

VYUŽITIE 3D MODELOV RÔZNYCH PRESNOSTÍ PRI NÁVRHU A KONTROLE KVALITY INŽINIERSKÝCH STAVIEB

Matúš Kováč, doc. Ing. PhD.,

Katedra cestného staviteľstva, SvF, Žilinská univerzita v Žiline, Slovensko
matus.kovac@fstav.uniza.sk,

Dušan Jandačka, Ing. PhD.,

Katedra cestného staviteľstva, SvF, Žilinská univerzita v Žiline, Slovensko
dusan.jandacka@fstav.uniza.sk

Martin Decký, prof. Dr. Ing.,

Katedra cestného staviteľstva, SvF, Žilinská univerzita v Žiline, Slovensko
martin.decky@fstav.uniza.sk

Juraj Mužík, Ing. PhD.,

Katedra geotechniky, SvF, Žilinská univerzita v Žiline, Slovensko
juraj.muzik@fstav.uniza.sk

Andrej Villim, Ing.,

Katedra geodézie, SvF, Žilinská univerzita v Žiline, Slovensko
andrej.villim@fstav.uniza.sk

Abstract – The paper deals with the problematic of surface scanning and modeling. In the article are presented options for the use of 3D terrain models created by different levels of scanning resolution. There are three methods described how to create digital terrain model: the airborne photogrammetry, terrestrial 3D laser scanning, and high precise surface scanning.

Key words – 3D digital terrain model, triangulated irregular network airborne photogrammetry, 3D terrestrial laser scanning, fractal geometry [1], Hurst exponent.

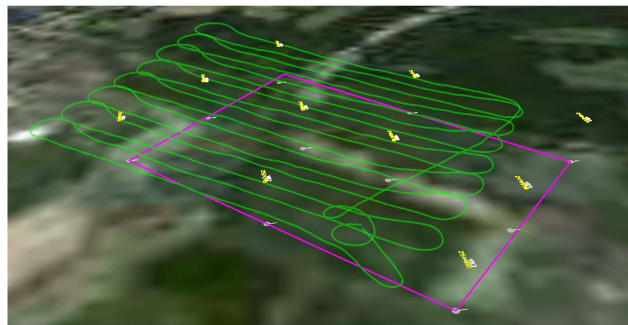
Úvod

V článku sú prezentované možnosti využitia 3D modelov vytvorených na základe skenovania povrchov s rôznou presnosťou. Pri návrhu inžinierskych stavieb sú 3D modely (digitálne terénne modely – DTM, digitálne modely reliéfu – DMR) nevyhnutným podkladom pre projekčné práce, na ktoré sa používa letecká fotogrametria v kombinácii s pozemným skenovaním. Pri kontrole kvality povrchov inžinierskych stavieb ide skôr o snahu nahradiť konvenčné doteraz používané zariadenia, na výsledky a objektivitu ktorých vplýva veľké množstvo okrajových podmienok. V každom prípade však

kombinácia vytvorených 3D modelov môže následne slúžiť ako podklad preanalýzy produkcie emisií do okolia cestnej komunikácie a šírenie emisií v priestore.

LETECKÁ FOTOGRAMETRIA

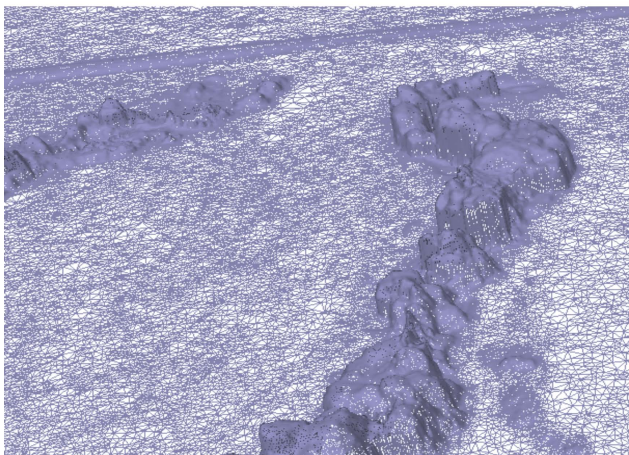
Letecká fotogrametria je jednou z disciplín geodézie, ktorá sa s výhodou využíva ako podklad pre vykreslenie máp z leteckých meračských snímok. Meračská snímka je snímka, ktorá má také technické parametre, že je z nej možné získať výsledky s presnosťou pre daný účel ďalšieho využitia.



Obrázok 1 – Schéma prípravy náletového plánu, výber územia a podrobnosti mapovania definovanej veľkosťou pixla na teréne, samotný nálet a snímokovanie územia [2]

K výhodám leteckej fotogrametrie patrí minimalizácia prác v teréne tým dochádza k úspore času a nákladov, s čím je spojená rýchlosť a efektívnosť mapovania.

Zároveň významným faktorom je dokumentačná hodnota snímok a hlavne bezkonfliktnosť prác, v teréne sa nepohybujú merači. Postupnosť krokov je uvedená nižšie a výsledok je znázornený na obr. 2.

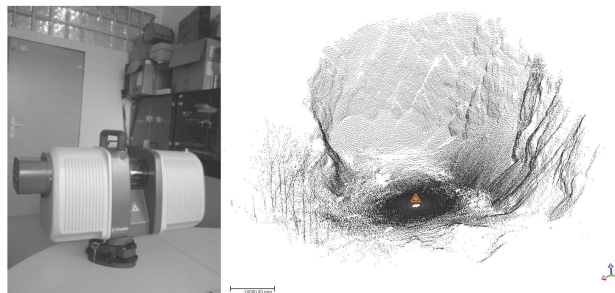


Obrázok 2 – Tvorba a úprava TIN (Triangulated Irregular Network) modelu, presnosť v polohe $mXY = 0,10$ m a vo výške $mXY = 0,20-0,30$ m pri metóde leteckej fotogrametrie pri výške letu nad terénom cca 300m, veľkosť pixla na teréne 0,10m [2]

V súčasnosti sú v rámci riešenia projektu [3] vytvárané postupy pre tvorbu referenčných modelov územia s použitím leteckej fotogrametrie a pozemného 3D laser skenovania. Pri metóde leteckej fotogrametrie automatizované spracovanie snímok umožňuje automatické vyhľadanie charakteristických bodov na snímkach, nájdenie identických bodov, meranie (manuálne) lícovacích bodov, blokové vyrovnanie zväzku lúčov so súčasnou (samo)kalibráciou kamery, generovanie bodov povrchu s vysokým priestorovým rozlíšením (max. 1 pixel), tvorba a úprava TIN modelu (obr.2), možnosť textúrovania TIN modelu, tvorba ortofotomozaiky (max. 1 pixel), export výsledkov do rôznych formátov.

POZEMNÉ SKENOVANIE

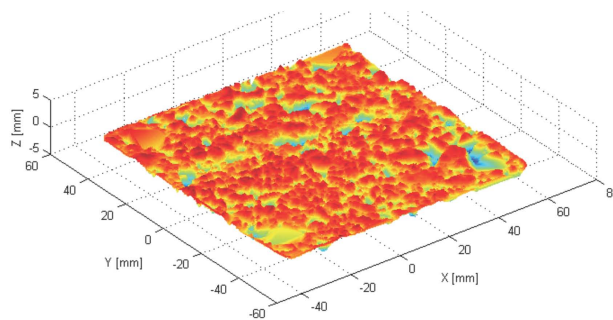
Výsledky leteckej fotogrametrie je možné následne doplniť meraniami zariadením Trimble CX (obr.3) predstavujúcim presný skenovací prístroj pracujúci na princípe pulzného laseru, ktorý zabezpečuje vysokú presnosť merania ($\pm 7\text{mm}/80\text{m}$) a nízku úroveň šumu v meraných údajoch. Prístroj je primárne určený pre veľmi presné merania v stavebných a inžinierskych aplikáciách, pri kvantifikovaní a modelovaní inžinierskych a stavebných objektov, správe budov a reverznom inžinierstve v oblasti stavebníctva. Dosah prístroja (80m) ho robí ideálnym pre zber údajov v zastavanom území a vo vnútorných priestoroch stavebných objektov, kde vynikne hlavne vysoká presnosť merania.



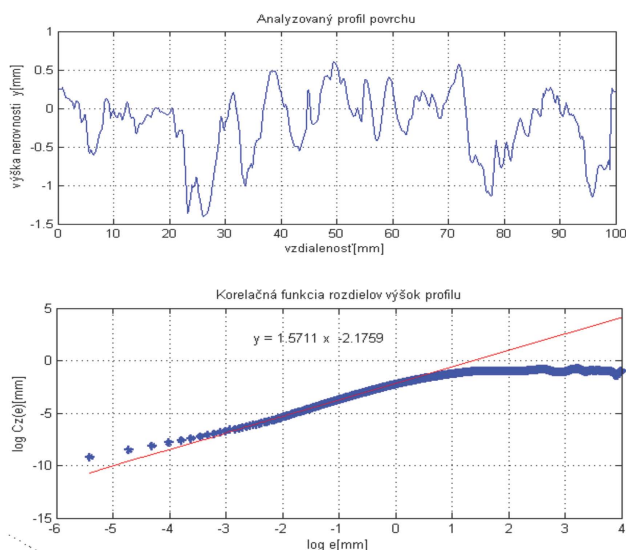
Obrázok 3 – Pohľad na prístroj Trimble CX vo vlastníctve SvF ŽUŽ a jeho výstup vo forme 3D mračna bodov použitých ako vstup pre výpočet kubatúr a objemovej kapacity v prípade využitia záujmovej oblasti ako skládky.

VYSOKO PRESNÉ SKENOVANIE POVRCHOV

Nový prístup k hodnoteniu kvality povrchov inžinierskych stavieb spočíva vo využití princípov fraktálnej geometrie pri analýze povrchu na základe 3D modelov vytvorených pomocou skenovania povrchu s vysokým rozlíšením (obr.4). Hodnotenie je založené na výpočte Hurstovho exponentu, ktorý je v priamom vzťahu s fraktálnou dimenziou popisujúcou mieru nepravidelnosti útvarov, profilov, či povrchov.



Obrázok 4 – Povrch získaný vysoko presným skenovaním



Obrázok 5 – Profil vytvorený z 3D modelu v programovom prostredí MATLAB a znázornenie stanovenia Hurstovho exponentu na základe korelačnej funkcie rozdielov výšok profilu

ZÁVER

V príspevku sú uvedené príklady možností aplikácie 3D skenovania ako pri návrhu inžinierskych stavieb (podklady pre projekčnú činnosť), tak aj pri kontrole kvality, resp. pri identifikácii a kvantifikácii množstva odpadov zo stavebných a demolačných prác. Je možné konštatovať, že súčasné možnosti získavania údajov o povrchoch sú veľkým prínosom v oblasti stavebníctva. Na základe doterajších skúseností s využívaním fraktálnej geometrie aj v iných vedných oblastiach je možné tvrdiť, že povrchy inžinierskych stavieb (napr. vozoviek) jednoznačne vykazujú fraktálny charakter a hodnotenie pomocou laserového skenovania s vysokým rozlíšením je bezpochyby krokom k zvyšovaniu objektivity hodnotenia kvality povrchov vozoviek a ich vplyvu ako na bezpečnosť, tak aj na produkciu imisií do okolia cestnej komunikácie a šírenie emisií v priestore.

POĎAKOVANIE

Tento príspevok vznikol vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt „Podpora a rozšírenie Centra výskumu v doprave „CVD-PLUS“ (ITMS: 26220220160), ktorý je spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Článok je publikovaný ako jeden z výstupov projektu:
„Brokerské centrum leteckej dopravy pre transfer technológií a znalostí do dopravy a dopravnej infraštruktúry; ITMS 26220220156.“



Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/
Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ

LITERATÚRA

- [31] MANDELROT, B.B.; WALLIS, J.R. (1969). Water Resour. Res. 4: 909.
- [32] FRAŠTIA, M., MÜLLER, L., UHRIN, Z., CÍLIK, J.: Overenie polohovej a výškovej presnosti mapovania technológiou Gatewing X100. In: 20. slovenské geodetické dni, Žilina, November 2013.
- [33] Projekt OP Výskum a vývoj pre projekt „Podpora a rozšírenie Centra výskumu v doprave „CVD-PLUS“ (ITMS: 26220220160).