

POROVNÁNÍ PŘESNOSTI DMT Z LASEROVÉHO SKENOVÁNÍ S POZEMNÍMI MĚŘENÍMI

Tomáš Dolanský¹

¹Katedra informatiky a geoinformatiky, Fakulta životního prostředí, UJEP, Králova výšina 7,
400 96, Ústí nad Labem, ČR
tomas.dolansky@ujep.cz

Abstrakt. NP České Švýcarsko je jednou z mála oblastí, kde je provedeno velkoplošné letecké laserové skenování. Z těchto dat byl vytvořen digitální model terénu, což v dané oblasti představuje extrémně náročnou aplikaci a nastavení parametrů filtrace. Tento digitální model terénu byl vytvářen na TU v Drážďanech a dosahuje velmi vysoké věrnosti. Protože se ale jedná o území s velkou dynamikou průběhu terénu – místy rovinaté části přecházejí ve skalní města, a zároveň se jedná o krajinu s většími plochami lesů, je snahou zjistit, jak byla filtrace úspěšná a jakou reálnou přesnost výsledný digitální model terénu dosáhl. K tomu bylo provedeno několik pozemních měření různými metodami a rovněž bylo provedeno porovnání s již existujícími výškovými údaji z jednotlivých oblastí. Konkrétně se jedná o klasické geodetické měření zajišťované kolegy z TU v Drážďanech, které sloužilo jako první kontrola při vlastním zpracovávání dat. Dále bylo použito pozemního laserového skenování na několika lokalitách, které dovolovalo daleko přesnější stanovení průběhu terénu jak v otevřené krajině, tak i v listnatém lese. Třetí metodou bylo využití existujících geodetických údajů z celé oblasti NP.

Metoda využívající existujících geodetických bodů – trigonometrických a nivelačních, jež bych v příspěvku rád představil blíže, je velmi zajímavá z pohledu efektivity práce. Nejsou totiž potřebná žádná dodatečná geodetická měření, a přesto lze pracovat s informacemi o vysoké polohové a výškové přesnosti. Projekt vyžadoval pouze běžnou pochůzku terénem, kdy byly zjišťovány jen některé další informace o bodech – vlastnosti okolí, výška nad terénem apod. a údaje z databázi ČÚZK, které jsou volně dostupné pomocí internetu. Takto se podařilo získat síť několika desítek bodů na různých místech a tedy pro různý charakter území. Výsledkem je statistické hodnocení přesnosti digitálního modelu terénu získaného na základě precizní filtrace dat laserového skenování pro různé charakteristiky území (skalnatá města, plochá zatravněná plocha, les nebo intravilán), přičemž jednotlivé body se nalézají rovnoměrně v celém území NP a jeho okolí.

Klíčová slova: laserové skenování, lidar, přesnost DMT, DATAZ.

Abstract. Paper present comparison between DTM generated from lidar data and geodetic points with precise elevations stored in DATAZ database. This method is used in National Park Czech Switzerland and protected area Labské pískovce.

Keywords: laser scanning, lidar, accuracy of DTM, DATAZ

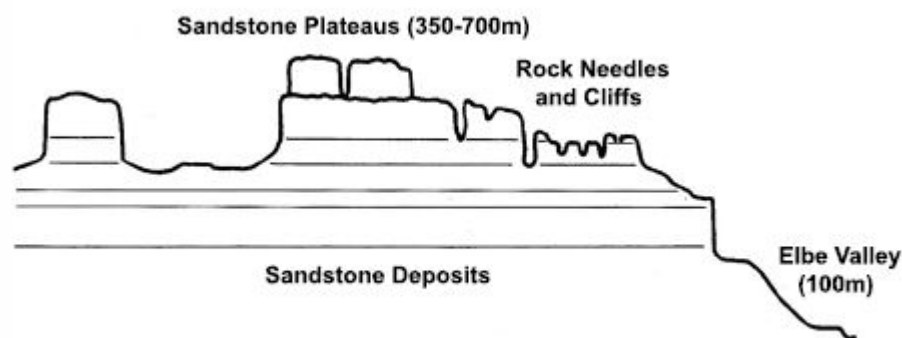
1 Úvod

V rámci projektu SISTEMaPARC (Interreg IIIB CADSES) byla pořízena data pro příhraniční oblasti Česko-Saské Švýcarsko. Mezi nimi jsou i data laserového skenování, které pokrývají jak německé tak i české území národních parků a přilehlých chráněných území. Přehledná mapa zájmového území je zobrazena na následujícím obrázku.



Obr. 1. Zájmová oblast projektu SISTEMaPARC

Oblast je známá svými skalními útvary, které jsou jedinečné. Pokud si ale vezmeme za úkol zmapovat v dané oblasti digitální model terénu, dostáváme se do úskalí, které je pro podobné oblasti typická. Na obrázku 2 je znázorněn schématický řez zájmovou oblastí, na kterém jsou dobře patrné základní rysy geologické stavby – úzký a hluboký kaňon řek a vysoké skalnaté útvary, které se kolmo zdvihají nad koryta řek. Těleso pískovců mocné 350 – 420 m, ze kterého je valná část zájmového území tvořena, je rovněž značně rozpučkována a vytváří řadu hlubokých soutěsek. Pro mapování takovéto oblasti se výborně hodí laserové skenování s následnou filtrací mračna bodů.



Obr. 2. Profil geologickými útvary v zájmovém území. Zdroj [1]

1.1 Měření mračna bodů

V rámci projektu GAČR byly stanoveny postupy pro ověření přesnosti leteckého laserového skenování. Jedním z nich je i porovnání leteckého a pozemního skenování, respektive porovnání filtrovaných modelů terénu.

1.2 Letecký laserový skener

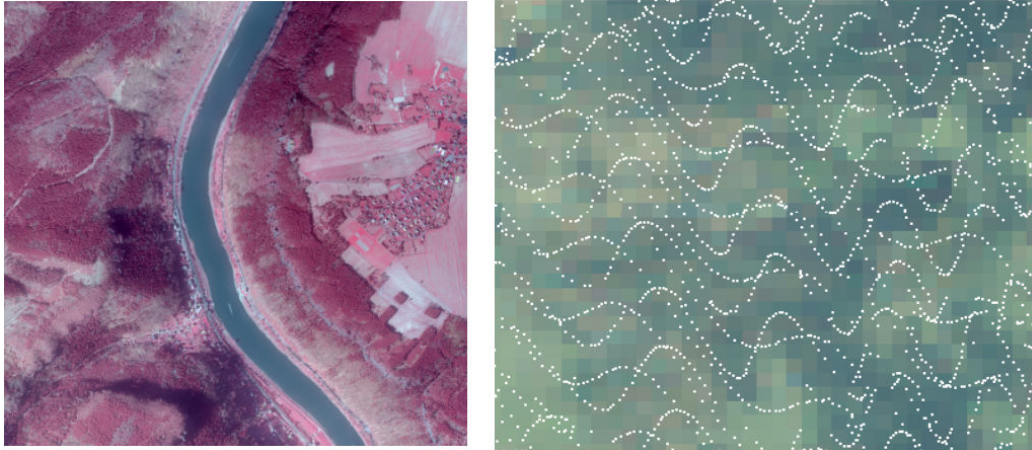
Laserové skenovací systémy jsou v současné době nejvíce se rozvíjející oblastí. Měřicí přístroj je tvořen laserovým dálkoměrem s pasivním odrazem, jehož svazek paprsků je vysílán ve velmi krátkých impulsích s vysokou frekvencí opakování. Tento svazek paprsků je pomocí opticko-mechanické části přístroje vysílán v určitém kroku přes celý profil. Vzniká tak mračno bodů s konstantním nebo proměnným úhlovým rozestupem. Princip vlastního laserového skeneru pro leteckou (označované jako LIDAR) a pozemní aplikaci je velmi obdobný, liší se převážně jen příslušenstvím pro určení aktuální polohy a orientace skeneru v prostoru. K tomu slouží na palubě letadla aparatury GPS a IMU/INS. GPS měření je prováděno diferenciatní metodou, kdy je minimálně jedna stanice umístěna na referenčním bodě. Takto je získána absolutní poloha (při použití více aparatur i orientace) nosiče s frekvencí měření 1-2 Hz. Jednotka IMU/INS určuje relativní vektory polohy a orientace nosiče v prostoru s frekvencí měření 10-1000 Hz. Některé laserové skenery dokáží měřit podrobné body s frekvencí až 80 kHz. Po náletu území jsou měřená data opravena o kalibrační údaje a korekce. Výsledkem je georeferencované mračno bodů, jehož zpracování se provádí pomocí filtračních technik.



Obr. 3. Laserový skener firmy TopoSys

Laserové skenery jsou konstruovány buď jako profilové nebo maticové. V leteckých systémech je zpravidla používáno profilových konstrukcí, kdy všechny směry vyslaných impulsů svazků paprsků, jež jsou vychylovány opticko-mechanickou částí skeneru, tvoří plochu (rovinu, kužel). Pro zaměření celého objektu je tudíž nutné pohybovat přímo skenerem. Všechny druhy typů skenerů lze navíc doplnit o další příslušenství jako například digitální komoru nebo RGB skener pro získání barevné informace. Další informací, kterou lze měřeným podrobným bodům dodat je hodnota odrazivosti a při několikanásobném odrazu i více měřených odrazů pro každý impuls.

Ke skenování dané lokality byl použit skener TopoSys, který používá systému optických vláken k směřování svazku laserových paprsků. Laserovému skeneru na palubě sekundovala multispektrální kamera, která pořizovala čtyřpásmový obraz skenovaného území s výsledným rozlišením 1m.

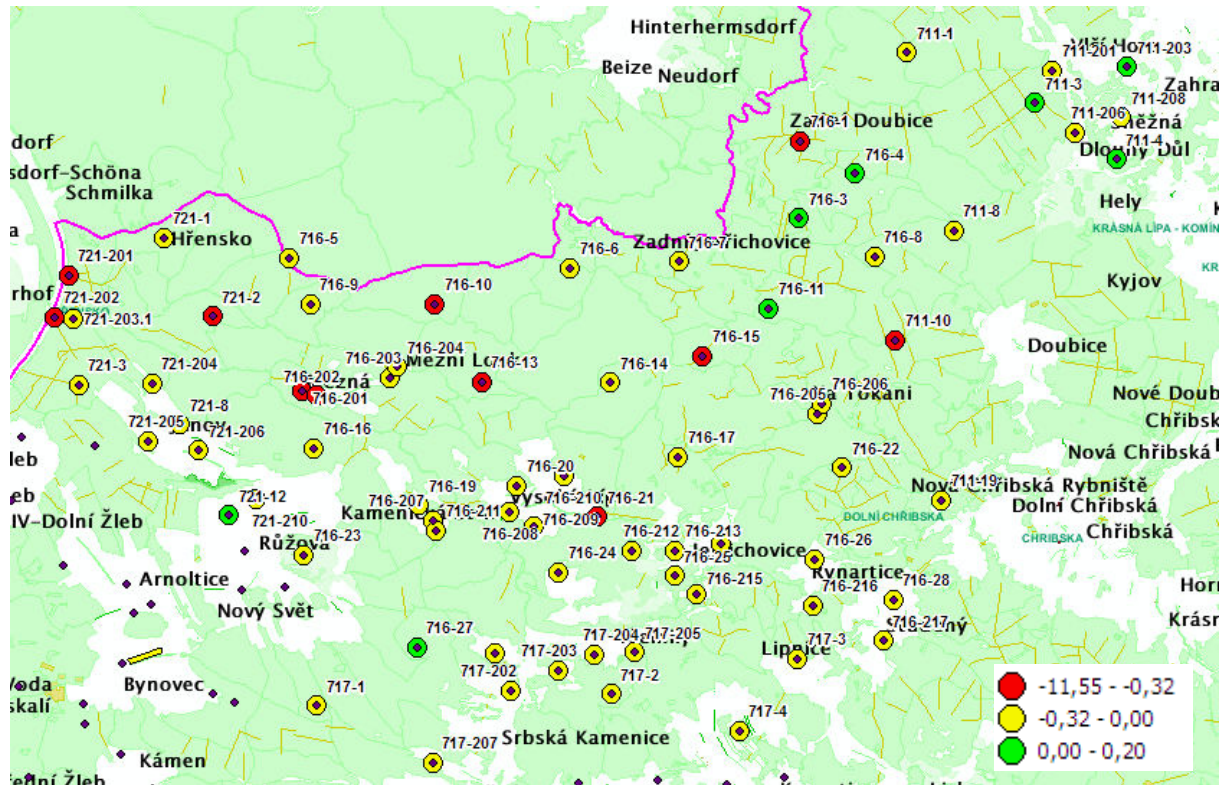


Obr. 4. Ukázka multispektrálního snímku a detail mračna bodů

2 Metodika

Území zobrazené na obrázku 1 bylo kompletně zaměřeno laserovým skenerem a kolegy z TU v Drážďanech provedena filtrace dat a byl tak vytvořen podrobný digitální model terénu. V rámci prací bylo pro správné georeferencování mračna bodů zaměřeno několik kontrolních bodů jak na německé tak i na české straně. Body byly voleny v předem stanovených lokalitách a na vytypovaných charakteristických plochách (silnice, budova, les, atd.). Celkem bylo pro kontrolu přesnosti v prosinci 2004 zaměřeno geodetickým měřením 40 bodů se střední polohovou chybou 50 mm a střední chybou výšky 40 mm [1]. Pro kontrolu přesnosti filtrace byly rovněž zaměřeno 10 lokalit, kdy na každé lokalitě bylo tachymetricky podrobně zaměřeno území o několika desítkách čtverečních metrů. Střední kvadratická chyba výsledného modelu terénu je udávána $\pm 0,16$ m s tím, že ve skalnatých oblastech dosahuje střední kvadratická chyba ve výšce až 4 m [2].

Pro kontrolu přesnosti z globálního pohledu by ale bylo vhodné použít daleko větší soubor měřených kontrolních bodů a to na specifických plochách – v blízkosti budov, na vrcholech skalních věží, v úzkých soutěskách, ale i na volných plochách a v běžných lesních porostech. Protože zaměření by bylo velmi časově nákladné, přistoupil řešitel projektu k využití již existujících měření na zájmovém území. Výborně se pro tyto úlohy hodí body bodového pole, jejichž geodetické údaje jsou volně přístupné na stránkách Zeměměřického úřadu v databázi DATAZ. Z této databáze byly vybrány body, které leží na povrchu terénu. Body na měřických věžích, na kostelech a jiných výškových objektech byly ze zpracování vyloučeny. U každého bodu byly sledovány jednak souřadnice Y, X, H v S-JTSK a rovněž další parametry rozhodné pro správné stanovení výškové přesnosti DMT. Těmi byly mimo jiné druh stabilizace (mezník, značka na rostlé skále, podzemní stabilizace apod.), typ terénu, kde se bod nalézá (louka, les, skála, intravilán atd.) a výška nad terénem, která je zpravidla cca 0,2 m při stabilizaci bodu žulovým mezníkem.



Obr. 5. přehledka odchylek výšek na TB a ZhB. Barevně jsou rozlišeny velikosti odchylek.

3 Výsledky

Na obrázku 5 jsou znázorněny jednotlivé body a jejich odchylka mezi DMT a hodnotou výšky uvedenou v geodetických údajích databáze DATAZ. Největší odchylka byla zaznamenána 10,54 m na bodě 0721-2 na skalnatém vrchu mezi Meznou a Vysokou Lípou. Plyne z toho tedy zjištění, že daný vrch je při filtraci snížen o více jak 10 metrů. Celkem bylo určeno 9 bodů s odchylkou větší než 0,32 m (dvojnásobek udávané střední kvadratické chyby). Celkem 63 bodů splňovalo toto zjednodušené kritérium a dva body byly vyloučeny ze souboru po kontrole stabilizace. Směrodatná odchylka celého souboru je 1,26 m, přičemž budeme-li brát v úvahu pouze body ležící na skále, vychází směrodatná odchylka 0,12 m.

4 Závěr

Pro území Národního parku České Švýcarsko bylo testováno celkem 74 bodů, pro celé zájmové území na území ČR je k dispozici 245 trigonometrických a zhušťovacích bodů. Niveláčnické body, kterých je rovněž obdobné množství zatím nebyly Zeměměřickým úřadem poskytnuty a proto se jim tato zpráva nevěnuje. Nicméně se celkově jedná o velmi rozsáhlý soubor bodů, jejichž přesnost zaměření je pro účely kontroly výškové přesnosti DMT získaného filtrací dat laserového skenování zcela dostatečná.

Výsledná přesnost DMT odpovídá deklarované přesnosti a v plochem terénu je zcela dostatečná. DMT uvnitř skalních měst však již tak kvalitní není, ale to je dáno zejména extrémní výškovou členitostí, která pro automatické algoritmy filtrace představuje téměř

neřešitelný problém. S tímto vědomím lze konstatovat, že i ve skalnatých partiích je DMT velmi kvalitní a pouze na několika lokalitách došlo k výraznějším odchylkám a degradaci skal. Těchto několik lokalit (bude upřesněno po analýze i nivelačních bodů) bude navrženo k opravě DMT.

Podpora

Příspěvek je podpořen projektem GAČR 205/07/P331 – Sledování lesních porostů využitím laserového skeneru.

Reference

1. Trommler Marco. Geoinformationnetzwerke für diegrenzüberschreitende Nationalparkregion Sächsisch-Böhmische Schweiz. Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Dresden, 2007
2. Trommler Marco. Geobasisdaten für die Sächsisch-Böhmische Schweiz. Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Dresden, 2007