

# Analýzy viditelnosti a jejich vizualizace

Stanislav Popelka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Katedra Geoinformatiky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci,  
Křížkovského 8 , 77147, Olomouc, Česká republika  
swenney@seznam.cz

**Abstrakt.** Výpočet analýz viditelnosti je obsažen v řadě GIS softwarů. Cílem práce je nalézt nejlepší způsob výpočtu této analýzy pro území ORP Olomouc a výsledky vhodně vizualizovat. Prvním krokem při výpočtu analýzy viditelnosti je kvalitní digitální model terénu, vhodně zvolená interpolační metoda a následně doplnění modelu o zástavbu a vegetaci. Analýzy viditelnosti jsou obsaženy ve velkém množství softwaru, a to jak v komerčních tak i ve volně šiřitelných aplikacích. Bohužel ne všechny jsou schopné vypočítat viditelnost pro rozsáhlé území. Proto je důležitou součástí práce zhodnocení funkcionality softwarů. Při zobrazování výsledků bylo využito prostředí Google Earth a Google Earth API. Při vizualizaci výsledků byl kladen důraz především na jednoduchost a intuitivnost ovládání, ale také na vizuální atraktivitu. Proto jsou vrstvy viditelnosti doplněné o 3D modely rozhleden, množství fotografií, panoramat atd. Výstupem práce je interaktivní aplikace dostupná široké veřejnosti, umožňující jednoduchý přístup k datům viditelnosti z nejvýznamnějších vyhlídkových bodů v zájmovém území.

**Klíčová slova:** viditelnost, viewshed, vizualizace, Google Earth

**Abstract.** Visibility analysis, or Viewshed is common function of almost all GIS systems. The aim of this thesis is to find out the best solution, how to compute viewshed for ORP Olomouc and ensure the best way of visualisation of the results. The first step to analyze the visibility is making the high quality Digital Terrain Model, the choice of the best interpolation method and the subsequent addition of vegetation and man made structures layer. Visibility calculation is contained in a large amount of software, but not all are able to compute the visibility for a large area, so the choice of software was also very important. Currently there are many ways how to transmit the analysis results to the target user. One of them is the use of Google Earth. Thesis also explores the possibilities of enrichment of visualization with multimedia content which can be for example 3D models of buildings, photos, videos or spherical panoramas as we know from Google Street View etc. Output of project is an interactive application that will ensure the simple and visually attractive approach to data that represent the visibility of the most important observation points in area of interest.

**Keywords:** visibility, viewshed, visualization, Google Earth

## 1 Úvod

Výpočet viditelnosti patří mezi jednu z nejzákladnějších GIS analýz, probíhajících nad digitálním modelem terénu. V historii bylo těchto analýz využíváno především k vojenským účelům. S rozšířením GIS do soukromé sféry se objevila široká škála využití v mnoha oborech lidské činnosti.

Své uplatnění naleznou analýzy viditelnosti také v cestovním ruchu. A právě v této oblasti, více než v kterékoliv jiné, závisí na propracovaném způsobu vizualizace výsledků. Sebekvalitnější výpočet může být v praxi nepoužitelný, a to v případě, že jeho výsledek nedovedeme vhodně zobrazit a zpřístupnit cílové skupině uživatelů.

Nástroje Google Earth a Google Maps si za relativně krátkou dobu své existence získaly u široké veřejnosti značnou popularitu. Jejich velkou výhodou je také neustálé zpřesňování podkladových dat a vznik nových funkcí.

Pokud se řekne výhled, viditelnost nebo rozhledna, většina z nás si představí rozhlednu na vysokém kopci s výhledem do údolí. Práce studuje analýzy viditelnosti v území ORP Olomouc, tudíž na „placaté Hané“. I přesto je zde spousta míst s krásným výhledem do krajiny, o kterých mnohdy ani místní nemají ponětí.

O velkém potenciálu tohoto území svědčí i fakt, že v loňském roce byla zbudována vyhlídková věž v Přáslavicích a letos započne výstavba rozhledny na Velkém Kosíří.

Autor doufá, že výsledky magisterské práce budou využitelné pro propagaci olomouckého regionu, a třeba se na jejich základě alespoň začne uvažovat o stavbě dalších rozhleden.

## 2 Metody a postupy

Prvním krokem při tvorbě diplomové práce bylo seznámení se s literaturou a internetovými zdroji informací, zabývajícími se problémem výpočtu analýz viditelnosti a především způsoby vizualizace výsledků. Bylo rozhodnuto, že výsledky budou zobrazovány v prostředí aplikace Google Earth případně Google Maps API, proto bylo nutné detailně se seznámit i s jejich možnostmi a omezeními.

Než bylo možné přistoupit k výpočtu analýz viditelnosti, nebo dokonce jejich vizualizaci, bylo nutné připravit dostatečně podrobný a realistický digitální model terénu. Příprava dat pro jeho vytvoření probíhala především v systému ArcGIS, s občasným využitím dalších dostupných nástrojů, jakými jsou například Janitor nebo ArcView GIS 3.3. Posledně zmiňovaný software byl využíván zejména z důvodů možnosti využití skriptů v jazyce Avenue.

Velice důležitou se ukázala volba vhodné metody interpolace digitálního modelu terénu z vrstevnic. Byla využita bakalářská práce Analýza morfometrických charakteristik různých typů reliéfu [5] a metoda RMSE pro ohodnocení kvality jednotlivých interpolačních metod.

Výsledný digitální model byl doplněn o zástavbu a vegetaci. Úřadem pro hospodářskou úpravu lesa (ÚHÚL) byla poskytnuta vrstva lesů ORP Olomouc s atributem jejich výšky. Tato data byla doplněna o digitalizovanou liniovou vegetaci a skupiny stromů, které v datech ÚHÚLu nebyly obsaženy. Digitalizace proběhla v prostředí Google Earth.

Byly vytvořeny dvě varianty digitálního modelu povrchu, lišící se od sebe právě vrstvou liniové vegetace. Ta byla upravena tak aby odpovídala letnímu a zimnímu období. Jako nejvhodnější se ukázala metoda snížení rozlišení rastrové vrstvy představující liniovou vegetaci a následné vymazání určité části náhodně zvolených buněk.

Výpočet analýz viditelnosti je obsažen v mnoha aplikacích umožňujících práci s digitálními modely terénu. Bylo otestováno devět, a to jak komerčních tak i freeware softwarů, u kterých byly porovnávány výsledky analýz viditelnosti, ale také kvalita uživatelského rozhraní nebo rychlost výpočtu. Největším problémem všech volně dostupných aplikací byla nemožnost výpočtu pro území rozsahu ORP Olomouc. Komerční aplikace poskytovaly téměř totožné výsledky, a nakonec byl pro analýzy viditelnosti vybrán program ArcGIS 9.3.

Jako velice problematický se ukázal převod vytvořených vrstev analýz viditelnosti do prostředí Google Earth, ve kterém měla být tato data zobrazována. Bylo proto přistoupeno k převodu rastrových dat na vektorová, s čímž souvisela nutná generalizace. Protože ani jedna z metod generalizace obsažená v programu ArcGIS neposkytovala dostatečně kvalitní a zároveň málo objemné výsledky, bylo přistoupeno ke kombinaci metody Aggregate polygons [2] a Simplify polygon [3]. Po této generalizaci mohlo dojít ke konverzi shapefilů na KMZ soubory, které mohou být spuštěny v aplikaci Google Earth respektive Google Maps.

Z důvodů nemožnosti integrace javascriptu do HTML popisu KMZ souboru bylo nutné přehodnotit metodu výběru konkrétní vrstvy analýzy viditelnosti. Původní plán totiž počítal s vytvořením formuláře, prostřednictvím kterého by si uživatel mohl zvolit vrstvu která ho zajímá. Z možných náhradních řešení byla zvolena implementace odkazů na konkrétní soubory přímo v popisu vyhlídkového bodu. Metody formuláře bylo však využito v případě vizualizace prostřednictvím Google Maps.

Kromě všech těchto postupů, které by se daly rozdělit do částí Příprava dat a tvorba DMR, Výpočet analýz viditelnosti a Vizualizace výsledků, bylo nutné vykonat velké množství dalších úkonů. Mezi ty může patřit například tvorba 3D modelů, panoramatických fotografií, vytvoření fotogalerie nebo tvorba webových stránek o aplikaci.

### **3 Tvorba DMR**

Z hlediska přesnosti a realičnosti výstupů z analýz viditelnosti je nejvýznamnější bezesporu kvalita vstupního digitálního modelu terénu. Velmi důležité je vycházet z dostatečně přesných výškových dat, ale také vhodně zvolená interpolační metoda a její nastavení.

Ovšem i při kvalitních vstupních datech a dobře zvolené interpolační metodě nemusí být výsledek uspokojivý. Ve skutečnosti je totiž terén doplněn o zástavbu, vegetaci, lesy atd. Abychom získali věrný obraz zemského povrchu, muselo by dojít k jeho snímání pomocí metod dálkového průzkumu země jako je například laserscanning. Tyto možnosti jsou ovšem velice nákladné a nebyli v našich možnostech. Proto byl

terén interpolovaný z vrstevnic o základním intervalu 5 metrů doplněn o zástavbu, lesy a liniovou vegetaci.

Pro hodnocení kvality DMR byla vybrána metoda RMSE, která měří rozptyl rozdělení četností odchylek mezi původními výškovými daty a daty DMR. Matematicky je vyjádřena jako:

$$RMSE_Z = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Z_{di} - Z_{ri})^2} \quad (1)$$

kde  $Z_{di}$  je hodnota nadmořské výšky z povrchu DMR

$Z_{ri}$  je korespondující původní nadmořská výška (odpovídá hodnotám vyjmutých z množiny vstupních bodů

$n$  je počet kontrolovaných bodů

Větší hodnota RMSE odpovídá většímu rozptylu mezi interpolovanými a vstupními daty. Ideální hodnota by neměla přesáhnout polovinu hodnoty základního intervalu vrstevnic. [6] V našem případě by tedy neměla být vyšší než 2,5.

Z přílohy bakalářské práce [5] jsme si v tabulce *vazene\_poradi.xls* vyseletovali šestici testovacích území s obdobnou relativní výškovou členitostí jako má ORP Olomouc a vybrali nastavení s nejlepším hodnocením. Získali jsme tak 8 různých nastavení interpolací. Jedná se o tři krigingy a pět splinů s tenzí. Velikost buňky byla u všech gridů zvolena 5 \* 5 metrů.

**Tabulka 1.** Nastavení interpolační metody kriging

Název	Method	Semivariogram model	Search radius	No. of points
Krig-u-l-25	Universal	Linear	Variable	25
Krig-o-s-12	Ordinary	Spherical	Variable	12
Krig-o-s-25	Ordinary	Spherical	Variable	25

**Tabulka 2.** Nastavení interpolační metody spline

Název	Type	Weight	No. of points
Splinet-5-20	Tension	5	20
Splinet-01-12	Tension	0,1	12
Splinet-1-20	Tension	1	20
Splinet-5-10	Tension	5	10
Splinet-20-10	Tension	20	10

Těchto 8 gridů bylo dle výše uvedených nastavení interpolováno. Tyto výpočty byly časově velice náročné. Například výpočet krigingů trval více než 24 hodin. Vzniklé DMR byly dále testovány tak, aby bylo zjištěno které nastavení je nejvhodnější pro ORP Olomouc.

Pro toto ohodnocení gridů byly spočítány základní statistické charakteristiky, mezi které patří minimum, maximum, průměr, rozsah, směrodatná odchylka a poté vypočítaná RMSE. Tyto hodnoty byly vypočteny vůči zbývajícím 15% bodů, které jsme pro generování gridů nezahrnuli. Nyní tak můžeme zkontrolovat, jak přesné gridy jsou vůči původním datům.

**Tabulka 3.** Srovnání interpolačních metod. Seřazeno RMSE.

Název	min	max	mean	range	sd	rms
Splinet-5-10	193.2	681.2	286.9	488.0	101.6	1.14
Splinet-20-10	196.6	681.2	286.9	484.5	101.6	1.18
Splinet-01-12	169.6	681.3	286.7	511.6	101.8	1.38
Krig-u-1-25	92.27	677.6	286.4	585.3	101.7	3.01
Krig-o-s-12	199.9	679.3	286.9	479.4	101.3	3.09
Krig-o-s-25	199.5	677.5	286.8	477.9	101.2	3.71
Splinet-5-20	190.8	836.1	286.8	645.2	101.6	4.44
Splinet-1-20	184.4	681.3	286.8	496.9	101.7	4.48

Z tabulky můžeme vidět že nejlepší hodnotu RMSE má grid vzniklý metodou spline s tenzí s váhou 5 a počtem bodů 10.

Podle vybraného nastavení byl interpolován digitální model reliéfu. Jednalo se tedy o Spline s tenzí s váhou 5 a počtem bodů 10. Tento model byl následně doplněn o zástavbu a vegetaci tak, aby co nejlépe odpovídal realitě.

Protože v letním období tvoří vegetace mnohem větší bariéru ve vztahu k viditelnosti než v období vegetačního klidu, byly uvažovány dvě varianty vstupního DMT. Jedna pro období léta, kdy je „prostupnost“ přes vegetaci minimální, a druhá pro zimní období, kdy dochází k opadu listů a přes tyto stromy je vidět mnohem více.



**Obr. 1.** Porovnání viditelnosti v letním (vlevo) a zimním (vpravo) období na příkladě vyhlídkového bodu Čertoryje.

## 4 Vyhlídkové body

Významný vyhlídkový bod je jako jedna z kategorií Územně analytických podkladů definován jako „Veřejně přístupné místo, jehož vyvýšené umístění v terénu (vrchol kopce, úbočí) nebo v rámci stavby (rozhledna, věž) umožňuje přehlednout významnou a atraktivní část okolního území. Veřejně přístupné místo s významnými výhledy a rozhledy na souvislou část města.“ [1]

Území ORP Olomouc, konkrétně jeho část bez Vojenského újezdu Libavá je relativně málo členitým územím. Přesto se zde vyskytuje velké množství zajímavých míst, která lze označit jako významný vyhlídkový bod. Jedná se zejména o přírodní vrcholy, množství sakrálních staveb nebo jiné technické stavby.

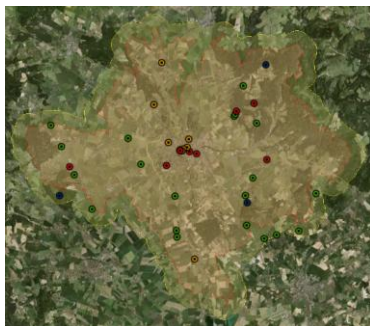
Výběr těchto bodů byl proveden dle kritéria viditelnosti z daného bodu, ale také s ohledem na dostupnost daného bodu. Bylo proto nutné zvolit kompromis mezi nadmořskou výškou daného bodu a jeho vzdáleností od komunikací, polních cest atd. Výběr těchto bodů byl realizován s využitím mapových podkladů (turistické mapy, vrstevnice z DMÚ25, ortofoto) v kombinaci s terénním šetřením a místní znalostí území. Na základě těchto informací byly vyčleněny technické stavby (kostely, rozhledny, věže, budovy) a přírodní vrcholy, které splňují kritérium významného vyhlídkového bodu.

Celkem bylo vybráno 40 vyhlídkových bodů relativně rovnoměrně rozmístěných v území ORP Olomouc. K největší koncentraci bodů dochází na území města Olomouc, které leží v centru ORP a kde se nachází velké množství výškových staveb a dále ve východní části zájmové oblasti z důvodů vyšší relativní výškové členitosti.

Bylo vybráno několik kategorií vyhlídkových bodů. Těmito kategoriemi jsou: přírodní místa, technické a sakrální stavby a potenciální vyhlídkové body.

Největší zastoupení mají body patřící do první kategorie. Přírodních míst bylo vybráno celkem 20. Počet sakrálních a technických staveb které byly do výběru zahrnuty je téměř vyrovnaný, jedná se o 8, respektive 9 bodů.

V zájmovém území se nachází také několik potenciálních míst, kde díky bariéře vegetace v současné době žádný výhled není, stavbou rozhledny by se však tato situace změnila. Jedná se o lokality „Velký Kosíř“, „Jedová“ a „Chlum“.



**Obr. 2.** Ukázka rozmístění vyhlídkových bodů (technické-červená, sakrální-oranžová, přírodní-zelená, potenciální-modrá)

#### 4.1 Výška pozorovatele

V kategorii sakrální a technická stavba odpovídá výška pozorovatele výšce vyhlídkové plošiny, okna kostela atp. Oproti tomu u přírodních míst je uvažována základní výška pozorovatele 2 metry nad zemí.

Důležitou součástí práce je i studie, jak se změní poměrná část viditelného území v případě, že by se výška pozorovatele změnila na 8, 15 respektive 30 metrů. Pro lepší představu o výšce rozhledny a také pro zvýšení atraktivity vizualizace byly vytvořeny

3D modely těchto rozhleden, a to tak aby odpovídaly výšce pozorovatele a zároveň vystihovaly tři různé typy rozhleden běžné v České republice.

3D modely byly vytvářeny prostřednictvím 3D modelovacího volně dostupného softwaru Google SketchUp 7 a byly optimalizovány pro zobrazení v prostředí Google Earth, čemuž byla uzpůsobena i jejich velikost tak, aby tyto modely nebyly příliš objemné a nezpomalovaly běh aplikace.

## 5 Výpočet a generalizace analýz viditelnosti

Jak již bylo uvedeno výše, pro výpočet analýz viditelnosti byl zvolen program ArcGIS 9.3 s rozšířením 3D analyst. [4] Funkci Viewshed nalezneme v nabídce Surface Analysis. Prostředí dialogového okna Viewshed nenabízí žádné nastavení, pouze pole pro vstupní vrstvy, jimiž jsou DMR a bodová vrstva reprezentující místo pozorovatele. Je nutné vždy nahrát pouze vrstvu s jedním jediným bodem. Veškeré další nastavení se specifikuje prostřednictvím záznamu v atributové tabulce. V našem případě bodová vrstva obsahovala pouze údaj OFFSETA specifikující výšku pozorovatele.

Výstupem Viewshedu je rastrová vrstva obsahující pouze dvě kategorie: „1“ pro viditelné území a „0“ znamenající že toto místo je skryté.

### 5.1 Způsoby převodu do KMZ

Jelikož chceme výsledky prezentovat v prostředí Google Earth, musíme vyřešit problém, jakým způsobem data převést do formátu KMZ. Existují tři způsoby jak to provést. Prvním je převod rastrové vrstvy, tak jak ji ArcGIS vygeneroval. Dále můžeme vytvořit rastrové dlaždice fungující na principu pyramidových vrstev a poslední možností je převod dat na vektory. [7] Právě poslední metoda byla využita i v této práci. Nutností byla generalizace těchto dat tak, aby co nejlépe odpovídala skutečnosti a zároveň nebyla příliš objemná pro práci na internetu.

Konečný export dat probíhal s využitím extenze „Export to KML“. Tato extenze vytváří soubory ve formátu KML. Z důvodů úspory místa došlo ke komprimaci těchto souborů metodou ZIP a tím k převedení na formát KMZ.



Obr. 3. Srovnání původních a generalizovaných dat

## **6 Vizualizace výsledků**

Výsledky analýz byly vizualizovány prostřednictvím nástrojů Google Earth a Google API.

### **6.1 Google API**

První metodou vizualizace výsledků je využití API. Zvolena byla kombinace Maps API a Earth API. První varianta je výhodná zejména proto, že není nutné instalovat žádný plugin, data jsou zobrazena přímo v okně internetového prohlížeče. Druhou výhodou je možnost volby podkladových dat, kdy si uživatel může vybrat mezi mapou, satelitním snímkem nebo zobrazením terénu.

Nevýhodou Google API je nižší rychlost načítání dat v porovnání s Google Earth.

Pro vizualizaci informací o vyhlídkových bodech byla vytvořena bodová vrstva ve formátu KML. Kliknutím na jednotlivé body si může uživatel zobrazit základní informace o vyhlídkovém bodě a fotogalerii.

Pro zobrazení výsledků analýz viditelnosti byla zvolena metoda javascriptového formuláře, pomocí kterého si uživatel vybere vyhlídkový bod, roční období, výšku pozorovatele a jestli chce zobrazit kružnice dohlednosti či nikoliv. Po tomto výběru se zobrazí checkbox umožňující zapínání a vypínání těchto vrstev.

### **6.2 Google Earth**

Kromě vyšší rychlosti umožňuje Google Earth také větší funkcionalitu a její ovládání je pro uživatele jednodušší.

Oproti verzi pro Google Maps je možné zobrazit také panoramatické fotografie nebo 3D modely rozhleden. To by bylo možné i prostřednictvím Google Earth API, ale práce v Google Earth je pohodlnější a rychlejší.

Kromě vrstev viditelnosti je možné ke každému bodu zobrazit kružnice dohlednosti, 3D model některého ze tří typů rozhledny nebo panoramatický snímek. Všechny tyto objekty se zobrazí přímo v prostředí Google Earth jako KMZ soubory.



Analyzy viditelnosti a jejich v zualizace  
Stanislav POPELKA, UP Olomouc, 2010

## Kryštof Název bodu

**Typ**  JTSK: -1126519.55; -548212.86  
WGS: 49.547705; 17.243438  
246 m n.m. **GPS**

**Popis bodu**  
Patron všech poutníků a cestovatelů sv. Kryštof drží stráž nad řídiči jedoucimi po olomouckém silničním obchvatu. Jeho bronzová socha v nadživotní velikosti se totiž stala společně s pamětní deskou příjemnou připomínkou stavby úseku rychlostní silnice R 35 vedoucí ze Slavonína do Přáslavic. Umělecké dílo, jež by stále připomínalo význam stavby, na kterou obyvatelé Moravy tak dlouho čekali, bylo součástí projektu. Úsek rychlostní silnice R 35, který tvoří převážnou část obchvatu Olomouce, získal v roce 2004 ocenění Stavba roku.




**Fotografie (kliknutím otevřeme v novém okně)**



Z místa Kryštof je výhled 30-170 stupňů a je vidět 10% území. Toto místo má tedy 29. nejlepší viditelnost v ORP Olomouc.

**Základní informace o viditelnosti.**  
Hodnoty jsou vztažené k základní výšce a letnímu období.

**Zobraz KMZ soubor obsahující:** Kliknutím na obrázek otevřete požadovaný objekt

VĚŠ 8 m	VĚŠ 15 m	VĚŠ 30 m	Dohled	Orientace	Panoramatická fotografie
					

**Kliknutím zobrazíme 3D model rozhledny o dané výšce**      **Kliknutím zobrazíme dohlednost nebo orientační body**      **Po kliknutí se nám přímo v Google Earth otevře panoramatická fotografie**

**Zobraz vrstvu viditelnosti:** Kliknutím na odkaz otevřete požadovanou vrstvu viditelnosti

Viditelnost v Zimě	Viditelné	Viditelnost v Létě	Viditelné
Základní	11%	Základní	10%
Věš 8m	14%	Věš 8m	12%
Věš 15m	21%	Věš 15m	18%
Věš 30m	29%	Věš 30m	18%

**Kliknutím na odkaz otevřeme viditelnost z vybraného vyhlídkového bodu, zvoleného ročního období a výšky pozorovatele.**

**Odkaz na WWW stránky projektu**  
[www.OlomouckéVyhledy.upol.cz](http://www.OlomouckéVyhledy.upol.cz)



Obr. 4. Ukázka popisu vyhlídkového bodu s popisem ovládacích prvků

## Reference

1. A20 Významný vyhlídkový bod [online]. 2008. Dostupné z WWW: <<http://wgp.urm.cz/tmap/tms/aplk/db/uap/katalogjevu/list/index.php?id=102000>>
2. ArcGIS Desktop Help [online]. 2009. Aggregate Polygons. Dostupné z WWW: <[http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=aggregate\\_polygons\\_\(data\\_management\)](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=aggregate_polygons_(data_management))>
3. ArcGIS Desktop Help [online]. 2009. Simplify Polygon . Dostupné z WWW: <[http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=1464&pid=1457&topicname=Simplify\\_Polygon\\_\(Data\\_Management\)](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=1464&pid=1457&topicname=Simplify_Polygon_(Data_Management))>.
4. ArcGIS Desktop Help [online]. 2007. Performing a viewshed analysis. Dostupné z WWW: <[http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=Performing\\_a\\_viewshed\\_analysis](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=Performing_a_viewshed_analysis)>
5. ONDRÁČKOVÁ, Jitka. Morfometrických charakteristik různých typů reliéfu [online]. Olomouc, 2009. 40 s. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci.
6. SVOBODOVÁ, Jana. Hodnocení přesnosti digitálních modelů reliéfu. Geomorphologia Slovaca et Bohemica. 2008, 1, s. 76-81. Dostupný také z WWW: <<http://www.asg.sav.sk/gfsb/v081/gfsb080109.pdf>>.
7. WERNECKE , Josie. The KML Handbook : Geographic Visualization for the Web. [s.l.] : Addison-Wesley Professional , 2008. 368 s.