčastejšie sú využívané tri rôzne technológie, avšak všetky tieto metódy využívajú elektromagnetickú energiu. Týmito technológiami sú georadar, digitálna termálna kamera (infračervená technológia) a technológia laserového skenovania.

Na škodu veci je, že tieto technológie sa doteraz nestali štandardným nástrojom správcov cestných komunikácií pri údržbe komunikácií, napriek tomu, že ich prínos je zrejmý a pri ich správnej aplikácii je možné dosiahnuť aj vyšších úspor nákladov [2]. V súčasnosti sú v Slovenskej republike na meranie rovnosti povrchu vozoviek platné nasledujúce normy:

- STN EN 13036-6:2008 (73 6171) Charakteristiky povrchu ciest a letísk. Skúšobné metódy. Časť 6: Meranie rovnosti priečnych a pozdĺžnych profilov a vln megatextúry [4].
- STN EN 13036-7:2005 (73 6171) Povrchové vlastnosti vozoviek. Skúšobné metódy. Časť 7: Meranie nerovností vrstiev vozovky latou [5]

Obidve metódy hodnotenia rovnosti majú statický základ, nezohľadňujúci dynamickú interakciu vozidlo-vozovka. Z dynamických metód hodnotenia rovnosti vozoviek sa v podmienkach SR etablovali parametre C a IRI. STN EN 13036-6:2008 s účinnosťou od 1.10.2008 zrušila STN 73 6176 Meranie rovnosti povrchu vozovky kompenzačným viagrafom [6]. Kompenzačný viagraf (obr.8) bol používaný viacerými slovenskými firmami pre kontrolu kvality rovnosti konštrukčných vrstiev.



Obrázok 8 – Konštrukcia kompenzačného viagrafu podľa STN 736176

ZÁVER

Progresívne metódy zisťovania kvality povrchu vozovky uvedené v príspevku, majú za úlohu dopomôcť k naplneniu čiastkového cieľu výskumnej aktivity 3.1 - výskum a vývoj v oblasti monitorovania a hodnotenia stavu dopravnej infraštruktúry v rámci Výskumného centra Žilinskej univerzity. Jedným z nosných predmetov tejto aktivity je vývoj a overenie aplikácie nových metód diagnostikovania a monitorovania stavu dopravnej infraštruktúry.

POĎAKOVANIE

The research is supported by European regional development fund and Slovak state budget by the project "Research centre of University of Žilina", ITMS 26220220183.

Výskum je podporovaný Európskym fondom regionálneho rozvoja a Štátnym rozpočtom Slovenskej republiky prostredníctvom projektu "Výskumné centrum Žilinskej univerzity", ITMS 26220220183.



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

- [1] KOVÁČ M.: Morfológia povrchu vozovky z hľadiska jej prevádzkovej spôsobilosti. Habilitačná práca. ŽU, SvF, KCS. 2013.
- [2] PŘIKRYL M., KUTIL L., ŽÁK J.: *3d měření technologií laserového skenování, švédsko, silnice 41 (väg 41)*
- [3] SAARENKETO T, PH.D., ANNELE MATINTUPA, TIMO SAARENPÄÄ, TOMI HERRONEN: *The Use Of Ground Penetrating Radar, Thermal Camera And Laser Scanner Technology In Pavement Diagnostics*. Asfaltové vozovky 2011, České Budějovice.
- [4] STN EN 13036-6:2008 Charakteristiky povrchu ciest a letísk. Skúšobné metódy. Časť 6: Meranie rovnosti priečnych a pozdĺžnych profilov a vln megatextúry (73 6171).
- [5] STN EN 13036-7:2005 73 6171 Povrchové vlastnosti vozoviek. Skúšobné metódy. Časť 7: Meranie nerovností vrstiev vozovky latou (73 6171).
- [6] STN 73 6176 Meranie rovnosti povrchu vozovky kompenzačným viagrafom, 1968.