

## **NOVÉ SYSTÉMY PRO DIAGNOSTIKU ŽELEZNIČNÍHO SVRŠKU**

**Ing. Petr Sychrovský**  
**SŽDC, Technická ústředna dopravní cesty, Praha**

### **1. ÚVOD**

Správa železniční dopravní cesty pro zajištění svých hlavních úkolů při správě a provozu železniční infrastruktury využívá jako jednoho z hlavních zdrojů informací o stavu infrastruktury výsledky měření a monitoringu diagnostickými prostředky. Postupné zavádění nových diagnostických systémů a využívání jejich výsledků monitoringu, měření a hodnocení znamená v konečném efektu možnost přesného cílení finančních prostředků na investiční akce, udržovací a opravné práce. V předcházejících letech byly realizovány projekty a koncepční záměry v souladu se Směrnicí SŽDC č. 82 „Koncepce rozvoje diagnostiky dopravní cesty pro roky 2009 až 2013“.

Po obnově diagnostických systémů měřicího vozu pro železniční svršek (systém měření geometrických parametrů koleje, systém měření příčného profilu kolejnic) je v současné době realizována další etapa modernizace a doplnění diagnostických systémů a pořízení nových diagnostických vozidel.

V rámci současných projektů je realizováno:

- vybavení měřicího vozu pro železniční svršek novým systémem pro měření mikrogeometrie povrchu hlav kolejnic (výměna starého měřicího systému) a systémem videoinspekce koleje;
- pořízení nového měřicího vozu diagnostiky prostorové průchodnosti tratí (náhrada za již nevyhovující fotogrammetrický vůz FS3, obrázek 1);
- pořízení nového – operativně pracujícího systému diagnostiky prostorové průchodnosti krátkých traťových úseků a tunelů;
- pořízení nového měřicího vozu zabezpečovací techniky (náhrada za stávající měřicí vůz);
- pořízení nového měřicího vozu pro diagnostiku trakčního vedení (náhrada za stávající měřicí vůz pevných trakčních zařízení), atd.



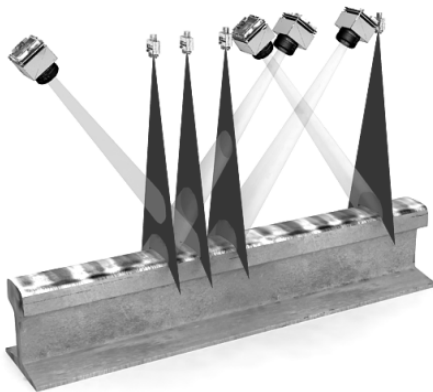
Obrázek 1: Fotogrammetrický stroj FS3

## 2. REALIZOVANÉ PROJEKTY

Z realizovaných projektů byly již v nedávné době zavedeny do rutinního provozu:

### a) Systém pro měření mikrogeometrie povrchu hlav kolejnic na měřicím voze pro železniční svršek MVŽSv

Tento systém používá pro měření na každém kolejnicovém pásu čtyři lasery a kamery vytvářející čtyři optické asymetrické tětivy. Toto měření mikrogeometrie, respektive vlnovitosti je principiálně shodné s měřením podélné výšky u systému pro měření GPK, včetně aplikace rychlé Fourierovy transformace (FFT) pro přepočet měřených vzepětí do reálné geometrie ve stanovených vlnových pásmech.



Obrázek 2: Schéma čtyř laserů a jejich snímacích kamer použitých pro dvě asymetrické měřicí tětivy



Obrázek 3: Instalované měřicí zařízení na MVŽSv

Výsledná „mikrovýška“ je počítána pro čtyři vlnová pásma  $0,01 \div 0,03$  m,  $0,03 \div 0,1$  m,  $0,1 \div 0,3$  m a  $0,3 \div 1$  m.

Z doposud získaných poznatků lze předpokládat, že měření tímto systémem umožní analyzovat více zajímavých informací:

1. na grafických výstupech měření jsou zcela zřejmé polohy styků kolejnic, lze se tak zabývat i kvalitou geometrie styků kolejnic;
2. při přesné lokalizaci umožňující porovnání výsledků měření s daty měření GPK a ojetí kolejnic společně s polohami detekovaných přídržnic se lze zabývat i stavem výhybek, zejména jejich srdcovek;
3. v kratších vlnových pásmech byly opakovaně naměřeny viditelné abnormality v místech, kde byly vizuálně nalezeny povrchové vady kolejnic. Zvýšené hodnoty jsou zřejmé například u železničních přejezdů jako důsledky výtlučků pravděpodobně způsobených přejížděním zrn šterku zanesených auto-provozem.

Hlavním úkolem diagnostiky kolejnic tímto systémem je v současnosti poskytnutí základních informací pro výběr traťových úseků k nasazení technologií vedoucích k odstranění vlnovitosti a dalších povrchových vad kolejnic. K tomuto účelu se ukládají a zpracovávají hodnoty pro úseky délky 20 m v databázi informačního systému „Provozní stav sítě tratí“ (PSST). Pro celou síť tratí celostátní dráhy pak

bude možné provést klasifikaci jednotlivých úseků dle míry potřeby provedení opravných prací, obdobně jako např. u hodnocení GPK ve známkách kvality.

S ohledem na dobrou opakovatelnost měření je vhodné i sledování dlouhodobějších trendů vývoje hodnot mikrogeometrie.

Měření diagnostickým systémem bylo zprovozněno v roce 2013 a jeho výsledky jsou od té doby poskytovány správcům tratě a ukládány do databáze informačního systému PSST.

#### **b) Systém diagnostiky prostorové průchodnosti krátkých traťových úseků a tunelů (systém MMS)**

Systém zajistí od letošního roku splnění požadavků na operativní měření prostorové průchodnosti krátkých úseků. Hlavní část systému tvoří standardní kolejový vozík GRP 5000 FX s laserovým skenerem. Svými vlastnostmi a parametry jde o kvalitní řešení jak z hlediska kvality výstupů, tak operativnosti – snadná přeprava na místo měření automobilem (obrázek 4).

Měření vazby měřického systému a koleje je realizováno s přesností 1 mm. V této kvalitě je rovněž realizováno měření vybraných parametrů GPK. Laserový skener dosahuje rychlosti 100 příčných řezů za sekundu s hustotou 5000 bodů/řez, tzn. výkonem 0,5 milionu 3D bodů za sekundu.

Typický výkon systému představuje měření 2 - 3 kilometrů koleje za hodinu. Okolí tratě je souřadnicově popsáno mračnem bodů s vysokou kvalitou a současně je generován obraz měřeného prostoru (obrázek 5). Tento systém je ideálním nástrojem pro úlohy s vysokými nároky na přesnost a operativnost, jako jsou například kontrolní měření při přejímkách staveb nebo po úpravách polohy koleje. V těchto případech je často nezbytná rychlá reakce a rychlý a průkazný výstup.



Obrázek 4: Měření prostorové průchodnosti systémem MMS



Obrázek 5: Příklad generovaného obrazu systémem MMS

### 3. NOVÉ PROJEKTY MĚŘICÍCH SYSTÉMŮ – V REALIZACI

#### a) Nový měřicí vůz diagnostiky prostorové průchodnosti tratí (PPT)

V současné době je dokončována výroba nového měřicího vozu prostorové průchodnosti tratí, který zajistí pravidelná měření parametrů PPT v celé síti tratí SŽDC.

Jako nosiče technologií je použito modernizovaného motorového vozu řady 851, přestavěného a upraveného pro tento účel.

Základem měřicího systému je zařízení T-Sight 5000 umístěné na čele vozu, které integruje laserové zářiče a snímače obrazu. Protože se nejedná o laserové skenování na principu měření rotačním laserem (jak je tomu u většiny laserových skenerů současnosti), ale na principu triangulace, je možné se vyhnout některým fyzikálním omezením a dosáhnout mimořádných parametrů: nejméně 800 příčných řezů za sekundu s hustotou 5000 bodů, tzn. 4 miliony 3D bodů za sekundu.

Současně je snímán obraz měřeného prostoru rychlostí 5000 profilů za sekundu s hustotou 20000 pixelů na profil, což představuje rozlišení 2 mm ve vzdálenosti 6 m od osy koleje. Objekty v okolí tratě jsou v prostoru souřadnicově popsány velmi hustým mračnem bodů.

Při plánované max. rychlosti měření 40 km/hod. by i přesto mohlo docházet k nedokonalému zachycení objektů s extrémně malým rozměrem ve směru jízdy – plochých objektů, jako jsou tabule, štíty návěstidel, zábradlí, apod. Tento aspekt je řešen fotogrammetrickým subsystémem, který v intervalu 0,5 dráhového metru snímkuje scénu před vozem třemi kamerami a za pomoci algoritmů automatické detekce shodných prvků v obraze vyhodnocuje kritické rozměry těchto objektů. Aby byl tento subsystém nezávislý na světelných podmínkách a současně nemohlo docházet k oslňování protijedoucích drážních vozidel, je scéna ozařována v infračerveném spektru a použité kamery jsou na tyto vlnové délky optimalizovány. Tyto hlavní technologické prvky jsou podporovány subsystémy pro lokalizaci a trasování a pro měření vybraných parametrů GPK.

V druhé polovině roku 2014 se předpokládá ověřovací provoz tohoto měřicího vozu. Zahájení pravidelného měření parametrů prostorové průchodnosti tímto měřicím vozem je plánováno na rok 2015.



Obrázek 6: Příprava a osazování měřicích systémů na čelo měřicího vozu PPT

## b) Systém videoinspekce koleje

Měřicí systém videoinspekce koleje, instalovaný na měřicím voze pro železniční svršek, zajistí s využitím vysokorychlostního kamerového systému kontinuální zachycení a zpracování informací o stavu koleje a jejich součástí (s výjimkou kolejnicových spojek) s vazbou na jejich lokalizaci, detekci srdcovek, přídržnic, balíz a magnetických značek.

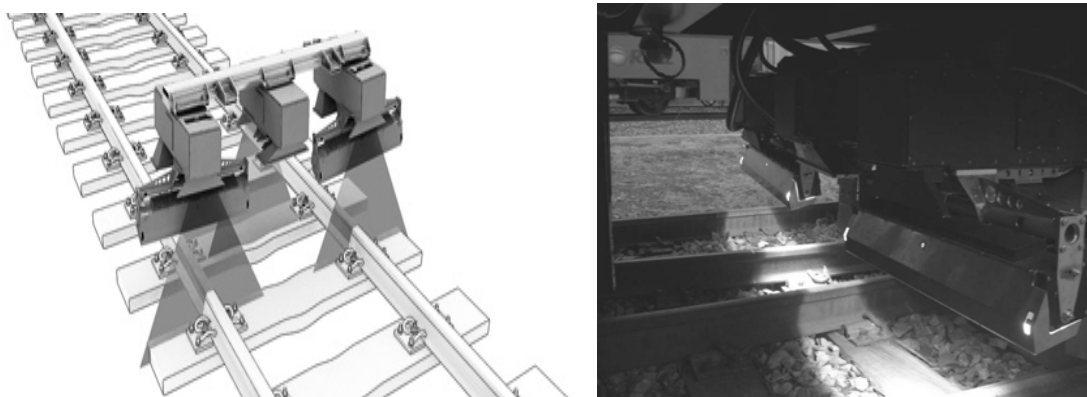
Systém zaznamená a vyhodnotí tyto události:

- povrchové vady a trhliny na hlavách kolejnic;
- povrchové vady a trhliny pražců a pevné jízdní dráhy;
- kompletnost uzlu upevnění;
- správnou pozici jednotlivých součástí uzlu upevnění;
- deformace jednotlivých součástí kolejového roštu s případnou detekcí vad a trhlín na jasně viditelných součástech;
- profil kolejového lože (nedostatek/přebytek šterku);
- velikost dilatačních spár;
- stav LISů (deformace, známky „hoření“).



Součástí systému videoinspekce koleje bude kamerový systém tratě dokumentující průběh jízdy.

V druhé polovině roku 2014 se předpokládá ověřovací provoz tohoto měřicího systému. Pravidelné měření bude zahájeno v roce 2015.



Obrázek 7 a 8: Systém V·CUBE pro snímání a hodnocení stavu tratě

### c) Diagnostika železničního spodku georadarovou metodou

Na základě více než dvacetiletých kladných zkušeností s využíváním radarové metody při diagnostice železničního spodku, rozhodla v roce 2013 Správa železniční dopravní cesty o nákupu tohoto diagnostického zařízení do majetku organizace.

Tento diagnostický systém (systém SIR 30) umožní zajistit pravidelnou diagnostiku železničního spodku na tratích SŽDC.

Systém umožní měření parametrů železničního spodku s umístěním antén na železničním kolejovém vozidle v ose koleje (obrázek 9) s polohovou synchronizací systémem GPS, skenování frekvenci 0,25 m při rychlosti měření 160 km/hod., hloubkový rozsah měření až 2 m a rozlišovací schopnost při hodnocení rozhraní konstrukčních vrstev  $\pm 2$  cm.

V roce 2014 se předpokládá provedení diagnostiky železničního spodku tímto zařízením na všech tratích celostátní dráhy. V roce 2015 bude následovat měření tratí regionálních drah. Na základě vyhodnocení zkušeností z těchto měření bude nastaven systém diagnostiky železničního spodku pro následující roky.



Obrázek 9: Umístění antén na měřicím voze

#### d) Rekonstrukce měřicí drezíny MMD

Na základě rozhodnutí SŽDC byla v roce 2013 zahájena rekonstrukce měřicí drezíny MMD. Cílem tohoto kroku je vytvořit technické předpoklady pro její nasazení do plného – celoročního provozu na tratích SŽDC od roku 2015.

Předpokládá se nasazení vozidla na měření parametrů GPK staničních dopravních kolejí.

Rekonstrukce vozidla umožní, mimo jiné, zvýšení přepravní rychlosti vozidla na 75 km/hod. a rychlosti měření až na 50 km/hod., zvýšení spolehlivosti a lepší podmínky pro práci obsluhy vozidla.

Nasazení tohoto vozidla pro měření geometrických parametrů koleje splní podmínky dle Vyhlášky č. 177/1995 Sb. a normy ČSN 73 6360-2. Vzhledem k hmotnosti vozidla (více než 12 tun) je měření GPK klasifikováno jako měření „pod zatížením“.

Vzhledem k požadavku dosažení optimálního výkonu (poměru měřených a neměřených kilometrů) je vhodné nasadit vozidlo na měření v ucelených regionech (např. v obvodech celých OŘ nebo ST), kdy budou minimalizovány časy na přepravu vozidla bez výkonu měření.

Konečným systémovým řešením této oblasti diagnostiky je nasazení 2 ks těchto měřicích drezín, umožňujících svojí kapacitou měření staničních kolejí v celé síti SŽDC.

#### **4. ZÁVĚR**

Zavádění nových metod diagnostiky, diagnostických systémů a jejich inovací je trvalou snahou Správy železniční dopravní cesty, jenž umožňuje kvalitní monitoring stavu železniční dopravní cesty, zvyšuje její bezpečnost a umožňuje efektivní plánování všech druhů prací. V současnosti je již připravována nová Směrnice SZDC „Koncepce rozvoje diagnostiky dopravní cesty“, která stanoví cíle této činnosti pro následující období.

Lektoroval: Ing. Radek Trejtnar, Ph.D., SZDC, Praha