



## ROZVOJ UPLATNĚNÍ EFEKTIVNÍCH NÁSTROJŮ A PODMÍNEK PRO MODELOVÁNÍ DOPRAVNÍCH STAVEB VE 3D VČETNĚ VIZUALIZACE

Zpracoval: Ing. Josef Žák, Ph.D. (Fakulta stavební ČVUT v Praze)

### Souhrn

V rámci činnosti v roce 2015 byly vybrány dvě stavby k uplatnění a ověření postupů pro modelování dopravních staveb ve třech a více rozměrech. Jedná se o tyto stavby: rychlostní silnice R4 Skalka-křižovatka II/118 a Zdvoukolejné úseku trati Stěblová – Opatovice nad Labem. Zhotovitelem obou staveb je společnost SKANSKA a.s. Pro tyto dvě stavby byly připraveny modely v programech společností Autodesk a Trimble. Tyto modely byly dále použity na stavbě jako podklad pro navádění a řízení stavebních strojů, kontrolu návazností a kolizí.

V rámci činnosti bylo taktéž použito metod laserového skenování, jako efektivní a přesné metody pořízení podkladů pro modelování dopravních staveb, vyhodnocení kubatur a kvalit během výstavby.

Dále byl vyvinut program „RIRI“ určený k hodnocení geometrických vlastností, podélných a příčných nerovností (Roughness) a mezinárodního indexu nerovností (IRI).

### Oblast použití

Použití postupů určených k přípravě modelů dopravních staveb se předpokládá u staveb, kde je vhodné využití prvků informačního modelování (BIM). Modelování dopravních staveb ve třech a více rozměrech má své přínosy pro stavby, kde je zapotřebí:

- Koordinace více profesí (zakládání staveb, zemní práce, pokládka vozovkového souvrství, sítě, mosty, tunely, dílčí stavební objekty...).
- Náročnější prostorová geometrie (portály tunelů, propustků, mosty, klopení vozovky a zemní pláň, souběh sítí, zakládání stavebních objektů, napojení na stávající stav, ...).
- Vizualizace (slouží pro účely prezentace záměru netechnické veřejnosti i jako nástroj pro koordinační schůzky).
- Využití modelů během výstavby (řízené stavební stroje, vyhledávání informací o stavbě v modelu

namísto výkresů, optimalizace harmonogramů, ...).

- Kontrola provedených prací:
  - Model lze využít k vizualizaci průběhu výstavby a kontrole objemů, tloušťek a provedených prací.
  - Dále lze model a vyvinutý program RIRI použít ke kontrole geometrických kvalit vrstev vozovek dle ČSN a TKP.
- Automatizace stavební výroby (model stavby lze použít jako prostředek pro prefabrikaci částí stavebních objektů, kontrolu a přejímku materiálu a výrobků na stavbu dodávaných. Model je základem pro použití technologií řízených stavebních strojů během výstavby).
- Využití dat během životního cyklu stavby (předpokladem je další použití modelu stavby investorem, tedy předání informačního modelu stavby doplněného o data z výstavby investorovi k jeho dalšímu využití během životního cyklu stavby).
- Rekonstrukce (v porovnání se stávajícími metodami používající 2D modely se jedná o optimalizaci geometrických parametrů na základě analýz stávajícího stavu, zvýšení kvality jízdních vlastností, zlepšení odvodnění metodou plošné analýzy sklonů a optimalizace objemů materiálů metodami 3D profilace).

### Metodika a postup řešení

V roce 2015 pokračovala příprava 3D modelů stavby rychlostní silnice R4 Skalka-křižovatka II/118. V druhé polovině roku 2015 byla pro tuto stavbu zahájena příprava realizační dokumentace stavby (RDS). Data poskytnutá projektantem RDS, v otevřeném formátu (DWG) i v uzavřeném formátu (PDF), jsou dále používána pro přípravu 3D modelu stavby. Tento model je používán k provedení analýz a kontrol jak modelu, tak dokumentace, z níž model vychází. Jsou kontrolovány napojení jednotlivých stavebních objektů vzájemně a napojení na stávající stav. Dále je model používán k připomínkování RDS

ze strany zhotovitele. Model stavby, konkrétně hrany a 3D plochy jsou dále nahrávány do GNSS řízených stavebních strojů. Je používáno laserového skenování za účelem výpočtu objemů zemních prací a kontrole provedených stávajících prací.

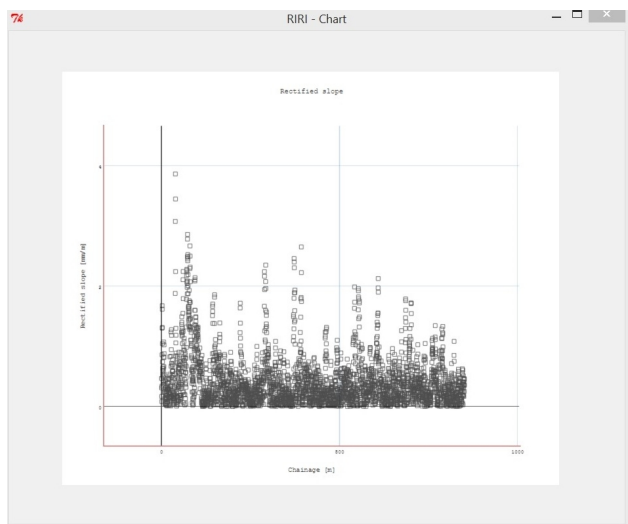
Na stavbě železniční trati Stěblová – Opatovice nad Labem byl připraven model stavby za účelem provádění stavby GNSS řízenými stavebními stroji. Modelu bylo použito pro vytyčení části stavby a pro realizaci stavby stroji s 2D (laserově) řízenou nivelací.

V roce 2015 bylo taktéž připraveno grafické rozhraní programu RIRI, tak aby bylo umožněno použití tohoto programu širší veřejností.

## Výsledky

V roce 2015 byla započata práce na přípravě dvou informačních modelů (BIM). První modelovanou stavbou je úsek modernizace železniční trati „Zdvoukolejnění Stěblová – Opatovice nad Labem“. Zde byl v roce 2015 připraven model zemní pláně a kolejového lože v celém úseku stavby.

Dále byla započata práce na tvorbě modelu stavby rychlostní silnice R4 Skalka – křižovatka II/118. Pro tuto stavbu byl připraven model části zářezu na stavebním objektu č. 101 a model stavebního objektu č. 112.



Obr. 1 Rektifikovaný sklon – analýza mezinárodního indexu nerovnosti v programu RIRI v1.0.

Jedním z dalších výsledků je naprogramované grafické rozhraní programu RIRI. Program je napsán v programovacím jazyce Python a umožňuje analýzu nerovností a mezinárodního indexu nerovnosti (IRI) z dat laserového skenování. Tedy je použito algoritmu k vyhodnocení nerovností z mračen bodů namísto provedení měření latí a klínkem na místě. Dále program obsahuje simulaci pojezdu analyzovaného povrchu metodou čtvrt-vozdíla

rychlostí 80 km/h. Výsledkem simulace je stanovení mezinárodního indexu nerovnosti (IRI) pro analyzovaný povrch změřený metodou laserového skenování.



Obr. 2 Připravovaný informační model (BIM) pro stavbu R4 Skalka – křižovatka II/118.

## Závěr

V uplynulém roce byla započata práce na dvou informačních modelech staveb. Tyto informační modely jsou používány během výstavby za účelem snížení nákladů výstavby a snadnější koordinace.

Dále bylo provedeno naprogramování grafického rozhraní programu RIRI. Tento program byl dále validován na třech zkušebních úsecích vybraných společně se společností SKANSKA a.s.