

# Detekce vybraných tříd prvků ZABAGED z DMR leteckého laserového skenování

Kristýna Leimerová

Katedra geoinformatiky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci,  
Křížkovského 8,  
771 47, Olomouc, Česká republika  
kris.leim@gmail.com

**Abstrakt.** Cílem této magisterské práce byla co nejvíce automatizovaná extrakce vybraných prvků ZABAGED<sup>®</sup> z DMT LLS. Toto téma vzniklo v NP České Švýcarsko, který používá pro vektorovou reprezentaci geografických prvků právě data ZABAGED<sup>®</sup>. Zároveň však disponuje velmi přesným modelem terénu, který vznikl filtrací dat LLS. Díky tomuto velkému rozlišení (1 m), vznikla myšlenka vytvoření nových vektorových vrstev extrakcí z DTM, které by byly přesnější než současně využívaná data ZABAGED<sup>®</sup>. Výstupy práce obsahují zejména podrobný popis použitých metod a popis možností rozpoznávání vybraných tříd prvků dat ZABAGED<sup>®</sup> z DMT. Jako jednotlivé prvky vhodné pro extrakci byly vybrány kóty a vrstevnice (výškopis) a vodní toky, cesty a terénní hrany (polohopis). Cílem práce bylo tedy pro každý z uvedených prvků zpracovat metodu automatické extrakce a zároveň popsat následnou editaci extrahovaných dat, která je nevyhnutelně nutná proto, aby získaná data co nejvíce odpovídala realitě.

**Klíčová slova:** DMT, Laser scanning, LIDAR, ZABAGED

**Abstract.** The aim of this diploma thesis was to discover the most automatised process for extraction of ZABAGED features from DTM of airborne laser scanning. The idea of doing this work arose in NP Czech Switzerland, where the ZABAGED data are used as geographic vector representation. NP also dispense with very high accuracy laser scanning data. Thanks to high spatial resolution (1 m) was developed the idea of creating more accurate vector layers from the DTM. Outputs of this work contain especially used methods and possibilities of detection of selected features of ZABAGED. The features represents quoted points and points of positional and elevation field, water flows, drainage lines, terrain and paths. For each of these features there was resolved the method of automated extraction and described post edition of extracted data, which is unnecessary for creating the data corresponding with reality.

**Keywords:** DTM, Laser scanning, LIDAR, ZABAGED

## 1 Úvod

Tato diplomová práce se zabývá tématem extrakce prvků z dat laserového skenování. Prvky jsou v tomto případě myšleny polohopisné a výškopisné charakteristiky reliéfu Země. Smysl práce spočívá v nalezení řešení pomocí co nejvíce automatizovaných postupů, tak aby byl nutný minimální ruční zásah do extrahovaných dat.

Automatická extrakce je v současnosti velmi diskutované téma vzhledem k tomu, že již v roce 2012 bude dokončeno LLS celé České republiky. A tak bude možné díky těmto datům zpřesnit již dříve zdigitalizované prvky na celém území našeho státu.

Impuls pro zpracování tohoto tématu vznikl v NP České Švýcarsko, který již od roku 2006 data LLS vlastní. NP používá jako základní vektorovou reprezentaci prvky ZABAGED<sup>®</sup> a proto je předmětem této práce zjistit, jestli je možné z dat LLS získat přesnější vektorovou reprezentaci.

## 2 Extrakce prvků

Prvním krokem bylo vybrat prvky vhodné pro extrakci. V konečném seznamu tedy zůstaly kótované body, body polohového a výškového pole, vrstevnice, vodní toky, rozvodnice, terénní stupně a lesní a polní cesty. Ke každému vybranému prvku bylo přistupováno jednotlivě a to v prostředí ArcGIS verze 9.3 a 10.

### 2.1 Body

Detekce všech typů bodů byla řešena jako extrahování hodnoty nadmořské výšky v daných souřadnicích x, y. Jedná se tedy o zpřesnění výškové informace, nikoliv polohové. Takové přesnění není možné vzhledem k charakteru lokalizace těchto bodů. To znamená, že nelze ve všech případech tvrdit, že jde výškově o lokální maximum či minimum.

Nové výšky těchto tří typů bodů byly z dat DMT LLS odvozeny pomocí toolboxu „Extract Values To Points“. Poloha bodů by zachována z původních dat ZABAGED<sup>®</sup>. Pomocí použitého algoritmu byla tedy pouze zpřesněna informace o nadmořské výšce v dané poloze. Zpřesňování souřadnic x, y je problematické, protože některé z těchto bodů nejsou geodeticky zaměřené a jejich poloha je dopočítána stereograficky. Pokud se někde výrazně lišila výška původního bodu od extrahované hodnoty, bylo po přiblížení se na menší vzdálenost jasné, že je to způsobeno nepřesnou polohou původního bodu. Takový bod se například nacházel 10 m vedle vrcholu, patrně na DTM. Nesprávnou polohou v rámci souřadnic x, y byl tedy zapříčiněn tak velký rozdíl v nadmořských výškách.

Pokud je bod v daném místě zároveň hodnotou maximální výšky v daném okolí, bylo by možné polohu bodu zpřesnit následujícím způsobem. Pro tento účel by bylo vybráno okolí bodu 50 m, které se ukázalo jako dostatečné na celé ploše zkoumaného území. V rámci tohoto okolí by byla určena maximální hodnota a na jejím místě vytvořen nový bod. Stejný postup lze aplikovat, pokud se jedná o nejnižší bod v okolí (např. sedlo). Výběrem minima z okolí 50 m získáme novou polohu bodu.

Pokud se však jedná o bod, který nesplňuje ani jednu z přecházejících dvou podmínek, nelze v podstatě polohu zpřesnit. Jediným způsobem by mohla být identifikace bodu na leteckém snímku ve viditelném spektru pod podmínkou, že je tento bod zároveň nějakým objektem, který není zastíněn například vegetací.

Vzhledem k tomu, že se jedná o geodeticky zaměřené nebo stereofotogrammetricky určené body, vyšly rozdíly nadmořských výšek původních a nově extrahovaných hodnot bodů neúměrně veliké. To bylo způsobeno následujícími faktory:

- Zkreslení signálu skenování v místech strmých skalních útvarů – záleží totiž, v jakém místě strmé stěny se paprsek odrazí. Hustota bodů na metr čtverečný je omezená a proto existuje pravděpodobnost, že se odražený paprsek neodrazil od nejvyššího místa na konkrétním metru čtverečním (např. na horní hraně skalního útvaru), ale mohl se odrazit v polovině strmé stěny a zaznamenat tak zkreslenou nadmořskou výšku.
- Body se nachází na budovách, či jiných objektech, které jsou na DMT odfiltrovány

Proto byly vytvořeny vrstvy extrémů pro každý ze tří typů zjišťovaných bodů (kótovaný, polohového a výškového pole). Za extrémy byly považovány hodnoty rozdílů nadmořských výšek nižší než -1 m a zároveň hodnoty vyšší než 1 m. Tyto body byly systematicky procházeny a do atributu s názvem „Popis“ bylo stručně charakterizováno, na jakém místě se nacházejí. Na základě toho pak bylo rozhodnuto, zda daný bod eliminovat z výsledné analýzy či nikoliv. Příkladem bodu vhodného k eliminaci je tedy například bod ležící na budově nebo na hraně skalního útvaru. Ponechány byly například body ležící uprostřed plochého skalního útvaru, či na rovinném terénu v lese.

Rozhodováno bylo na základě ortofota, stínovaného reliéfu a vrstev ZABAGED<sup>®</sup> (skalní útvar, terénní stupeň, budova, komunikace, vodní tok, železniční trať).

Z vrstev bodů byly eliminovány body, které se nacházely na hranách skalních útvarů a na budovách. O tom, zda bod leží na hraně či budově, bylo rozhodnuto na podkladu stínovaného reliéfu a vrstvy skalních útvarů ZABAGED<sup>®</sup>. Pokud se jednalo o body ležící na horní ploše skály či na mírném svahu, byly zachovány. Dále byly rovněž ponechány body ležící na okrajích komunikací či březích vodních toků i na terénním stupni. Bylo zde předpokládáno, že terénní stupeň by neměl způsobit zásadní zkreslení odraženého paprsku. Původní hodnoty rozdílů se všemi extrémními body ukazují následující tabulky.

**Tabulka 1.** Charakteristiky rozdílů nadmořských výšek kótovaných bodů

Minimální rozdíl výšek (m)	-1,50
Maximální rozdíl výšek (m)	17,75
Průměrný rozdíl výšek (m)	2,39
Směrodatná odchylka rozdílů (m)	3,55

**Tabulka 2.** Charakteristiky rozdílů nadmořských bodů výškového pole

Minimální rozdíl výšek (m)	-11,76
Maximální rozdíl výšek (m)	6,14
Průměrný rozdíl výšek (m)	-0,40
Směrodatná odchylka rozdílů (m)	2,32

**Tabulka 3.** Charakteristiky rozdílů nadmořských bodů polohového pole

Minimální rozdíl výšek (m)	-3,26
Maximální rozdíl výšek (m)	4,44
Průměrný rozdíl výšek (m)	0,20
Směrodatná odchylka rozdílů (m)	0,54

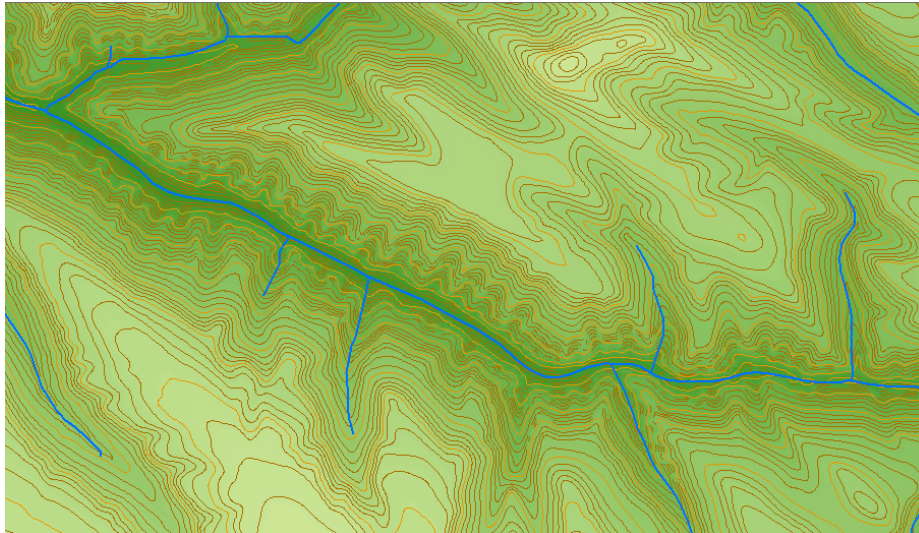
## 2.2 Vrstevnice

Požadavkem NP České Švýcarsko bylo však vytvoření vrstevnic vhodných pro tisk v mapě 1:10 000. Za tímto účelem byl původní rastr LLS převzorkován na velikost pixelu 10 m. Z tohoto nově vzniklého rastru byly extrahovány body s informací o nadmořské výšce (1 bod/pixel). Na základě těchto bodů byl interpolován nový povrch

metodou regulovaný Spline (velikost okna 12 pixelů, váha minimalizace zakřivení 0,1). Tato metoda zajistila plynulejší průběh generovaných vrstevnic. Vrstevnice byly vytvořeny v intervalu 5 m a následně byly ještě shlazeny pomocí algoritmu „Smooth Line“ s nastavením parametru vyhlazení 60 m. Pro vyhlazení byl zvolen algoritmus Paek (viz Obr), který věrně kopíruje hrany vrstevnic, neprochází však jejími původními vertexy. Tento algoritmus byl zvolen z toho důvodu, že původní vrstevnice obsahovaly nadměrné množství bodů, které nebylo třeba dále kopírovat. Šlo spíše o zachování charakteru hran původních vrstevnic bez nutnosti zachování přesné polohy vertexů.

Z takto vzniklých vrstevnic byly odstraněny všechny vrstevnice kratší než 50 m. Tím bylo zajištěno vyčištění modelu od šumových prvků vzniklých například nedostatečnou filtrací původního mračna bodů LLS. Následně byla použita kontrola geodatabázové topologie použitím pravidel „Must not Intersect“ a „Must not Self-intersect“. Tak mohla být odstraněna místa, kde vlivem algoritmu shlazení došlo u některých vrstevnic ke křížení linií. Po zkontrolování topologie byly z vrstevnic vyřezány oblasti v nichž sklon přesahoval hodnotu 45°. Tím bylo zamezeno spojení vrstevnic v jednolitou linii.

Pro porovnání přesnosti byly vrstevnice převedeny na vertexy, pro které byla extrahována hodnota DMT LLS, vnikly tak opět dva sloupce a to s původní hodnotou vrstevnice a extrahované nadmořské výšky v konkrétním bodě. Z tabulky níže vyplývá, že se extrémní hodnoty pohybují okolo 30 m rozdílu. Tento výsledek je naprosto uspokojivý vzhledem k tomu, že rozdíly vrstevnic ZABAGED<sup>®</sup> dosahují až 80 m a úkolem nového generování vrstevnic pro tisk bylo zlepšení přesnosti oproti původním datům, což se jednoznačně povedlo. Vzniklé rozdíly v nadmořských výškách vertexů jsou způsobeny faktem, že se jedná o jeden z nejsložitějších typů terénu na území ČR, kde posunutí vrstevnice o 1 m ve vertexu při vyhlazování může znamenat skok o desítky výškových metrů, pokud se na místě nachází například vysoký skalní útvar s kolmými stěnami.



**Obr. 1.** Upravené vrstevnice

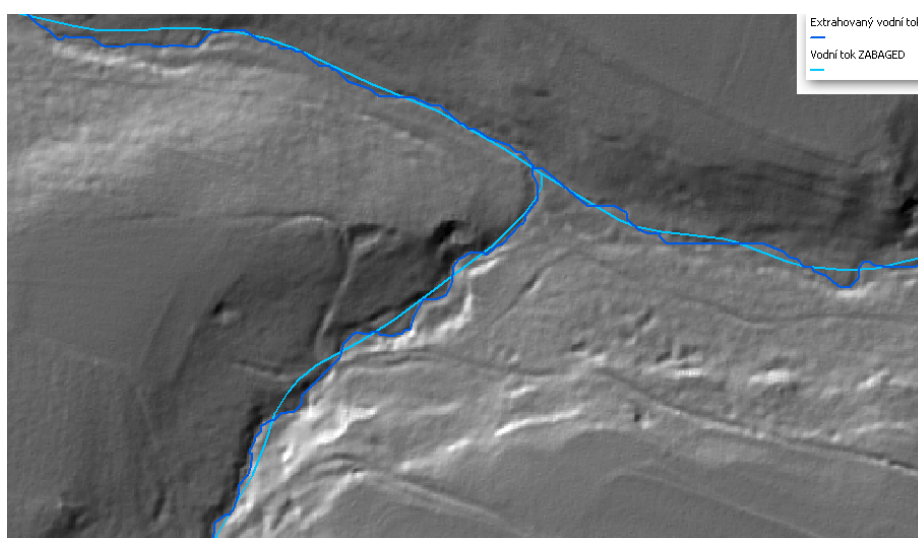
### 2.3 Vodní tok a rozvodnice

Pro extrakci vodních toků byla využita extenze „ArcHydroTools“, která umožňuje odvození hydrologických charakteristik z dat DTM. Nejprve byla vybrána celistvá povodí IV. řádu (v datech ZABAGED<sup>®</sup> byla poskytnuta rozvodnice tohoto řádu) vyskytující se na výřezu deseti mapových listů DTM. Na nově vzniklém výřezu byly vyplněny bezodtoké oblasti, čímž byl grid připraven na následné analýzy. Z vyplněného gridu byl vypočten „Flow Direction“, „Flow Accumulation“ a „Stream Definition“. Byly tedy vytvořeny gridy směru a akumulace odtoku. Pro definici vodního toku („Stream Definition“) byl jako počátek toku zvolena hranice 20 000 pixelů (m<sup>2</sup>). Tato hodnota se jevila jako optimální pro vymodelování všech vodních toků obsažených v datech ZABAGED<sup>®</sup>. Zároveň zde vzniklo však množství vodních toků reálně neexistujících a ty bylo tedy nutné vymazat. Následně byla funkcí „Drainage Line from Stream“ vytvořena vektorová reprezentace vodního toku.

Otázkou však zůstává, ve kterých místech se vodní toky vyskytují a ve kterých již ne. Analýzou záměrně vznikla podstatně hustší síť vodních toků, než je obsažena v datech ZABAGED<sup>®</sup>. Postupným zkoumáním jednotlivých vodních toků na podkladu ortofota v rozlišení 0,5 m (CENIA) a stínovaného reliéfu (odvozený z DTM) došla autorka práce k závěru, že prameny a průběh vodních toků ZABAGED<sup>®</sup> nemusí vždy odpovídat realitě.

Vzhledem k absenci přesnějších dat, byla data ZABAGED<sup>®</sup> použita jako referenční. Z vygenerovaných vodních toků, byly odstraněny ty, které v datech ZABAGED<sup>®</sup> neexistují, tak aby poté mohla být generována rozvodnice.

Extrahované vodní toky lze použít pro zpřesnění průběhu linie toku, pouze v místech, kde lze podle ortofota, popřípadě stínovaného reliéfu tvrdit, že nově detekovaný vodní tok odpovídá realitě. V ostatních případech je nutné skutečnost ověřit v terénu.



**Obr. 2.** Extrahovaný vodní tok

Pro tvorbu rozvodnice byla použita funkce „Stream Segmentation“, která přiřadila každému úseku vodního toku jinou číselnou hodnotu („HydroID“). Následně byly funkcí „Catchment Grid“ definovány oblasti náležející do odtokové oblasti konkrétního úseku. Rastr byl poté opět převeden na vektorovou reprezentaci prvku podle pole HydroID. Protože dataset ZABAGED<sup>®</sup> obsahuje rozvodnice IV řádu, bylo nutné nově vzniklé polygony pospojovat funkcí „Merge“, tak aby odpovídaly původním datům.

U takto vzniklé rozvodnice (tvořena hranicí polygonů) lze tvrdit, že je přesná na hřebenech, kde je vlastně tvořena na základě nadmořské výšky pixelů. Chyby se však mohou vyskytovat v údolích na soutocích vodních toků. Důvodem může být nepřesný průběh extrahovaného vodního toku – modelována je zde spádnice, která sama o sobě nemusí svědčit o reálném výskytu toku. Pokud se v oblasti vyskytuje umělý tok (př. náhon), je dosti pravděpodobné, že v daném místě nebude vodní tok vymodelován. Proto je nutné každé sporné území kontrolovat nejprve na ortofotu a zjistit, zdali se vodní tok ZABAGED<sup>®</sup> shoduje s realitou. Pokud to není možné z ortofota zjistit je nutné danou situaci ověřit v terénu.

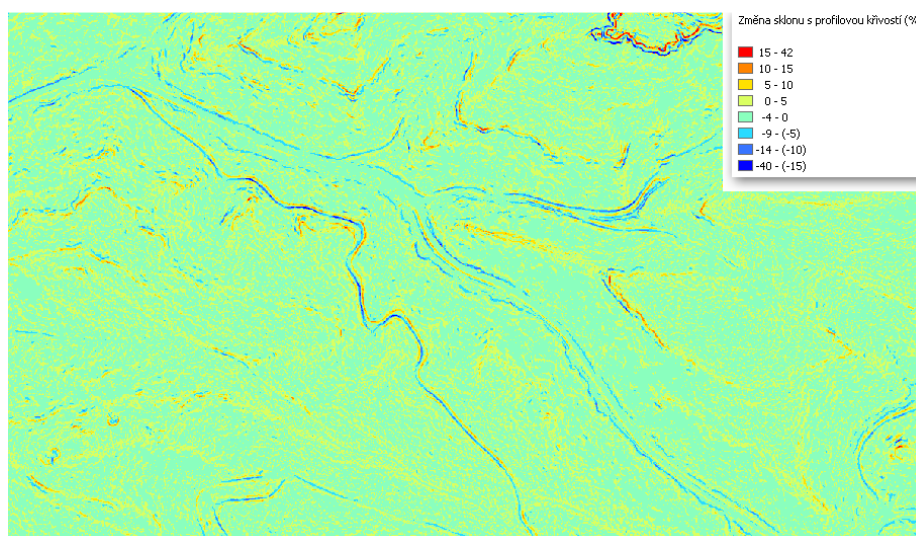
Na obrázku je vidět výrazný rozdíl ve vedení rozvodnice. Nejsevernější přítok dat ZABAGED<sup>®</sup> je umělým náhonem, který nemohl být pomocí ArcHydroTools detekován. V nově vygenerované vrstvě vodních toků tedy tento přítok úplně chybí a jeho nepřítomnost se rovněž odráží na průběhu rozvodnice.

## 2.4 Terénní stupně cesty

Podle definice terminologické komise ČUZK je terénní stupeň příkrý, ostře ohraničený sráz na úbočí mírnějšího sklonu (přírodního nebo umělého) o sklonu obvykle větším než  $35^\circ$ , který probíhá buď vodorovně, nebo šikmo [16], [19].

Při řešení tohoto úkolu byl vytvořen grid sklonů metodou „Slope“. V dalším postupu bylo vzato v úvahu, že analýza sklonu vytvoří grid, který vyjadřuje změnu nadmořské výšky pro konkrétní pixel. Proto byl v dalším kroku vytvořen grid vyjadřující změnu sklonu v určitém pixelu (znovu použit „Slope“ tentokrát pro grid sklonů). Hodnoty přímo vygenerované algoritmem bylo samozřejmě nutné upravit, tak aby vyjadřovaly hodnotu změny sklonu, v tomto případě na procenta (0 – 100). Na tomto výstupu lze již pozorovat charakteristické hrany skalních útvarů i terénních stupňů. Lze také například pozorovat polní a lesní cesty, které jsou od okolního terénu vyvýšeny nebo naopak vhloubeny.

Dále byla použita funkce pro výpočet profilové křivosti terénu, jejímž výsledkem je grid, kde kladné hodnoty znázorňují konvexní, záporné konkávní a nulové rovinné terénní útvary. Tento grid byl reklasifikován na hodnoty -1, 0 a 1 a byl pronásoben s gridem změn sklonů. Grid tedy teoreticky nabývá hodnot -100 až +100, přičemž záporné hodnoty znamenají výskyt spodní hrany terénního útvaru a kladné hodnoty výskyt horní hrany.

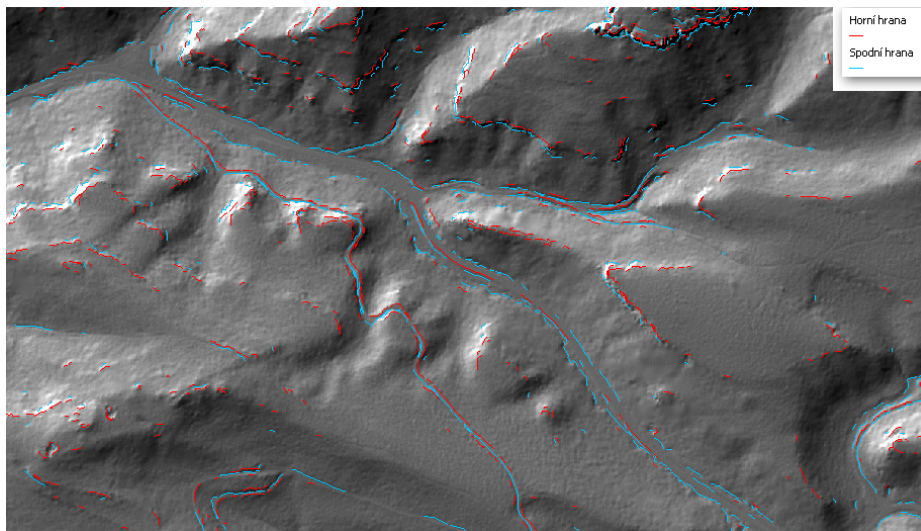


**Obr. 3.** Grid změny sklonů

V intervalech 5 – 10, 11 – 15 a 16 – 42 pro kladné hodnoty a 5 – 10, 11 – 15 a 16 – 40 pro záporné hodnoty byly pixely separovány do samostatných vrstev. Intervaly byly takto zvoleny, protože po vizuálním prozkoumání vzniklých hran společně s vrstvami ZABAGED<sup>®</sup> bylo usouzeno, že se v rozmezí 5 – 10 jedná většinou o cesty, 11 – 15



terénní stupně a 16 a více jsou nejčastěji skalní útvary. Na každou takto vzniklou rastrovou vrstvu byl aplikován algoritmus „Thin“ s parametrem nastaveným na 1 pixel. Tím byly shluky pixelů nahrazeny pouze řadou buněk o šířce 1 pixelu. Takto upravené gridy mohly být konvertovány na linie. Vzniklo tedy 6 sad linií vyjadřujících spodní a horní hrany terénních útvarů v daných intervalech. Na závěr byly ze všech vrstev odstraněny linie kratší než 5 m. Tato mez byla stanovena z důvodu odfiltrování krátkých především jedno-metrových úseků, které neúměrně zvyšují objem dat.



**Obr. 4.** Extrahované terénní stupně

### **3 Závěr**

Cílem této magisterské práce bylo co nejvíce automatizovaná extrakce vybraných prvků ZABAGED<sup>®</sup> z DMT LLS. Toto téma vzniklo v NP České Švýcarsko, který používá pro vektorovou reprezentaci geografických prvků právě data ZABAGED<sup>®</sup>. Zároveň však disponuje velmi přeným modelem terénu, který vznikl filtrací dat LLS. Díky tomuto velkému rozlišení (1 m), vznikla myšlenka vytvoření nových vektorových vrstev extrakcí z DTM, který by byly přesnější než současně využívaná data ZABAGED<sup>®</sup>. Závěrem lze říci, že data DMT jsou pro automatickou detekci prvků vhodná a touto detekcí vznikají vrstvy s vyšší polohovou a výškovou přesností než dosud používaná data ZABAGED<sup>®</sup> v rozsahu ZM v měřítku 1:10 000. Nikdy však nejde o zcela automatizovaný proces, vždy je nutné extrahovaná data dále editovat.

## Reference

- [1] ACKERMANN, Friedrich . Airborne laser scanning – present status and future expectations. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing* [online]. 1999, 54, [cit. 2011-03-20]. Dostupný z WWW: <<http://warnercnr.colostate.edu/~lefsky/isprs/1134.pdf>>.
- [2] BRÁZDIL, Karel . Nové mapování výškopisu území České republiky. In *18. konference GIS ESRI* [online]. Praha : ARCDATA, 2009 [cit. 2011-03-25]. Dostupné z WWW: <<http://download.arcdata.cz/konf/2009/sbornik-18-konference-web.pdf>>.
- [3] BURTCHE, Robert. Lidar Principles and Applications. In *IMAGIN Conference* [online]. Traverse City : IMAGIN Conference, 2002 [cit. 2011-04-04]. Dostupné z WWW: <[http://www.ferris.edu/faculty/burtchr/papers/lidar\\_principles.pdf](http://www.ferris.edu/faculty/burtchr/papers/lidar_principles.pdf)>.
- [4] DOLANSKÝ, Tomáš; GASIOR, Marek. LASEROVÉ SKENOVÁNÍ NA ÚZEMÍ ČESKÉHO ŠVÝCARSKA. *GEOS* [online]. 2006, [cit. 2011-04-04]. Dostupný z WWW: <[http://www.vugtk.cz/odis/sborniky/jine/geos06/paper/50\\_dolansky\\_gasior/paper/50\\_dolansky\\_gasior.pdf](http://www.vugtk.cz/odis/sborniky/jine/geos06/paper/50_dolansky_gasior/paper/50_dolansky_gasior.pdf)>.
- [5] HU, Yong. *Automated Extraction of Digital Terrain Models, Roads and Buildings Using Airborne Lidar Data*. Calgary, 2003. 206 s. Dizertační práce. University of Calgary. Dostupné z WWW: <[http://www.ucalgary.ca/engo\\_webdocs/CVT/03.20187.YongHu.pdf](http://www.ucalgary.ca/engo_webdocs/CVT/03.20187.YongHu.pdf)>.
- [6] SHUCKMAN, Karen ; KING, Beth; DUTTON, John A. *Lidar technology and application : Lesson 1: Lidar Sensor Design* [online]. 2009, 15.3.2011 [cit. 2011-03-20]. Dostupné z WWW: <<https://www.e-education.psu.edu/lidar/node/1870>>.
- [7] SHUCKMAN, Karen ; KING, Beth; DUTTON, John A. *Lidar technology and application* [online]. 2009 [cit. 2011-03-10]. Dostupné z WWW: <<https://www.e-education.psu.edu/lidar/node/1873>>.
- [8] UHLÍŘOVÁ, Kateřina; NOVÁKOVÁ, Hana. Využití dat leteckého laserového skenování na tocích a v přibřežních zónách. In *GIS Ostrava 2011*. Ostrava : GIS Ostrava, 2011. s. 8.
- [9] WANG, Zheng; SHENK, Tony. BUILDING EBuildig extraction and reconstruction from lidar data. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing* [online]. 2000, Vol. XXXIII, Part B3, [cit. 2011-04-04]. Dostupný z WWW: <[http://www.isprs.org/proceedings/XXXIII/congress/part3/958\\_XXXIII-part3.pdf](http://www.isprs.org/proceedings/XXXIII/congress/part3/958_XXXIII-part3.pdf)>.

- [10] WEHR, Aloysius ; LOHR, Uwe . Airborne laser scanning – an introduction and overview. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing* [online]. 1999, 54, [cit. 2011-04-04]. Dostupný z WWW: <<http://citeseerx.ist.psu.edu>>.
- [11] ZINGER, S; NIKOLOVA, M; ROUX, M. 3D resampling for airborne laser data of urban areas. *IAPRS* [online]. 2002, 34, [cit. 2011-04-08]. Dostupný z WWW: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.139.740>>.p.
- [12] Cross-border Digital Terrain Models and Digital Ortho Image Mosaic for the National Park Region : Product Information. In TROMMLER, Marco. *Geodata for the Saxon – Bohemian Switzerland*. Dresden : Institute for Photogrammetry and Remote Sensing, Chair of Remote Sensing, 2007. s. 16
- [13] *České Švýcarsko* [online]. 2007 [cit. 2011-02-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.ceskesvycarsko.cz>>.
- [14] *ČÚZK* [online]. 2011 [cit. 2011-02-15]. Dostupné z WWW: <[http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=998&MENUID=0&AKCE=DOC:30-ZU\\_ZABAGED](http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=998&MENUID=0&AKCE=DOC:30-ZU_ZABAGED)>.
- [15] *GEODIS : Laser scan* [online]. 2010 [cit. 2011-03-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.geodis.cz/laser-scan>>.
- [16] Katalog objektů ZABAGED. *Zeměměřičský úřad* [online]. 2011, 2.3, [cit. 2011-04-05]. Dostupný z WWW: <[http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=998&MENUID=0&AKCE=DOC:30-ZU\\_ZABAGED](http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=998&MENUID=0&AKCE=DOC:30-ZU_ZABAGED)>.
- [17] *LIDARcomm : Fastest Growing Trend in Aerial LIDAR* [online]. 2010 [cit. 2011-03-20]. Dostupné z WWW: <<http://lidarcomm.com/id36.html>>.
- [18] *NASA : First-of-its-Kind Map Depicts Global Forest Heights* [online]. 2010 [cit. 2011-03-25]. Dostupné z WWW: <<http://www.nasa.gov/topics/earth/features/forest-height-map.html>>.
- [19] *Terminologický slovník zeměměřičství a katastru nemovitostí* [online]. 2005 [cit. 2011-04-05]. Dostupné z WWW: <[http://www.vugtk.cz/slovník/4408\\_terenni-stupen](http://www.vugtk.cz/slovník/4408_terenni-stupen)>

Všechny citace musí být uzavřeny v hranatých závorkách (např. [1]). Seznam referencí na konci příspěvku musí být uveden v abecedním pořadí dle autorů (používejte styl *Položka reference*)