

PŘÍPADOVÁ STUDIE – PŘÍNOS KOMPLEXNÍHO VYUŽITÍ 3D PŘÍSTUPU PŘI REALIZACI REKONSTRUKCE VOZOVKY

Název stavby:

Rekonstrukce povrchu vozovky ulice 5. Května v Praze, v úseku křížení s ulicemi Hvězdova a Jižní spojka

Ing. Michal Vojtíšek, EUROVIA CS, a. s.
Ing. Marek Příkryl, Ph.D., Control System International, s. r. o.

1. Obecná charakteristika

Ulice 5. května je součástí Pankráčké radiály v severojižním dopravním tahu, který využívá jak doprava místní tak i tranzitní v republikovém i evropském měřítku. Celková intenzita automobilové dopravy na komunikaci ulice 5. května je více než 45 tis. vozidel za 24 hodin v každém směru.

Jednou z hlavních priorit projektu rekonstrukce bylo výrazné zlepšení hlukových poměrů užitím vhodného krytu vozovky, který svými fyzikálně-technickými parametry a rovností povrchu zajistí snížení hlukových emisí na okolní zástavbu.

Investor:

Hlavní město Praha zastoupené Technickou správou komunikací hl. m. Prahy

Projektant:

DIPRO, spol. s r. o.

Zhotovitel - Sdružení VIA

EUROVIA CS, a. s., vedoucí účastník sdružení
PROMINECON CZ, a. s., účastník sdružení
Dálniční stavby Praha, a. s. účastník sdružení

Rozsah prací:

Ulice 5. Května v Praze v úseku křížení s ulicemi Hvězdova a Jižní spojka. Délka úseku je 2,61 km. Pozemní komunikace je třípruhová, směrově rozdělená, obousměrně pojížděná. Koruna je v průměru 35m široká, v křižovatkových úsecích je rozšířena o odbočovací a přípojovací pruhy.

Realizace:

červenec – srpen 2012

Stavební stroje:

Silniční frézy Wirtgen 2100 – 3D frézování
Finišery Vögele 1900 – pokládka asfaltových vrstev

Provedení skenování a pořízení podkladů pro 3D projekt a kontrolu 3D kvality:

Control System International, s. r. o.

Rozsah prací:

- Zaměření provedené technologií TLS (trigonometrické laserové skenování).

- Před zahájením rekonstrukce a tvorba DMT = 2,61km (podklad pro 3D projekt; duben 2012).
- Po frézování vozovky = 0,25km (kontrola 3D kvality; červenec 2012).
- Po pokládce asfaltové vrstvy = 0,25km (kontrola 3D kvality; červenec 2012).

2. Postup 3D prací

2.1. Sběr 3D dat

Technologií TLS (terestrické laserové skenování) byl proveden sběr dat za účelem vytvoření podkladu pro projekt vyrovnání nivelety vozovky v podélném i příčném směru na 2,61 km dlouhém úseku.

Technologie TLS umožňuje detailně zaměřit celý povrch vozovky a nejbližšího okolí vzhledem k bodovému poli stavby. Zaměření je provedeno s vysokou hustotou měřených bodů a umožňuje tak dosáhnout vysoké přesnosti měření. Jde tedy o mnohem podrobnější a přesnější zaměření, než jaké poskytují technologie, které zaměřují pouze vybrané profily nebo části vozovky. Zaměření stávajícího stavu vozovky bylo provedeno bez jakéhokoliv omezení provozu.

Stanovené požadavky:

- Podrobné body měřené na brusné vrstvě vozovky v rastru 0,2m, tedy v hustotě 25 bodů na m².
- Liniové prvky polohopisu, konkrétně hranice asfaltové vrstvy vozovky, jízdní pruhy a poloha svodidel po 0,3 m z důvodu kvalitní triangulace pro digitální model terénu.

Zaměření podrobných bodů bylo provedeno metodou TLS stop and go (**Obrázek 1**).



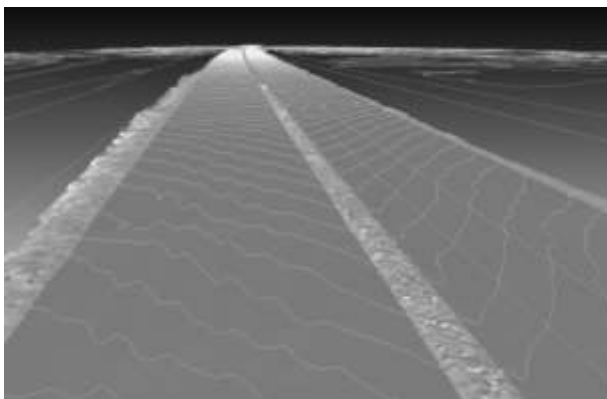
Obrázek 1: 3D TLS – technologie přesného měření povrchu vozovky

Jednotlivé body byly transformovány do souřadnicového systému vytyčovací sítě stavby, následně bylo pomocí korelace mračen bodů provedeno vyrovnání měření jednotlivých skenpozic (**Obrázek 2**).



Obrázek 2: Základní výstup: 3D mračen bodů s detaily silnice a okolí

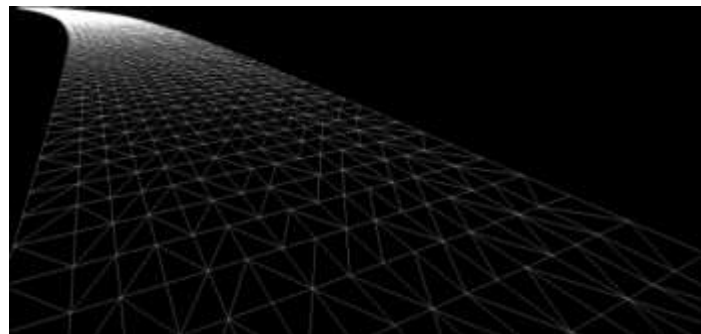
Po odstranění šumu z měření a odstranění nežádoucích naskenovaných objektů (auta, vegetace...) následovalo vyfiltrování mračen bodů v požadované hustotě, a klasifikace bodů do vrstev. Hlavním výstupem je tedy klasifikovaný velmi přesný (0,003 m) DMT (digitální model terénu) (**Obrázek 3**).



Obrázek 3: Velmi přesný DMT (směrodatná výšková odchylka 0,003 m)

2.2. 3D projektování

Projekt vyrovnání nivelety vozovky (**Obrázek 4**) provedla společnost EUROVIA CS, a.s., na základě podkladů z TLS. Byl navržen s maximální možnou rovinatostí tak, aby nedošlo k oslabení konstrukce vozovky a zároveň zůstaly zachovány odtokové poměry a návaznosti na stávající povrchy a jiné inženýrské konstrukce (mosty, odvodnění apod.). Projekt byl vytvořen ve formátu AutoCAD dxf a Trimble terrain model (ttm).



Obrázek 4: Ukázka projektu příčně i podélně vyrovnané vozovky (3D projektu)

2.3. Automatizace výstavby

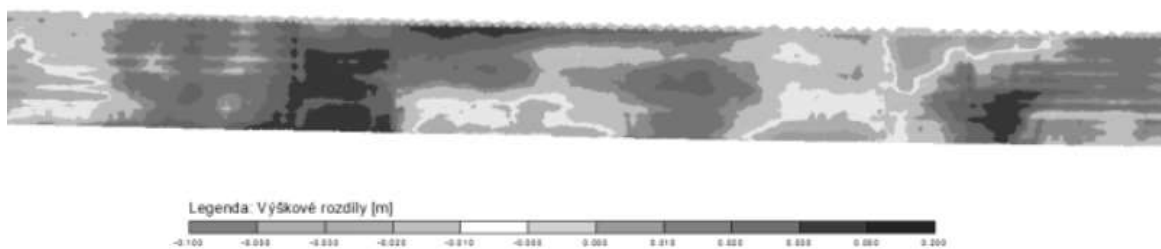
Byl využit nivelační systém automatického řízení výšky a příčného sklonu frézovacího válce společnosti Trimble. Fréza společnosti FREKO, a. s., provádějící frézování povrchu vozovky, byla vybavena instalační sadou, která umožňuje operativně připojit nivelační systém a provádět frézovací práce přímo podle 3D projektu. Ten je na paměťové kartě vložen do řídicí jednotky frézy. Řídicí jednotka ovládá celý nivelační systém.

Na boku frézy, přímo nad frézovacím válcem, je umístěn elektronicky výsuvný stožár se speciálním 360° komunikačním odrazným hranolem, který nepřetržitě sleduje a současně zaměřuje robotizovaná totální stanice. Před zahájením měření je nutné totální stanici orientovat alespoň na dva známé body, aby mohla určit přesnou polohu a orientaci frézovacího válce v prostoru. Řídicí jednotka zpracovává měřená data z totální stanice a porovnává je s uloženými projektovanými hodnotami. Následně přes hydrauliku stroje neustále automaticky navádí a udržuje frézovací válec v požadované výšce a příčném spádu, který vyžaduje projektovaný DMT.

2.4. Kontrola 3D kvality

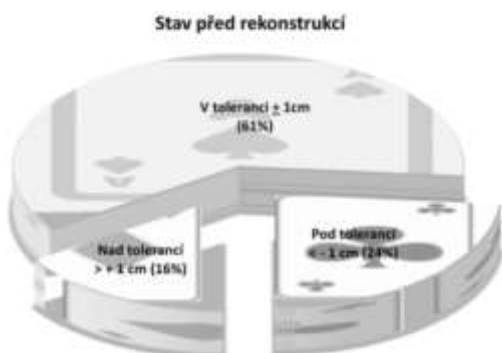
Porovnání DMT stavu PŘED REKONSTRUKCÍ a 3D projektu

Z rozdílového DMT (**Obrázek 5**) je patrné zvlnění vozovky v podélném i příčném směru s výraznými vyjetými koleje.



Obrázek 5: Z ukázky rozdílového DMT PŘED REKONSTRUKCÍ je patrná **nerovnost s výraznými vyjetými koleje**

Koláčový graf vyjadřuje procentuální dodržení tolerance - porovnání skutečnosti a projektu (**Graf 1**). Výplň „piky“ odpovídá počtu odchylek původního povrchu vozovky od 3D projektu v toleranci +/- 1cm. Výplň „káry“ vyjadřuje počet odchylek od projektu nad toleranci > + 1cm. Výplň „kříže“ znázorňuje četnost odchylek původního povrchu vozovky od 3D projektu pod toleranci < - 1cm.

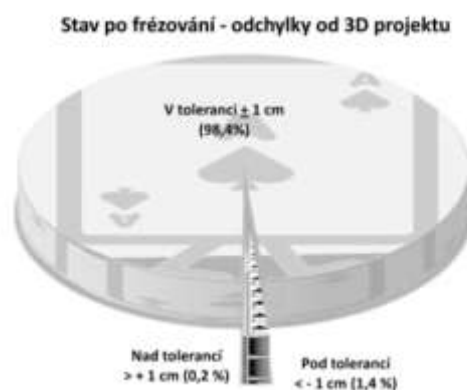


Graf 1

Porovnání DMT stavu PO FRÉZOVÁNÍ a 3D projektu

Koláčový graf znázorňuje procentuální dodržení tolerance + 1cm po frézování (**Graf 2**). Je patrné, že se podařilo provést frézování vozovky v toleranci s projektem rovnosti.

Hodnota odchylky větší, než -1 cm je ovlivněna nevhodným povrchem odfrézovaného podkladu, kdy při frézování došlo k oddělení zbylé nedostatečné tloušťky jedné ze stávajících asfaltových vrstev. Tato místa byla plošně sanována dalším odfrézováním a následnou pokládkou nových asfaltových vrstev.



Graf 2: Z grafu PO FRÉZOVÁNÍ, je patrné že se podařilo provést **frézování vozovky v toleranci s 3D projektem z 98,4%**

Porovnání DMT stavu PO POKLÁDCE asfaltové vrstvy a 3D projektu

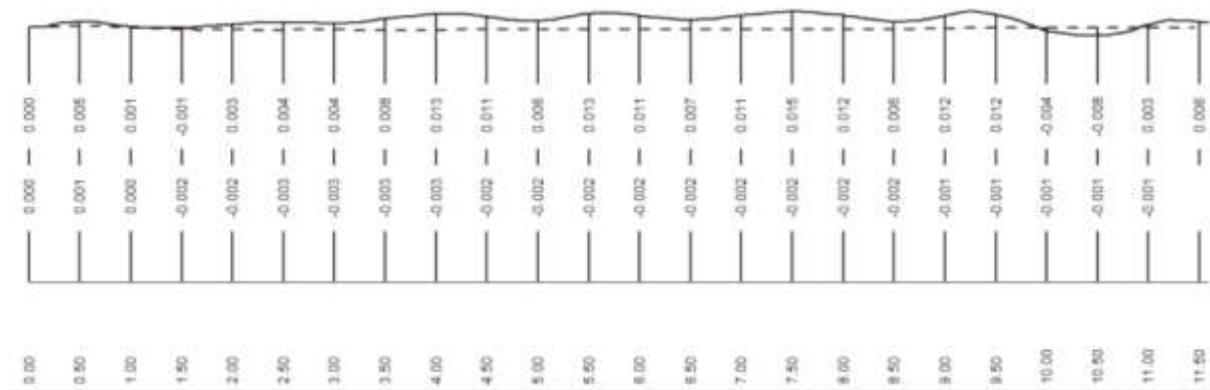
Koláčový graf znázorňuje procentuální dodržení tolerance + 1cm po pokládce asfaltové vrstvy (**Graf 3**). Je patrné, že se podařilo provést položení asfaltové vrstvy vozovky v toleranci s 3D projektem



Graf 3: Z grafu PO POKLÁDCE ASFALTOVÉ VRSTVY, je patrné že se podařilo provést **položení asfaltové vrstvy v toleranci s 3D projektem z 99,6%**

Porovnání asfaltové vozovky PŘED a PO rekonstrukci

Z příčného řezu vozovkou ve stejném místě před a po rekonstrukci je jasně patrný rozdíl v kvalitě rovnosti asfaltové vozovky. Před rekonstrukcí byl rozdíl k projektu rovnosti od - 8 mm do + 15 mm (plná čára). Rozdíl v rovnosti po rekonstrukci činí od - 3 mm do +1 mm /čárkovaná čára/ (**Obrázek 6**).



Obrázek 6: Vzorový příčný řez s porovnáním asfaltové vozovky před a po rekonstrukci

3. Závěr

Lze konstatovat, že bylo dosaženo cíle na nejméně frekventovanější městské komunikaci v ČR výrazně zlepšit hlukové poměry. Jako hlavní příčiny úspěšného splnění tohoto zadání lze označit použití tenké obrusné vrstvy VIAPHONE® s nízkou hlučností a velmi dobrými protismykovými vlastnostmi, a její vysokou míru rovnosti.

Využití 3D přístupu při realizaci rekonstrukce komunikace z pohledu zhotovitele přináší tyto výhody:

- Provádění prací s milimetrovou přesností a minimalizace nákladů na geodetické práce (vytýčení, nastavení strun pro nivelační vedení frézy a finišeru).
- Eliminování chyb vzniklých ručním ovládním tloušťek frézovaných vrstev vozovky, čímž se zabrání nedodržení minimálních tloušťek konstrukčních vrstev a tudíž snížení životnosti opravy.
- Úspory nákladů na vyrovnávací vrstvy podkladů vozovek.

Pro dosažení ideálního výsledku je třeba:

- Klást velké nároky na vypracování 3D modelu terénu (sklony, odtokové poměry, návaznost na stávající povrchy a jiné inženýrské konstrukce).
- Neustále kontrolovat dodržování DMT odpovědným geodetem.

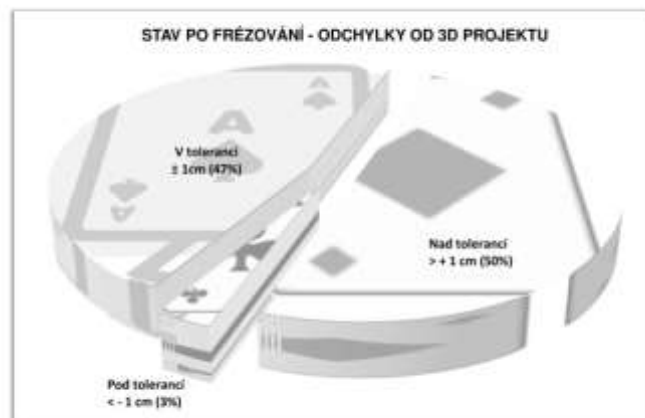
Další dokončenou stavbou tohoto charakteru prováděnou využitím 3D při rekonstrukci vozovky je stavba „Silnice I/2 průtah Říčany u Prahy“. Následným měřením bylo zjištěno, že díky využití

3D přístupu byla opět pozitivně ovlivněna rovnost podkladu i následujících asfaltových vrstev.

4. Dovětek

Úspěch projektu vyzní zejména v kontrastu s jiným významným projektem, který byl realizován bez využití 3D přístupu při rekonstrukce vozovky, ale s nástrojem kontroly 3D kvality.

Ukázka je z projektu, kde byl objednatel kontroly 3D kvality Úsek kontroly kvality ŘSD.



Graf 4: Z grafu PO FRÉZOVÁNÍ, je patrné že se podařilo provést frézování vozovky v toleranci s 3D projektem ze 47%. Z 50% je nedofrézováno a ze 3% je přefrézováno.