

Využití bezpilotních letadel pro tvorbu podpůrných dat důlních map

RNDr. Jan Burda, Ph.D.¹, Ing. Lukáš Žižka¹, Ing. Petr Stanislav²

¹Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most, burda@vuhu.cz

²Severní energetická a.s.

Přijato: 4. 8. 2016, nerecenzováno

Abstrakt

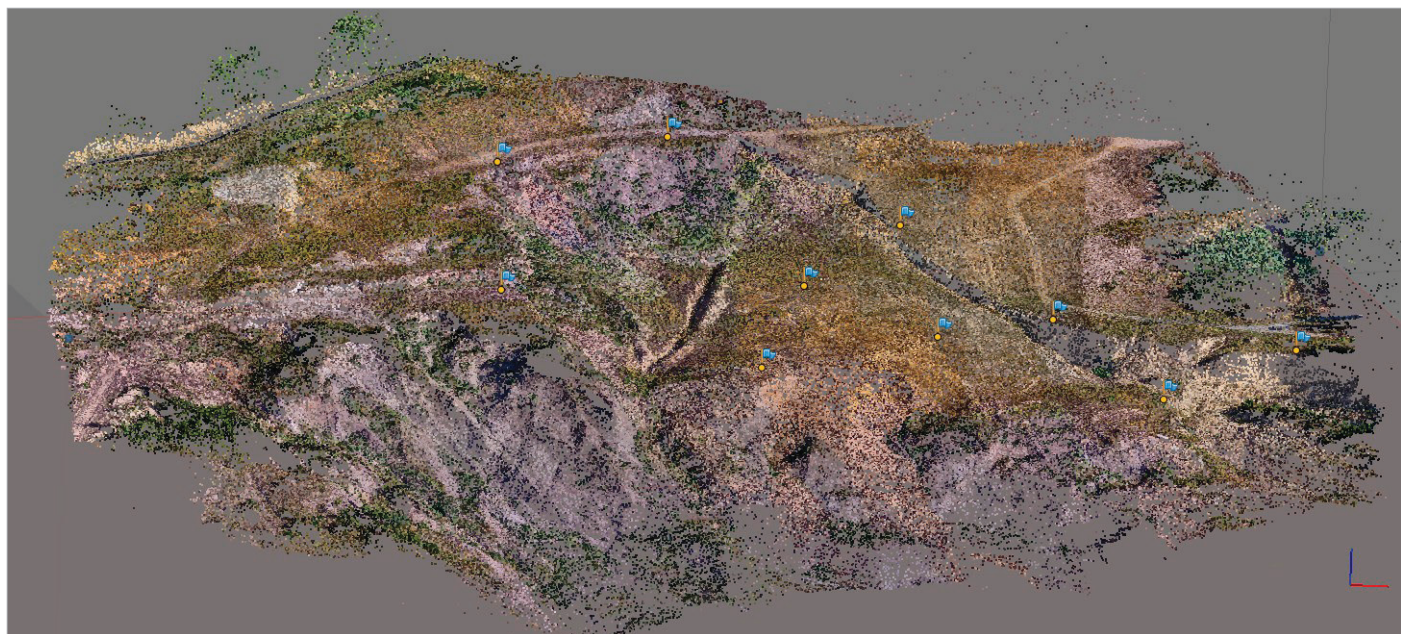
Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s. ve spolupráci s OMG Severní energetická a.s. v posledních měsících testují možnosti využití bezpilotních leteckých systémů (UAS) v báňských podmínkách. Jako zkušební oblast byl vytipován prostor bočních svahů lomu ČSA. Cílem prováděného snímkování je vytvoření metodiky, která by umožnila efektivní, operativní a levné použití UAS jako doplňující metody pro klasickou leteckou fotogrammetrii. Neoddiskutovatelnou výhodou UAS jsou minimální časové a i finanční náklady spojené s jeho provozem. Právě proto v sobě UAS skýtá vysoký potenciál pro operativní snímkování dílčích částí lomu, kde se předpokládá přesun hmot, svahové pohyby a obecně pro části, kde je třeba v relativně krátkých intervalech hodnotit kubaturní rozdíly či aktualizovat změnové stavy.

Provádění snímkování s využitím UAS

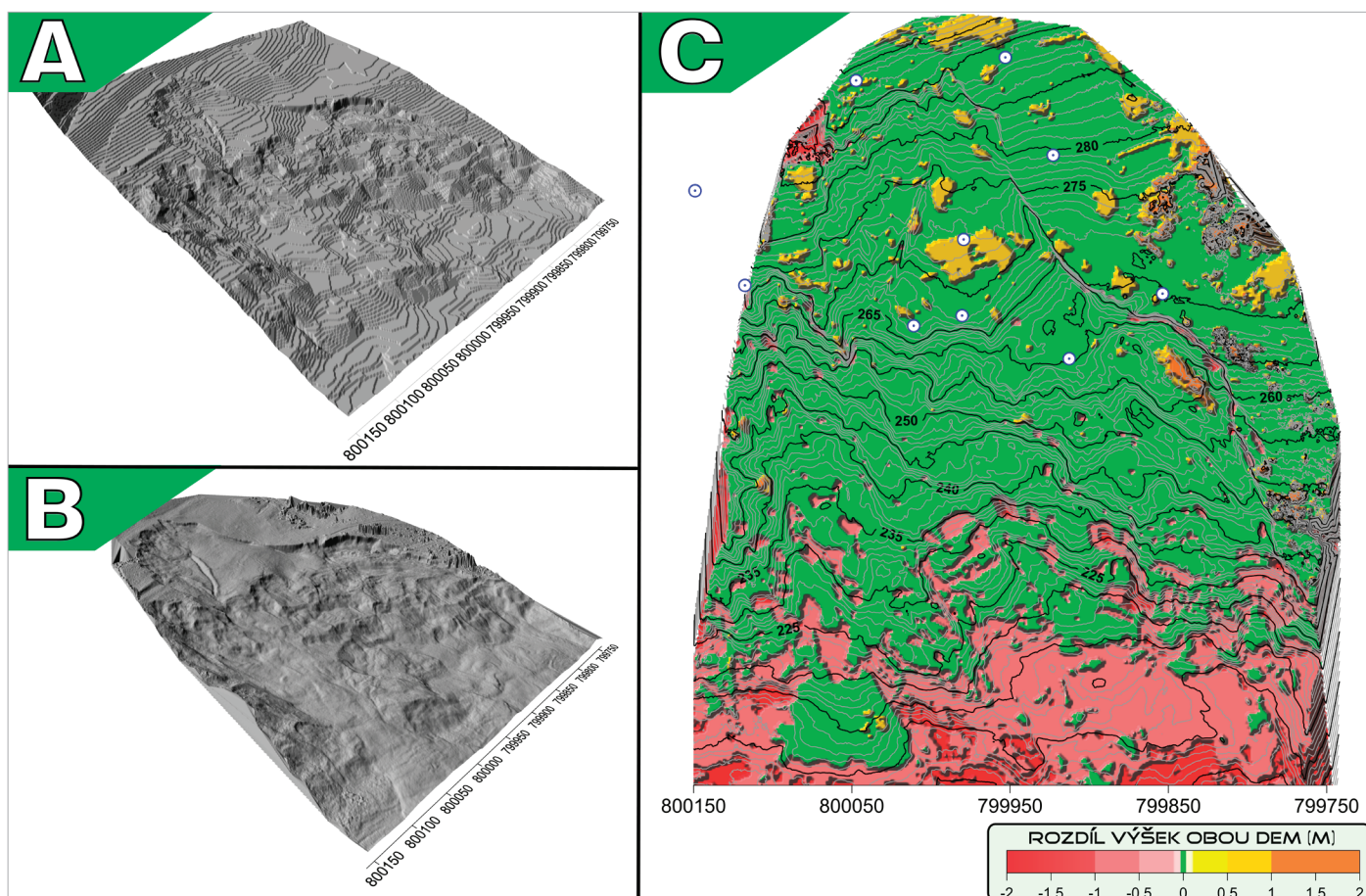
K řešení výše popsaného úkolu je v současnosti využíván čtyřmotorový copter DJI napájený akumulátorem 4S LiPol (15,2V). Maximální rychlost stroje činí 57,6 km/h a doba letu 17-25 min. Stroj je vybaven pokročilým stabilizátorem obrazu, digitální kamerou s rozlišením 4K a fotoaparát s rozlišením 12 MPix.

Před zahájením letů bylo nejdříve nutné UAS registrovat a vyřešit nezbytná legislativní povolení pro létání bez pilota, které vydává Úřad civilního letectví. Následně byla zpracována interní provozní příručka pro provádění leteckých prací, která taxativně stanovuje podmínky provozu UAS v báňském provozu (je nutné zohlednit polohu báňské technologie, meteorologická specifika lomových jam, atd.) tak, aby nedošlo k ohrožení báňského provozu a technologie, bezpečnosti létání ve vzdušném prostoru, osob a majetku na zemi a životního prostředí a rovněž aby provoz byl v souladu se stanoviskem Úřadu pro ochranu osobních údajů č. 1/2013.

Let při snímkování zájmové oblasti probíhá po předem vypočtené letové dráze, ta je vždy stanovena na základě požadovaného překryvu snímků (nejčastěji 60% a 45%), požadovaného rozlišení snímků (Pix/cm) a letové rychlosti (při snímkování nepřesahuje rychlost pohybu 18 km/h). Při následném snímkování se pak dron pohybuje po takto stanovené letové dráze a v požadované výšce nad terénem. Snímky jsou pořizovány ve vypočteném intervalu a každý bod na terénu je tak vždy zachycen na několika snímcích, vždy pod jiným úhlem. Metodou obrazové korelace se všechny snímky poskládají do jediného obrazu a vytvoří se 3D obraz snímkaného prostoru. Postprocesní zpracování snímku ve specializovaném softwaru umožňuje určit polohu snímku v absolutním souřadnicovém systému s minimální potřebou pozemních vlíčovacích bodů (standardně používáme 10 terčů o rozměru 500 x 500 mm). Výstupem je referencovaný ortofotosnímek a mračno bodů (viz obrázek č. 1).



Obr. 1: Texturované mračno bodů, kde je každému bodu přidělena reálná obrazová informace z digitální fotografie.



Obr. 2: Digitální model terénu (DEM) zájmové oblasti vytvořený z dat pořízených klasickou leteckou fotogrammetrií (A) a DEM vytvořený z mračka bodů získaného ze snímkování s využitím UAV (B). Rozdílový model obou náletů a umístění jednotlivých vlíčovacích bodů (C).

Dosavadní zkušenosti s provozem

Dílčí výstupy zkušebního provozu UAV jsou uvedeny na obrázku č. 2. Porovnávají výchozí DEM vytvořený z klasické letecké fotogrammetrie a DEM vytvořený z bodového mračka z UAV. Oba modely jsou vzájemně podobné, DEM vytvořený z bodového mračka je více vyhlazený a lépe zobrazuje přírodní tvary, naopak hůře interpretuje ostře terénní hrany antropogenního původu. Přesnost modelu je ovlivněna polohou vlíčovacích bodů, jež jsou umístěny v horní polovině oblasti, i přesto však model z mračka bodů dosahuje vysoké shody s původním modelem. Zájmový prostor, tj. střed oblasti, vykazuje výškovou chybu oproti výchozímu modelu ± 30 mm, čímž splňuje 3. třídu přesnosti mapování (obrázek č. 1c - zelená barva). Okraje modelu jsou zkresleny podstatně více (v řádech dm až prvních metrů), což je dáno jednak absencí vlíčovacích bodů, a dále také značnými výškovými rozdíly snímaného terénu. Přesnost modelu vytvořeného z bodového mračka je rovněž negativně ovlivňována vegetací a to i v té části modelu, kde je celkově velmi dobrá shoda s modelem výchozím (viz obrázek č. 1c - žluté a oranžové polygony v horní polovině oblasti).

Lomové prostory jsou pro využití UAS vhodné zejména díky obrazové variabilitě území a absenci hustého vegetačního pokryvu (lesy a husté keře), který je nutný v rámci postprocesního zpracování odstranit, čímž může docházet k dílčímu zkreslení konečného výstupu. V místech, kde jsou lomové svahy holé nebo

porostlé řídkou vegetací (např. travní porost, solitérní keře a stromy), lze dosáhnout přesnosti až ± 30 mm. Další výhodou metody je rovněž fakt, že lze i rekonstruovat polohu a stav báňské technologie, popř. budov či jiných stavebních objektů.

Poděkování

Článek vznikl s podporou projektu SLOPES – Smarter Lignite Open Pit Engineering Solutions (RFC-PR-14008), který je řešen s finanční podporou Výzkumného fondu pro uhlí a ocel (RFCS).