



národní  
úložiště  
šedé  
literatury

**Potřebuje fyzický geograf miliony? Zkušenosti s metodou pozemního laserového skenování ve fyzickogeografickém výzkumu**

Kuda, František  
2013

Dostupný z <http://www.nusl.cz/ntk/nusl-170590>

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 28.09.2024

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní [nusl.cz](http://nusl.cz) .

## Potřebuje fyzický geograf miliony? Zkušenosti s metodou pozemního laserového skenování ve fyzickogeografickém výzkumu

**František Kuda, Mgr. – Jan Divíšek, RNDr.**

frantisek.kuda@mail.muni.cz, divisek@geonika.cz

Geografický ústav PřF MU Brno, Kotlářská 2, 611 37 Brno  
Ústav geoniky AV ČR v.v.i., odd. environmentální geografie, Drobného 28, 602 00 Brno

Znalost terénu představuje základní složku fyzickogeografického výzkumu. Zvláště v rámci lokálních a části regionálních studií vzrůstají požadavky na detailní přehled polohových i výškových údajů. Zásadní roli v této problematice představuje technologie laserového skenování (LiDAR – *Light Detection And Ranging*), která umožňuje automaticky zaměřit značné množství prostorových bodů s vysokou přesností a hustotou v relativně krátkém čase, a tak vytváří 3D digitální model téměř identický s realitou.

Následující text přináší základní informace o rozdělení technologie laserového skenování s podrobným rozborem metody statického pozemního laserového skenování na základě roční zkušenosti jejího aktivního užívání v rámci fyzickogeografických výzkumů na Ústavu geoniky AV ČR. Autoři článku se zamýšlí nad praktickou využitelností a efektivitou laserového skenování při řešení základních morfometrických úloh (řezy a profily reliéfu, modely lokálních tvarů, tvorba digitálních modelů reliéfu) a otázkou kdy přináší miliony bodů z laserového skenování nové zásadní informace pro fyzickou geografii vzhledem k celkové terénní i zpracovatelské náročnosti metody.

Primární rozdělení technologie LiDAR se uvádí (Pfeifer & Briese 2007) na letecké (ALS – *Airborn Laser Scanning*) a pozemní (TLS – *Terrestrial Laser Scanning*) laserové skenování. V rámci pozemního laserového skenování dále rozlišujeme mobilní a statickou variantu (Kutterer in Vosselman, Maas, eds. 2010), kdy při mobilním skenování je skener připevněn na dopravní prostředek (vozik, auto, lokomotivu) a zaměřuje data v průběhu pohybu, zatím co při statickém skenování je skener ustaven na stativu a postupně přenášen mezi stanovisky. Z uvedeného rozdělení vyplývá vhodnost modifikací laserového skenování vzhledem k velikosti zájmového území. V případě regionálních studií bezesporu převládá využití dat z leteckého laserového skenování (např. morfologické analýzy digitálního modelu reliéfu) nebo mobilní pozemní laserové skenování (např. digitální modely měst). Statickým pozemním laserovým skenování se pořizují data s velmi vysokou přesností na lokálních místech nebo modely konkrétních objektů. Přes společný technologický základ vyžaduje každá z variant laserového skenování specifický přístup (typ skeneru, vybavení atd.) a to i z hlediska zájemce o data, který by měl mít základní povědomí o možnostech a parametrech vybrané metody.

Ústav geoniky AV ČR disponuje a od roku 2012 aktivně využívá technologii statického pozemního laserového skenování. Konkrétně jde o laserový skener *Leica ScanStation C10* od výrobce *Leica Geosystems (Switzerland)*. Naše základní poznatky o metodice, výstupech a přínosech TLS z pilotního skenovacího projektu na lokalitě Ledové sluje v Národním parku Podyjí (Kuda 2012) dále rozšiřujeme o rozbor efektivit skenovacích prací v závislosti na charakteru zaměřovaného území.

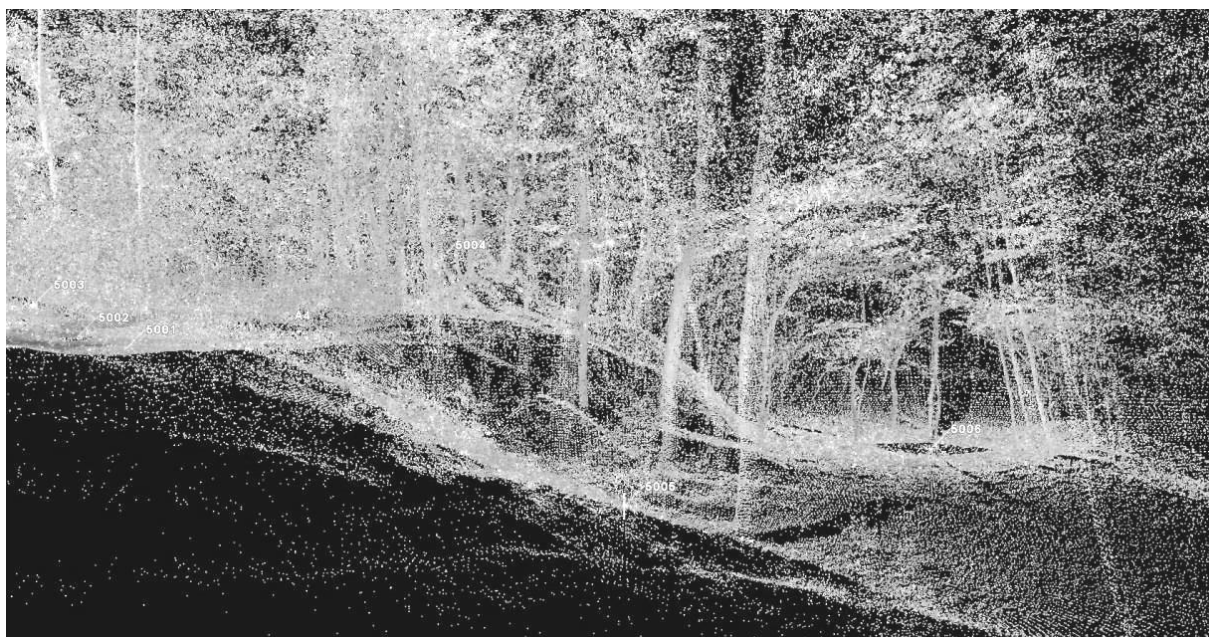
Metodu pozemního laserového skenování jsme do současné doby využili při fyzickogeografickém výzkumu na šesti lokalitách (Tab. 1). Množství dat získaných

z jednotlivých lokalit se odvíjí jednak od rozlišení a dosahu měření (nejčastěji volíme 10x10 cm ve 100 m od skeneru), samozřejmě od počtu skenovacích dní a stanovišek, ale také od charakteru lokalit, neboť na lokalitách se složitým terénem a hustou vegetací lze získat až několikanásobně více bodů než v jednoduchém terénu se sporadickou vegetací.

Tab. 1. Přehled skenovaných lokalit.

Lokalita	Počet zaměřených bodů	Počet dnů/stanovišek
Bečva	121 873 562	2/9
Morava	12 348 876	1/2
Podyjí - Lipina	102 082 317	1/11
Údolí Chlébského potoka	84 205 971	1/6
Pezinok	169 566 265	2/13
Podyjí - Ledové Sluje	837 721 219	13/67
Celkem	1 327 798 210	20/108

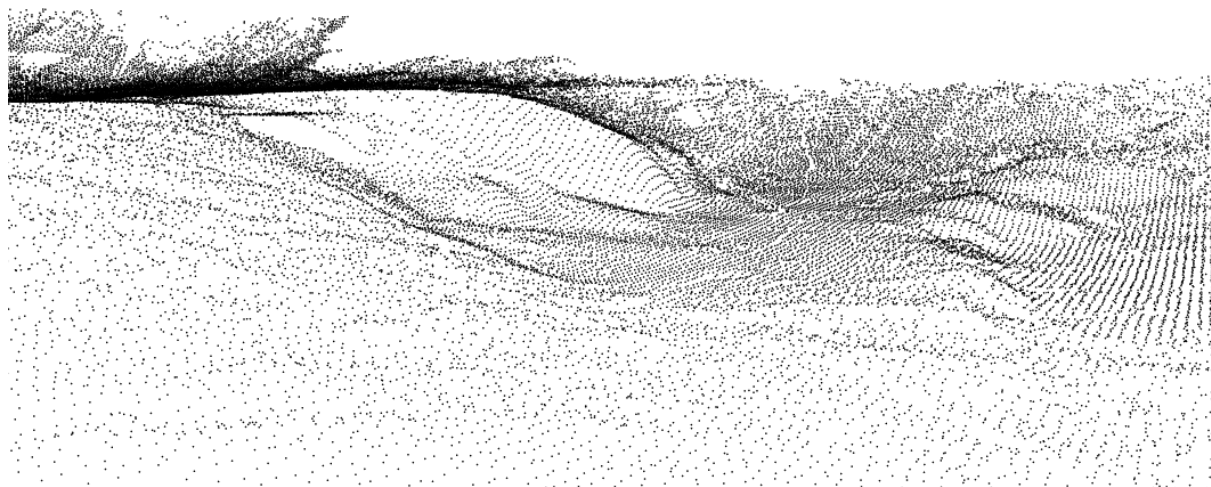
Například při geomorfologickém výzkumu, kdy je požadovaným výstupem detailní digitální model reliéfu (DMR) se hustá vegetace stává značným problémem při zpracování naskenovaných dat. Na Obr. 1 můžeme vidět mračno bodů zaměřených na lokalitě s pracovním názvem Pezinok. Jedná se o velmi malé území (cca 70 × 70 m) s nepříliš složitým reliéfem, avšak s velmi hustou vegetací tvořenou vysokými trávami, keři, popínavými rostlinami a stromy.



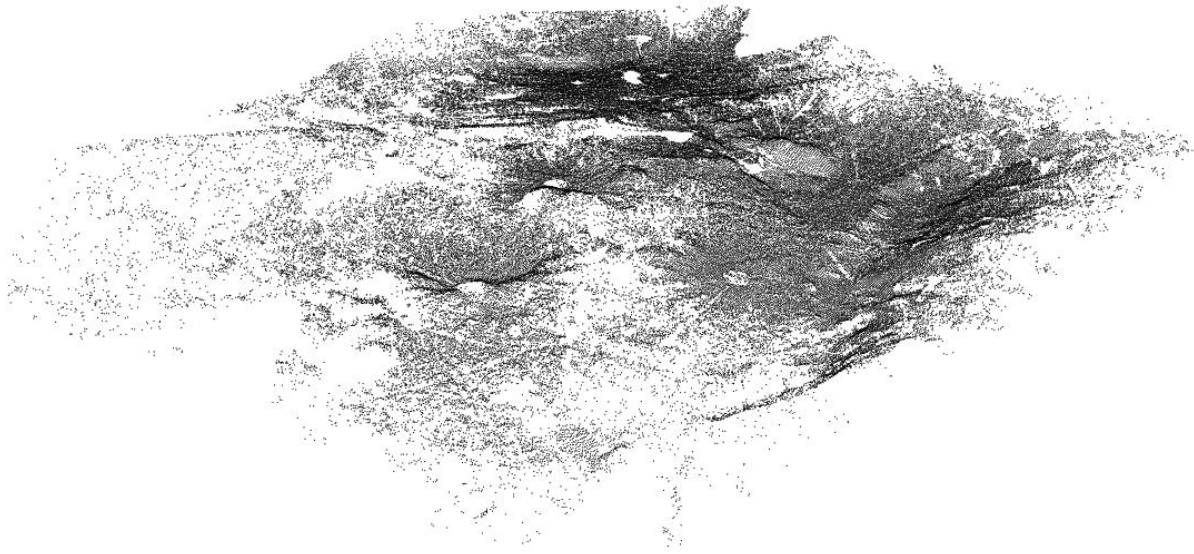
Obr. 1. Ukázka zaměřeného mračna bodů před zpracováním. Lokalita s pracovním názvem Pezinok, Slovensko.

V takových případech může většina bodů zaměřovat vegetaci a jen malá část z nich zaměří skutečný zemský povrch. Chceme-li tedy z takových dat získat detailní model reliéfu, je nutné nejprve odfiltrovat veškeré body „ležící na vegetaci“, což však může být značně problematické. K tomuto účelu existuje řada nekomerčních softwarů jako např. CANUPO (Brodu & Lague 2012), lasTools (<http://rapidlasso.com/>) nebo komerční modul Cyclon-SURVEY produkovaný výrobcem popisovaného skeneru *Leica Geosystems*, nicméně, ty jsou většinou určeny k filtrování vegetace z větších území, kde není potřeba detailní rozlišení

v řádu desítek centimetrů. Žádný z těchto softwarů tak nebyl schopen efektivně odfiltrovat body ležící na vegetaci z našich dat a zpracování ve standardním GIS programu není možné kvůli načnému objemu dat. Přistoupili jsme proto vývoji vlastního nástroje ke zpracování dat a vytvořili jednoduchý skript v programovacím jazyku R (R Development Core Team 2013). Tento skript je založený na posunu tzv. filtračního okna, jehož rozměry lze předem definovat tak, aby bylo dosaženo požadovaného rozlišení v horizontálním a vertikálním směru. Filtrační okno následně projíždí celý soubor dat a v každém kroku vypočítává medián X, Y a Z souřadnic bodů spadajících do tohoto okna. Tímto způsobem tak dochází k odfiltrování bodů ležících nad zadanou hodnotou vertikálního rozlišení a zároveň ke snížení počtu bodů ležících na zemském povrchu a tím k jeho shlazení. Je však třeba poznamenat, že skript není schopen odfiltrovat body ležící nad zemským povrchem, pokud se v daném filtračním okně nenachází ani jeden bod ležící na zemském povrchu. Z toho důvodu je stále nutné data manuálně dočišťovat, nicméně náročnost manuálního čištění se použitím výše uvedeného skriptu značně snížila. Pro lepší představu si můžeme uvést konkrétní počty bodů: celkový počet bodů zaměřených na lokalitě Pezinok čítá 169 566 265 bodů. Po redukci počtu bodů v programu Cyclone bylo do R importováno 5 781 419 bodů ležících jak na zemském povrchu, tak i na nízké vegetaci. Výsledný počet bodů po filtraci v prostředí R a manuálním dočištění čítá 117 211 bodů ležících na zemském povrchu, což je 0,07 % z celkového množství zaměřených bodů (Obr. 2 a 3). Pro vytvoření digitálního modelu reliéfu s rozlišením 20 x 20 cm je tedy zapotřebí jen nepatrný zlomek bodů z celkového naskenovaného množství (Obr. 4). Z toho tedy vyplývá, že laserové skenování je schopné poskytnout velmi detailní obraz dané lokality, nicméně v případě přítomnosti husté vegetace je většina dat nevyužitelných.



Obr. 2. Mračno bodů po zpracování v prostředí R a po manuálním dočištění. Lokalita s pracovním názvem Pezinok, Slovensko.



Obr. 3. Vstupní data pro vytvoření digitálního modelu reliéfu. Mračno bodů po zpracování v prostředí R a po manuálním dočištění. Celkový pohled na lokalitu s pracovním názvem Pezinok, Slovensko.



Obr. 4: Výsledný digitální model reliéfu - celkový pohled na lokalitu s pracovním názvem Pezinok, Slovensko.

Nejefektivnější využití laserového skeneru v rámci fyzickogeografického výzkumu (Tab. 2) proto spatřujeme v pořízení digitálního modelu lokálních tvarů reliéfu se sporadickou vegetací (např. sesuv, mrazový srub, erozní rýha apod.) a v pořizování profilů. Výhodou při generování profilů je jejich okamžitá dostupnost přímo z naměřeného mračna bodů. Navíc vedle výběru konkrétního profilu je možné na zvolené linii automaticky vytvořit příčné profily v pravidelné vzdálenosti. Z jednotlivých profilů se také mnohem lépe a rychleji odstraňuje vegetace nebo se může i ponechat pro potřeby srovnání časového vývoje lokality (monitoring odplavení mrtvého dřeva, sledování sukcese aj.).

Na otázku zda fyzický geograf potřebuje miliony bodů z laserového skenování, odpovídáme podmíněným ano. Technologie pozemního laserového skenování bezesporu posouvá možnosti fyzickogeografického výzkumu a to především při časovém monitoringu lokálního území (fluviální změny, svahové pochody) a při mapování lokální složité struktury (skalní bloky, rozlehlejší jeskyně). Neefektivní jsou naopak myšlenky zaměření území nad 1 ha navíc v terénu s hustou vegetací (zarostlá poklesová území, průřez strmým údolím). Vynaložené úsilí totiž nepřinese zásadně odlišný výsledek oproti údajům z leteckého laserového skenování, které by mělo být do konce roku 2015 (<http://www.cuzk.cz/>) komerčně dostupné pro celé území ČR, a to z důvodu často obtížného rozlišování povrchu od husté vegetace při filtraci mračna bodů z pozemního laserového skenování.

Tab. 2. Efektivita pozemního laserového skenování při řešení vybraných fyzickogeografických úloh v různých podmínkách. + vysoká efektivita; 0 průměrná efektivita; - nízká efektivita.

	Rychlost sběru dat v terénu	Náročnost zpracování dat	Výstup v souřadnicích	Přesnost modelu
Řezy a profily	+	+	+	+
Model lokálního tvaru (bez vegetace)	+	+	+	+
DMR ve složitém terénu bez vegetace	0	+	+	0
DMR v jednoduchém terénu se stromy	0	-	+	+
DMR v terénu s hustou vegetací	-	-	+	-

### Literatura

BRODU, N. & LAGUE, D. (2012): 3D Terrestrial LiDAR data classification of complex natural scenes using a multi-scale dimensionality criterion: applications in geomorphology. *ISPRS journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 68, p. 121-134.

KUDA, F. (2012): Informační přínos metod lehké geofyziky a pozemního laserového skenování pro účely výzkumu reliéfu (studie Ledové sluje - NP Podyjí). In *Fyzickogeografický sborník 10. Fyzická geografie a krajinná ekologie: teorie a aplikace*. Herber, V. (ed.). 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2012. ISBN 978-80-210-6045-6. s. 40-45.

KUTTERER, H. (2010): Mobile Mapping. In VOSSSELMAN, G., MAAS, H.-G. (Eds.) *Airborne and Terrestrial Laser Scanning*. Whittles Publishing, ISBN 978-1904445-87-6, p. 293-311.

PFEIFER, N. & BRIESE, C. (2007): Geometrical aspects of airborne laser scanning and terrestrial laser scanning. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 36 (part 3/W52), p. 311-319.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2013) *R: a language and Environment for Statistical Computing*, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

## Summary

### **Does physical geographer need millions? Experience with terrestrial laser scanning in geographical survey.**

In this paper, we present our experience with terrestrial laser scanning (TSL) in geographical filed-survey. This technique provides extremely accurate 3D model of given object or locality, which consists of millions points (so-called point cloud); each of them is determined by X, Y and Z coordinates. However, usability of this large amount of points fundamentally depends on researcher's requirements (i.e. on the type of required output) as well as on the conditions in the field. For example, if one needs to create accurate digital terrain model of small area with dense vegetation, only few points may be usable for final interpolation of digital terrain model. As dense vegetation has to be filtered out, data pre-processing becomes technically more demanding and more time-consuming and accuracy of final model necessarily decreases. For these reasons, we emphasize that, in geographical survey, TSL is the most effective for modelling of small geomorphological objects and landforms which are not covered by vegetation and also for making profiles and cuts. This should be taken into consideration when the filed-survey is prepared.