

## Možnosti využití leteckého laserového skenování pro vodohospodářské účely

Kateřina Uhlířová

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., Podbabská 2582/30,  
160 00, Praha 6, Česká republika  
uhlirova@vuv.cz

**Abstrakt.** Letecké laserové skenování povrchu (dále LLS) patří k nejmodernějším technologiím pro pořizování prostorových geografických dat. Nachází své uplatnění zejména pro tvorbu digitálního modelu reliéfu (pouze terén) a digitálního modelu povrchu (včetně budov a vegetace). V České republice probíhá od konce roku 2009 nové výškopisné mapování celého území s využitím metody LLS. V souvislosti s tímto projektem byly na pracovišti Výzkumného ústavu vodohospodářského zkoumány možnosti využití těchto výrazně přesnějších datových zdrojů k aktualizaci vodohospodářských dat, zejména Digitální báze vodohospodářských dat - DIBAVOD. Výsledky výzkumu jsou náplní tohoto příspěvku. Hlavními cíli bylo zpřesnění polohy os vodních toků, identifikace příčných překážek v korytě toku v souvislosti se stanovením podélného profilu vodní hladiny a posouzení vhodnosti použití dat LLS v příbřežních zónách jako vstupu do 1D nebo 2D hydrodynamických modelů pro stanovení rozsahu rozlivu, hloubky a rychlosti vody v záplavových oblastech. K řešení byla použita testovací data z lokality Dobruška ve východních Čechách. V oblasti byla vymezena záplavová území toku Dědina, který protéká městem Dobruška. Kromě toho byla data LLS porovnána s jinými výškopisnými daty, které jsou na daném území k dispozici. Jde zejména o data fotogrammetrického měření, geodetického zaměření a o různé digitální modely terénu ZABAGED. Analýzy byly prováděny v prostředí ArcGIS.

**Klíčová slova:** vodní hospodářství, letecké laserové skenování, digitální model terénu, digitální model reliéfu, záplavová území

**Abstract.** Potential utilization of Airborne laser scanning in water management. Airborne Laser Scanning (ALS) belongs to modern technologies for producing geospatial information. The main use is found for digital terrain model (only terrain) and digital surface model (including buildings and vegetation) creation. New altimetric survey of the whole state territory using ALS technology has started in autumn 2009 in the Czech Republic. In connection to this project, potential utilization of this much more accurate data in water management was examined by the Water Research Institute. Particularly the update of DIBAVOD (Digital database of water management data) is examined. Research results are the content of this article. More accurate position of stream line, identification of vertical cross objects in streams in connection to water level determination and suitability assessment of using ALS data as input in 1D and 2D hydrodynamic models to specify flood extent, water depth and flow velocity in floodplain areas were the main goals. ALS data from pilot area around Dobruska town in eastern Bohemia was used for research. Flood extents of Dedina stream, which flows through Dobruska, were assessed in the locality. Beside that, comparison between LLS data and different altimetric information that are possible in the area are also part of the research. It means mainly fotogrammetry, geodetic survey and different digital elevation models ZABAGED. Analyses were done in ArcGIS.

**Keywords:** water management, airborne laser scanning, digital terrain model, floodplain area

### 1 Úvod

Letecké laserové skenování (LLS) patří v současnosti k nejmodernějším technologiím pro pořizování prostorových geografických dat. Nachází své uplatnění zejména při tvorbě digitálního modelu reliéfu (DMR), kde je zastoupen pouze rostlý terén, a digitálního modelu povrchu (DMP), který zahrnuje kromě terénu i stavby a vegetační kryt. Tato moderní technologie se využívá i v České republice při novém výškopisném mapování celého území republiky, které bude probíhat v letech 2009 – 2012.

V souvislosti s tímto projektem byly na pracovišti Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, v.v.i., (VÚV) zkoumány možnosti využití těchto výrazně přesnějších datových zdrojů k aktualizaci vodohospodářských dat, zejména Digitální báze vodohospodářských dat (DIBAVOD). Výzkum probíhal v roce 2009 na základě dat z testovacího snímání (rok 2008). Hlavními cíli výzkumu bylo zjistit možnosti zpřesnění polohy os vodních toků, identifikace příčných překážek v korytě toku v souvislosti se stanovením podélného profilu vodní hladiny, posouzení vhodnosti použití dat LLS v příbřežních zónách jako vstupu do 1D nebo 2D hydrodynamických modelů pro stanovení záplavových

území a výškopisné analýzy různých DMR. Výsledky výzkumu VÚV jsou náplní tohoto příspěvku. Kromě toho jsou také k dispozici v grafické formě jako 7 listů tematických map v měřítku 1 : 5 000 a kladu SMO5. Obsahem je zejména porovnání výškopisu (rozdíly digitálních modelů terénu a vrstevnic ZABAGED a vrstevnic z dat LLS) a porovnání polohopisu toků ZABAGED (DIBAVOD) a LLS, včetně zobrazení odchylek toků v barevné škále.

## 2 Výškopisné mapování ČR na principu LLS

Český úřad zeměměřický a katastrální připravil ve spolupráci s Ministerstvem zemědělství a Ministerstvem obrany ČR projekt nového výškopisného mapování celého území České republiky (ČR). Jedním z hlavních důvodů je nedostatečná přesnost a vysoká míra generalizace současných digitálních modelů reliéfu, které neumožňují interpretovat objekty mikroreliéfu s požadovanou přesností. Aplikace metody LLS nabízí dosažení vysoké hustoty výškových bodů i výškové přesnosti, která v zásadě odpovídá současným i perspektivním požadavkům uživatelů geografických informací v ČR. Metoda LLS se oproti ostatním návrhům pro zlepšení databází výškopisu (využití digitální stereofotogrammetrie nebo automatizované obrazové korelace překrývajících se měřických snímků) jeví ekonomicky a produkčně nejefektivnější, o čemž svědčí i její stále častější využití ve vyspělých zemích Evropy, USA a v Kanadě. Skenování a zpracování dat bylo zahájeno na podzim 2009 v pásmu „Střed“ a úzce souvisí s tvorbou periodického ortofotografického zobrazení celého území ČR v tříletém intervalu.

Uvedené letecké laserové skenování má tyto základní parametry: výška letu nad terénem se pohybuje mezi 1200 – 1500 m a průměrný překryt sousedních skenovacích pasů je 40 - 50 %, čímž bude dosažena hustota bodů minimálně 1 bod/m<sup>2</sup> se střední chybou měření délky prostorového rajonu do 0,03 m.

Po zpracování dat vzniknou v různých časových horizontech tyto tři realizační produkty:

1. *Digitální model reliéfu území České republiky 4. generace (DMR 4G)* ve formě mříže (GRID) 5 x 5 m s úplnou střední chybou výšky 0,3 m v odkrytém terénu a 1 m v zalesněném terénu.
2. *Digitální model reliéfu území České republiky 5. generace (DMR 5G)* ve formě nepravidelné sítě výškových bodů (TIN) s úplnou střední chybou výšky 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu.
3. *Digitální model povrchu území České republiky 1. generace (DMP 1G)* ve formě nepravidelné sítě výškových bodů (TIN) 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 půdního krytu).

[1]

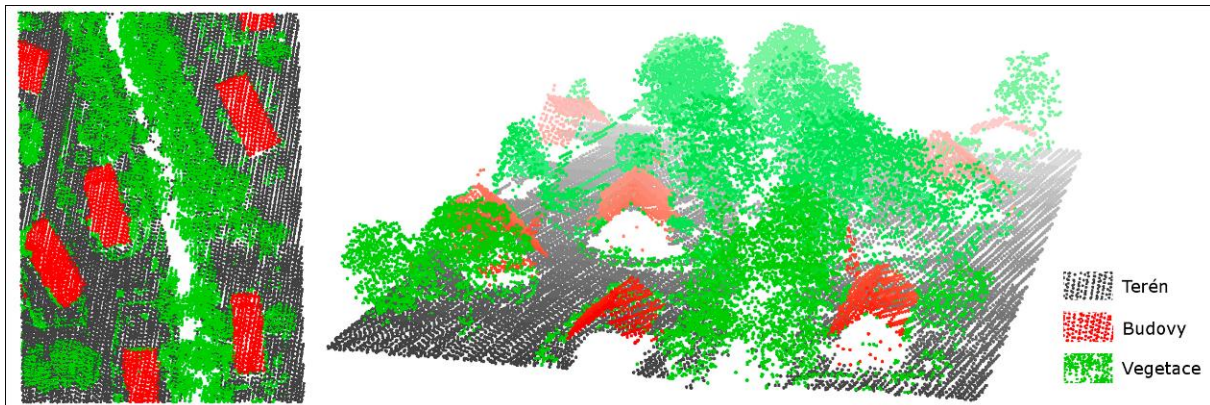
## 3 Základní princip LLS – sběr a zpracování dat

Data o zemském povrchu jsou získávána pomocí vysílání laserových paprsků v podobě pulzů ze skeneru, který je umístěn na leteckém nosiči. Letecké laserové skenování má vlastní zdroj záření a není tedy odkázáno na sluneční svit (jako fotogrammetrie). Odrazy jsou zaznamenány jak od terénu, tak i od objektů na zemského povrchu aj. Poloha bodu je vypočítána prostorovým rajonem, kdy vzdálenost bodu od nosiče je určena časem, který uplyne mezi vysláním paprsku a přijetím jeho odrazu zpět do skeneru a směr paprsku je určen z prvků vnější orientace, měřených pomocí aparatury GPS a inerciálním navigačním systémem [2, 3].

Odraz laserového paprsku může být jediný nebo vícenásobný. K vícenásobnému odrazu (s výrazným výškovým rozdílem) dochází především v lesích a na okrajích budov. V lesích je obvykle část energie paprsku odražena od vysoké vegetace, zatímco zbytek pronikne níže. Jeho díl se opět odrazí kupříkladu od nízké vegetace a zbylá část paprsku se dostane až k terénu a zpět do skeneru. Uvádí se, že přibližně 10 až 25 % paprsků pronikne lesním porostem. Z hlediska prostupnosti vegetace je tedy nejvhodnější doba pro sběr dat v období vegetačního klidu. Další podmínkou je absence sněhové pokrývky.

Data pořízená pomocí LLS mají podobu tzv. mračna bodů, jak se nazývají nepravidelně rozmístěná bodová data. Pomocí automatických procesů filtrace a klasifikace se rozlíší odrazy od staveb, vegetace a rostlého terénu a separují se hrubé chyby. Filtrovaná data „rostlého“ terénu pak slouží jako základ digitálního modelu reliéfu (DMR) [3].

Pohled (2D a 3D) na filtrované a klasifikované vrstvy terénu, vegetace a budov je vidět na *obr. 1*. Oblast bez dat vymezuje hladinu toku.



**Obr. 1.** 2D a 3D pohled na klasifikované mračno bodů vrstvy terénu, vegetace a budov

Pro využití ve vodním hospodářství je podstatné chování laserového paprsku v blízkosti vodních ploch. Skenery vhodné k celoplošnému mapování používají laser v blízkém infračerveném spektru. Ze spektrální charakteristiky vody je známo, že voda toto záření téměř zcela pohlcuje. V datech se vodní plocha jeví jako oblast s velmi nízkou hustotou bodů. Přibližnou výšku hladiny je možno zjistit z výšek bodů odražených přímo od břehů. Pokud je účelem zjistit hranici vodní plochy (u povodní například záplavovou čáru) nebo geometrii inundačního území, je tato vlnová délka velmi vhodná. [4]

#### 4 Popis území a charakteristiky dat

K řešení byla použita testovací data z lokality Dobruška ve východních Čechách. Prostor, který byl zaměřen pomocí LLS, má rozlohu přibližně 47 km<sup>2</sup>. Nadmořská výška se na území pohybuje od 268 do 425 m n. m. Území je poměrně intenzivně zemědělsky využíváno. Orná půda pokrývá téměř 60 % území, lesní porosty představují 20 % rozlohy, 10 % připadá na sídla a 7 % na trvalé travní porosty. Lokalita není příliš sklonitá: sklon do 5 % má 65 % území, sklonu 5 až 10 % odpovídá 22 % plochy.

Z vodohospodářského hlediska byla pozornost zaměřena především na tok Dědina (v některých zdrojích se nazývá Zlatý potok). Délka úseku, který protéká zaměřeným územím, je cca 9 km. Charakter toku je na většině území přirozený se šířkou koryta 6 – 8 m. V intravilánu města Dobrušky je v úseku cca 1 km koryto upravené, lichoběžníkového tvaru, opevněné kamenem do betonu se třemi příčnými stabilizačními stupni s výškou od dolní hladiny 0,5, 0,7 a 0,3 m v době terénního průzkumu (pro orientaci budou v dalším textu uváděny tyto výšky, ačkoli rozdíly hladin závisí na aktuálním stavu vody a jsou trochu odlišné). Šířka ve dně se v tomto úseku pohybuje od 2 do 6 metrů. Normální hloubka vody je do 15 cm, jen pod stupni jsou poměrně hluboké tůně.

Experimentální sběr dat LLS v této lokalitě proběhl ve dnech 24. 4. a 26. 6. roku 2008. Data byla pořízena z výšky 1200–1500 m a hustota mračna byla cca 1,2 bod/m<sup>2</sup>. Data jsou primárně pořizována v souřadnicovém referenčním systému WGS-84 a v elipsoidické výšce. Poskytnuta byla v zobrazení UTM (zóna 33N) v textovém ASCII formátu (X, Y, Z). Následně byla na pracovišti VÚV převedena do standardního souřadného systému S-JTSK East North a výškového systému Balt po vyrovnání. Hodnoty výšek jsou zaokrouhlené na milimetry. Pro řešení byly poskytnuty následující sady dat:

- klasifikované mračno bodů (1,2 bod/m<sup>2</sup>) – vrstvy: terén, budovy, vegetace atd.; střední souřadnicová chyba – 0,18 m.
- digitální model reliéfu v podobě DMR 4G (5 x 5 m); střední souřadnicová chyba – 0,30 m.

#### 4.1 Analýza možností zpřesnění geometrie vodního toku

Hustota dat LLS je taková, že z nich jsou velmi dobře rozpoznatelná koryta toků a to i v případě hojné doprovodné vegetace. V případě toku, který je širší než 4 m, je koryto dobře zřetelné z mezer mezi body vrstvy terén v datech LLS. Pokud je tok menší, je jeho poloha snadno rozeznatelná v DMT ve formě TIN. Vzhledem k tomu, že automatické generování os vodních toků je náročný proces, který znesnadňují některá specifika dat LLS (viz dále), byly toky ve zkoumaném území po automatickém vyhodnocení upraveny manuálně na základě TIN. Mapové výstupy obsahují původní i získanou síť vodních toků. Kromě toho jsou toky LLS rozlišeny podle toho, jak dobře bylo možno polohu z dat vyčíst, což úzce souvisí s mírou přesnosti. Rozlišeno bylo:

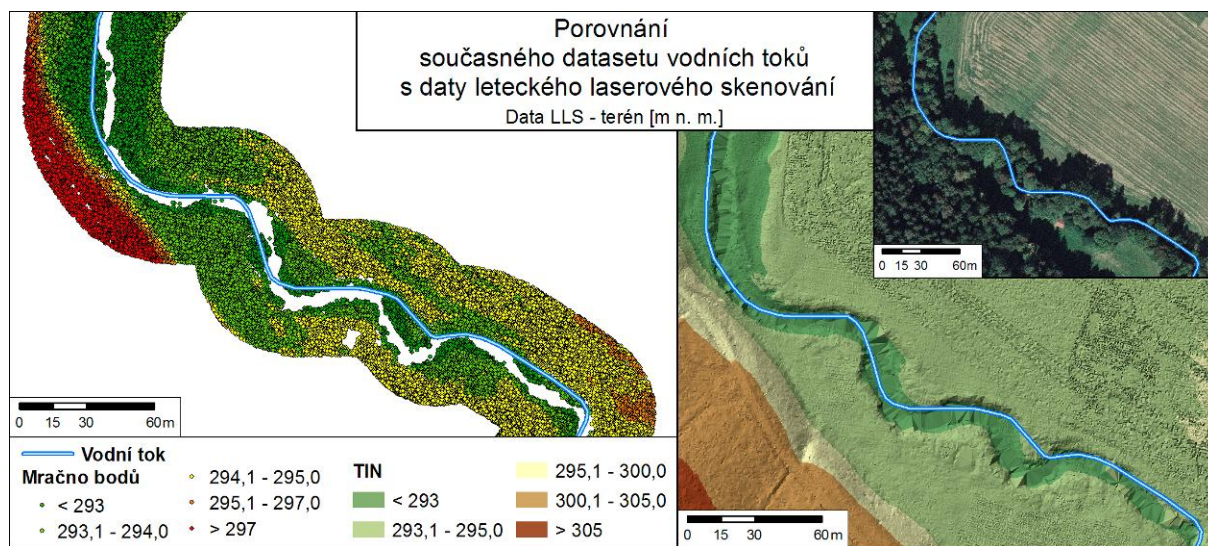
1. Koryto dobře zřetelné (šířka od cca 4 m) – lichoběžník
2. Koryto dobře zřetelné (menší) – trojúhelník
3. Koryto nezřetelné – odhad
4. Zatrubněné koryto (není uvedeno v mapě)

Polohová přesnost současných dat vodních toků je v porovnání s daty LLS podstatně nižší. To bylo ověřeno také měřeními v terénu pomocí GPS. Ke statisticko-prostorové analýze rozdílů byla použita data, kde je tok z dat LLS jednoznačně identifikovatelný (typ 1 a 2), tzn. polohová chyba závisí pouze na použité technologii. Průměrný rozdíl aktuálního datasetu toků a toků vycházejících z dat LLS je 3,3 m, směrodatná odchylka 4,1 m. Maximální rozdíly se pohybují kolem 30-ti metrů.

Odlišnosti dat mohou mít několik příčin:

- datasey ZABAGED® a DIBAVOD odpovídají generalizací zakresu měřítku 1 : 10 000
- nepřesnosti digitalizace v důsledku neprůzornosti hustým vegetačním doprovodem toku na ortofotosnímku
- jiné chyby...

Na obr. 2 je znázorněn jeden z případů, kdy osa vodního toku současné databáze neprochází osou koryta a na několika místech je i mimo koryto. Koryto toku je dobře zřetelné jak z mezer mezi body LLS, tak z vytvořeného modelu TIN. Důvodem je v tomto případě neprůhlednost doprovodné vegetace na ortofotosnímku.



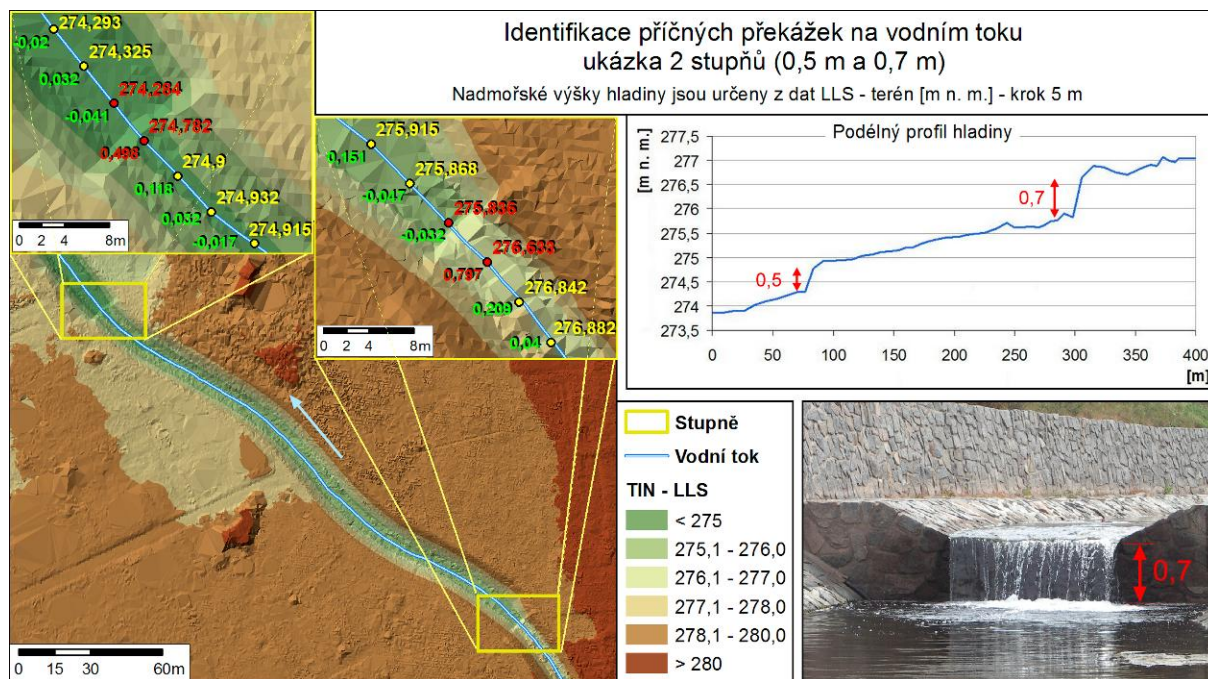
Obr. 2. Porovnání současného datasetu vodních toků s daty LLS

Z analýzy dat vyplývá, že data LLS mohou být vhodným zdrojem pro zpřesnění průběhů os malých vodních toků a zjištění břehových čar plošných vodních toků. V současné době je vyvíjen postup automatické generace os toků z DMT z dat LLS.



## 4.2 Identifikace příčných stupňů ve vodního toku

Dalším úkolem bylo ověřit možnost nalezení příčných stupňů ve vodním toku. K tomu je nezbytnou podmínkou přesná osa toku a co nejpřesnější model terénu, to znamená TIN z mračna bodů vrstvy terén. Obr. 3 zobrazuje TIN úseku toku se dvěma stupni (převýšení 0,5 a 0,7 m) včetně jejich detailů. Bodům, které tvoří osu toku a mají rozestup cca 5 m, byly přiřazeny nadmořské výšky hladiny toku - nejnižší odrazy od břehů (vpravo) a výškový rozdíl od níže položeného bodu (vlevo). Červeně jsou zvýrazněny body nejbližší stupňům. V pravém dolním rohu je fotografie horního stupně (0,7 m). Součástí obrázku je podélný profil hladiny toku zobrazeného úseku, kde stupně tvoří znatelné skoky, a tak jsou tyto prvky jednoznačně identifikovatelné. Dalším záměrem bude metodu zautomatizovat a uplatnit ji na tocích různého charakteru.



Obr. 3. Identifikace 2 stupňů za pomoci DMR (TIN) a podélného profilu vodní hladiny

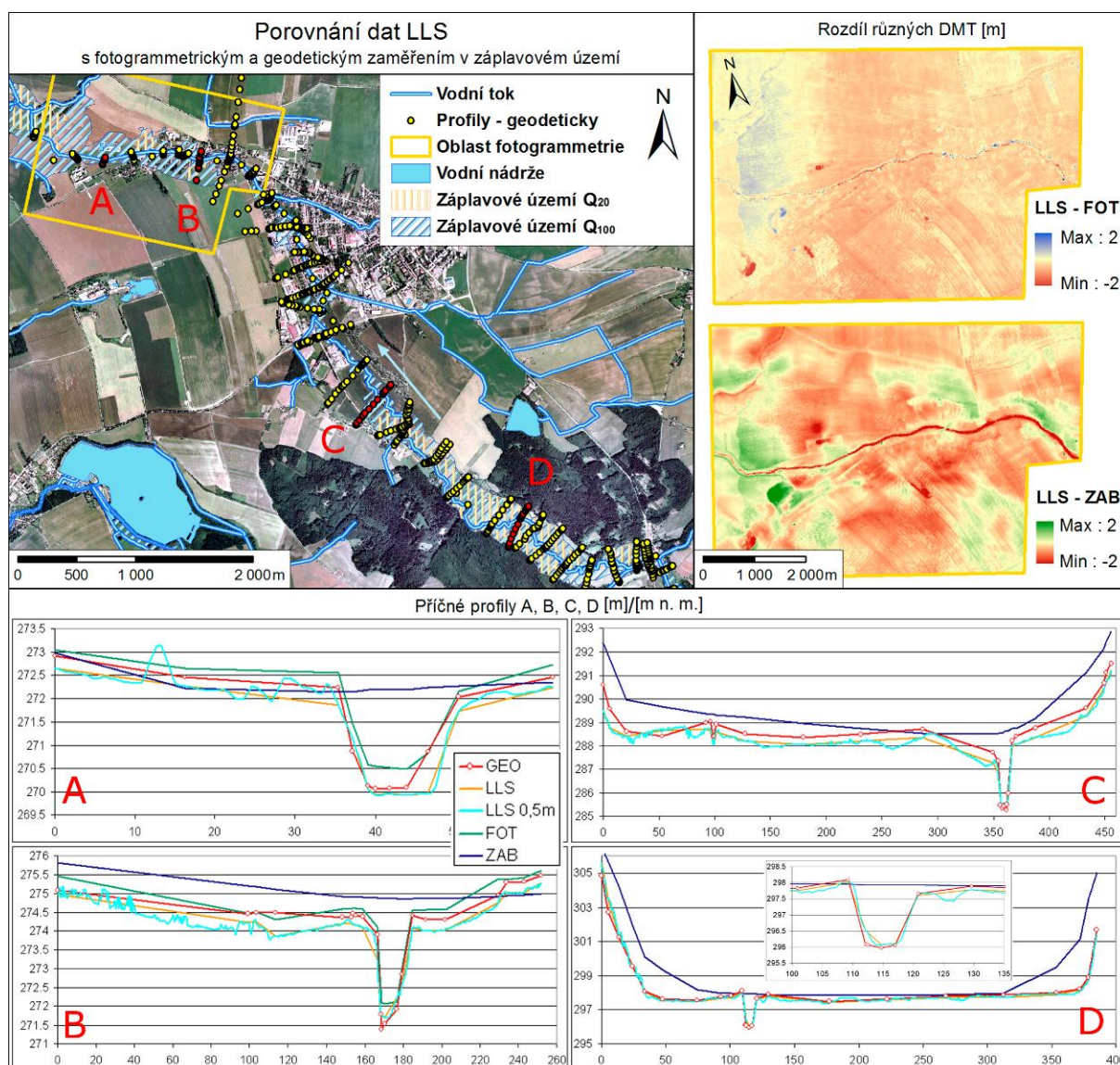
## 4.3 Podklad pro stanovení záplavových území

Letecké laserové skenování patří vedle klasického geodetického zaměření (profilů koryta toku a údolních profilů) a fotogrammetrického mapování (inundací) k základním metodám pořizování geodetických podkladů pro hydraulické modely. Stále rostoucí přesnost a hustota dat LLS si klade otázku, zda by mohla tato data alespoň částečně nahradit finančně a technicky náročné geodetické zaměření. V zájmovém území je možno přistoupit k vzájemnému porovnání výškopisných dat, neboť v roce 2002 byla na toku Dědina stanovena záplavová území a mezi geodetické podklady patřilo fotogrammetrické mapování (pouze dolní část toku) a geodetické zaměření podrobných profilů koryta toku i údolních profilů (rok 1999). Celou situaci včetně následně popsanych porovnání zobrazuje obr. 4.

V oblasti, kde je k dispozici nejvíce výškopisných dat, byly provedeny analýzy různých DMR vzniklých na základě leteckého laserového skenování (označeno LLS), fotogrammetrie (FOT) a ZABAGED<sup>®</sup> zdokonaleného výškopisu (ZAB). Vzhledem k podrobnosti porovnávaných dat (FOT – vzdálenost bodů cca 1 m až 20 m, ZAB – grid 10 m, LLS – grid 5 m) bylo rozlišení rozdílových rastrů stanoveno na 5 m. Výsledné rozdíly jsou barevně znázorněny v pravé části obr. 4. Vyplyvá z nich, že LLS je průměrně 0,36 m pod úrovní FOT se směrodatnou odchylkou 0,33 m. Kladné hodnoty v levé části jsou způsobeny chybou vzniklou při testovacím skenování. Rozdíly LLS a ZABAGED<sup>®</sup> jsou výraznější a nahodilejší, střední hodnota rozdílu je také -0,36 m a směrodatná odchylka je 0,56 m. Jak se dalo očekávat, větší rozdíly jsou patrné především v místech koryta toku, a to zejména v porovnání se ZABAGED<sup>®</sup>. Výškopis ZABAGED<sup>®</sup> nezahrnuje geometrii koryt menších toků.

Další srovnání se týkalo přímo příčných profilů toku a inundací. V celém úseku bylo k dispozici asi 40 geodeticky zaměřených profilů, jejichž průměrná vzdálenost byla cca 200 m. Nadmořské výšky všech dostupných zdrojů byly vztaženy k polohovému umístění jednotlivých geodeticky zaměřených bodů. Porovnány byly nadmořské výšky z geodetického zaměření (GEO), laserového leteckého snímání (LLS), fotogrammetrického mapování (FOT) a z gridu ZABAGED® 10 x 10 m zdokonalený výškopis (ZAB). Kromě toho byl přidán další profil z dat LLS (krok 0,5 m), aby se zjistilo, jak LLS vystihuje lomové terénní linie koryta a inundačního území. Obr. 4 obsahuje ve své dolní části čtyři charakteristické příčné profily z různých oblastí. Dochází k uspokojivé shodě LLS a GEO. Ve většině případů leží výška změřená fotogrammetricky nad a výška změřená laserovým skenováním pod geodetickým zaměřením. V oblasti fotogrammetrie se průměrné rozdíly výšek v korytě pohybují kolem 0,36 m GEO/LLS a 0,57 m FOT/GEO. Pro inundační území jsou tyto hodnoty cca 0,25 m v obou případech (profily A a B). Ve střední části se hodnoty LLS pohybují 0,30 – 0,40 m pod hodnotami GEO (profil C). Naopak k výborné shodě došlo u profilů v horní části toku–údolí v lese (profil D). Profilům ze ZABAGED® odpovídá menší měřítko i rozlišení rastru 10 metrů. V úvahu je třeba brát i možnost, že tvary koryt určené geodeticky nemusí být vzhledem ke svému pořízení v roce 1999 úplně aktuální.

Výsledky porovnání digitálních modelů terénu i profilů mohou ukazovat na systematickou chybu LLS nebo jinou systematickou chybu. Tato domněnka se ověřuje.



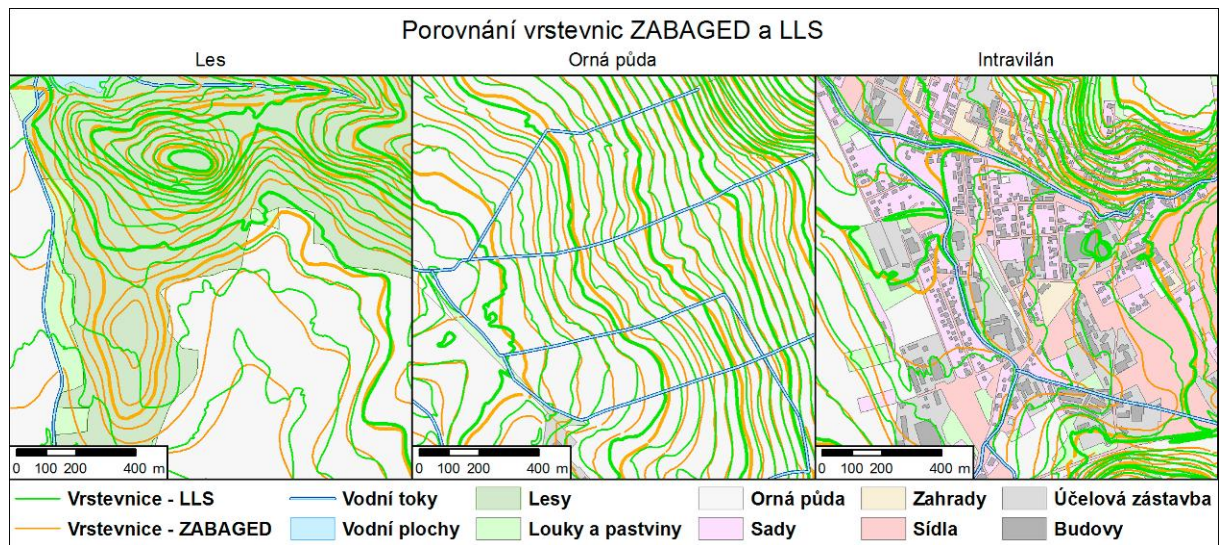
Obr. 4. Porovnání dat LLS s fotogrammetrickým a geodetickým zaměřením



#### 4.4 Ostatní výškopisné analýzy

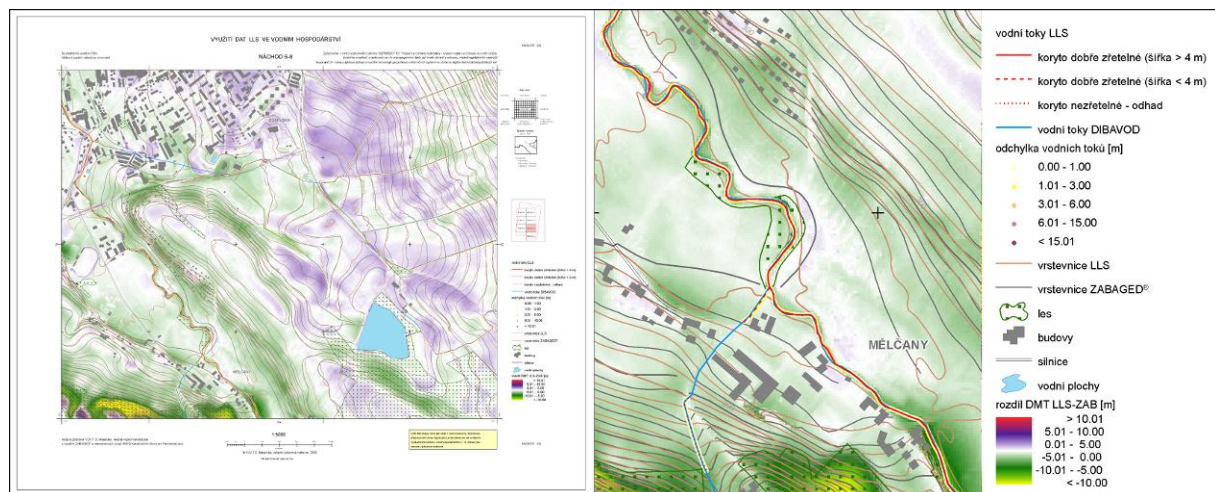
Na celém testovacím území byly porovnávány DMR z LLS a ZABAGED<sup>®</sup> zdokonaleného výškopisu (grid 10x10 m). Z dat LLS byl využit pro tyto účely vhodnější grid 5x5 m vrstvy DMR 4G. Z obou sad dat byly vytvořeny rastrové DMR s rozlišením 5 m. Ze statistické analýzy rozdílů vyplývá, že průměrný rozdíl LLS a ZABAGED<sup>®</sup> je -0,54 m a směrodatná odchylka je 1,73 m. Největší rozdíly kolem 20 m se nacházejí zejména na svazích lesních porostů. Odchytky jsou také v okolí vodních toků, silničních komunikací a skládek. Jak již bylo naznačeno, nová výškopisná data tyto terénní nerovnosti velmi dobře rozlišují.

K dalšímu výškopisnému porovnání byly použity vrstevnice vytvořené na základě dat LLS (DMR 4G) a současné vrstevnice ZABAGED<sup>®</sup> výškopisu (equidistanta 2 m). Výsledné mapky, vztahující se k rozdílnému využití území (les, orná půda, intravilán), ukazuje obr. 5. Z tohoto porovnání vyplývá, že ke křížení vrstevnic dochází především na území lesů. V ostatních případech (orná půda, louky atd.) nepřekračují rozdíly mezní chybu, která činí polovinu vzdálenosti mezi vrstevnicemi.



Obr. 5. Porovnání vrstevnic ZABAGED<sup>®</sup> a LLS

Z výsledků obou analýz vyplývá, že k výraznému zpřesnění výškopisu by došlo především na území lesů. Rozdíl obou rastrů DMR a obě sady vrstevnic jsou obsahem mapových výstupů. Ukázkou mapového listu včetně detailu mapy i legendy zobrazuje obr. 6.



Obr. 6. Ukázka mapového výstupu včetně výřezu a kompletní legendy

## 5 Diskuse a závěr

Nové výškopisné mapování metodou LLS přinese kvalitní výškopisné informace, které najdou uplatnění v mnoha oborech lidské činnosti. Z pohledu vodního hospodářství umožní přesnost a hustota nových výškopisných dat rozvoj a aktualizaci dat stávajících (DIBAVOD). Kromě toho se otevře cesta různým automatizovaným metodám zpracování dat a grafických produktů.

Základem bude zpřesnění sítě vodních toků, včetně aktualizace jejich kilometráže. K identifikaci výškových objektů na i nad vodním tokem (tzn. stupně, jezy, mosty atd.) by mohl přispět automatický postup analýzy podélného profilu vodní hladiny. Data LLS se stanou jedním ze základních geodetických podkladů a budou hrát velkou roli při tvorbě map povodňového nebezpečí a rizika, které jsou požadovány Evropskou směrnicí 2007/60/ES. Z analýzy testovacích dat vyplývá, že po odstranění systematických chyb by data měla být vhodná pro určení geometrie inundace i koryta některých drobných vodních toků, kde je malá hloubka vody. V případě velkých vodních toků je potřeba provést další výzkum a zvážit i využití jiných metod pro mapování terénu pod hladinou. Geodetické zaměření bude třeba v případě objektů na vodním toku, u koryt s nezanedbatelnou hloubkou vody a v jiných specifických případech. Neoddiskutovatelný smysl bude mít přesný DMR při stanovení rozvodnic a ploch povodí, které jsou základem k určení objemu srážek. Tento výzkum neproběhl, protože zkoumaná oblast nebyla pro tyto analýzy dostatečně rozlehlá. Přesnost a hustota DMR z LLS umožní zpracování studií a plánovacích dokumentací pro přípravu retenčních nádrží (např. preventivní protipovodňová opatření, akumulace vody atd.). Digitální model reliéfu poskytne dostatečně podrobná data pro nejrůznější modelování v oblasti ochrany povrchových i podzemních vod.

Problémem, se kterým se bude potřeba při zpracování vypořádat, jsou obrovské objemy dat a tedy vysoké nároky na výpočetní techniku. Objem bodové vrstvy třídy terén ve formátu shp byl pro celé zkoumané území (47 km<sup>2</sup>) 7,8 GB. Pravděpodobně nebude možné řešit rozsáhlé oblasti a nutností bude data optimalizovat a členit je na menší celky.

## Poděkování a použitý software

Příspěvek vznikl za podpory výzkumného záměru MZP0002071101 „Výzkum a ochrana hydrosféry – výzkum vztahů a procesů ve vodní složce životního prostředí, orientovaný na vliv antropogenních tlaků, její trvalé užívání a ochranu, včetně legislativních nástrojů“. Data z testovacího laserového snímání pro výzkumné účely poskytl Zeměměřický úřad, pracoviště Pardubice. Data ke stanovení záplavových území zapůjčil podnik Povodí Labe, s.p., se sídlem v Hradci Králové.

Prostorové výpočty a analýzy byly prováděny v prostředí ArcGIS 9.3 s využitím nadstaveb Spatial Analyst, 3D Analyst, ArcHydro, ETGeoWizard a XTools Pro.

## Reference

1. Brázdil, K. Projekt tvorby nového výškopisu území České republiky. *Geodetický a kartografický obzor*, roč. 55/97, 2009, číslo 7, s.145–151. 2009.
2. Šíma, J. Abeceda leteckého laserového skenování. *GeoBusiness*, roč. 2009, č. 3, s. 22–25. 2009.
3. Dušánek, P. *Tvorba digitálních modelů terénu z dat leteckého laserového skenování a jeho využití pro aktualizaci výškopisu ZABAGED*. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze, na katedře aplikované geoinformatiky a kartografie. Vedoucí dipl. práce Ing. Markéta Potůčková, Ph.D. 2008.
4. Dolanský, T. *Lidary a letecké laserové skenování*. Acta Universitatis Purkynianae, 99, Studia geoinformatica, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí n. Labem, 2004, ISBN 80-7044-575-0.

## Annotation

Potential utilization of Airborne laser scanning in water management.



Airborne Laser Scanning (ALS) belongs to modern technologies for producing geospatial information. The main use is found for digital terrain model (only terrain) and digital surface model (including buildings and vegetation) creation. New altimetric survey of the whole state territory using ALS technology has started in autumn 2009 in the Czech Republic. In connection to this project, potential utilization of this much more accurate data in water management was examined by the Water Research Institute. Particularly the update of DIBAVOD (Digital database of water management data) is examined. Research results are the content of this article. More accurate position of stream line, identification of vertical cross objects in streams in connection to water level determination and suitability assessment of using ALS data as input in 1D and 2D hydrodynamic models to specify flood extent, water depth and flow velocity in floodplain areas were the main goals. ALS data from pilot area around Dobruska town in eastern Bohemia was used for research. Flood extents of Dedina stream, which flows through Dobruska, were assessed in the locality. Beside that, comparison between LLS data and different altimetric information that are possible in the area are also part of the research. It means mainly fotogrammetry, geodetic survey and different digital elevation models ZABAGED. Analyses were done in ArcGIS.