

Možnosti využití RPAS v pozemkových úpravách

Ing. Arnošt Müller, Ing. Kateřina Jusková

Katedra geomatiky, Fakulta stavební, ČVUT v Praze

Abstrakt: Příspěvek se zaměřuje na využitelnost systémů RPAS (Remotely Piloted Aircraft Systems, česky dálkově pilotovaných létajících systémů) v pozemkových úpravách. Pozemkové úpravy lze rozdělit do jednotlivých etap - přípravná, projekční a realizační. V rámci přípravné a projekční fáze se příspěvek zabývá metodami sběru dat pomocí RPAS, tvorbou a využitelností jednotlivých podkladů pro zadání zakázky pozemkové úpravy, pro projekční činnosti a analýzy. V rámci realizační fáze se příspěvek zaměřuje na možnosti monitoringu realizací opatření pozemkových úprav (dle plánu společných zařízení). Lokální výstupy z RPAS jsou porovnány s globálními produkty Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK), např. digitálním modelem reliéfu 5. generace, ortofoto, aj.

Úvod

Pozemkové úpravy jsou důležitým nástrojem pro rozvoj venkovské krajiny. Pozemkovými úpravami dochází ke scelování roztroušených pozemků jednotlivých vlastníků, zpřístupnění a vyrovnání hranic těchto pozemků tak, aby byly vytvořeny lepší podmínky pro zemědělské hospodaření vlastníků půdy a vyjasnila se vlastnická práva. Pozemkové úpravy podporují zlepšení životního prostředí, ochranu a zúrodnění půdního fondu, vodního hospodářství (především protierozní a protipovodňovou ochranu) a zvýšení ekologické stability krajiny. [1] Realizace plánu společných zařízení, který je důležitou součástí pozemkových úprav, znamená vybudování potřebných cest, protierozních a protipovodňových opatření, prvků zeleně, rybníků, biocenter, biokoridorů atd. Pozemkové úpravy představují jediný reálný způsob, jak obnovit katastrální operát v extravilánu a vytvořit digitální katastrální mapu s vazbou na skutečný stav v terénu. Pro účely tohoto článku uvažujeme pod pojmem pozemkové úpravy komplexní pozemkové úpravy, zkráceně KoPÚ.

V poslední době se v oblasti fotogrammetrie rychle rozmáhají systémy RPAS (Remotely Piloted Aircraft Systems, česky dálkově pilotované létající systémy [2]). Pomocí RPAS lze získat především ortofoto s vysokým rozlišením a podrobný digitální model povrchu (DMP), což jsou jedny ze základních datových podkladů pro pozemkové úpravy (vedle katastrální mapy). Výhodami RPAS oproti klasické letecké fotogrammetrii jsou kromě operativnosti nižší náklady jak na pořízení systému, tak na jeho provoz.

Tento článek si klade za cíl prozkoumat možnosti využití RPAS v pozemkových úpravách, vzhledem k jejich rozsahu, postupům a vzhledem k přesnosti dostupných datových produktů ČÚZK a systémů RPAS.

Podkladová data a metody

Zpracovatelé pozemkových úprav používají jako podkladová data pro projektování zejména datové sady ČÚZK: digitální model reliéfu (DMR), ZABAGED a ortofoto. Velkou výhodou je, že tato pokrývají celou ČR. Proto je pro účely tohoto článku nazýváme globálními produkty pořízenými globálními metodami. Globálními metodami jsou především letecká fotogrammetrie, letecké laserové skenování a dálkový průzkum Země. Určitou nevýhodou těchto datových sad je frekvence aktualizace v řádu let. Např. ortofoto pro území ČR je aktualizováno jednou za 2 roky, zatímco aktualizaci DMR na základě leteckého laserového skenování Zeměměřický úřad zatím neplánuje, resp. plánuje jen v oblastech, kde se předpokládají nějaké změny, např. vlivem těžby, liniové výstavby apod.

Systémy RPAS pokryjí v rámci jednoho letu území o rozloze přibližně 10 km², proto je uvádíme jako metody lokální. Výhodou těchto systémů v porovnání s globálními metodami je operativnost jejich nasazení. Na druhou stranu problémem u RPAS může být garance přesnosti (jak polohové tak výškové), neboť RPAS často využívají „nefotogrammetrické“ vybavení (běžné fotoaparáty a jednofrekvenční GNSS přijímače) a tedy pro dosažení požadované přesnosti je potřeba pořízení i zpracování dat dobře naplánovat a dodržet správné technologické postupy. Na přesnost výsledných produktů má vliv celá řada faktorů: výška letu, překrytí snímků, vličovací body (počet a konfigurace), systematická chyba daná nestabilitou kamery (těžko určitelná), členitost terénu, atmosférické podmínky, a v neposlední řadě zkušenost zpracovatele (zda provádí kalibraci, aj.). Produktem RPAS jsou fotografické snímky, jejichž korelací lze vytvořit digitální model povrchu (DMP). DMP zobrazuje povrch terénu a objekty nad něj vystupující, jako domy, vegetaci atd. [2] V odkrytém terénu však lze DMP a DMR považovat za shodné.

Etapy pozemkových úprav, kde by mohly být RPAS jako lokální metoda využity, jsou terénní a projekční práce zpracovatele pozemkových úprav. Mezi terénní práce se řadí zejména Podrobný průzkum terénu a Zaměření skutečného stavu polohopisu a výškopisu. Mezi projekční práce patří především návrh plánu společných zařízení (mapa erozního ohrožení a mapa plánu společných zařízení).

Do analýzy vodních poměrů v krajině (vodní eroze) vstupují i meliorace. Zejména uzavřená trubní odvodňovací zařízení, která jsou pod zemí, lze v prostoru jen těžko identifikovat. Nicméně jsou zkoumány možnosti, jak využít RPAS při identifikaci těchto podzemních prvků zprostředkovaně pomocí vizuálních či vlhkostních charakteristik na snímcích ortofoto a snímcích v nepravých barvách s využitím blízkého infračerveného spektra (NIR, near-infrared), které lze získat v dostatečné podrobnosti pomocí RPAS. [3]

Porovnání parametrů celorepublikových datových sad a výstupů RPAS

Pozemkové úpravy jsou často realizovány po katastrálních územích, nicméně do rozlohy pozemkové úpravy se nezahrnuje intravilán. Z údajů Státního pozemkového úřadu o KoPÚ v ČR v letech 2003-2013 byla vypočtena průměrná rozloha pozemkové úpravy 4,8 km² (tj. přibližně 5 km²), přičemž hodnoty v souboru dat se pohybovaly v rozmezí 3,7 až 5,7 km². Systémem RPAS typu křídlo lze v rámci jednoho typického letu (charakterizovaného parametry v tabulce níže) zmapovat území o rozloze 10 km².

Porovnání globálních (oranžové sloupce) a lokálních (modré sloupce) metod je uvedeno v tabulce 1 níže. Pro RPAS uvažujeme dvě konkrétní zařízení, která má k dispozici Katedra geomatiky Fakulty stavební ČVUT – křídlo eBee (senseFly) a mikrokoptéra hexa XL (vlastní výroby).

Tab. 1

Datový produkt	globální		lokální	
	ČÚZK	TopGIS	eBee senseFly	mikrokoptéra hexa XL
Ortofoto				
rozlišení [cm/pixel]	25	12,5*	3	3
polohová přesnost [cm]	25-50	20-40*	3	4 (10 GCP)
NIR	ano	ano	ano	ano

frekvence [rok]	2	2	kdykoliv	kdykoliv
	DMR 5G	DMP 1G	DMP	
výšková přesnost [cm]	18-30	40-70cm	5	12
frekvence [rok]	neuvažuje se	neuvažuje se	kdykoliv	kdykoliv

Parametry ortofoto označené * jsou pouze předpokládány, neboť snímkování ještě neproběhlo [4]. Velikost pixelu rastrového obrazu Ortofota ČR Zeměměřického úřadu je přibližně 0,25 m ve střední rovině terénu. Polohová přesnost charakterizovaná střední souřadnicovou chybou v rovinném terénu je 0,25 m, ve členitých terénech dosahuje hodnoty 0,5 m [5].

Digitální model povrchu České republiky 1. generace (DMP 1G) představuje zobrazení území včetně staveb a rostlinného pokryvu s úplnou střední chybou výšky 0,4 m pro přesně vymezené objekty (budovy) a 0,7 m pro objekty přesně neohrazené (lesy a další prvky rostlinného pokryvu). DMP 1G je postupně vytvářen a má být hotov pro celé území České republiky do konce roku 2015 [5].

Polohová a výšková přesnost (3 cm a 5 cm) u systému eBee senseFly jsou hodnoty udávané výrobcem, v praxi však záleží na mnoha parametrech, zejména pak na vličovacích bodech. Přesnost u mikrokoptéry hexa XL je uváděna na základě zkoumání přesnosti v rámci diplomové práce [6] při 10 vličovacích bodech (ground control point, v tab. 1 GCP).

Diskuze

Průměrná rozloha pozemkové úpravy je 5 km². Takovou oblast lze pokrýt RPAS zpravidla v rámci jednoho letu, byť autor článku v časopise Zeměměřič [7] zařadil letecké měřické snímkování velkoplošných objektů větších než 4 km² (např. celá katastrální území) pomocí RPAS do kategorie “zatím spíše ne”.

Nespornou výhodou RPAS je operativnost při nasazení. Lze snímkovat kdykoli, dle podmínek pro přistání též kdekoli, i za zhoršených povětrnostních podmínek, např. při nízké oblačnosti. Pro jednotlivé etapy návrhu pozemkových úprav jsou potřeba aktuální podklady. Tuto potřebu pozemkových úprav RPAS splňuje. V etapách Podrobný průzkum terénu (PPT) a Zaměření skutečného stavu polohopisu a výškopisu (ZSS) lze pomocí RPAS nahradit do určité míry geodetická měření, která mohou být vzhledem k rozsahu pozemkové úpravy časově i finančně náročná.

Dokonalé propojení využití bezpilotních létajících systémů a klasického geodetického měření by nastalo v případě, kdy by zpracovatel prováděl podrobný průzkum terénu např. za pomoci tabletu či přesnějšího GNSS příručního (handheld) zařízení. V zařízení by bylo nahráno podrobné a aktuální ortofoto z RPAS jako polohopisný podklad. Při terénním šetření by zpracovatel evidoval a polohově identifikoval přímo na tabletu prvky v krajině důležité pro tvorbu budoucího plánu společných zařízení (PSZ) a digitální katastrální mapy. U zájmových prvků je známa i výška z DMP (může být přiřazena buď přímo v terénu či při dodatečném zpracování v kanceláři). Prvky, které se nedají s dostatečnou přesností identifikovat, a tudíž se nedají polohově umístit do ortofoto, by byly následně v rámci etapě Zaměření skutečného stavu geodeticky zaměřeny.

Pro potřeby pozemkových úprav jsou měřeny polohově prvky obsahu budoucí katastrální mapy a další prvky důležité pro návrh PSZ. Výškopisně je měřeno komplexně celé území dotčené pozemkovou úpravou v pravidelné síti s dostatečnou přesností, se speciálním

zacílením na oblasti s plánovanými prvky PSZ (polní cesty, opatření protierozní a protipovodňové ochrany, územní systém ekologické stability). Výškopisný aktuální podklad celého území dotčeného pozemkovými úpravami (i s přesahy) je zapotřebí i v případě výpočtu stávajícího erozního ohrožení a následně pro návrh potřebných nových protierozních opatření, jak bylo již zmíněno. Geodetické práce jsou rozsáhlé a tudíž i časově a finančně náročné. V projektech pozemkových úprav není většinou na etapu Zaměření skutečného stavu polohopisu a výškopisu takové množství finančních prostředků, aby mohla být v požadované kvalitě a rozsahu provedena. V případě využití DMP a ortofoto z RPAS by se geodetické zaměření využilo jako doplňující složka tam, kde by výstupy z RPAS nenaplnily požadavky, a mohlo by dojít ke snížení nákladů etap PPT a ZSS alespoň na nabízenou cenu zakázek, bez nutnosti samotného snižování kvality a podrobnosti zaměření.

Celé území dotčené pozemkovou úpravou je také možno pomocí RPAS dokumentovat jak před realizací jednotlivých navržených prvků společných zařízení, tak po realizaci. Teprve realizací společných zařízení se totiž začne měnit ráz krajiny a navržená opatření začnou plnit své funkce. S odstupem času se některá již funkční zařízení začleňují do krajiny (např. polní cesty, protipovodňová a protierozní opatření) a jiná teprve postupně po začlenění a péči o ně, která trvá několik let, začnou účinkovat (např. prvky zvyšující ekologickou stabilitu). Takovým způsobem monitoringu získá zadavatel projektů Státní pozemkový úřad zároveň výstupy z realizací, které se dají využít k propagaci oboru.

Závěr

V procesu návrhu pozemkových úprav je široká škála možností využití výstupů z RPAS. Konkrétně je lze využít při lokalizaci meliorací a v etapách Podrobný průzkum terénu, Zaměření skutečného stavu, stav erozního ohrožení, Návrh plánu společných zařízení a Monitoring realizací společných zařízení. Výstupy z RPAS mohou z větší části nahradit samotné geodetické zaměření, které je většinou rozlohou rozsáhlé a časově i finančně náročné. Dále je lze použít jako podklad pro důležité terénní průzkumy a navrhování nových společných zařízení a nových pozemků jednotlivých vlastníků. V neposlední řadě je může Státní pozemkový úřad uplatnit též při propagaci realizací společných zařízení a užitečnosti pozemkových úprav.

Do budoucna je v plánu porovnání finančních nákladů globálních a lokálních metod, zejména pak porovnání nákladů geodetického zaměření vs. RPAS v rámci Zaměření skutečného stavu.

Poděkování

Tato práce byla podpořena grantem Studentské grantové soutěže ČVUT č. SGS14/050/OHK1/1T/11 a SGS14/051/OHK1/1T/11.

Reference

- [1] Zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů.
- [2] ČÚZK. *Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí* [online]. 2014 [cit. 2014-11-10]. Dostupné z: <http://www.vugtk.cz/slovník/>
- [3] TLAPÁKOVÁ, Lenka, Igor PELÍŠEK, Zbyněk KULHAVÝ a Jiří ŽALOUDÍK. Mohou distanční metody odhalit drenážní systémy v krajině?. *Životné prostredie*. 2013, roč. 47, č. 3, s. 160-163. DOI: 0044-4863. Dostupné z: http://147.213.211.222/sites/default/files/2013_3_08_Tlapakova_0.pdf

- [4] Snímkování pro tvorbu ortofotomapy. *TopGis* [online]. 2014 [cit. 2014-11-04]. Dostupné z: <http://www.topgis.cz/cs/snimkovani-pro-tvorbu-ortofotomapy/>
- [5] GEOPORTÁL ČÚZK. [online]. 2014 [cit. 2014-11-04]. Dostupné z: <http://geoportal.cuzk.cz/>
- [6] ŘEHÁK, Martin. *Využití bezpilotních prostředků ve fotogrammetrii*. Praha, 2012. Diplomová práce. ČVUT v Praze. Vedoucí práce Prof. Dr. Ing. Karel Pavelka.
- [7] ŠÍMA, Jiří. 41. setkání Společnosti pro fotogrammetrii a dálkový průzkum. *Zeměměřič: časopis o geodézii, katastru nemovitostí, kartografii a GIS*. 2014, 21., 09+0, s. 21-23. DOI: 1211-488x.