

Racionalizace správy Jindřichohradecké místní železniční dráhy s využitím digitálního modelu 3D

Ing. Milan Kocáb, MBA,
Výzkumný ústav geodetický,
topografický a kartografický, v. v. i.,
Ing. David Vilím,
GEOnline, spol. s r. o.

Abstrakt

Článek popisuje způsob vyhotovení mapy území kolejového svršku regionální železnice metodou fotogrammetrického mapování prostředky UAS (drony) a doměřením geodetickými metodami. Následně byla analyzována stávající metoda revize a údržby železniční infrastruktury, postupy byly převedeny do digitální formy a data postupně ukládána do databáze. Ověření prostorové přesnosti geodat bylo provedeno ve dvou termínech a dvěma různými prostředky UAS v území železniční tratě a kontrolováno opakovaným měřením geodetickými metodami. Byla prokázána dostatečná prostorová přesnost určení prvků infrastruktury železničního svršku.

Rationalization of the Administration of the Jindřichův Hradec Local Railway using a Digital 3D Model

Abstract

The article describes the creation of the map of the railway superstructure territory of the regional railway by the method of photogrammetric mapping by means of UAS (drones) followed by geodetic measurements. Subsequently, the existing method of inspection and maintenance of railway infrastructure was analysed, the procedures were digitized and the data were gradually stored into a database. The verification of geodata spatial accuracy was performed in two terms and by two different UAS means in the area of the railway line and checked by repeated measurements by geodetic methods. Sufficient spatial accuracy of determining the infrastructure elements of the superstructure was proved.

Keywords: UAS, orthophotomap, position and altitude accuracy, mapping, railway administration, digital model

1. Úvod

Obor zeměměřičství a katastru je v posledním období silně ovlivněn novými technologiemi, softwary a službami na které musí v rámci trhu zeměměřiči pružně reagovat. Patří k tomu především rozvoj bezpilotního létání a tvorba geodat, nové skenovací postupy a data, IT technologie a služby v oblasti trojrozměrných modelů. Rozvoj technologií a nákup nové techniky je jistou zátěží pro podnikatele, předmětem jejich permanentního vzdělávání, a to i v příbuzných oborech.

Využívají proto jak spolupráci s výzkumnou organizací tak i vlastní aktivity v rámci státních dotací. Státní prostředky na rozvoj výzkumu a vývoje v oblasti geodat je možno získat i v rámci veřejných soutěží pro aplikovaný výzkum prostřednictvím Technologické agentury České republiky (TA ČR). Jeden z projektů *Výzkum využití metody „cloud computing“ pro racionalizaci správy místní železniční dráhy* byl řešen Výzkumným ústavem geodetickým topografickým a kartografickým, v. v. i. (VÚGTK) a spolupracující firmou GEOnline, spol. s r. o. (Geoline) v rámci i prostředků z veřejné soutěže organizované TA ČR.

Realizačním pracovištěm projektu byly Jindřichohradecké místní dráhy, a.s. (JHMD). Cílem bylo vytvořit, prokázat a ověřit nový postup při správě a organizaci pracovních postupů při řízení místní železniční dráhy, vytvořit nové informační technologie pro provozní účely vyvíjené s použitím internetu a počítačových prostředků, serverů a síťového uložení počítačových dat s možnostmi pracovat on-line.

Na příkladu JHMD bylo provedeno rozšíření znalostní databáze, vytvoření vhodných technických prostředků a nástrojů pro kvalitní a racionální správu železniční drá-

hy. Projekt v rámci řešení vytvořil nástroje pro informatizaci stávajících postupů v provozní praxi, které dříve vykazovaly známky starého administrativního řízení. Pokud by projekt nebyl řešen s přispěním veřejných peněz TA ČR, nebylo by ho možno finančně zvládnout a implementovat výsledky výzkumu do praxe.

2. Vyhotovení skutečného stavu železničního svršku ve 3D zobrazení s vyznačením všech provozních kategorií objektů

Území pro odzkoušení nové technologie bylo zvoleno v katastrálním území Obrataň tak, aby na vzorku dat byla hranice katastrálního území, vegetace, dostatečné výškové poměry a dostatek prvků infrastruktury železničního svršku. Byl vytvořen číselník objektů, struktura a uložení dat a jejich vazby v prostředí databáze Oracle. Dále byly vytvořeny nástroje na naplnění databáze daty a její vedení. Důležitou součástí řešení projektu bylo vytvoření trojrozměrného (3D) modelu území (viz např. [1]) na vybrané lokalitě Obrataň. Pro zaměření území byla zvolena fotogrammetrická metoda s využitím UAS (viz např. [2], [3]).

Podmínkou kvalitního mapování s pomocí UAS je snímání s kvalitní kamerou (snímačem - senzorem) umístěnou na nosiči UAS. Z velkého množství na trhu se vyskytujících UAS bylo vybráno takové bezpilotní zařízení, které odpovídá specifiku liniového měření železniční tratě s ohledem na hlavní technické parametry měření, které musí pro geodetické mapování bezpilotní prostředky splňovat. V našem případě byl let proveden firmou Geotronics, s řízením senseFly eBee X o výšce letu kolem 100 m. Výzkou-

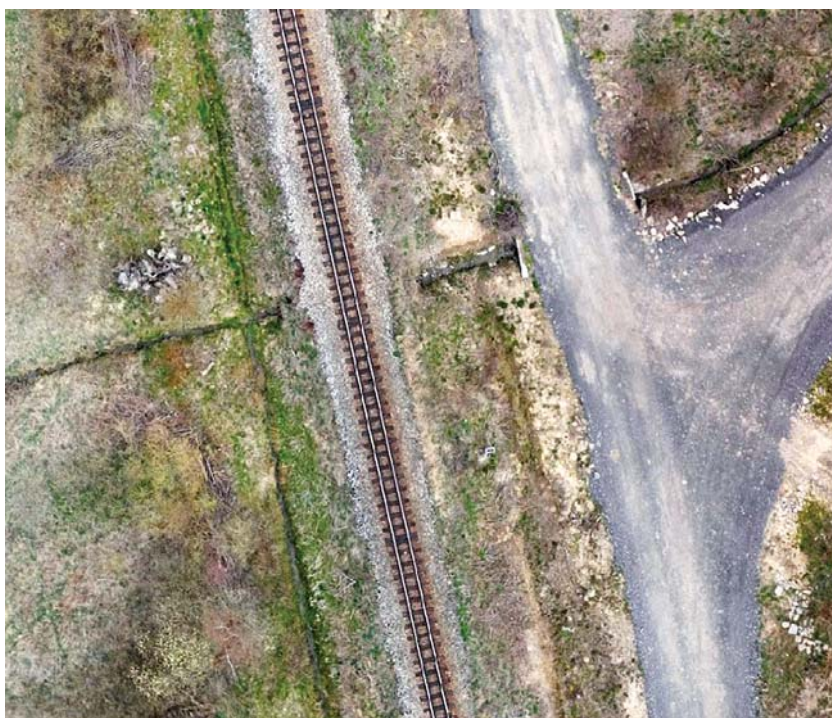
šen byl i let s přijímačem GNSS (globální navigační družicové systémy) vybaveným efektivním vysoce přesným modulem RTK (real time kinematics – kinematika v reálném čase), který byl součástí UAS a porovnány byly výsledky oproti výsledné přesnosti provedené při orientaci na vstupní (vlíčovací) body a výsledek prostorové přesnosti byl téměř stejný. Hodnoty prostorové přesnosti kontrolované na vybraných a rovnoměrně rozmístěných bodech mají výběrovou střední souřadnicovou odchylku $\pm 0,03$ m (viz např. [4], [5]). Jednalo se o jednoznačně identifikovatelné

body dobře viditelné. Přesnost je daná, s jakou velikostí jednoho pixelu jsou pořízeny snímky. Pro lineární stavby je doporučeno pořídit snímky s rozlišením cca 1,5 cm.

Veškerá získaná data z letu byla uložena v souborech a následně importována do software (SW) „Pix4Dmapper“ a vytvořili mračno bodů (obr. 1) a ortofoto (obr. 2). Kancelářský SW Pix4Dmapper, na kterém bylo měření zpracované, vytváří kompletní technologii, která umožňuje rychle vytvořit ortofoto nejvyšší kvality a 3D modely pro různé potřeby, včetně pro mapování velkého měřítka.



Obr. 1 Bodové mračno

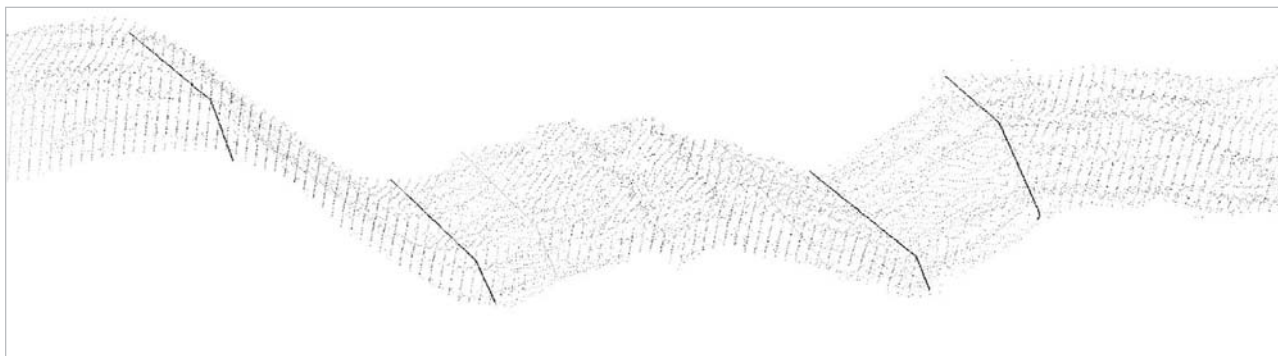


Obr. 2 Ortofotomozaika s vysokým rozlišením (3cm/px)

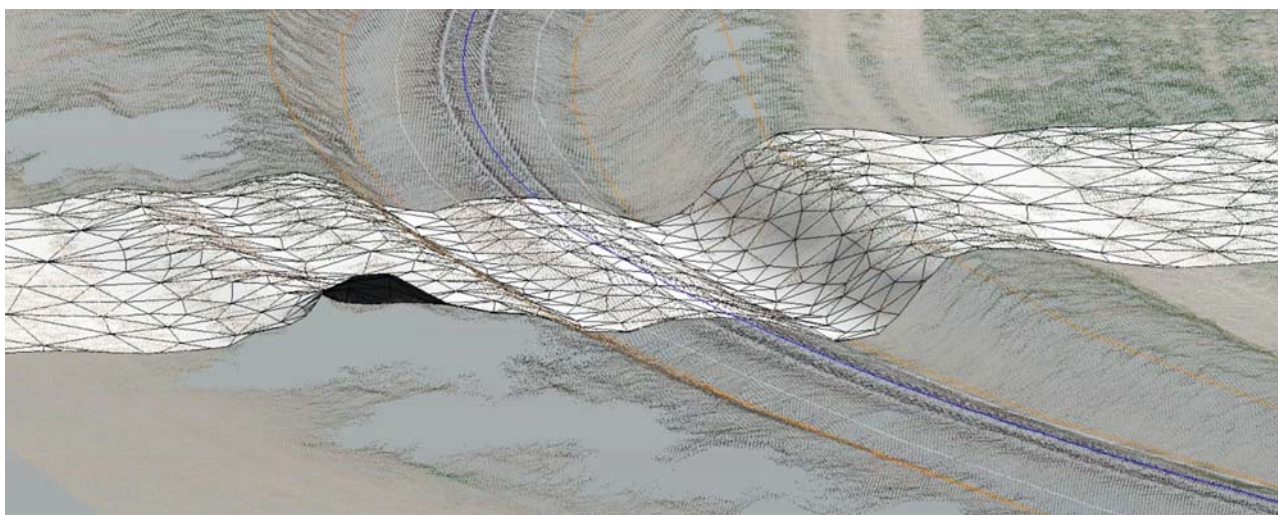
S využitím mračna bodů a ortofota byly „zvektorizovány“ terénní hrany (obr. 3), rozhraní ploch, cesty, hektometrovníky a další jednoznačné prvky polohopisu. Kresba byla prováděna přichytáváním se na bodové mračno v kombinaci s vektorizací rastrového ortofota s převzetím Z-ové souřadnice z bodového mračna.

Spojením „zvektorizovaných“ prvků a výstupů získaných přímo zpracováním leteckých snímků (bodové mračno, drátový model, texturovaný model, vrstevnice, ortofoto

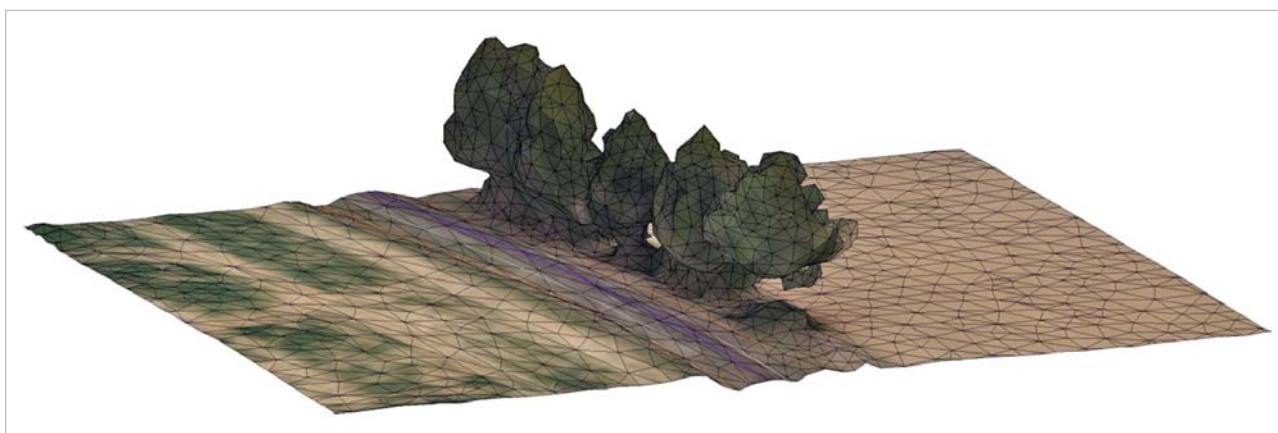
mozaika...) byla vytvořena digitální mapa ve 3D (obr. 4, 5). S modelem se dále pracovalo v systému MicroStation a doplněn byl všemi provozními objekty, které se v dané lokalitě nacházejí a jsou předmětem zájmu provozovatele JHMD. Dále byl použit značkový klíč Správy železnic, státní organizace (SŽDC) pro potřebnou infrastrukturu a doplněn do 3D modelu. V databázi Oracle byla upravena struktura pro uložení dat, číselník prvků a uložena data pro další využití.



Obr. 3 Vektorizace bodového mračna



Obr. 4 Ukázka 3D mapa - bodový mrak, drátový model, vektorová kresba



Obr. 5 Ukázka 3D mapa - texturovaný model

Dosáhnout vysokého stupně bezpečnosti, spolehlivosti a ochrany provozních dat bylo zabezpečeno výzkumnou analýzou všech postupů a vhodnou strukturací dat. Postupy práce a jednotlivé pracovní operace byly převáděny do digitální formy, a to od jejich plánování, načítání a dalších kvantifikací až po spojení s geodetickým digitálním modelem reliéfu službou on-line. Samostatnou částí byla kontrola a vyhodnocení dat.

3. Údržba infrastruktury železničního svršku s využitím software pro revizi, plánování a vlastní údržbu

Informační systém pro správu železniční infrastruktury je určen pro správce železniční infrastruktury a slouží pro správu dat, plánování a výkon údržby. Veškeré informace o železniční infrastruktuře jsou uloženy v databázi, soubory s daty jsou přístupny oprávněným pracovníkům podle profesí a odpovědnosti. Připojení do informačního systému je možné ze zařízení, na kterém je nainstalovaný prohlížeč a zařízení má připojení k internetu. Znamená to, že systém se může provozovat na telefonu, tabletu, osobním počítači (PC), nebo notebooku. Internetový prohlížeč pro práci s daty může být Google Chrome, Firefox, Microsoft Edge, Safari a připojení k internetu může být přes mobilní internet, bezdrátovou síť (WiFi Hotspot), nebo kabelem.

Administrace správy dat probíhá standardně prostřednictvím číselníků, které jsou uloženy v databázi Oracle. Prostřednictvím číselníků se provádí editace dat nebo zadávání nového objektu (typ dokumentu, typ pražců, typ kolejnic, kategorií akcí, kategorií dokumentů, ...). Správa dat a její nástroje umožňují hromadné úpravy dat, kontroly například rozhledových poměrů strojvůdce, výstražných křížů apod. Do databáze lze importovat data ze souborů, z videa (natočeného z vlaku), je možné vytvořit jed-

notlivé obrázky, které pak slouží jako náhled na objekty v daném čase.

Přihlášení do informačního systému se provádí pomocí jména a hesla. Oprávnění k využívání systému se skládá podle skupin oprávnění, které je přiřazeno konkrétnímu uživateli. Ke skupinám oprávnění jsou přes vazební tabulky přiřazeny role uživatelů a k rolím jsou přiřazeny jednotlivé granty.

Infrastruktura železničního svršku je členěna podle správy železnic na jednotlivé objekty. Vlastnosti objektu se zobrazí uživateli kliknutím v tabulce objektů na odkaz s názvem objektu nebo jeho typu. Databáze umožňuje zobrazit celou řadu vlastností objektu (obr. 6, 7), editovat je, přidat, zobrazit přílohu, přidat akci, pohled vpřed, zpět, vše podle potřeby technologických postupů při kontrole a správě železničního svršku. Objekty nelze mazat, pouze je dát jako neaktivní. Tak aby byla zachována historie objektů a návaznost na provedené kontroly a údržbu daného prvku. Velmi dokonalou představu získá uživatel o umístění objektu v 3D mapě a prostorových souvislostech. Informace o objektu se zobrazí kliknutím na mapovou značku včetně všech informací, které se vztahují k dané akci s možností zobrazení nebo stažení grafických nebo negrafických dokumentů, které jsou uloženy ve vzdálené databázi.

Znalosti ovládání nového SW a technologie je podmínkou nového pracovního postupu. Potvrdilo se, že celý nový provozní způsob bude třeba dobře s pracovníky projednat a proškolit, s tím projekt v závěrečné části řešení i počítal. Předpisová základna pro provozní zabezpečení a provádění pravidelných prohlídek je velmi rozsáhlá, stěžejní oblasti jsou především:

- způsoby provádění pravidelných prohlídek a oprav na trati,
- rozsah technicko-bezpečnostní údržby,
- četnost plánované údržby na trati a její realizace,
- technické prostředky pro údržbu a přístup k provozním datům prostřednictvím nové služby „cloud“.

Staničení	Rozsah	Typ objektu	Název
3.1300	3.1290 - 3.1310	1 Propustek trubní ×	1 propustek - trubní vedení ×
3.1841	3.1814 - 3.1867	1 Propustek trubní ×	1 propustek ×
3.1896		1 Bod železničního bodo... ×	1 4737 ×
3.2000	3.2000 - 3.5300	1 Úpřesněné hranice ×	
3.2002		1 Staničník - kilometro... ×	1 KM.3.2 ×
3.2310		1 Návěst lichoběžníková... ×	1 C640 ×
3.2359		1 Klotoida ×	
3.2528		1 Geologická sonda ×	1 Geosonda 503-250 ×
3.2659		1 Přímá ×	
3.2761		1 Návěst sklonovník kle... ×	1 2/415 ×
3.2831		1 Bod železničního bodo... ×	1 5044 ×
3.2886		1 Výstražný kříž jednod... ×	1 C654 ×
3.2910	3.2900 - 3.2920	1 Propustek trubní ×	1 propustek - trubní vedení ×
3.2950	3.2950 - 3.4260	1 Údržbový úsek ×	1 OPD ×
3.2968		1 Přejezd ×	1 P9004 ×

Obr. 6 Ukázka zobrazení objektů v informačním systému

**Obecné vlastnosti**

Název prvku	propustek
Typ prvku	Propustek trubní
Staničení	2.5635
Počáteční staničení	2.5626
Koncové staničení	2.5644
Vzdálenost od osy	-0.39
Katastrální území	740322 Horní Skrýčov
Poloha (Y,X,Z)	(712849.800, 1150386.550, 0.000)
Poloha (B,L,H)	(49.166103, 15.028971, 0)
Přístupné od	po trati, ve směru km
Identifikátor	51001
Ve vlastnictví JHMD	Ano

Most, propustek

Přemostňuje	občasná vodoteč
Typ konstrukce mostu	trubní, betonový, včetně čel a říms
Typ prážců	dřevěné
Typ kolejnic	S49

[Zobrazit evidenční list mostu](#)

[Editovat](#) [KN](#) [Zpět na seznam](#) [Přidat přílohu](#) [Přidat akci](#)

Pohled vpřed



Pohled zpět



Obr. 7 Ukázka zobrazení vlastností objektu v informačním systému

4. Závěr

Projekt reagoval na momentální požadavek a existující potřebu vedení Jindřichohradecké místní železniční dráhy na vytvoření nového informačního systému včetně SW a technologie pro provozní účely a racionalizaci provozních postupů při správě budov a železničního svršku. Projekt přinesl zlepšení organizace pracovních postupů a využití nových informačních a technických prostředků při řízení místní železniční dráhy a všech jejích hlavních provozních technologií.

VÚGTK, v. v. i. a GEOline, spol. s r.o. s finanční podporou Technologické agentury ČR získaly řešením projektu nové technické poznatky a zkušenosti se zavedením informačních technologií (IT) a digitálního modelu lokality v praxi místní železnice využitelné i v dalších IT řešeních pro jiné organizace, případně pro následný smluvní výzkum.

LITERATURA:

- [1] CHARVÁT, K.-KOCÁB, M.-KONEČNÝ, M.-KUBÍČEK, P.: Geografická data v informační společnosti. Zdiaby: Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v. v. i., 2007, 268 s., ISBN 978-80-85881-28-8.
- [2] KOCÁB, M.-VILÍM, D.: Metodika určení prostorových objektů pro komplexní pozemkové úpravy s využitím systému bezpilotních prostředků (UAS): Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v. v. i., 2018, 33 s.

- [3] KARAS, J.-TICHÝ, T.: Drony. Computer Press, Brno, 2016, 264 s., ISBN 978 80 251-4690-4.
- [4] REKTORYS a kol. Přehled užití matematiky, SNTL, 1968, 1 140 s., č. L11-EI-II-84/1566/III
- [5] VYKUTIL, J.: Vyrovnávací počet, VUT Brno, 1973, 299 s., č. 55-574-73.

Do redakce došlo: 29. 3. 2022

Lektoroval:
Ing. Jiří Vančura,
Správa železnic, státní organizace