

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní

Hodnocení kvality prostorových dat pro zvolené typy prostorových analýz

Bc. Petr Šrámek

Diplomová práce

2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr ŠRÁMEK**
Osobní číslo: **E090499**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Regionální a informační management**
Název tématu: **Hodnocení kvality prostorových dat pro zvolené typy
prostorových analýz**
Zadávací katedra: **Ústav systémového inženýrství a informatiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Prostorová data, prostorové analýzy.

Kvalita prostorových dat, její ukazatele.

Návrh kritérií pro hodnocení kvality prostorových dat pro zvolené typy prostorových analýz.

Ověření návrhů kritérií na konkrétních příkladech prostorových analýz.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

KOLÁŘ, Jan. Geografické informační systémy 10. Vyd. 2. přeprac. Praha : ČVUT, 2003. 161 s. ISBN 80-01-02687-6.

KOMÁRKOVÁ, Jitka. Kvalita webových geografických informačních systémů. Vyd. 1. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2008. 127 s. ISBN 978-80-7395-056-9.

LONGLEY, Paul A. Geographic information systems and science. 1 st ed. Chichester : John Wiley & Sons, 2001. 454 s. ISBN 0-471-89275-0.

TUČEK, Ján. Geografické informační systémy : Principy a praxe. Vyd. 1. Praha : Computer Press, 1998. 424 s. ISBN 80-7226-091-X.

VAN OORT, Pepijn. Spatial data quality : from description to application [online]. Rotterdam : Optima Graphic Communication, 2005 [cit. 2010-06-26].

Dostupné z WWW:

<<http://www.ncg.knaw.nl/Publicaties/Geodesy/pdf/60Oort.pdf>>.

ISBN 90-6132-295-2.

Vedoucí diplomové práce:


doc. Ing. Jitka Komárková, Ph.D.

Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání diplomové práce: **4. října 2010**

Termín odevzdání diplomové práce: **6. května 2011**


doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.

děkanka

L.S.


doc. Ing. Jiří Křupka, Ph.D.

vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 4. října 2010

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Prachaticích dne 6. května 2011

Bc. Petr Šrámek

Poděkování

Rád bych touto formou poděkoval všem, kteří přispěli k vytvoření této diplomové práce, především vedoucí práce doc. Ing. Jitce Komárkové, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při zpracovávání práce, dále Ing. Ivaně Ivánové, Ph.D. z Faculty of Geo-information Science and Earth Observation of the University of Twente, Mgr. Stanislavu Grillovi z Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích a v neposlední řadě mé rodině za psychickou podporu.

ANOTACE

Práce se zabývá hodnocením kvality prostorových dat pro vybrané prostorové analýzy. Cílem práce je navrhnout kritéria kvality prostorových dat, která lze následně použít jako směrnici při výběru dat pro zvolené analýzy. Kritéria kvality jsou taktéž ověřena na konkrétních aplikacích vybraných analýz. Pro pochopení dané problematiky jsou shrnuty poznatky o prostorových datech, prostorových analýzách a kvalitě prostorových dat. Práce se také zaměřuje na standardy kvality prostorových dat.

KLÍČOVÁ SLOVA

prostorová data, prostorové analýzy, kvalita prostorových dat, hodnocení kvality dat

TITLE

The quality evaluation of spatial data for the selected spatial analysis types

ANNOTATION

Thesis deals with the evaluation of the quality of spatial data for certain spatial analysis. The aim of my dissertation is to propose quality criteria of spatial data, which can be consequently used as a guideline on selecting data for chosen analysis. Quality criteria are also checked in specific applications of selected analysis. To understand the issue, knowledge of spatial data, spatial analysis and spatial data quality is summarized. The work also focuses on spatial data quality standards.

KEYWORDS

spatial data, spatial analysis, spatial data quality, evaluation of data quality

OBSAH

ÚVOD	7
1 PROSTOROVÁ DATA A PROSTOROVÉ ANALÝZY	9
1.1 Prostorová data	10
1.1.1 Složky prostorových dat.....	11
1.1.2 Srovnání analogového a digitálního formátu prostorových dat	13
1.2 Prostorové analýzy	14
1.2.1 Analýzy v GIS.....	14
1.2.2 Prostorové analýzy	15
2 KVALITA PROSTOROVÝCH DAT	17
2.1 Kvalita dat	17
2.2 Standardy kvality prostorových dat	18
2.2.1 ČSN ISO 19113: Geografická informace – Zásady jakosti	19
2.2.2 ČSN ISO 19114: Geografická informace – Postupy hodnocení jakosti.....	21
2.2.3 ČSN ISO 19115: Geografická informace – Metadata	23
2.2.4 Další standardy kvality	24
2.3 Prvky kvality prostorových dat	26
2.3.1 Kvantitativní prvky kvality prostorových dat	26
2.3.2 Nekvantitativní prvky kvality prostorových dat	32
2.3.3 Užívání prvků kvality prostorových dat v praxi – projekt EuroRoadS	34
2.3.4 Model užívání prvků kvality prostorových dat podle EuroRoadS	36
2.4 Případové studie hodnocení kvality prostorových dat	37
2.4.1 Případové studie určování prvků kvality prostorových dat	37
2.4.2 Případová studie hodnocení kvality prostorových dat	40
3 HODNOCENÍ KVALITY PROSTOROVÝCH DAT	42
3.1 Kritéria hodnocení kvality prostorových dat	42
3.2 Výběr prostorových analýz s navrženými příklady použití	44
3.3 Identifikace kritérií kvality a jejich požadovaných hodnot pro zvolené prostorové analýzy	48
3.4 Metodika hodnocení kritérií kvality	55
3.5 Popis zdrojových dat pro prostorové analýzy	56
3.6 Hodnoty kritérií kvality použitých prostorových dat	58
3.7 Ověření kritérií kvality prostorových dat na aplikacích prostorových analýz	66
ZÁVĚR	69
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	71
SEZNAM ZKRATEK	77
SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	78
SEZNAM PŘÍLOH	79

Úvod

V posledních dvou desetiletích se geografické informační systémy (dále GIS) významně rozšiřují do mnoha oblastí soukromého i veřejného sektoru. Na úřadech i ve firmách je možné se setkat čím dál častěji s využíváním nejrůznějších programových prostředků GIS. Manažeři i vedoucí pracovníci odborů na úřadech si uvědomují, že mnoho problémů a úkolů, které musí firma či úřad řešit, lze efektivně provádět pomocí těchto nástrojů. GIS, v tomto případě chápané jako programové prostředky pro zpracovávání geografických dat, jim při řešení těchto úkolů mohou ušetřit nejen mnoho času, pracovních sil, ale především také mnoho nákladů, spojených například s terénním výzkumem či s jiným náročnějším řešením. Pro provedení efektivního řešení zadaného problému pomocí GIS je v první řadě nutné získat vhodná a kvalitní data.

V minulosti se lidé spoléhali hlavně na data ve své vlastní paměti, na data na papírech či na data, která jim sdělil někdo jiný. Využívání počítačů v posledních desetiletích však přineslo nové možnosti uchovávání a sdělování dat. Pojetí dat v dnešní době je především takové, že jsou data spojena s digitální formou. Data v digitální formě však mohou být stejně jako jiná data kvalitní či nekvalitní a výsledek řešení problému pak závisí především na jejich kvalitě.

Předpoklad kvalitních a vhodně vybraných dat pro řešení úkolu platí pro všechny typy dat, tedy i pro data určená ke zpracování v GIS. Data jsou klíčovým prvkem všech GIS. Tyto programy umožňují využívat mnoho typů dat, jak data geografická, tak např. i databázové tabulky či jiné typy dat. Podle Prof. Voženílka z průzkumů mnoha agentur vyplývá, že více než 70 % nákladů na projekty zpracovávané v GIS jsou náklady na pořizování dat [69]. Důležitost kvalitních dat je tedy pro zpracovávání projektů velmi významná, především z ekonomických důvodů. Pořízení nekvalitních dat může být totiž spojeno s dalšími dodatečnými náklady na opravu či upřesnění dat.

William Vickrey, nositel Nobelovy ceny za ekonomii, který získal cenu v roce 1996, se zabýval informační nejistotou při dražbě zboží, která je spojena s neúplnými a nerovnoměrně rozdělenými informacemi. Jeho teorie vychází z toho, že například informace manažerů se značně liší od informací podřízených zaměstnanců. Manažeři pak často chybují, protože předpokládají, že zaměstnanci mají stejné informace jako oni. V jiném případě pak manažeři firem předpokládají, že jejich konkurenti mají opět stejné informace jako oni, ve skutečnosti však mají konkurenti informací více. Neúplné či nerovnoměrně rozdělované informace mají tedy silné důsledky hlavně v tom smyslu, že informační výhody lze využít k dosažení strategických cílů. V aplikacích GIS by však k těmto situacím, kdy jsou používány neúplné informace, nemělo docházet [69].

Například pořízení neúplných geografických dat může mít pro firmu, v případě potřeby provedení prostorové analýzy pomocí GIS, rozsáhlé následky. Konkurenční firma pracující na stejném projektu v tomto případě získá strategickou výhodu, protože má

kvalitnější data. Úplnost a kvalitu získaných dat je tedy zapotřebí řešit ve firmě či na úřadě vždy jako první problém, protože nekvalitní data by pak mohla vést k časovému prodloužení projektu a ke zvýšení nákladů celého projektu. Následující práce se zabývá právě kvalitou dat, která jsou využívána pro zpracovávání v GIS. Práce je však zaměřena pouze na prostorová data, nikoli na databázové tabulky či jiné typy dat, využívaných v GIS.

Cílem práce je stanovit kritéria hodnocení kvality prostorových dat pro vybrané typy prostorových analýz a ověřit tato kritéria na konkrétních příkladech těchto analýz. Následně by měly být porovnány výsledky prostorových analýz prováděných s různě kvalitními datovými sadami a na těchto výsledcích znázorněny rozdíly v kvalitě zdrojových dat.

1 Prostorová data a prostorové analýzy

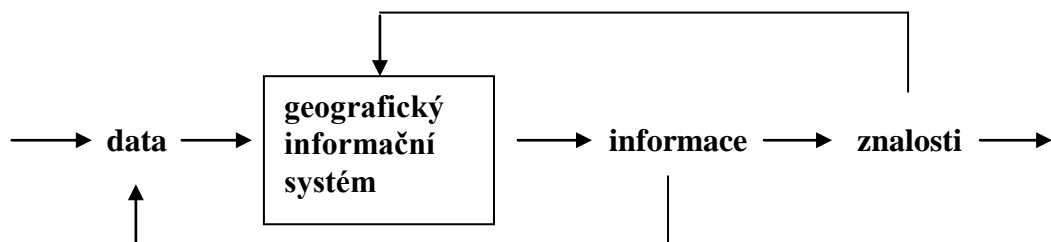
Pro lepší pochopení podstaty prostorových dat je nejprve nutné obecně vysvětlit pojmy data a informace. Data lze definovat podle normy ČSN 36 9001 jako obrazy vlastností objektů, které jsou vhodně formalizovány pro přenos, interpretaci nebo zpracování prostřednictvím osob nebo počítačové techniky [55, 69].

Data mohou být v analogové formě, kdy jsou data zobrazena fyzikální veličinou, považovanou za spojitě proměnnou, přičemž její hodnota je přímo úměrná datům. Příkladem těchto dat je mapa. Další formou dat jsou alfanumerická data, zobrazená písmeny, číslicemi a jinými znaky. Jako příklad lze uvést tabulku. Jiným typem dat jsou data číselná, zobrazená pomocí numerálů. Zde lze uvést jako příklad číselnou matici. V současné době nejčastěji používanou formou dat jsou však data digitální, která jsou zobrazená číslicemi, popřípadě zvláštními znaky a znakem mezery. Příkladem je počítačový soubor. [69]

Data lze také jednoduše popsat jako zdrojová fakta a výsledky pozorování, které jsou určitým způsobem uloženy. Tato data nemají sama o sobě velkou přímou hodnotu, pokud nejsou vhodně strukturována a nejsou známé vztahy mezi nimi a není tak možné je interpretovat [64].

Informace lze definovat jako výsledky úspěšné analýzy dat. Data je nutné nějakým způsobem uspořádat, sumarizovat, redukovat, či jinak vyhodnotit, aby byly získány skryté významy (informace), které jsou rozptýlené v nestrukturalizovaných datech. Informace lze tedy popsat jako význam, který získávají data v procesu interpretace, kdy je tento význam přisuzován pomocí lidské inteligence [44, 64].

Obecně to, co je vkládáno do GIS (zde chápáno jako informačního systému) a je v tomto systému zpracováváno a analyzováno, je chápáno jako data a výsledky zpracování těchto dat jsou informace. Význam dat je dán znalostmi uživatele, který s daty pracuje. Naopak znalosti jsou získávány z informací, které vycházejí z poznanych dat. Následující obrázek vyjadřuje názorně vztahy mezi daty, znalostmi a informacemi (obrázek 1).



Obrázek 1: Vzájemný vztah dat, informací a znalostí a vztah k informačnímu systému (zdroj: [55])

1.1 Prostorová data

Prostorová data je třeba vysvětlit z širšího pohledu, aby byla správně pochopena. Je tedy nutné v následujících několika odstavcích vysvětlit několik pojmů, na kterých jsou prostorová data založena.

Prostorová data se zakládají především na pojmech geometrie a topologie. Geometrie znamená podle doslovného překladu „měření na Zemi“. Je však nejčastěji chápána jako matematická disciplína, která se zabývá studiem geometrických útvarů, jejich tvarem, polohou, rozměry či vztahy. V oblasti geoinformatiky je geometrie chápána často jako geometrická část popisu objektu.

Topologie doslovně znamená „studium formy“, naproti tomu geometrie je založena na měření. Topologii lze chápat jako část popisu objektu, která se týká jeho vztahů s jinými objekty. Topologické vztahy lze proto definovat pro dva a více objektů. Je možné topologii také vysvětlit jako geometrii relativní prostorové polohy. Prostorové vztahy mohou nalézt uplatnění například při hledání dvou sousedních objektů či při počítání vzdálenosti objektu od jiných objektů. Prostorovými vztahy je tak určována prostorová poloha objektu, jež je základní charakteristikou pro prostorové objekty. Mnohdy mají geometrické a topologické vlastnosti objektu větší význam než tematické atributy.

V případě, kdy jsou definovány prostorové vztahy mezi objekty v prostoru, tedy kdy je jednoznačně definována jejich geometrie a topologie, je nutné zavést pojem souřadnicový systém. Souřadnicový systém musí splňovat požadavky jednoznačné definice polohy (objekty se stejnou polohou jsou identické, různé objekty mají různou polohu), definování polohy musí být kvantifikovatelné (měřitelné v měrných jednotkách) a musí být definována metrika pro měření vzdáleností. Nejčastěji je používán v geovědách n -rozměrný karteziánský souřadnicový systém, který je tvořen v n -rozměrném prostoru pravouhlým párováním souřadnicových os, kterých je n . V geovědách jsou především důležité dvou a tří-rozměrné souřadnicové systémy, kde se souřadnicové osy obvykle označují x , y , z . [64]

Vzhledem k uvedeným pojmům lze definovat prostorový objekt (geoobjekt) jako reálný nebo imaginární objekt, který popisuje či se vztahuje k určité části prostoru na Zemi a je charakterizován [64]:

- prostorovou polohou a tvarem = geometrií,
- polohovými vztahy k jiným objektům = topologií,
- tematickými charakteristikami = atributy,
- časovými změnami = dynamikou.

V tomto místě je zapotřebí upozornit, že v této práci je prakticky ztotožňován pojem „prostorový“ a „geografický“ či zkráceně „geo“. V GIS jsou ve většině případů zpracovávána geografická data, tedy data spojená s povrchem Země (s krajinou), proto je zde prostorem chápána Země. Samozřejmě není nutné GIS, ačkoli mají již ve svém názvu „geografické“, spojovat pouze se Zemí. GIS lze využít také například pro modelování prostorových analýz,

kdy prostorem může být jiná planeta, hvězda či sluneční soustava, ale také i třeba lidské tělo či jiný prostor. Pomocí GIS lze provádět také fyzikální či chemické simulace, jako např. pohyb elementárních částic v atomu nebo molekule [45].

Z pojmu geoobjekt vychází poté pojem geografická informace (geoinformace) – tu lze vyjádřit jako geometrický, topologický, tematický a dynamický popis geoobjektu. Geografické informace mohou být v různých formách, nejčastěji jsou však pro potřeby GIS využívány informace v digitální formě. [64]

Po definování geografické informace je tak možné konečně přistoupit k definicím prostorových dat (geodat). Podle Tučka lze prostorová data v návaznosti na předchozí text definovat jako „formální popisy geoinformace ve formě čísel a znaků vhodné pro počítačové zpracování“ [64]. Přesná definice prostorových dat je definice vycházející z terminologického slovníku Výzkumného ústavu geodetického, topografického a kartografického (VÚGTK) a normy Evropského výboru pro normalizaci (norma CEN). Tato definice popisuje prostorová data jako [36]:

1. „data s implicitním nebo explicitním vztahem k místu na Zemi,
2. počítačově zpracovatelnou (digitální) formu informace týkající se jevů přímo nebo nepřímo přidružených k místu na Zemi (geografické informace),
3. data identifikující geografickou polohu a charakteristiky přírodních a antropogenních jevů a hranic mezi nimi.“

Když jsou shrnuty uvedené definice s přihlédnutím k předešlé teorii, lze prostorová data definovat jednoduše jako data přiřazená určitému bodu v prostoru (na Zemi), neboli lokalizovaná data, která obsahují určité tematické informace o různých geografických jevech a která jsou určena svou geometrií, topologií a dynamikou.

1.1.1 Složky prostorových dat

Ve většině případů prostorových objektů je možné objekty vyjádřit jako sestavu základních geometrických objektů – bodů, linií, ploch či sítí, povrchů a objemů. Každý prostorový objekt lze vyjádřit těmito geometrickými prvky.

Popis geografických jevů v GIS je založen na dvou typech digitálních prostorových dat. Prostorová data lze dělit na data polohová, která vyjadřují polohu a tvar prvků v prostoru a polohové vztahy prvků mezi sebou a na data tematická (atributová), která zahrnují charakteristiky a popisy tematických vlastností prvků. Z kartografického pohledu je možné hovořit o datech grafických a negrafických. Lze také říci, že prostorová data mají z tohoto pohledu dvě základní složky – grafickou a negrafickou.

Grafická data popisují pro daný geoobjekt jeho prostorové umístění v souřadnicovém systému a jeho vzájemný vztah k jiným objektům. Grafická data se dělí na geometrická a topologická.

Geometrická data jsou kvantitativní povahy a vyjadřují polohu (zároveň také tvar) geoobjektu v prostoru pomocí souřadnic. Poloha každého objektu musí být jednoznačně

a plně definována, protože geoobjekty jsou často nepravidelné. Jak bylo již dříve řečeno, poloha je zaznamenávána pomocí souřadnicového systému jako je např. zeměpisná poloha (délka a šířka), rovinný systém, S-JTSK, S-42, UTM aj. Je nezbytné, aby geografická data použitá v jednom projektu byla určena v jednom souřadnicovém systému. Při studiu malých území (do cca 15 km) lze používat jakýkoliv rovinný systém. Pro studium větších území se využívají národní či mezinárodní souřadnicové systémy.

Geoobjekty mohou mít pomocí geometrických dat popsány prostorové vlastnosti jako např. délku (cesty, vodní toky), plochu (lesy, vodní plochy, zastavěná území), objem (tunely, ložiska hornin), tvar, orientaci (směry průjezdu ulic), sklon (svahy terénu) aj.

Geometrická data existují ve dvou základních formátech – vektorovém a rastrovém. Každý z těchto formátů má své výhody a nevýhody a každý z formátů se hodí pro řešení různých typů problémů. O použití, výhodách či nevýhodách a rozdílech mezi vektorovými a rastrovými daty v této práci není pojednáno (více viz [45, 64]).

Topologická data popisují vzájemné vztahy mezi geoobjekty, tj. mezi geometrickými daty. V mapách topologie definuje spojení mezi geometrickými prvky, dotyk či přiléhavost polygonů nebo vzájemné vnoření polygonů či orientaci geometrických prvků. Topologická data nemusí být vždy explicitně uložena, protože je možné je odvodit z geometrických dat. [69]

Druhou základní složkou prostorových dat jsou data negrafická. Jedná se o popisné tematické údaje patřící k daným geoobjektům – atributy. Atributy popisují vlastnosti geoobjektů – např. rozloha jezera, název řeky, nadmořská výška vrstevnice, způsob využití půdy apod. Tyto vlastnosti geoobjektů je možné vyjádřit textem, celými nebo reálnými čísly. Tabulka obsahující atributy geoobjektů se nazývá atributová tabulka. V této tabulce je každý řádek reprezentován geoobjektem a každý sloupec danou atributovou vlastností.

V obrázku 1 v příloze 1 je uvedeno schéma, které shrnuje dělení složek prostorových dat a další podtypy jednotlivých složek.

Zvláštní složkou prostorových dat je jejich časová složka. Geografické informace jsou vždy vázány k určitému časovému úseku či k určitému časovému okamžiku. Informace o čase, kdy byla data vytvořena, aktualizována či pozměněna jsou velmi důležité pro jejich využití. Například nezastavěné území na mapě může být v jednom roce vedeno jako nezastavěná, nevyužitá plocha, ale v následujícím roce již jako zastavěná plocha. Z tohoto či podobných důvodů je určení času u geoobjektů a zkoumaných jevů zcela zásadní. Časový aspekt prostorových dat je získáván několika způsoby [69]:

- Stanovením časového intervalu, ve kterém se jev vyskytuje
- Sběrem informací o jevu v určitých časových okamžicích
- Stanovením rychlosti pohybu objektu nebo změny stavu objektu

Reprezentace času v GIS je komplikovaná a náročná ke správě. Často je časový aspekt při vytváření projektů v GIS zanedbáván či zjednodušován, proto je mnohdy zdrojem chyb

a nepřesností v datech. Čas je u geoobjektů popisován v metadatech (popisná data o vlastních datech), která budou podrobněji popsána v jiné kapitole. [69]

1.1.2 Srovnání analogového a digitálního formátu prostorových dat

Jak bylo dříve řečeno, příkladem analogového formátu dat je mapa. Mapa je charakteristická tím, že sděluje informace o výskytu geografických prvků a jevů podle uvedeného seznamu v legendě mapy. Legenda mapy jasně deklaruje, které třídy prvků a jevů se na mapě vyskytují. Pokud je třeba přidat nějaký nový prvek či geografický jev či změnit rozložení tříd prvků, je třeba zhotovit novou mapu. Zhotovení nové mapy je však drahá záležitost, proto jsou legendy často použity víceúčelově. Velké množství údajů však dělá mapu méně čitelnou a nepřehlednou. Důsledkem je snaha o universálnost mapy, kdy je v obsahu legendy i ve zvoleném měřítku užito mnoha kompromisů. Analýza prostorových dat je pak často složitá a je nutné použít data z vícera map.

Tyto komplikace s použitím mapy jsou odstraněny při použití GIS. GIS uchovává původní data a vytváří z těchto dat mapu až v případě potřeby. Mapa v GIS může být s různým obsahem, který lze přizpůsobit právě potřebnému záměru využití dat. Jakákoliv změna výskytu geografického prvku či přidání nové třídy prvků je provedeno velmi jednoduše a není nutné předělávat celou mapu. [45]

Velkou výhodou digitální podoby prostorových dat je jejich snadné uchovávání a přenos. Digitální data lze uchovávat ve velkém objemu na velmi malém prostoru a mezi počítači je lze na krátkou vzdálenost přenášet rychlostí světla. Jejich uchovávání v digitální podobě navíc podléhá mnohem menšímu fyzickému opotřebení, než je tomu v případě papírových map.

GIS umožňují při práci s digitálními daty více možností než je tomu s papírovými mapami. V GIS je možné provést rychlá a přesná měření, provádět překrytí mapových listů či jejich kombinaci. Dále lze např. změnit měřítko mapy jejím přiblížením či oddálením, což u papírové mapy není možné. [48]

Další rozdíl mezi mapou a GIS je v odvozování dalších informací z původních dat. Pro odvození potřebných souvislostí či pro provedení určitých prostorových analýz s použitím mapy je nutné, aby uživatel dokázal v mapě číst a uměl tyto informace odvodit. K tomu je nutné znát určité postupy, pomocí kterých jsou potřebné informace získány. Pokud uživatel pracuje s GIS, je rovněž nutné, aby ovládal tento program a znal principy požadovaných prostorových analýz. Samotné provádění prostorové analýzy je však prováděno automaticky počítačem a výsledek analýzy je pak k dispozici ve formě dalších nových dat, se kterými lze dále pracovat a lze je použít opět jako vstup pro další analýzy.

GIS však mají také své nevýhody, které plynou již z jejich podstaty. Jelikož se jedná o počítačové systémy (programy) je nutné jim vysvětlit veškeré instrukce a požadavky, které má uživatel na mysli, včetně těch nejtriviálnějších. Počítačové systémy jsou formální systémy, které pracují s kombinacemi jedniček a nul, proto veškeré geometrické tvary

a znaky, dále pak geografické jevy a prvky musejí být počítači zpřístupněny, aby jim rozuměl. Z této skutečnosti plyne, že pojmy jako hranice lesa, obydlí, pole či národnost obyvatel musejí být počítači zpřístupněny pomocí algoritmů a instrukcí. Velkou předností počítače je, že tyto úkony provádí mnohem rychleji než člověk, proto například v případě digitalizace rastrové mapy dokáže klasifikovat jednotlivé části území na pole, louky, lesy atd. mnohem rychleji než člověk, pokud mu jsou právě veškeré instrukce dostatečně podrobně zadány. Počítač dokáže také např. sám na základě instrukcí přiřadit příslušné symboly jednotlivým geografickým prvkům na mapě. [45, 64]

Na základě těchto skutečností lze tedy říci, že použití digitálních dat prostřednictvím GIS může uživateli práci mnohdy velmi urychlit, jen je nutné, aby uživatel na základě svých zkušeností dostatečně podrobně a přesně zadal v počítači potřebné instrukce.

Tato práce je zaměřena na kvalitu prostorových dat při jejich použití v prostorových analýzách, které jsou nejčastěji prováděny pomocí softwaru GIS, proto jsou v následujících kapitolách za jakkoli zmiňovaná data vždy uvažována data digitální.

1.2 Prostorové analýzy

1.2.1 Analýzy v GIS

Programové prostředky GIS jsou využívány především díky velkému množství nástrojů v oblasti prostorových analýz. V GIS lze ale provádět řadu jiných analýz, než přímo prostorové analýzy. GIS také mohou sloužit jednoduše pro vizualizaci prostorových dat, produkci map či modelování s prostorovými daty.

Analýzy v GIS lze dělit do několika skupin, dělení analýz však mezi autory není jednotné. Autoři Longley, Goodchild, Maguire a Rhind ve své knize dělí postupy, které lze aplikovat na prostorových datech takto [48]:

- 1) *Kartografie a produkce map* – vytváření papírových kartografických výstupů (map), které jsou často posledním krokem při práci uživatelů s GIS. Mapy jsou účinným způsobem, jak shrnout a zprostředkovat výsledky práce v GIS širokému publiku. Význam map je zvýrazněn skutečností, že mnoho uživatelů využívá GIS pouze pro získání mapových produktů.
- 2) *Geovizualizace* – zahrnuje mnoho způsobů, jak vizuálně prezentovat informace uživateli prostřednictvím GIS. Pomocí technik geovizualizace poskytuje GIS bohatší a flexibilnější médium pro zobrazení výsledků operací s prostorovými daty než papírové mapy.
- 3) *Prostorové analýzy – dotazy, měření, transformace* – viz kapitola 1.2.2
- 4) *Prostorové analýzy – optimalizační metody, výpočty souhrnů a prostorových statistik, testování hypotéz* – Účelem optimalizačních metod je zlepšování návrhů. Tyto metody tak mohou řešit např. minimalizaci cestovní vzdálenosti, minimalizaci nákladů na stavbu nebo maximalizaci zisku. Příkladem optimalizační analýzy je síťová analýza. Oblast prostorových statistik se zabývá numerickými souhrny, tedy způsoby jak snížit složitost

dat. Jde o prostorové ekvivalenty popisné statistiky, které jsou běžně používané ve statistických analýzách. Testování hypotéz se zaměřuje na proces zevšeobecnování z výsledků omezeného vzorku dat. Příkladem v této oblasti může být zjišťování heterogenity či homogenity území.

- 5) *Prostorové modelování* – tento pojem lze užívat v případě, kdy jsou jednotlivé kroky analýz spojovány do složitých sekvencí. Je možné rozlišit dva druhy modelování – statické a dynamické. Rozdíly mezi těmito dvěma typy modelování jsou podrobněji popsány ve zdroji [48].

1.2.2 Prostorové analýzy

Správa prostorových dat a prostorové analýzy zpracovávající tato data jsou hlavním důvodem používání GIS. Prostorové analýzy jsou v mnoha ohledech jádrem GIS, protože zahrnují všechny transformace, manipulace a metody, které mohou být aplikovány na geografických datech. Umožňují datům přiřadit určitou přidanou hodnotu, použít je pro podporu rozhodování či odhalit vzorce a anomálie, které nejsou bezprostředně zřejmé [48].

Prostorovou analýzu lze obecně definovat jako proces, který prostřednictvím operací s prostorovými daty umožňuje získat charakteristiky jimi reprezentovaných jevů [70]. Následující popis prostorových analýz zahrnuje analýzy, které budou v této práci využity pro ověření kritérií kvality prostorových dat.

Dotazování

Dotazování je základní analytickou operací, kterou GIS odpovídá na otázky pokládané uživatelem. Nedochází v tomto případě k žádným změnám v databázi dat ani nejsou přidávány nové údaje. Dotazování lze provádět pro vektorová i rastrová data.

Jedná se o operaci, která často předchází ostatním prostorovým analýzám. Vždy je nejprve nutné před provedením určité prostorové analýzy pomocí prohledávání dat (dotazování) určit oblast či část prostorových dat, která bude dále zpracována. Dotazováním jsou z databáze vybrány údaje, které odpovídají určité podmínce nebo zadanému kritériu. Výběr dat může být prováděn přímým výběrem prvků v mapě, psáním otázek, kliknutím na určité příkazy pomocí menu či zasláním formálního dotazu prostřednictvím jazyka SQL.

Obecně má dotaz tři základní části – specifikaci dat, kterých se dotaz týká, formulaci podmínek, kterým musí údaje vyhovovat, a instrukci, kterou má GIS s vybranými daty vykonat. Jsou rozlišovány dva druhy dotazů – atributové a prostorové. Prostorovými dotazy je dotazováno na polohu – co se nachází na daném místě. Atributovými dotazy je dotazováno na atributy – které objekty mají danou vlastnost. Tyto druhy dotazů lze kombinovat. [48, 64, 69]

Měření

Měření jsou jednoduché číselné hodnoty, které popisují aspekty geografických dat. Patří mezi ně vlastnosti objektů, jako je např. délka, plocha, tvar a vlastnosti vztahů mezi

dvěma objekty, jako je např. vzdálenost nebo směr. Výpočty měření lze v GIS provádět v rastrových i vektorových formátech. Pro data ve vektorovém formátu jsou výpočty prováděny na základě rovnic z oblasti analytické geometrie. V případě dat v rastrovém formátu je prováděn některý z druhů mapové algebry. Počítání vzdáleností a délek je prováděno pomocí různých metrik, příkladem je Euklidovská a Manhattanská metrika. Metrika je pravidlo pro určení vzdálenosti mezi body v prostoru. [48, 69]

Transformace

Transformace jsou jednoduché metody prostorových analýz, při kterých dochází ke změnám datových souborů, jejich kombinování a porovnávání za účelem získání nových datových souborů či nových poznatků. Zahrnují operace, které převádějí geoobjekty či databáze do více potřebných produktů, které poté umožňují v datech odhalit aspekty, které nejsou předtím viditelné či zřejmé [48].

Jednou z nejpoužívanějších transformací je zónování (buffering). Tato funkce provádí odvození zón o stejné vzdálenosti od geoobjektů. Mohou být prováděny výpočty zón okolo bodů, linií i polygonů ve vektorovém formátu i okolo pixelů v rastrovém formátu [69]. Obrázky 2 a 3 v příloze 1 zobrazují použití zónování pro vektorová a rastrová data.

Velmi často používanou transformací pro vektorová data je dále překrytí polygonů (overlay). Algoritmy překrytí polygonů jsou poměrně složité a vývojově náročné. Úkolem této analýzy je zjistit, zda se dva polygony (oblasti) překrývají a vymezit oblasti, které jsou tvořeny překrytím. Tyto oblasti pak lze uložit jako nové geoobjekty. Operaci překrytí (overlay) lze provádět i s rastrovými daty. V tomto případě je algoritmus mnohem jednodušší a jedná se pouze o jeden z případů mapové algebry. Příklad použití překrytí v rastrovém formátu zobrazuje obrázek 4 v příloze 1.

Dalším typem transformační operace je prostorová interpolace. Tato operace se vyskytuje v GIS poměrně často. Interpolace je obsažena v analýzách, jako např. při tvorbě digitálního modelu terénu (angl. digital terrain model – DTM, dále používána česká zkratka DMT), kdy je vytvářen model zemského povrchu bez staveb a vegetačního pokryvu nebo při vytváření digitálního modelu povrchu (angl. digital surface model – DSM), který zahrnuje nejen zemský povrch, ale i všechny objekty na něm (střechy, koruny stromů apod.) [61]. Ukázkou DMT zobrazuje obrázek 5 v příloze 1. Interpolace ale není užívána pouze při těchto analýzách, ale je často použita implicitně v mnoha operacích jako např. příprava zobrazení vrstevnic v mapě. Prostorová interpolace je proces inteligentního odhadování, ve kterém se GIS snaží odhadnout hodnoty spojitého pole v místech, ve kterých hodnoty pole nebyly naměřeny. Nejčastěji je využita při výpočtu výšky (souřadnice z) pro zadaný bod či pixel nebo pro výpočet polohy (souřadnice x, y) při interpolaci vrstevnic. Existuje několik metod při výpočtu interpolace, nejznámějšími z nich jsou vážený průměr, Thiessenovy polygony, krigování či triangulace. Způsob tvorby vrstevnic pomocí triangulace ukazuje obrázek 6 v příloze 1. [43, 48]

2 Kvalita prostorových dat

2.1 Kvalita dat

Se stále se rozšiřujícím používáním GIS ve společnosti rostou požadavky na úspěšnost a kvalitu GIS. S tím přímo souvisí nároky na kvalitu prostorových dat. GIS jsou využívány jak na úřadech a ve firmách, tak také například v armádě, v oblasti policie a bezpečnosti státu či v dopravě. Právě do těchto oblastí jsou v současné době vkládány nemalé prostředky a s tím jsou spojeny vysoké nároky na programové vybavení pro práci s prostorovými daty a na kvalitu dat, která GIS zpracovávají. Přesto jsou požadavky na kvalitu GIS včetně dat často opomíjeny.

Význam kvality dat je v současné době nesporný. Pod pojmem kvalita dat si lze představit komplex, který zahrnuje ukazatele jako správnost dat, jejich přesnost, kompletnost, komplexnost, aktuálnost, dostupnost v určitý čas a ve vhodné formě či jejich zdroj.

Kvalitu lze definovat mnoha definicemi. Jednou z nich je definice, která vychází z normy ČSN ISO 19101. Kvalita je zde chápána jako „souhrn znaků produktu, které se týkají jeho schopnosti uspokojovat stanovené nebo předpokládané potřeby“ [15]. Kvalita může být vyjádřena jinými slovy jako schopnost odpovídat požadavkům. Touto schopností se myslí to, že je zapotřebí, aby požadavky byly jednoznačně uvedeny, a aby nedocházelo k jejich špatnému chápání. Nesoulad s požadavky je pak chápán jako nedostatek kvality. [46]

Obsah pojmu kvalita je lépe evokován pomocí pojmu chyba. Kvalita dat je totiž přímo vázána k výskytu chyb v datech. Obecně je chyba v datech považována za věc nežádoucí. Jak uvádí Tuček, v některých oblastech, jako např. v geodézii či kartografii, jsou chyby nevyhnutelné. Je zapotřebí jen výskyt chyb detekovat a sledovat procesy, ve kterých chyby vznikají a mít dostatek informací pro rozhodnutí, kdy lze produkt z hlediska výskytu a velikosti chyb použít. Někteří autoři považují chyby za další rozměr údajů. Domnívají se, že by geografické údaje měly být rozšířeny o objem odchylek v každé ze základních složek prostorových dat – poloze, attributech a čase. Takto je podle nich dosaženo správného chápání reprezentace poznatků o realitě.

Podle Tučka je také zapotřebí při zpracovávání digitálních dat uvažovat kvalitu prostorových dat z hledisek, která nebyla v analogové formě dat posuzována či se považovala za vhodná. Tento aspekt je zmiňován z toho důvodu, že GIS umožňují širší analytické možnosti zpracovávání dat a jejich kombinace s jinými daty.

Mnohdy se stává, že uživatelé posuzují kvalitu prostorových dat až ve chvíli, kdy jim již nekvalitní data způsobila časové či finanční ztráty. Proto je nutné dopředu definovat standardy kvality prostorových dat a jejich dodržování kontrolovat a zaznamenávat. [64]

Uživatelé GIS se často domnívají, že digitální forma prostorových dat je kvalitnější než analogová forma v podobě mapy. Tento názor odvozují z toho, že digitální data lze použít pro mnoho druhů analytických operací, naproti tomu analogová data jsou často připravena pro

konkrétní potřebu. Někdy je uživateli zastáván tento názor také proto, že intuitivně spojují digitální data s modernějšími technologiemi, s vyšší kvalitou operací a tedy také s vyšší kvalitou dat. Tyto názory však nemají reálný základ a často jsou příčinou chybných rozhodnutí na základě výsledků analýzy dat, kdy kvalita dat nebyla dostačující potřebám řešeného problému. Jde tedy často v tomto případě o podcenění zásad kvality digitálních dat.

Digitální data nelze považovat za přesnější či kvalitnější z důvodu, že jsou vyjádřena číslicemi na rozdíl od analogových dat, která jsou vyjádřena funkční hodnotou. Základní předností digitálních dat je jejich rychlejší a objemnější zpracování díky počítačové technice. Kvalitu výsledků analýz tedy nelze příliš odvozovat od použití digitální či analogové formy dat. Kvalita výsledků zpracování dat závisí jednak na správném metodickém postupu a jeho bezchybném použití (tedy na procesu zpracování dat) a na vhodnosti a správnosti použitých dat. Je třeba také zdůraznit, že požadavky na kvalitu dat jsou pro každou úlohu odlišné. Je tedy zapotřebí použít kvalitní, ale také především vhodná data pro danou úlohu.

Pro posouzení toho, zda se daná data hodí pro danou aplikaci, je zásadní znalost kvality dat. V případě, že uživatel dat nemá potřebné znalosti kvality dat či není schopen vypracovat potřebné ohodnocení dat, je riziko, že uživatel použije data chybná či nevhodná pro danou úlohu, což se odrazí ve výsledcích analýzy. Neznalost kvality dat při jejich použití může pro uživatele znamenat, že nadějně očekává co nejlepší výsledek namísto toho, aby si nejprve prověřil rizika nejhoršího možného výsledku. [45]

2.2 Standardy kvality prostorových dat

Cílem mezinárodní normalizace je usnadnit výměnu zboží a služeb prostřednictvím odstranění technických překážek obchodu. Za plánování, rozvoj a přijetí mezinárodních norem je zodpovědná především Mezinárodní organizace pro normalizaci – ISO (International Organization for Standardization). Mezinárodní norma zakotvuje základní principy globální otevřenosti a transparentnosti, vzájemné shody a technické provázanosti. Tyto principy ISO zajišťuje prostřednictvím rozvoje vlastních technických výborů (Technical Committee – TC, označovány ISO/TC), kde tyto výbory působí jako zástupci všech zúčastněných stran, které se podílejí na tvorbě norem.

Konečný přínos normalizace je založen na využití obecně uznávaných a přijatých mezinárodních nezávazných norem, které jsou vyvinuty na nejvyšší technické úrovni a přijaty v podmínkách otevřeného konsenzu, který zahrnuje všechny zúčastněné strany.

Komise ISO/TC 211 má za úkol vytvořit integrovaný soubor standardů pro geografické informace. Zabývá se vývojem, organizováním, testováním interoperability a schvalováním geografických norem a s nimi souvisejících. Se zvyšujícím se zájmem o geografická data a se zvyšující se intenzitou práce s těmito daty, je potřeba normalizace týkající se geografických informací stále častější. Proto byla zřízena tato komise, která se zaměřuje na normy týkající se obecně geografických dat, jejich obsahem, datovými modely,

přenosem geografických dat, katalogizací těchto dat, kvalitou a informacemi o metadatech geografických dat atd. [60]

Celkové cíle ISO/TC 211 jsou definovány [60]:

- zvýšit porozumění a využití geografických informací,
- zvýšit dostupnost, přístup, integraci a sdílení geografických informací,
- podporovat účinné, efektivní a ekonomické využívání digitálních geografických informací a souvisejících hardwarových a softwarových systémů,
- přispívat k jednotnému přístupu řešení globálních ekologických a humanitárních problémů.

Pro zaměření této práce jsou důležité především tyto standardy vydané ISO/TC 211 – ISO 19113 Geographic information – Quality principles, ISO 19114 Geographic information – Quality evaluation procedures a ISO 19115 Geographic information – Metadata. Tyto normy jsou podrobněji popsány v následujících podkapitolách, které vycházejí z českých překladů těchto norem, vydaných Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ).

2.2.1 ČSN ISO 19113: Geografická informace – Zásady jakosti

Účel normy ČSN ISO 19113, stanovující zásady kvality (jakosti¹) geografických dat, vhodně popisuje úvod normy: „Sady geografických dat jsou stále více sdíleny, vyměňovány a využívány pro jiné účely než pro které byly zamýšleny svými producenty. Informace o jakosti dostupných sad geografických dat je rozhodující pro proces výběru datové sady, v němž je hodnota dat přímo úměrná jejich jakosti. Uživatelé dat se setkávají se situacemi vyžadujícími různé úrovně jakosti dat. Někteří uživatelé dat požadují pro určité účely mimořádně přesná data, zatímco pro jiné účely postačují méně přesná data. Informace o jakosti geografických dat se stává rozhodujícím faktorem jejich využití, protože technologický pokrok dovoluje sběr a užití sad geografických dat s vyšší jakostí než jaká je potřebná a požadovaná. Účelem popisování jakosti geografických dat je usnadnit výběr takové sady geografických dat, která bude nejlépe vyhovovat aplikačním potřebám nebo požadavkům. (...) Cílem této mezinárodní normy je stanovit zásady popisování jakosti geografických dat a pojmy pro manipulaci s informací o jakosti geografických dat.“ [16]

Tuto mezinárodní normu lze využít pro popis a vykazování informací o jakosti, hodnocení sady jakosti dat, vypracovávání specifikace produktů a požadavků uživatelů a specifikování aplikačních schémat. Na tuto normu pak navazují normy ČSN ISO 19114 a ČSN ISO 19115, které poskytují rámec pro hodnocení jakosti dat a stanovují schémata

¹ V normách ČSN, které se týkají geografické informace, je používán pojem jakost namísto pojmu kvalita. Tyto dva pojmy jsou dle normy ČSN ISO 19113: Geografická informace: Zásady jakosti identické. Norma ČSN EN ISO 9000, která byla vydána v dubnu 2006, však preferuje pojem kvalita před pojmem jakost. V práci je používán pojem jakost namísto pojmu kvalita tehdy, kdy je hovořeno o kvalitě prostorových dat v souvislosti s normami ČSN. Více o rozlišení pojmu kvalita a jakost viz [72].

vykazování informací o jakosti. Na tomto místě je zapotřebí zmínit, že norma ISO 19113 vykazuje určité nedostatky (viz dále kapitola 2.3.3).

Podle normy musí být kvalita datové sady popsána pomocí dvou komponent – prvků jakosti dat a prvků přehledu jakosti dat. Prvky jakosti dat popisují, jak daná sada dat splňuje kritéria, která jsou stanovena v její specifikaci produktu. Tyto prvky popisují kvantitativní informaci o kvalitě produktu. V normě jsou definovány tyto prvky jakosti dat – úplnost, logická bezspornost, polohová přesnost, časová přesnost a tematická přesnost. Tyto prvky jsou samostatně popsány v kapitole 2.3.1. Prvky přehledu jakosti dat poskytují nekvantitativní informaci o kvalitě produktu. Dle normy jsou definovány tři prvky přehledu jakosti dat – účel, uplatnění a původ. Podrobněji jsou tyto prvky popsány v kapitole 2.3.2.

Pro každou sadu geografických dat musí být identifikovány ty prvky jakosti dat, které jsou pro danou sadu použitelné. V případě potřeby popisu nějaké další komponenty kvality jakosti dat, mohou být vytvořeny další (nové) prvky jakosti dat. Pro každý prvek jakosti dat jsou dále definovány deskriptory [16]:

Rozsah jakosti dat – tímto rozsahem může být řada datových sad, ke které sada dat náleží, daná sada dat nebo menší uskupení dat, která jsou fyzicky umístěna v sadě dat a sdílejí společné znaky.

Míra jakosti dat – musí popisovat a stanovit typ zkoušky, která je použita na data specifikovaná rozsahem jakosti dat a musí zahrnovat ohraničující nebo omezující parametry (např. intervaly spolehlivosti a úrovně významnosti)

Postup hodnocení jakosti dat – zde musí být uvedena metodologie použitá k uplatnění míry jakosti dat na data daná uvedeným rozsahem a musí zde být uvedeno vykazování metodologie. Těmito postupy se blíže zabývá norma ČSN ISO 19114.

Výsledek jakosti dat – tímto výsledkem musí být buď hodnota nebo sada hodnot získaných z uplatnění míry jakosti dat na data daná uvedeným rozsahem, nebo může být výsledek typu vyhověl - nevyhověl.

Typ hodnoty jakosti dat – např. pro hodnoty jakosti dat vyhověl - nevyhověl je typ „booleovská proměnná“

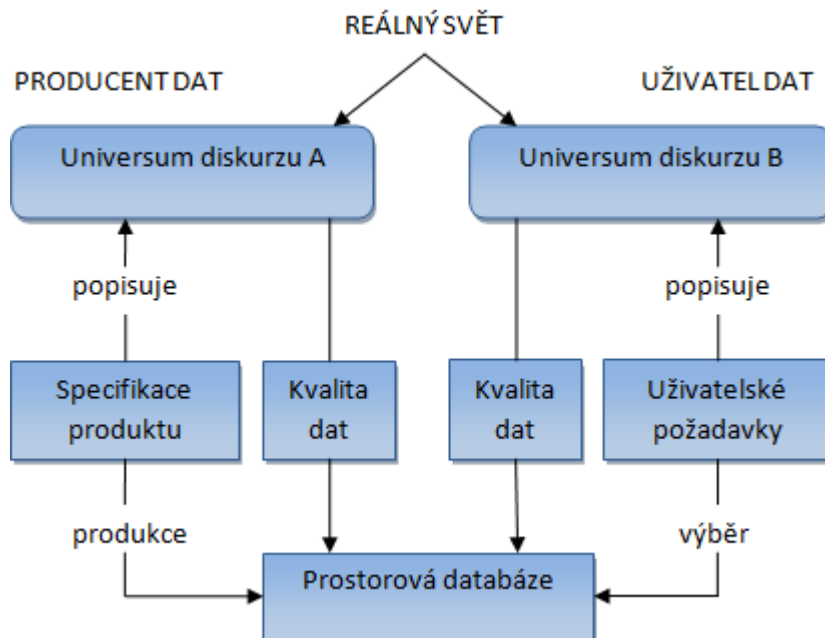
Jednotka hodnoty jakosti dat – příkladem může být např. metr

Kalendářní datum jakosti dat

Informace o kvantitativní i nekvantitativní jakosti dat jsou vykazovány ve formě metadat, která jsou blíže specifikována v normě ČSN ISO 19115. Informace o kvantitativní jakosti dat jsou dále vykazovány ve formě zprávy o hodnocení jakosti, která je podrobněji popsána v normě ČSN ISO 19114. [16]

V normě ČSN ISO 19113 je uveden model (viz obrázek 2), který uvádí procesy hodnocení jakosti prostorových dat. V reálném světě je vymezena určitá zájmová oblast, ze které jsou získána prostorová data. Tato oblast je nazývána universem diskurzu. Kvalitu dat lze poté vyjádřit jako rozdíl mezi pohledy na reálný či hypotetický svět, který je reprezentován jeho zájmovou částí (universem diskurzu a specifikací produktu)

a prostorovou databází. Producenti prostorových dat a jejich uživatelé však mohou uvažovat různá universa diskurzu, což vede k rozdílnému hodnocení kvality prostorových dat u stejné databáze. Universa diskurzu však mohou být i totožná. Universum diskurzu má rozhodující vliv na definování specifikace databáze či na uživatelské požadavky vzhledem k datům. [63]



Obrázek 2: Model hodnocení kvality prostorových dat (zdroj: [16, 63])

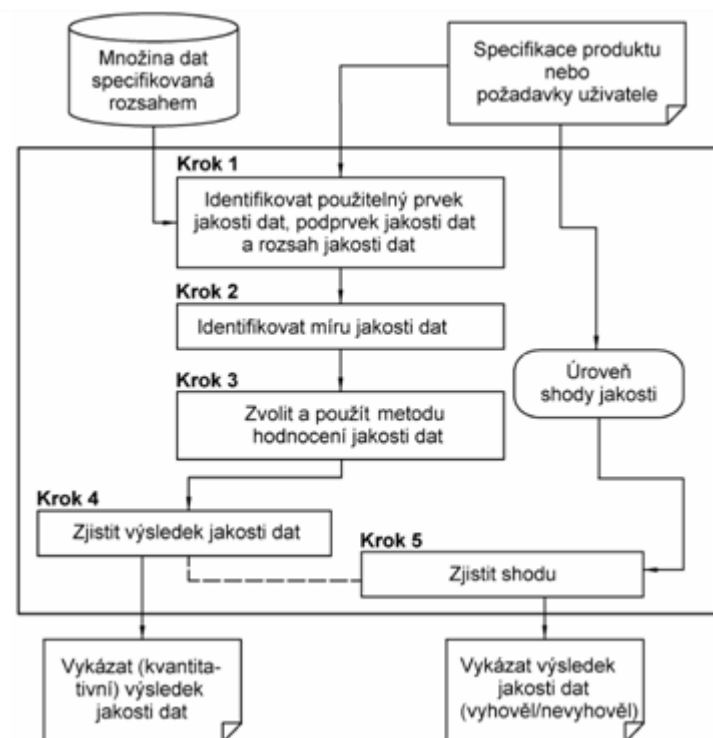
2.2.2 ČSN ISO 19114: Geografická informace – Postupy hodnocení jakosti

Pro hodnocení kvality dat musí být přesně definovány postupy. Úkolem této normy je právě poskytnout návod, jak hodnotit informace o kvantitativní jakosti prostorových dat a jak vykazovat informace o této jakosti. Postupy definované v této normě navazují na zásady, které byly stanoveny v normě ČSN ISO 19113.

Hodnocení jakosti dat může být uplatněno v jakékoliv části životního cyklu dat (při jejich specifikaci, tvorbě, dodání, užití i aktualizaci). Proces hodnocení jakosti je proveden na základě použití postupů hodnocení jakosti na operace, které se týkají konkrétních datových množin. Je realizován producentem či uživatelem datové množiny a může být proveden pro statická či dynamická data (data měnící se plynule v čase).

Proces hodnocení jakosti je sled postupů, které vedou k vykázání výsledku hodnocení jakosti dat. Průběh hodnocení jakosti dat a vykázání výsledků jakosti dat znázorňuje obrázek 3. Prvním krokem dle obrázku je identifikace použitelných prvků jakosti dat a stanovení rozsahu jakosti dat, jež budou zkoušeny. Tato identifikace je provedena dle normy ČSN ISO 19113. Druhým krokem je identifikace míry jakosti dat, typu hodnocení míry jakosti a jednotky hodnoty jakosti, a to pro každou zkoušku. Příklady měř jakosti dat pro jednotlivé prvky jakosti jsou uvedeny v příloze této normy. Třetím krokem je volba a použití vybrané metodiky hodnocení jakosti dat. Pro každou použitou míru jakosti dat je na tomto

místě zvolena metoda hodnocení jakosti dat. Dalším krokem je zjištění výsledku jakosti dat. Výstupem vybrané metody je hodnota jakosti dat, jednotka jakosti a kalendářní datum. Posledním krokem je zjištění shody. Ve specifikaci dat nebo v požadavcích uživatele jsou definovány úrovně shody jakosti dat. V tomto kroku se porovnají tyto úrovně s výsledky hodnocení jakosti dat a zjistí se shoda. Výsledkem shody je pak jedna z hodnot vyhověl - nevyhověl.



Obrázek 3: Hodnocení a vykázání výsledků jakosti dat (zdroj: [17])

Při hodnocení jakosti dat je zvolena jedna nebo více metod. Metody hodnocení jakosti dat se dělí na přímé a nepřímé. Přímé metody zjišťují jakost dat tak, že porovnávají data s interní nebo externí referenční informací. Nepřímé metody zjišťují nebo odhadují kvalitu dat s použitím informací o datech, např. o jejich původu. Přímé metody se dále dělí na interní nebo externí, podle zdroje informace potřebné k realizaci hodnocení.

Interní přímé metody jsou takové metody, jejichž data pro hodnocení touto metodou jsou součástí vyšetřované množiny. Například všechna data potřebná pro realizaci zkoušky polohové přesnosti pro označení lesních porostů musejí být součástí strukturované množiny dat, kde se označení lesních porostů vyskytují. Externí přímé metody hodnocení jakosti dat jsou metody vyžadující referenční data, která nejsou součástí zkoušené množiny dat. Například data potřebná pro realizaci zkoušky časové přesnosti pro označení zemědělských ploch v množině dat vyžadují externí zdroj informací o označení zemědělských ploch.

Pro přímé metody hodnocení mohou být různé způsoby realizace. Metody mohou být realizovány automatizovaně nebo neautomatizovaně a pomocí úplné kontroly či vzorkování. Automatizovaně lze zjišťovat hodnocení pro prvky jakosti dat, jako je např. logická bezspornost, úplnost či časová přesnost. Například lze automatizovaně zajistit kontrolu

logické bezspornosti v případě, kdy je kontrolována uzavřenost polygonů. U prvků, které nelze zkontrolovat automatizovaně je nutné postupovat neautomatizovaně. Úplná kontrola znamená, že je na jakost dat zkoušena každá jednotka v souboru dat, který je definován rozsahem jakosti dat. Jednotkou se v tomto případě myslí minimální entita, která má být kontrolována. Touto jednotkou může být např. vzhled jevu (= abstrakce jevu reálného světa), atribut vzhledu jevu či vztah vzhledu jevu. Pokud je použit způsob realizace metody pomocí vzorkování, musí být zkoušen dostatečný počet jednotek ze základního souboru. Samotný postup vzorkování lze provést několika způsoby vzorkování a musí být dodržen přesně dle této normy.

Nepřímá metoda hodnocení jakosti dat je, jak bylo dříve řečeno, založena na externím poznatku. Externí poznatek může zahrnovat prvky přehledu jakosti dat či jiné zprávy o jakosti množiny dat nebo dat, která byla použita k vytvoření množiny dat. Nepřímá metoda se doporučuje pouze v případech, kdy nelze použít žádnou z přímých metod hodnocení jakosti dat.

Výsledky o hodnocení jakosti dat musí být vykázány ve formě metadat. Lze je poté vykázat také ve formě zprávy o výsledcích hodnocení jakosti dat, která může podávat podrobnější popis výsledků hodnocení.

Příklady použití typicky používaných metod pro hodnocení kvality prostorových dat jsou uvedeny v přílohách této normy. [17]

2.2.3 ČSN ISO 19115: Geografická informace – Metadata

Metadata, neboli data o datech, jsou data, která podrobně popisují danou množinu dat. Data jsou málokdy zcela dokonalá, úplná a správná. Často se v nich objeví alespoň několik nepřesností či chyb. Pro zajištění správnosti použití daných dat je zapotřebí, aby byly zcela zdokumentovány předpoklady a omezení, které ovlivnily tvorbu dat. Metadata umožňují producentovi dat zcela popsat množinu vytvořených dat a uživatelé mají poté možnost zhodnotit předpoklady a omezení dat a použít tak data pro jejich správnou aplikaci. Metadata tak poskytují uživatelům, kteří nejsou náležitě seznámeni s daty, informaci o podstatě a smyslu vytvořených dat a mohou je pak vhodně využít pro své účely.

Smyslem této normy je poskytnout přesnou strukturu pro popis digitálních prostorových dat. Norma poskytuje informace o identifikaci, rozsahu a kvalitě dat, o prostorovém a časovém schématu, o prostorových referencích a distribuci prostorových dat [60].

V případě využití této normy pro implementaci metadat, tato norma „umožní producentům dat patřičně charakterizovat jejich geografická data náležitou informací, umožní organizaci a řízení metadat pro geografická data, dovolí uživatelům díky znalosti základních charakteristických vlastností geografických dat aplikovat je nejúčinnějším způsobem, usnadní uživatelům nalezení dat, jejich vyhledání, zpřístupnění, vyhodnocení, zakoupení a využití, a dovolí uživatelům zjistit, zda jsou geografická data v nějakém vlastnictví a zda budou pro ně užitečná. [18]“

Metadata musí být poskytována pro množiny prostorových dat a lze je poskytovat volitelně i pro agregace množin dat, vzhledy jevů a atributy vzhledů jevů. Metadata se skládají z oddílů metadat, které jsou v normě prezentovány pomocí modelovacího jazyka UML (Unified Modeling Language) ve formě UML balíčků, které obsahují metadatové entity, reprezentované UML třídami. UML balíčky mohou obsahovat jednu či více entit, ze kterých lze odvodit podtřídy entit nebo generalizovat nadtřídy. Každá entita obsahuje prvky, reprezentované atributy tříd UML, které identifikují diskrétní jednotky metadat. Metadata pro každý UML balíček jsou specifikována v diagramech UML modelů a ve sborníku dat, které jsou podrobně popsány v normě.

Pro popis dat pomocí metadat lze použít mnoho metadatových prvků, z nichž je celá řada volitelných. Norma však definuje základní povinné metadatové prvky, které musí být použity pro popis množiny dat. Tyto prvky bývají použity zejména pro katalogizaci dat. Tato metadata odpovídají obvykle na otázky typu „Je k dispozici množina dat k následujícímu tématu?“, „Pro které místo, pro jaké určité datum či časové období je množina dat určena?“, „Kde lze danou množinu dat objednat, či jaký je kontakt na producenta těchto dat?“. Volitelné prvky metadat pak mohou zvýšit interoperabilitu dat či pomoci data lépe specifikovat a popsat a přispět tak k jejich vhodnějšímu a přesnějšímu užití. Povinné a doporučené volitelné prvky pro popis prostorových dat, kde písmenem M jsou označeny povinné prvky, písmenem O jsou označeny prvky volitelné a písmenem C prvky povinné za určitých podmínek, jsou uvedeny v normě (viz [18]).

Informace o kvalitě dat, jak plyne z předchozích kapitol, jsou povinně vykazovány právě v metadatach. Tyto informace jsou obsaženy v balíčku DQ_DataQuality. Metadata pro popis celkového hodnocení kvality prostorových dat a podrobné UML diagramy popisující původ, třídy a podtřídy jakosti prostorových dat lze nalézt v přílohách normy ČSN ISO 19115 (viz [18]). [18]

Informace o metadatach pro data zobrazení a mřížová data (rastrová data) jsou uvedeny v druhé části normy v normě ČSN ISO 19115-2: Geografická informace – Metadata – Část 2: Rozšíření pro data zobrazení a mřížová data.

2.2.4 Další standardy kvality

Před vydáním norem ISO 19100 série od roku 1999 do roku 2005 platila evropská norma ENV 12656 [35]. Tato norma na rozdíl od prvků kvality – úplnosti, logické konzistence, polohové, časové a tematické přesnosti, původu, účelnosti a uplatnění – jak je definuje norma ISO 19113, uvádí ještě další prvky kvality, které však v později vydané normě ISO 19113 chybí. Těmito prvky kvality jsou homogenita a sémantická přesnost.

Před platností normy ISO 19113 byla také používána americká norma FIPS 173. Tato norma platila od roku 1992 do roku 2005 [29]. Norma FIPS 173 vymezovala podobné prvky kvality prostorových dat jako norma ISO 19113 – původ, úplnost, logickou konzistenci a polohovou a časovou přesnost.

Dalším standardem zabývajícím se kvalitou prostorových dat a jejími prvky je evropský standard GDF (Geographic Data File), který byl vyvinut v polovině osmdesátých let. Později byl vydán jako evropská norma CEN TC 278 v roce 1995, v současné době je v ČR v platnosti jako ČSN EN ISO 14825: Inteligentní dopravní systémy – Geografické datové soubory – Celková datová specifikace z roku 2004. Tato norma byla navržena pro popis a transfer dat, týkajících se silniční sítě v dopravě. Norma je v tomto případě především zajímavá tím, že řeší kvalitu prostorových dat a zahrnuje některé prvky kvality, které nejsou zmíněny v žádné z výše uvedených norem. Norma kromě polohové a tematické přesnosti a úplnosti zavádí prvky kvality jako je rozlišení či správnost. Prvek časová přesnost je v této normě nahrazen prvkem aktualizace. Aktualizace zahrnuje charakteristiky jako je datum šetření, rychlost stárnutí dat, průměrné datum zjišťování a maximální stáří položek datasetu. Norma dále zavádí pojem preciznost, která vyjadřuje skutečnost, že podobná (blízká) měření by měla být prováděna za podobných podmínek pomocí stejných technik. [31, 71]

Poměrně známým systémem, který klade důraz na kvalitu dat, definuje vlastní standardy kvality a je založen na mezinárodních standardech ISO i OGC (Open Geospatial Consortium) je německý systém tzv. AAA, který je tvořen systémy ALKIS (Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem = Úřední informační systém katastru nemovitostí), německým kartografickým GIS ATKIS (Amtliches Topographisches Kartographisches Informationssystem = Úřední topografický kartografický informační systém) a systémem AFIS (Amtliches Festpunktinformationssystem = Úřední informační systém o bodových polích). Implementace těchto tří systémů byla provedena v roce 2005, systémy však samostatně fungovaly již dříve. Systém AAA je vyvinut úřadem AdV (Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland = Pracovní společenství zemských zeměměřických správ Spolkové republiky Německo). Nejznámější částí tohoto modelu je ATKIS. Tento federální německý systém je považován za jeden z nejrozvinutějších GIS mezi národními digitálními GIS. Systém ATKIS byl vyvinut s účelem vytvoření digitální topografické databáze, která má působnost pro celou Spolkovou republiku Německo. Obsahuje digitální topografické mapy, DMT i ortofota. ATKIS při specifikaci kvality prostorových dat vychází z ISO standardů ISO 19113 a ISO 19114. Definuje prvky kvality – úplnost, logickou konzistenci, polohovou, časovou a sémantickou přesnost, účel, použitelnost a historii. Historie je v tomto systému obdobou původu. [49, 57, 71]

Porovnání jednotlivých výše uvedených norem z hlediska výskytu prvků kvality prostorových dat uvádí tabulka 1 v příloze 2.

Prvky kvality, které byly zmíněny v normě ČSN ISO 19113: Geografická informace: Zásady jakosti a v normách uvedených v této kapitole jsou podrobněji popsány v následující kapitole.

2.3 Prvky kvality prostorových dat

Většina autorů se při popisu parametrů kvality prostorových dat řídí parametry, které jsou dány normami ISO. Normy ISO však neřeší všechny parametry kvality, které bývají producenty nebo uživateli posuzovány. Některé další používané parametry kvality uvádí (nebo uváděly dříve) jiné standardy. Následující dvě podkapitoly 2.3.1 a 2.3.2 uvádějí prvky kvality prostorových dat, které vycházejí společně ze všech norem, jež byly uvedeny výše, a jsou považovány za důležité jak pro producenty dat, tak pro jejich uživatele. Dle normy ČSN ISO 19113 (viz kapitola 2.2.1) jsou prvky kvality děleny na kvantitativní a nekvantitativní.

2.3.1 Kvantitativní prvky kvality prostorových dat

Parametry kvality mohou užívat jedné nebo více metrik, což jsou kvantitativní vyjádření parametrů kvality. Metriky mohou být statistické – vyjádřené v reálných číslech s nebo bez jednotek nebo mohou být metriky logické – uvádějící shodu. Všechny použité metriky by měly být součástí metadat, popisujících kvalitu dat.

Kvantitativní parametry kvality jsou převážně parametry vyjadřující přesnost. Přesnost lze v tomto případě popsat jako pravděpodobnost správného přiřazení hodnoty. Popisuje stochastické chyby pozorování. Přesnost lze také vyjádřit jako blízkost (shodu) pozorování, výpočtů nebo odhadů vzhledem ke skutečné hodnotě nebo hodnotě, která je považována za skutečnou. Tuto přesnost lze také chápat pod pojmem věrnost (angl. accuracy). Rozdíl mezi udávanou hodnotou a skutečnou hodnotou udává odchylka. Odchylka je tudíž vyjádřením přesnosti. Při zavádění přesnosti však není známa většinou odchylka u všech dat v databázi, proto jsou od odchylek známých odvozovány odchylky pro data neznámá. Přesnost tedy nevyjadřuje kvalitu jednoho údaje (ta je vyjádřena odchylkou), ale celého souboru dat. Přesnost souboru prostorových dat vyjadřuje pravděpodobnost výskytu dané odchylky.

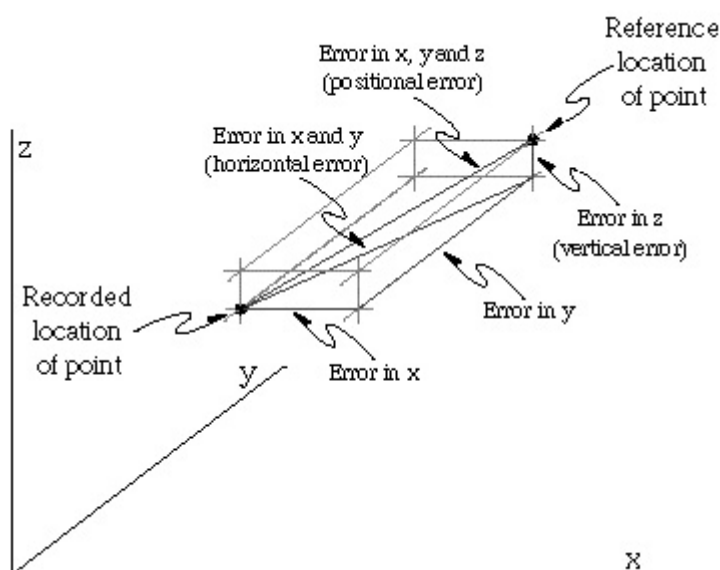
Přesnost ve smyslu věrnost údajů nesmí být zaměněna s pojmem přesnost ve smyslu rozlišovací schopnosti, nejmenšího údaje měření, který může být zaznamenán (např. použití nástrojů s přesností na m^2). V oblasti prostorových dat je uvažováno několik druhů přesnosti. [22, 45, 59, 64]

Mezi kvalitativní parametry kvality lze zařadit následující parametry, které jsou zmíněny v normě ČSN ISO 19113: Geografická informace – Zásady jakosti a v dalších výše uvedených normách (kapitola 2.2.4):

Polohová přesnost

Polohová přesnost vyjadřuje odchylku v záznamech geografické polohy objektu v databázi od skutečné (v terénu naměřené, či z mapy vyčtené) polohy. Tato přesnost je obvykle testována na vybraném reprezentativním vzorku objektů z databáze, které jsou poté porovnávány s přesnějším zdrojem [64].

Polohová přesnost je dána na základě čtyř komponent. Jedná se o přesnost měření, schopnost abstrakce (tato komponenta vysvětluje velikost generalizace v terénu během měření definováním ostrých hranic měření), ukládání výsledku měření do stávajícího referenčního systému a vnitřní přesnost referenčního systému. U polohové přesnosti lze hovořit o několika typech přesnosti. Může být rozlišována absolutní (vnější) přesnost, tj. měřená přesnost, která může mít podobu horizontální (přesnost pro x, y souřadnice), vertikální (přesnost pro z souřadnice) či poziční přesnosti (přesnost x, y, z souřadnic). Znázornění těchto druhů polohové přesnosti zobrazuje obrázek 4. Druhou rozlišovanou přesností je relativní (vnitřní) přesnost, tj. přesnost polohy výskytu objektů vztahovaná k ostatním objektům v souboru. [59]



Obrázek 4: Polohová přesnost (zdroj: [67])

Polohová přesnost je popisována pro body, linie i polygony. Přesnost je však nejčastěji zkoumána pro body. Přesnost linií a polygonů se odvíjí od přesnosti bodů. Nejčastěji používaným modelem výskytu odchylek pro určování polohové přesnosti objektů je normální rozdělení chyb. Tento model předpokládá náhodné rozdělení chyb a nezávislost odchylek. Pro určení normálního rozdělení chyb jsou počítány střední odchylka a směrodatná odchylka. Nízká směrodatná odchylka podává informaci, že rozptyl odchylek je malý. V geodézii a fotogrametrii se počítá nejčastěji střední kvadratická chyba (angl. root mean square error – RMSE nebo zkr. RMS). Je vypočtena jako podíl odmocniny součtu druhých mocnin všech odchylek a počtu měření (viz vzorec 1).

$$RMS\ error = \sqrt{\frac{e_1^2 + e_2^2 + e_3^2 + \dots + e_n^2}{n}} \quad (1)$$

Pro určování přesnosti linií jsou používány jiné metody, které však vycházejí z přesnosti bodů (více viz [59]). Přesnost polygonů je určována na základě přesnosti linií, které tvoří hranici polygonu. [45, 59]

Norma ČSN ISO 19113: Geografická informace: Zásady jakosti definuje také polohovou přesnost mřížových dat, která vyjadřuje přesnost hodnot polohy dat v rastrovém formátu vzhledem k hodnotám, které jsou považovány za správné (pravdivé) [16].

Tematická (atributová) přesnost

Atributová přesnost udává informaci o přesnosti všech atributů, které nemají polohový nebo časový charakter (nevyjadřují čas ani polohu) [65]. Vyjadřuje množství správně nebo nesprávně určených popisných údajů [39].

Atributy mohou mít spojitý či diskrétní charakter. Diskrétní hodnoty mohou nabývat pouze hodnot z konečné množiny. Spojité hodnoty mohou nabývat nekonečného množství hodnot. Metody hodnocení atributové přesnosti pro spojité hodnoty jsou podobné jako metody pro hodnocení polohové přesnosti. Zde lze také vyjádřit odchylky mezi uvedenou hodnotou v databázi a správnou hodnotou metricky (může být použita např. metrika výpočtu RMSE) [59].

Pro diskrétní hodnoty atributů nelze měřit blízkost hodnot v databázi nějakému etalonu (souboru hodnot vyšší přesnosti, standardu) či měřit velikost odchylky. Diskrétní hodnoty atributů jsou zařazeny do tříd, kde lze hodnotit pouze, zda je definována daná třída správně či není. Atributovou přesnost lze pro tyto hodnoty zkoumat tak, že je porovnána klasifikace ze dvou zdrojů, kdy jeden ze zdrojů má vyšší přesnost (je považován za správný). Na základě výsledků tohoto testu je vytvořena čtvercová matice nesprávnosti klasifikace (tzv. misclassification matrix), která křížově porovnává posuzované kategorie s hodnotami považovanými za správné. Úhlopříčka matice vyjadřuje počet výskytů, které vyhovují oběma zdrojům, tedy které byly správně vyklasifikovány a souhlasí se skutečností. [64]

Tabulka 1 je ukázkou matice pro hodnocení atributové přesnosti. Příklad uvádí správnost klasifikace buněk rastru. Pro 62 bodů obrazu byl les správně klasifikován jako les. Dva body vyjadřující les jsou však chybně klasifikovány jako zemědělství. Naopak 5 bodů vyjadřujících zemědělskou plochu je klasifikováno jako les. Celková atributová přesnost je vypočtena jako procentuální podíl součtu správně klasifikovaných výskytů (hodnoty na diagonále) a celkového počtu výskytů. V případě ukázkové matice je atributová přesnost $92/100 = 92\%$ [22].

Tabulka 1: Matice pro posuzování atributové přesnosti (zdroj: [22])

Klasifikovaný obraz	Referenční údaje			<i>Celkem</i>
	Les	Zemědělství	Urbanizované území	
Les	62	5	0	67
Zemědělství	2	18	0	20
Urbanizované území	0	1	12	13
<i>Celkem</i>	64	24	12	100

Norma ČSN ISO 19113: Geografická informace: Zásady jakosti definuje pro tematickou přesnost tři podprvky jakosti dat – správnost klasifikace, správnost nekvantitativních atributů a přesnost kvantitativních atributů [16].

Časová přesnost

Časová přesnost uvádí míru shody mezi zakódovanými a skutečnými časovými souřadnicemi pro daný objekt [67]. Časová přesnost je vyjádřena několika dílčími prvky. Jedním z těchto prvků je správnost a přesnost měření času, která zjišťuje chyby v měření času. Dále je zjišťována časová platnost, která uvádí platnost objektů z hlediska času. Polohové nebo atributové složky prostorových dat se mohou měnit, v tomto případě je nutné zjistit také časovou platnost těchto dat. Například hranice pozemku mohou být v průběhu let neměnné, zatímco atribut vlastnictví se může v průběhu času měnit. Časová platnost může být vyjádřena pomocí tří hodnot – „out of date“ (zastaralý), „valid“ (platný), „not yet valid“ (dosud neplatný). [22, 65]

Důležitými prvky časové přesnosti jsou také časová konzistence, která vyjadřuje správnost pořadí událostí nebo posloupností, či okamžik poslední aktualizace, který je uváděn při vytváření, změně, vymazání či jiné úpravě prostorových dat. Dále je zkoumána rychlost změn jevů (entit) zastoupených v datech za jednotku času. Pro zhodnocení časové přesnosti je zjišťováno ještě několik prvků – tzv. spouštěcí hodnota, která uvádí počet změn než je vydána nová verze dat či časový propad (uplynutí času), který uvádí průměrnou dobu mezi změnou v reálném světě a aktualizací databáze. [59, 65]

Úplnost

Úplnost lze obecně vyjádřit jako míru absence údajů či přítomnost nadměrných dat vzhledem k zadávací dokumentaci [59, 65]. Je hodnocena v poměru ke specifikaci databáze, která definuje požadovaný stupeň zobecnění a abstrakce (selektivní vynechání) [67].

Mezi autory bývají definovány dva druhy úplnosti. Prvním typem je datová úplnost. Ta je vyjádřena měřitelnou chybou, vyjadřující míru chybějících dat v databázi vzhledem ke specifikaci (dle normy ČSN ISO 19113 se jedná o podprvek jakosti dat „vynechání“). Tento stav může nastat například proto, že se nepodařilo získat měření pro některé lokace. Jiným stavem datové úplnosti je nadměrná úplnost, kdy databáze obsahuje nadměrná data, která nemají podle specifikace v databázi být (dle ČSN ISO 19113 se jedná o podprvek jakosti „přidání“) [16, 59]. Druhým typem je modelová úplnost. Vyjadřuje shodu mezi specifikací databáze a realitou. Hovoří o tom, jak dobře obsah prostorových dat koresponduje s údaji potřebnými pro danou aplikaci. Databáze je modelově kompletní, pokud je její specifikace vhodná pro danou aplikaci [22, 65, 67].

Výpočet datové úplnosti ve formě vynechání dat uvádí vzorec 2:

$$CM = 1 - \frac{n_{IC}}{N}, \quad (2)$$

kde CM je míra vynechání, n_{IC} je počet chybějících prvků v databázi a N je počet prvků v modelu reality. Podobný vzorec je možné použít v případě, kdy prvek datové úplnosti má podobu „přidání“, tedy kdy jsou v databázi přítomna nadměrná data. V tomto případě je nahrazen počet chybějících prvků počtem přebytečných prvků [71].

V praxi je mnohdy nemožné vyjádřit, zda se v databázi nacházejí všechny informace o všech geoobjektech v zájmovém území, proto se někteří autoři zmiňují ještě o jednom druhu úplnosti – úplnosti kontroly. Tato úplnost hovoří o množství a rozložení kontrolních měření, resp. ověřování nezávislých a kvalitních zdrojů, které byly použity k verifikaci použitých údajů. [39, 64]

Lze rozlišit neúplnost ve třech oblastech prostorových dat – prostorovou, časovou či tematickou neúplnost. Prostorová neúplnost může nastat tehdy, pokud se databáze údajů zaměřuje pouze na jediný region zkoumaného území, oproti specifikaci, která zahrnuje více regionů. Časová neúplnost databáze může být v případě, kdy například nejsou zahrnuta do databáze data z posledního roku, specifikace však hovoří o datech i za loňský rok. Tematická neúplnost zase hovoří o tom, že jsou do databáze zahrnuty pouze údaje jedné oblasti hodnot atributu, zatímco mají být zahrnuty všechny hodnoty atributu. [67]

Logická konzistence

Logická konzistence vyjadřuje míru dodržení logických vztahů prvků v databázi neboli míru vnitřní validity databáze [59, 67]. Zabývá se logickými pravidly pro prostorová data a popisuje kompatibilitu údajů s ostatními daty v souboru dat [22].

Konzistence zahrnuje statickou a dynamickou konzistenci. Statická konzistence popisuje validaci údajů a omezení datových vztahů. Dynamická konzistence popisuje validaci procesů. V rámci standardů pro přenos prostorových dat je uvažována pouze statická konzistence [59].

Bývají rozlišovány tři druhy logické konzistence. Prvním druhem je konzistence geometrických vztahů – topologická konzistence. Ta vyjadřuje shodu s topologickými pravidly. Příkladem topologického pravidla může být, že všechny jednorozměrné (1D) objekty se protínají v bezrozměrných (0D) objektech. Praktickým příkladem dodržení topologické konzistence může být, že území obce je rozděleno do několika navzájem se nepřekrývajících pozemků či že každý pozemek (= polygon) je uzavřen [22, 67]. Metrikou pro topologickou konzistenci u jednorozměrných objektů může být procentuální podíl spojů, které nejsou utvořeny, ačkoli by měly být, nebo u dvourozměrných objektů procentuální podíl nesprávně utvořených polygonů [59].

Druhým typem konzistence je tematická konzistence, která vyjadřuje konzistenci (soulad) popisných dat (atributů). Například pro objekt vyjadřující silnici nemá význam atribut „obsah chlorofylu“ nebo pro šestipatrovou budovu musí mít atribut vyjadřující výšku hodnotu alespoň 15 metrů. Tematická konzistence také sleduje, zda objekty mají takové hodnoty atributů, které jsou v souladu s charakterem krajiny, kterou popisují.

Třetím typem konzistence je konzistence vztahů mezi geometrickými (prostorovými) a popisnými (atributovými) informacemi objektů. Tato konzistence zjišťuje, zda jsou popisné údaje navázány na správný geometrický objekt. Tento vztah je zajištěn u vektorového formátu dat pomocí identifikačního čísla objektu. U rastrového formátu je tento vztah zajištěn automaticky, protože hodnota atributu je hodnotou buňky, která má jednoznačně určené souřadnice. [45]

Definována bývá také časová konzistence, která se týká časové topologie. Ta zajišťuje například omezení, že jen jedna událost může nastat na daném místě v daném čase [67].

Konzistence je nejčastěji vyjadřována četností či procentuálním podílem výskytu objektů, které konzistenci porušují. Pro případy zajištění topologické konzistence bývají používány v GIS topologické modely, ve kterých jsou explicitně zakódovány vztahy mezi objekty a umožňují tak definovat kontrolní postupy na úplnost a správnost těchto vztahů [45, 64]. V programu ArcMap od společnosti ESRI (Environmental Science Research Institute), lze například pomocí funkce Validate Topology zkontrolovat topologii pro prostorovou databázi a zkontrolovat tak porušení pravidel topologie v databázi.

Logická konzistence dle normy ČSN ISO 19113: Geografická informace je rozdělena do čtyř podprvků jakosti dat. Kromě topologické konzistence a oborové konzistence, která souvisí tematickou konzistencí, je rozlišována formátová konzistence, která vyjadřuje soulad s fyzickou strukturou datové sady a konceptuální konzistence, vyjadřující dodržení pravidel konceptuálního schématu [16].

Sémantická přesnost

Sémantická přesnost již není zmiňována mezi prvky jakosti v normě ČSN ISO 19113, ale mnohými autory bývá taktéž zmiňována jako kvantitativní prvek kvality prostorových dat. Tuto přesnost lze definovat jako kvalitu, s níž jsou geografické objekty popsány v souladu se zvoleným modelem neboli jako kvalitu definice geoobjektů vzhledem ke specifikaci oblasti zájmu. Sémantická přesnost souvisí s významy věcí z celkové oblasti úvah (reality). Odkazuje se spíše na vhodnost významu geoobjektu než na geometrickou reprezentaci. Jedním z aspektů sémantické přesnosti může být textová věrnost. Ta zajišťuje např. správnost pravopisu, použití exonymů či konzistenci zkratk. Sémantickou přesnost lze vyjádřit dalšími parametry, jako jsou sémantická úplnost, sémantická konzistence či atributová správnost. [39, 59]

Správnost

Správnost vyjadřuje, zda jsou data reprezentující reálný svět správně zaznamenána do prostorové databáze. Jinými slovy se jedná o míru shody prostorových dat ve vztahu k universu diskurzu. Universum diskurzu je část reálného světa, která je dána oblastí zájmu. Reprezentace reality je správná v případě vzájemné korespondence operací provedených v realitě a operací provedených v prostorové databázi.

Správnost prostorových dat souvisí s přesností. Pokud je dosaženo nepřesnosti v důsledku systematické chyby, jedná se o nesprávnost nikoli o nepřesnost. Nesprávnost může být způsobena např. nepřesnou digitalizací, kdy všechny geoobjekty se nacházejí mimo stanovenou přesnost v důsledku použití nevhodné metody digitalizace. [31, 39, 71]

Rozlišení

Rozlišení udává hustotu údajů v zájmovém území. Rozlišení je vždy konečné, protože žádná prostorová databáze není nikdy nekonečně přesná, naopak záměrně snižuje množství detailů. Rozlišení je spjato s přesností. Databáze s nižším rozlišením má menší požadavky na přesnost. Je rozlišováno prostorové, časové a tematické (obsahové) rozlišení. [39, 67]

Prostorové rozlišení udává množství detailů, které lze rozeznat v prostoru neboli prostorovou hustotu dat v zájmovém území. Pro rastrový formát je toto rozlišení dáno velikostí buňky. U vektorového formátu je rozlišení dáno nejmenší velikostí objektu, který je v datech reprezentován. Tento objekt je nazýván nejmenší mapovou jednotkou. Velikost prostorového rozlišení má vliv na řadu vlastností a operací s databází, proto je nutné stanovit velikost tohoto rozlišení ještě před vytvářením databáze. Tato velikost musí vycházet z faktorů, jako jsou přesnost datového zdroje, náklady na pořízení a správu dat či očekávané použití dat. [45, 67]

Časové rozlišení je dáno délkou intervalu vzorkování, kde vzorkovací frekvence je četnost odběru vzorků v čase. Například mohou být data sbírána jednou denně či jednou měsíčně. Rozlišení značí minimální délku trvání události, která je v datech rozpoznatelná. Pokud nějaká událost trvá kratší dobu, než je časové rozlišení, je neviditelná.

„Tematické rozlišení se vztahuje k přesnosti měření nebo kategoriím pro konkrétní téma“ [67]. Pro kategoriální data značí toto rozlišení jemnost definice kategorií. Například může být pro atribut „druh bydlení“ rozlišováno pouze bydlení městské či venkovské. Při vyšším tematickém rozlišení by však bylo možné rozlišovat např. bydlení městské - centrální, městské - sídlištní, příměstské, venkovské, osadní či bydlení na samotě. Pro kvantitativní data je tematické rozlišení analogické s prostorovým rozlišením, kde značí, do jaké míry lze rozeznat rozdíly v kvantitativních attributech. [67]

2.3.2 Nekvantitativní prvky kvality prostorových dat

Tyto prvky kvality poskytují nekvantitativní informaci o kvalitě prostorových dat. Na rozdíl od kvantitativních prvků není kvalita těchto prvků vyjádřena pomocí metrik či výpočtů, ale je vyjádřena obvykle pomocí textového popisu, tedy pomocí nekvantitativní informace. Nekvantitativní prvky kvality prostorových dat jsou následující (zásadní z uvedených prvků – původ, účel a uplatnění – jsou uvedeny taktéž v ČSN ISO 19113: Geografická informace: Zásady jakosti):

Původ

Původ popisuje všechny zdroje a metody sběru a tvorby prostorových dat [39]. Uvádí název osoby či organizace odpovědné za sadu dat, datum a způsob sběru dat a tvůrce původních zdrojových dat včetně kontaktů. Původ dat bývá popsán v metadatech a je považován za základní minimální prvek kvality dat, který by měl být uveden u každé sady dat. Z původu dat lze zjistit, kdo je zodpovědný za chyby v datech. [59]

Účel

Účel přímo souvisí s původem dat, kdy každá data jsou vytvořena s jistým záměrem. Popisuje, proč byla daná datová sada vytvořena a plánované využití datové sady. Je zapotřebí rozlišit zamýšlené užití (účel) a skutečné použití (užívání). [16, 65]

Použitelnost (uplatnění)

Popisuje užití datové sady jejím producentem nebo jejími uživateli a aplikace, pro něž byla data použita [16]. Všechna předchozí použití dat jinými uživateli pro různé aplikace mohou být dobrým indikátorem vhodnosti dat pro současné použití. Vypovídají také o celkové spolehlivosti dat za různých okolností. Pro každé předchozí použití by měl být vytvořen popis, kde by měla být uvedena organizace, která data využívala, typ a způsob použití a omezení či chyby, které byly zjištěny při používání. Takovéto informace mohou být pro nového uživatele dat velice přínosné. Pokud byl např. datový soubor použit pro aplikaci, která je podobná současné aplikaci, uživatel dat bude mít k datům vyšší důvěru. Taktéž předchozí kombinace používaných dat s jinými soubory dat může uživateli poskytnout určité informace o kvalitě dat. Veškeré tyto informace mají však nějakou cenu, pokud jsou tyto informace podávány pravdivě a při předchozím používání jsou zaznamenávány také všechny chyby a omezení dat. Norma ISO 9242-11 doporučuje definovat tzv. systémovou použitelnost, jinými slovy rozsah, ve kterém bude možné prostorovou databázi používat tak, aby byla zachována stanovená kvalita v její specifikaci [39]. [59]

Rodokmen

Rodokmen datového souboru úzce souvisí s původem dat. Popisuje historii zpracování prostorových dat, kterým prošla data od svého vzniku. Pro každý proces zpracování musí být popsán postup zpracování subjektů, včetně metod, transformací, algoritmů a dokumentů, které obsahují popis použitých algoritmů, a dále kdy a proč byla data zpracována. [59]

Homogenita

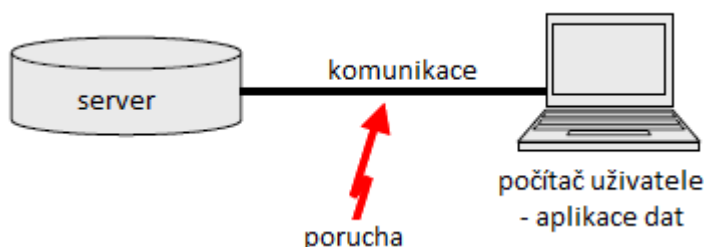
Homogenita je textový kvalitativní popis očekávané nebo testované jednotnosti parametrů kvality v prostorové databázi. Popisuje, jak dostatečně kvalitní informace se vztahují na všechny výskyty entit v souboru dat [59]. Homogenitu prostorové databáze lze vyjádřit mírou variace kvality prvků. Ta je významná pouze pokud se mění kvalita prvků

uvnitř databáze. Pokud je variace v prostorových datech známa, měla by kvalitativní zpráva tuto variaci zaznamenat. Homogenita je důležitým prvkem kvality, bez které by byly informace o kvalitě poměrně zkreslené. Často se totiž např. stává, že převážná část databáze má polohovou přesnost menší než daný limit, ale v databázi existují také oblasti dat, které daný limit převyšují. Parametr kvality tak není pro celou datovou sadu stejný, proto by měla být tato informace zveřejněna v metadatech o kvalitě dat. [56, 65]

Dostupnost a bezpečnost

Pro uživatele prostorové databáze mohou být doplněny také údaje o dostupnosti a bezpečnosti databáze, které lze taktéž zařadit mezi nekvantitativní prvky kvality dat. Bezpečnost uvádí informace o bezpečnosti a ochraně dat. Chráněná a zabezpečená data na rozdíl od nezabezpečených jsou pro uživatele důvěryhodnější a bezpečnější. Dostupnost hovoří o autorských právech, vztahujících se k databázi a o dostupnosti dat. Prostorová data jsou dostupná tehdy, pokud jsou k dispozici v požadovaném čase na požadovaném místě. Příklad chybné dostupnosti uvádí obrázek 5, který znázorňuje chybu v komunikaci mezi serverem a počítačem uživatele. Uživatel chce na počítači nějak aplikovat prostorová data, která však nejsou v daný moment dostupná. Dostupnost lze vyjádřit pomocí vzorce 3, kde $R(t)$ je míra dostupnosti, $n_{zv}(t)$ je počet chybějících prvků v čase t a N je celkový počet prvků v databázi. [39, 71]

$$R(t) = \frac{n_{zv}(t)}{N} \quad (3)$$



Obrázek 5: Dostupnost (zdroj: [71])

Všechny uvedené prvky kvality by měly být popsány s uvedenou spolehlivostí. Spolehlivost je údaj o kvalitě ukazatele kvality. Spolehlivost může být vyjádřena kvalitativně, např. jak byl prvek kvality určen, či kvantitativně, např. hladinou spolehlivosti [59].

2.3.3 Užívání prvků kvality prostorových dat v praxi – projekt EuroRoadS

Tato podkapitola se snaží ukázat, které z prvků kvality, jež byly uvedeny v předchozích dvou podkapitolách, bývají nejčastěji používány a v jakém rozsahu je aplikováno jejich použití. Informace o těchto skutečnostech vycházejí ze dvou dotazníkových šetření.

Ústav pro aplikaci geodézie v inženýrství (IAGB) – v současné době přejmenován na Ústav inženýrské geodézie Stuttgart (IIGS) v roce 2004 vytvořil na základě šetření norem v oblasti kvality prostorových dat dotazník, který se táže na rámec hodnocení kvality uživateli [37]. Dotazníkové šetření bylo provedeno ve spolupráci s EuroRoadS (a pan-European Road Data Solution = panevropské silniční datové řešení), což je projekt CORDIS – Informační služby Společenství pro výzkum a vývoj – zřizované Evropskou komisí. Cílem dotazníku bylo zjištění prvků kvality, které jsou pro dotázané důležité. Dotázanými byli účastníci projektu EuroRoadS – čtyři národní mapovací agentury (dále zkr. NMA), jedna národní organizace silniční správy a jeden podnikatelský subjekt.

Z šetření IIGS byly vyvozeny tři závěry [71]:

- Model kvality by měl být založen na terminologii ISO norem.
- Dotázaní používají nižší kvalitu prvků, než předpokládá ISO 19113.
- Na druhou stranu dotázaní používají více prvků kvality pro posuzování kvality datasetu prostorových dat než je uvedeno v normě ISO 19113.

Třetí bod z uvedených závěrů díky dotazníkovému šetření potvrzuje použití i jiných prvků kvality, než které uvádí norma ISO 19113. Projekt EuroRoadS právě využívá další prvky kvality, které jsou z pohledu uživatelů důležité, ačkoli nejsou obsaženy v normě ISO 19113. Výsledky zmíněného šetření byly porovnány s šetřením, které bylo provedeno jedním ze spoluautorů mezinárodních ISO norem Antti Jakobssonem a Françoisem Vauglinem. Tito autoři získali data z dotazníků od 21 NMA, včetně Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (zkr. ČÚZK) [40].

Z tabulky 2, která uvádí výsledky šetření, plyne, že dotázaní uživatelé považují prvky kvality, jako je dostupnost, aktualizace či správnost, za velmi důležité. Norma ISO 19113 tak nesplňuje zcela požadavky uživatelů, jež se vztahují k používaným prvkům kvality prostorových dat. [71]

Na tomto místě v souvislosti s projektem EuroRoadS je zapotřebí zmínit, že tento projekt se snaží řešit nedostatky, které vykazuje norma ISO 19113. První nedostatek normy ČSN ISO 19113 lze vysvětlit na následujícím příkladu. Je špatně digitalizována část ulice, kdy poloha ulice v reálném prostoru neodpovídá zcela poloze ulice v prostorové databázi. Tento jev chyby polohy je popsán v normě ISO 19113 prvkem „polohová přesnost“. Jev, kdy jsou v databázi chyby způsobené nepřesností digitalizace vlivem nižší přesností digitizéru, je popsán taktéž pomocí polohové přesnosti. V tomto případě jsou chyby dvou různých charakterů popisovány stejným prvkem – polohovou přesností. Dle EuroRoadS by však pro chybu způsobenou nevhodným použitým digitizérem měl být použit prvek „správnost“, který popisuje v tomto případě špatné získání informace.

Projekt EuroRoadS používá pro polohovou, tematickou i časovou přesnost jeden souhrnný prvek – přesnost. Použití jediného prvku vysvětluje tím, že jeden kvalitativní fenomén by měl být popsán pouze jedním prvkem kvality. Na otázku, jak přesná jsou data, se tedy EuroRoadS snaží vyjádřit odpověď jedním prvkem a zjednodušit tak popis prvků, které

jsou popsány různými typy přesnosti (polohovou, tematickou či časovou). Polohový, tematický a časový aspekt přesnosti řeší formou variabilních parametrů prvku přesnosti.

Druhým případem nedostatku normy ISO 19113 je dle EuroRoadS absence prvku „dostupnost“. Například v případě webové GIS aplikace, kdy jsou geoinformace k dispozici pouze v intranetu a není možné, aby externí uživatelé k nim přistoupili formou internetu, je zřejmá absence prvku „dostupnost“ (viz dříve uvedený obrázek 5).

Projekt EuroRoadS navrhuje další změny oproti normě ISO 19113, které by při posuzování kvality prostorových dat uplatnil. Návrh prvků kvality prostorových dat dle projektu EuroRoadS ukazuje obrázek 1 v příloze 3. EuroRoadS prvky kvality dále dělí do tří oblastí charakteristik, jak znázorňuje obrázek 2 v příloze 3. První oblast – charakteristiky spolehlivosti – tvoří dostupnost a aktualizace. Oba tyto prvky souvisí se spolehlivostí prostorových dat a popisují aspekty informací o kvalitě související s časem. Druhou oblast – charakteristiky integrity – tvoří úplnost, logická konzistence a správnost. Tyto tři prvky hovoří o integritě dat a souvisí především s aplikovatelností prostorových dat. Třetí oblast – charakteristika přesnosti – zahrnuje prvek přesnosti. Tato oblast popisuje omezení přesnosti a rozlišení měření a interpretace. [71]

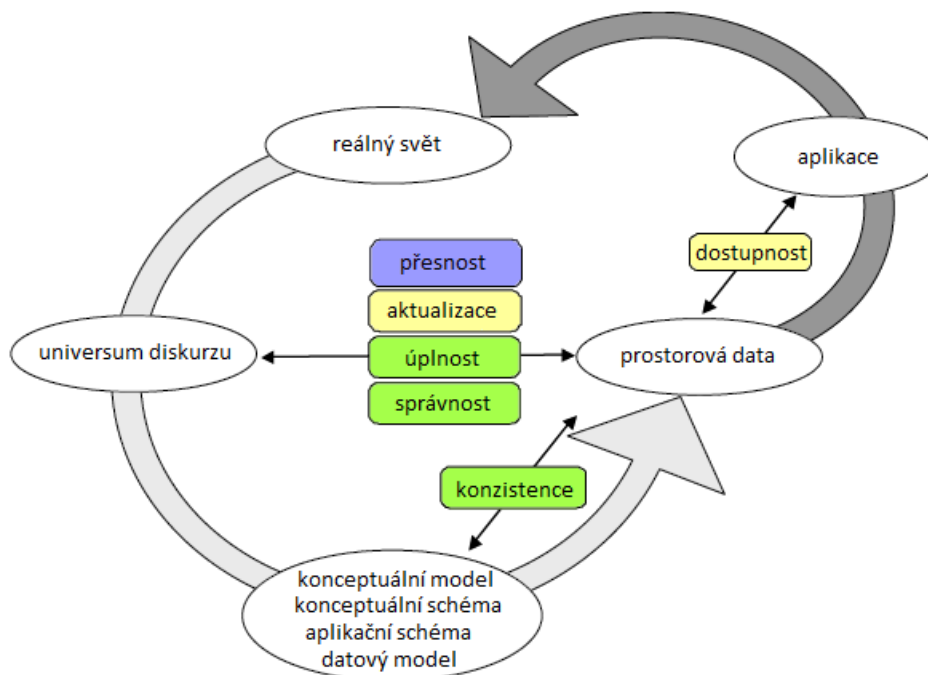
Tabulka 2: Užívání a důležitost prvků kvality prostorových dat dle uživatelů (zdroj: [71])

	Prvky kvality dle výzkumu Jakobssona a Vauglina (2001)	Užívání prvků NMA	Prvky kvality dle výzkumu IIGS a EuroRoadS (2004)	Úroveň důležitosti prvků (0 % = nejméně důležité, 100 % = nejdůležitější)
Nekvantitativní prvky kvality	účel	57 %	--	--
	použitelnost	48 %	--	--
	původ	71 %	původ	65 %
	uživatelsky definovaný prvek	5 %	--	--
Kvantitativní prvky kvality	--	--	dostupnost	88 %
	--	--	aktualizace	83 %
	úplnost	52 %	úplnost	92 %
	logická konzistence	62 %	logická konzistence	88 %
	--	--	správnost	83 %
	polohová přesnost	62 %	polohová přesnost	83 %
	tematická přesnost	38 %	tematická přesnost	75 %
	časová přesnost	38 %	časová přesnost	63 %

2.3.4 Model užívání prvků kvality prostorových dat podle EuroRoadS

V projektu EuroRoadS je uveden následující model, který popisuje použití prvků kvality prostorových dat v praxi. Model znázorňuje probíhající procesy při užití těchto prvků (viz obrázek 6). Barevné rozlišení prvků odpovídá třem oblastem charakteristik kvality podle

EuroRoadS (viz výše). Modrá barva reprezentuje charakteristiku přesnosti, zelená charakteristiky integrity a žlutá barva charakteristiky spolehlivosti (viz obrázek 2 v příloze 3).



Obrázek 6: Model užití prvků kvality prostorových dle EuroRoadS (zdroj: [71])

Proces modelování je popsán od reality k datovému modelu. Začátek procesu modelování je u reálného světa. Uživatel vymezi část tohoto reálného světa, kterou chce popisovat pomocí modelu a nazve ji universem diskurzu. Universum diskurzu je pohled na část reálného nebo hypotetického světa, který zahrnuje oblast zájmu. Abstraktní popis univerza diskurzu je nazýván konceptuálním modelem. Přísný formální popis konceptuálního modelu je nazýván konceptuálním schématem. Pro znázornění konceptuálního schématu je používán např. jazyk UML. Konceptuální schéma pro data konkrétních aplikací je označováno jako aplikační schéma. Datový (fyzický) model poté popisuje kompletní prostorovou databázi včetně všech souborů, datovou strukturu a algoritmy. V závěru procesu modelování jsou prostorová data aplikována a jsou tak využita opět v reálném světě.

Prvky správnost, úplnost, aktualizace a přesnost jsou definovány ve spojení mezi prostorovými daty a universem diskurzu. Přesnost v tomto případě definuje určitá omezení měření a interpretace. Logická konzistence je nezbytným prvkem ve spojení prostorových dat s modely a schématy. Dostupnost je důležitým prvkem popisu aspektů kvality prostorových dat při jejich aplikaci. [71]

2.4 Případové studie hodnocení kvality prostorových dat

2.4.1 Případové studie určování prvků kvality prostorových dat

Několik odborných článků zahraničních autorů uvádí příklady určování prvků a hodnocení kvality prostorových dat. Postupy pro zjišťování hodnot těchto prvků kvality

a hodnocení uvedené v člancích však nejsou zcela jednotné a využívají různé normy kvality prostorových dat. Nejlepší příklady pro určování prvků kvality dat, které lze uplatnit v Evropě či v ČR uvádí Příloha C normy ČSN ISO 19113: Geografická informace – Zásady jakosti, která má informativní charakter, avšak přehledně uvádí na několika příkladech datových souborů, jak lze vhodně určit prvky kvality a jejich hodnoty ze specifikací těchto souborů. Tato práce uvádí dva vybrané příklady z této normy. V příkladech jsou uvedeny pouze ty prvky kvality, které jsou zařazeny do normy. V příkladech tudíž nejsou uváděny všechny prvky kvality tak, jak byly uvedeny v kapitole 2.3.

Příklad 1: Digitální mapa světa (Digital Chart of the World – DCW)

Příklad ukazuje, jak posuzovat významné informace o kvantitativní a nekvantitativní kvalitě prostorových dat, které jsou poskytnuty producentem dat. Kvalita je zjišťována pomocí identifikace prvků a podprvků jakosti dat dle specifikace dat. Nejprve je nutné zjistit, zda je daný prvek jakosti vůbec použitelný na základě dostupné specifikace. Pokud je prvek použit, je zjištěn rozsah jakosti taktéž na základě specifikace. Příklad již nezahrnuje vykazování informací o kvalitě dat formou metadat či zprávy o hodnocení jakosti [16].

Nejprve je nutné charakterizovat datovou sadu a její specifikaci [16]:

Název datové sady: Digitální mapa světa (DCW)

Specifikace datové sady: Vojenská specifikace MIL-D-89009, 13. dubna 1992

Popis sady (stručný výtah ze specifikace datové sady): DCW je globální digitální databáze všeobecného charakteru, která je určena především k podpoře aplikací GIS. DCW je tvořena pěti knihovnami. Knihovna BROWSE obsahuje mapy celosvětového charakteru v měřítku 1: 31 000 000. Ostatní knihovny obsahují podrobná data pro oblasti Severní Ameriky (1), Evropy a severní Asie (2), Jižní Ameriky, Afriky a Antarktidy (3) a jižní Asie a Austrálie (4) v měřítku 1: 1 000 000. Databáze DCW jsou ve vektorovém formátu (Vector Product Format – VPF) a jsou strukturovány do tematických vrstev. Knihovna BROWSE používající velmi malé měřítko obsahuje osm tematických vrstev. Ostatní knihovny obsahují sedmáct tematických vrstev. Jednotlivé vzhledy jevů DCW jsou definovány pomocí kombinace kódů atributů a hodnot atributů.

Po stručné specifikaci datové sady je zapotřebí posoudit významné informace o kvantitativní jakosti. Tento postup je aplikován tak, že jsou přezkoumány konkrétní odstavce ve specifikaci dat, které popisují použitelnost jednotlivých prvků jakosti. Z těchto popisů jsou poté odvozeny prvky a podprvky jakosti a je určen rozsah jakosti dat. Mohou být však uvedeny pouze ty prvky a podprvky jakosti, které jsou na základě specifikace použitelné a dostupné. Tabulka 1 v příloze 4 uvádí na základě specifikace datové sady DCW posouzení informací o kvantitativní jakosti dat a následně stanoví patřičný prvek jakosti o daném rozsahu. Tabulka 2 v příloze 4 shrnuje všechny prvky a podprvky kvantitativní jakosti prostorových dat dle normy ČSN ISO 19113: Geografická informace: Zásady jakosti a

popisuje, zda je daný prvek či podprvek významný a kolik bylo identifikováno rozsahů dle specifikace.

Poté, co byly identifikovány významné prvky kvantitativní jakosti dat, lze popsat prvky, které vyjadřují nekvantitativní informace o jakosti prostorových dat. Pro Příklad 1 lze prvky nekvantitativní jakosti popsat následovně [16]:

Účel – DCW byla navržena jako globální digitální databáze všeobecného charakteru, která je určena především pro podporu aplikací GIS.

Uplatnění – 1) Vývoj databázi – ESRI využil DCW jako zdroj pro databáze ArcWorld.

2) Vývoj elektronického mapového díla – DCW bylo využito pro přípravu elektronického mapového díla ve formátu WHEAT. Tento formát obsahuje sadu elektronických map v měřítku 1: 1 000 000, která je založena na mapách ONC (Operational Navigation Chart) vyprodukovaných Obrannou mapovací agenturou (Defense Mapping Agency - DMA).

3) Vývoj 3D vizualizací digitálního výškového modelu – podrobnosti viz [16].

Původ – DCW databáze je založena především na obsahu vzhledů jevů ONC (všechny oblasti kromě Antarktidy). Mapy ONC byly vytvořeny v letech 1974 – 1991. Podrobný postup procesu je uveden v [16]. Oblast Antarktidy byla vytvořena na základě obsahu vzhledů jevů map JNC v měřítku 1: 2 000 000. Tyto mapy z produkce DMA byly vytvořeny ve stejném období jako mapy OCN. Postup procesu tvorby mapového díla JNC, zdroje ostatních dat databáze DCW a postupy jejich tvorby jsou uvedeny taktéž v [16]. [16]

Příklad 2: Digitální model reliéfu (DMT)

Druhý uvedený příklad podle normy je obdobný. Příklad uvádí posouzení významných informací tentokrát pouze o kvantitativní jakosti dat, které je provedeno producentem dat.

Opět je nejprve nutné charakterizovat datovou sadu a její specifikaci, ze které poté vychází posuzování významnosti prvků a podprvků jakosti. Datová sada DMT je charakterizována následovně [16]:

Název datové sady: DMT hydrologického povodí.

Specifikace datové sady: Specifikace geografického informačního systému pro uplatnění s plány hydrografických povodí, National Water Institute (NWI), 1998.

Popis sady: DMT by měl být vytvořen na základě topografické mapy v měřítku 1: 25 000, která je vytvořena NMA. DMT by měl být vytvořen v rastrovém formátu, kde velikost buněk by měla být 25 m. DMT by měl být vytvořen tak, aby bylo možné provádět hydrologické modelování. DMT databázi lze rozdělit na menší soubory dle hranic hydrografického povodí a státních hranic dodaných NWI.

Na základě specifikace datové sady jsou posouzeny významné informace o kvantitativní jakosti prostorových dat. Taktéž jako v předchozím příkladě, nejsou zjišťovány všechny prvky a podprvky jakosti dat (specifikace se u tohoto příkladu netýká přímo žádného

z prvků jakosti). Producent dat identifikoval pouze použitelné prvky a podprvky jakosti dat. Identifikovaným rozsahem je pro všechny prvky jakosti celá sada dat. Tabulka 3 v příloze 4 uvádí odstavce specifikace dat, které dokumentují použitelnost prvků kvantitativní jakosti a následně odvozuje použitelné prvky a podprvky jakosti dat. V tabulce 4 v příloze 4 jsou poté pro přehlednost opět uvedeny všechny prvky a podprvky hovořící o kvantitativní jakosti dat spolu s tím, zda jsou tyto prvky významné v datové sadě DMT. [16]

Uvedené dva příklady z přílohy normy ČSN ISO 19113: Geografická informace: Zásady jakosti přehledně a srozumitelně znázorňují postup pro identifikaci významných prvků kvality prostorových dat. Tento postup je základní fází kompletního procesu hodnocení kvality prostorových dat. Před samotným hodnocením kvality je totiž nutné, jak bylo několikrát řečeno, nejprve identifikovat použitelné a dostupné prvky kvality. Normy uvádějí mnoho prvků kvality, pro každou datovou sadu a její specifikaci lze však použít pouze některé z nich. Následující podkapitola uvádí zcela odlišný způsob procesu hodnocení kvality prostorových dat, než uvádí norma ČSN ISO 19114. Tento postup však taktéž vyžaduje nejprve samotnou identifikaci prvků kvality a stanovení, zda lze dané prvky kvality vůbec použít. K tomuto účelu může právě posloužit postup uvedený v předchozích dvou příkladech.

2.4.2 Případová studie hodnocení kvality prostorových dat

Několik příkladů hodnocení kvality prostorových dat je uvedeno v přílohách normy ČSN ISO 19114: Geografická informace – Postupy hodnocení jakosti (viz [17]). Autoři článku, zabývajícím se hodnocením prostorově-časového aspektu prostorových dat (viz [63]), navrhuji odlišný postup pro hodnocení kvality než norma ČSN ISO 19114. Vytvářejí prostorově-časovou hodnotící matici (angl. Spatio-Temporal Evaluation Matrix – zkr. STEM), kterou používají pro hodnocení prostorového a časového rozlišení dat. STEM je poměrně jednoduchou metodou pro hodnocení úrovně podrobnosti identifikace (granularity) prvků prostorové databáze. Tato metoda je v citovaném článku omezena na prostorově-časový aspekt kvality prostorových dat, autoři však uvádějí, že je možné ji použít i pro hodnocení dalších prvků kvality dat (tematické či sémantické přesnosti, úplnosti nebo logické konzistence).

STEM matice je vytvořena jako kombinace prostorového rozlišení, které je označeno jako úroveň detailů (angl. Level of Detail – LoD), a časového rozlišení, označeného jako úroveň času (angl. Level of Time – LoT). Matice má rozměry 10x10. Tato matice, označená ve své základní podobě jako LoR (angl. Level of Spatio-Temporal Resolution), tedy matice vyjadřující úroveň prostorově-časového rozlišení je zobrazena v tabulce 5 v příloze 4.

Dále jsou rozlišovány další STEM matice – matice zahrnující úroveň časoprostorových potřeb aplikační oblasti (angl. Level of S-T Needs of Application Fields – LoN), dále matice zahrnující úroveň časoprostorové vhodnosti dat, produktu či metrik (angl. Level of S-T Suitability of Data/Product/Measuring Technology – LoS) a matice

zahrnující předchozí dvě matice vyjadřující úroveň vhodnosti pro danou aplikační oblast (angl. Level of S-T Intersection Suitability for Application Fields – LoI). Matematika definující princip těchto matic STEM je uvedena v rovnici (vzorec 4):

$$LoI(m,n) = LoN(m,n) + LoS(m,n), \quad (4)$$

kde hodnoty polí matic mají různý význam, jež je uveden v tabulce 6 v příloze 4.

Jak již bylo řečeno v souvislosti s normou ČSN ISO 19113 (kapitola 2.2.1), producenti a uživatelé dat používají někdy různá universa diskurzu. Důsledkem toho bývá rozdílné hodnocení kvality dat. Producenti dat popisují kvalitu dat (její časoprostorové aspekty) pomocí matice LoS, definují tedy vhodnost dat. Uživatelé na druhé straně používají v případě metody STEM matici LoN, kdy definují potřeby pro aplikační oblast. Přiřazením hodnot z obou těchto matic vzniká třetí STEM matice, matice LoI, která znázorňuje, pro která pole matice LoR se shodují data producentů s potřebami uživatelů. Principem je tedy zkombinovat informace od producentů a uživatelů dat a získat tak matici LoI (viz obrázek 1 v příloze 4).

V praxi každé hledání vhodných dostupných dat spočívá v porovnání LoN matice, zahrnující konkrétní potřeby uživatelů, s maticí LoS, která je obvykle uložena v databázi na nějakém webovém serveru. Je tak získána matice LoI, značící, která data jsou vhodná pro dané potřeby uživatelů a která časoprostorová kritéria kvality data splňují. Pomocí tohoto postupu je uživatelský soubor možných výběrů významně omezen jen na takové datasey, které mohou splnit potřeby uživatelů týkající se časoprostorových aspektů kvality dat. Pravděpodobnost úspěšného použití dat je v tomto případě vyšší nebo přinejmenším není časoprostorová kvalita dat na vině v případě neúspěšného použití dat.

Uživatelé a producenti dat mohou potřebné informace získat z automaticky aktualizovaných N INSTANT a S INSTANT matic, což jsou STEM matice LoN a LoS s aktuálními hodnotami, které jsou uvedeny na webovém serveru. [63]

Uvedená studie popisuje hodnocení kvality prostorových dat ze zcela jiného pohledu, než norma ČSN ISO 19114. Tento postup je však poměrně praktický, protože zahrnuje několik pozitiv. Za prvé matice STEM jsou jasně definovány, proto je hodnocení datové sady poměrně objektivní. Matice STEM také zohledňují různý pohled na kvalitu prostorových dat producentů a uživatelů dat. Umožňuje datovou sadu popsat z obou úhlů pohledu zároveň a to tak, že matice sestavená producentem a matice vytvořená uživatelem jsou základem pro vytvoření třetí matice, která popisuje oba tyto pohledy dohromady. Vytvoření této výsledné matice zaručuje vyšší pravděpodobnost, že jsou použita vhodná data, která splňují potřeby uživatelů. Další významnou předností matic STEM je, že jsou obvykle používány ve webovém rozhraní. Informace o vhodnosti dat, popsané producenty, a informace o potřebách uživatelů jsou tak neustále aktualizovány.

3 Hodnocení kvality prostorových dat

Princip hodnocení kvality prostorových dat, včetně stručného popisu metod hodnocení je popsán v kapitole 2.2.2, která se zabývá normou ČSN ISO 19114: Geografická informace: Postupy hodnocení jakosti. Přílohy této normy dále uvádějí podrobnější informace vztahující se k postupům hodnocení kvality prostorových dat včetně příkladů hodnocení kvality dat. V této kapitole bude proveden postup hodnocení kvality prostorových dat pro konkrétní datové sady prostorových dat. Hodnocení uvedené v této práci vychází ze zásad a postupů zveřejněných v normách ČSN ISO 19113: Geografická informace – Zásady jakosti a ČSN ISO 19114: Geografická informace – Postupy hodnocení jakosti (viz [16, 17]).

3.1 Kritéria hodnocení kvality prostorových dat

Kritéria hodnocení kvality jsou popsána v kapitole 2.3 jako prvky kvality prostorových dat, proto není nutné je na tomto místě znovu široce popisovat. Je potřeba však říci, že pro hodnocení kvality datové sady nelze použít všechna tato kritéria. Jak již bylo uvedeno v kapitole 2.2.2 a jak je znázorněno na obrázku 3, je nutné nejprve identifikovat prvky kvality, které jsou na základě dostupné specifikace použitelné. Specifikace či dostupná data pro hodnocení kvality datové sady umožňují použít pouze některé prvky kvality (kritéria), některá kritéria tak nelze použít. Postup hodnocení kvality prostorových dat tak není pro datové sady jednotný a může být pouze tak podrobný, jak podrobná je specifikace datové sady či v případě této práce jak podrobný je popis prostorových analýz.

Nejprve je však nutné stanovit sadu kritérií, ze které budou kritéria kvality identifikována na základě specifikace či požadavků pro data. Jak již bylo několikrát řečeno, autoři popisující kvalitu prostorových dat a normy zabývající se touto kvalitou používají různá kritéria kvality, avšak některá z nich jsou všem pramenům společná. Tato práce vychází převážně z norem ISO 19113 a ISO 19114, proto budou použita zejména kritéria kvality popsaná v těchto normách. Z těchto norem je vycházeno především proto, že tyto normy jsou základním platným měřítkem v ČR, v Evropě i ve světě pro hodnocení kvality prostorových dat. Autoři zabývající se kvalitou a ostatní normy zaměřené na kvalitu prostorových dat vycházejí převážně z norem ISO, avšak si uvědomují, že tyto normy nejsou zcela dokonalé a neobsahují některá taktéž důležitá kritéria kvality, proto tyto normy různým způsobem rozšiřují. Aby bylo hodnocení kvality v této práci co nejpřesnější, budou zohledněna právě některá další kritéria z ostatních zmiňovaných norem (viz kapitola 2.2.4).

Ze všech uvedených prvků (kritérií) kvality prostorových dat z kapitoly 2.3 jsou vybrána pro hodnocení v této práci následující kritéria kvality prostorových dat:

Kvantitativní kritéria:

Polohová přesnost – základní kritérium kvality, používané ve všech normách, včetně normy ČSN ISO 19113. Toto kritérium je nezbytnou součástí každého hodnocení kvality prostorových dat. Vyjadřuje odchylku geografické polohy objektu v databázi od skutečné polohy.

Tematická přesnost – kritérium kvality uvedené v normě ČSN ISO 19113. Popisuje přesnost všech atributů, které nemají polohový nebo časový charakter. Tematická přesnost je důležitým kritériem kvality pro popis přesnosti atributů a popisných údajů. V některých zdrojích je tematická přesnost provázána či nahrazena sémantickou přesností, která v této práci nebude zohledňována.

Časová přesnost – kritérium kvality podle normy ČSN ISO 19113. Toto kritérium je velmi důležité pro popis časového aspektu prostorových dat. Součástí časové přesnosti je hodnocení správnosti a přesnosti měření času, časové platnosti či časové konzistence.

Úplnost – kritérium úplnosti patří mezi základní kritéria kvality a je uváděno ve všech zkoumaných normách. Úplnost vyjadřuje míru absence dat či jejich nadměrnou přítomnost, proto je nezbytným kritériem pro hodnocení kvality prostorových dat.

Logická konzistence – kritérium je součástí většiny norem kvality prostorových dat včetně ČSN ISO 19113. Logická konzistence popisuje míru dodržení logických vztahů prvků v databázi neboli logická pravidla v databázi. Zahrnuje topologickou a tematickou konzistenci a konzistenci vztahů mezi prostorovými a popisnými informacemi. Velmi důležitými aspekty kvality prostorové databáze je především topologická a tematická konzistence, proto je toto kritérium taktéž součástí sady kritérií pro tuto práci.

Správnost (korektnost) – toto kritérium je definováno v normě GDF jako samostatný prvek [38]. Jak uvádí projekt EuroRoadS (viz kapitola 2.3.3), správnost by měla být posuzována samostatně a neměla by být zaměňována např. s polohovou přesností. Správnost obecně vyjadřuje, zda jsou data reprezentující realitu správně (správným způsobem) zaznamenána do podoby prostorové databáze.

Rozlišení – toto kritérium není uvedeno v normě ČSN ISO 19113, ale je součástí normy GDF a je užíváno mnoha dalšími autory. Rozlišení udává hustotu údajů v zájmovém území (universu diskurzu). Jsou zaznamenávány tři druhy rozlišení – prostorové, časové a tematické. Toto kritérium kvality je důležitou součástí sady kritérií pro hodnocení kvality prostorových dat, protože je spojeno se základním kritériem – přesností. Kvalita v podobě přesnosti může být určována na základě rozlišení. Prostorová databáze s nižším rozlišením vyžaduje nižší požadavky na přesnost. Proto nelze hovořit o nepřesnosti dat, např. kdy hodnota odchylky skutečného objektu a prvku v databázi je 10 m, pokud je používáno rozlišení, kdy nejmenší objekt ve vektorové databázi má velikost 10x10 km.

Nekvantitativní kritéria:

Původ – kritérium je součástí normy ČSN ISO 19113 a některých dalších norem, ve kterých je někdy zaměňováno s rodokmenem. Mnozí autoři rozlišují původ a rodokmen, kdy původ

hovoří o zdrojích dat a rodokmen spíše o celé historii zpracovávání dat. V této práci však bude použito pouze jedno kritérium – původ, zahrnující taktéž informace o historii zpracování dat či o metodách sběru a tvorby dat.

Účel – kritérium uvedené v normě ČSN ISO 19113. Popisuje důvod tvorby datové sady a její plánované užití. Skutečné užití popisuje kritérium uplatnění. Toto kritérium je velmi důležité pro hodnocení kvality dat, protože z něj lze usoudit, zda se daná datová sada vůbec hodí pro dané užití.

Použitelnost (uplatnění) – kritérium taktéž uvedené v normě ČSN ISO 19113 a používané v systému ATKIS. Hovoří o užití datové sady jejím producentem či jejími uživateli. Uvádí také, pro které aplikace byla již data použita. Kritérium uplatnění je důležitým prvkem hodnocení kvality prostorových dat, protože může být indikátorem vhodnosti použití dat.

Dostupnost – toto kritérium je používáno např. v projektu EuroRoadS, je však užíváno i mnoha dalšími autory (viz např. [38]). Ve zkoumaných normách není uvedeno, avšak jak plyne z průzkumu projektu EuroRoadS (viz kapitola 2.3.3), je toto kritérium uživateli často používáno. Dostupnost popisuje, zda jsou používaná data k dispozici ve správný čas na správném místě. Dostupnost také hovoří o autorských právech vztahujících se k datům. Kritérium je důležité při hodnocení kvality prostorových dat především z toho důvodu, protože uživatel může mít potencionálně k dispozici velmi kvalitní data umístěná např. na firemním serveru, avšak v danou chvíli jsou pro něj nepřístupná.

Pro hodnocení kvality prostorových dat pro zvolené prostorové databáze bude tedy použita sada jedenácti kritérií, z nichž sedm vyjadřuje informace o kvantitativní kvalitě dat a čtyři o nekvantitativní kvalitě dat.

3.2 Výběr prostorových analýz s navrženými příklady použití

Kapitola 1.2.2 popisuje prostorové analýzy, které jsou aplikovány na prostorových datech v prostředí GIS. Pro aplikaci identifikace kritérií kvality a následné hodnocení kvality prostorových dat jsou vybrány tři příklady založené na kombinaci prostorových analýz. Příklady prostorových analýz jsou vybrány na základě dvou aspektů. Hlavním aspektem je dostupnost prostorových dat pro zvolené analýzy. V této práci jsou použita data, která jsou bezplatně dostupná všem uživatelům internetu nebo jsou dostupná studentům pro účely tvorby závěrečných prací. Na základě těchto dostupných dat jsou zvoleny takové prostorové analýzy, které lze vzhledem k datům provést. Dalším aspektem pro volbu prostorových analýz v této práci je orientace zejména na digitální modely terénu (DMT), proto dvě ze tří analýz budou zaměřeny na DMT. Ve většině případů práce v terénu, kdy je zakreslována poloha objektů a následně převáděna do prostorové databáze, jsou důležitou součástí informací o geoobjektech nejen data o poloze objektů v prostoru na Zemi, ale také informace o nadmořské výšce u geoobjektů. Body, linie a polygony či buňky rastru jsou tak vyjádřeny

polohou v 3D prostoru. Uvažováním třetího (výškového) rozměru prostoru se tak otevírají další možnosti prostorových analýz, zejména práce s DMT. V takovýchto analýzách lze např. uvažovat sklonitost terénu, expozici svahů, vliv slunečního záření na reliéf terénu, hydrologické modelování atd.

Na základě výše uvedených skutečností byly zvoleny následující prostorové analýzy, pro které byly navrženy tyto příklady:

Příklad 1: DMT – Analýzy expozice, sklonitosti a osvětlení terénu

Příklad se zabývá vyhledáním vhodných lokalit pro pěstování vinné révy v okolí Karlštejna. Oblast Berounska, kam okolí Karlštejna patří, je klimaticky teplou oblastí, která je navíc poměrně svažité. V okolí hradu Karlštejn je vinná réva již po staletí pěstována. V obci Karlštejn se dokonce již přes devadesát let nachází vinařská výzkumná stanice [66]. Příklad se snaží nalézt takové lokality, které poskytují pěstování vína nejvhodnější podmínky v daném území. Mohou tak být nalezeny pomocí analýz oblastí, které jsou pro pěstování vína vhodné, avšak je možné, že je nebude možné použít z nějakého důvodu, který není uvažován (např. oblast je majetkem obce, která chce plochu využít pro stavební účely, či může být plocha nevhodná z důvodu, že je využívána pro pastvu dobytka). Takovéto faktory jsou však při provádění analýz zanedbány.

Základní podmínkou pro pěstování vína je dostatek světla a tepla v oblasti. V českých podmínkách jsou vyžadovány především svahy jižním až jihozápadním směrem v nadmořské výšce 250 – 300 m n. m. Při vyšších nadmořských výškách již klesá teplota vzduchu a cukernatost plodů révy. Dalším důležitým faktorem je sklonitost terénu, kdy jsou doporučovány mírné svahy. Rovinatý terén snižuje náklady na pěstování vína, avšak víno je v tomto terénu méně kvalitní. Jižní svah však oproti rovině zvyšuje příjem slunečního záření. Např. pro jižní svah o sklonu 30° je příjem sluneční energie až o 46 % vyšší, avšak takto strmý svah je pracné obdělávat. Požadavky na teplo jsou v době květu vinné révy 20 – 25 °C. Oblast Berounska je velmi teplou oblastí ČR, kdy průměrná červencová teplota vzduchu je kolem 17 – 18 °C [5]. Neméně důležitými faktory pro pěstování vína je dostatek srážek a vhodná půda. Množství srážek lze zajistit v případě nedostatku zavlažováním. Pro pěstování vína jsou vhodné především kamenité půdy, ale vinnou révu lze pěstovat i v jiných druzích půd, protože vinná réva je na půdu celkem nenáročná. Druhy půd proto nebudou v tomto příkladu uvažovány. [6]

Na základě výše uvedených požadavků budou pomocí prostorových analýz vybrány vhodné lokality. Budou nalezena taková území, která odpovídají vhodné nadmořské výšce, vhodné sklonitosti a expozici terénu a zároveň místa, která jsou vystavena v průběhu dne největšímu slunečnímu záření. Po provedení analýz je žádoucí, aby byl mapový výstup s nalezenými vhodnými lokalitami porovnán s aktuálním ortofotem sledovaného území. Jsou tak zjištěny případné konflikty v nalezených lokalitách s neslučitelnými jevy pro pěstování révy.

Pro tuto analýzu jsou zapotřebí data, ze kterých lze snadno vytvořit DMT. Vhodná jsou např. vektorová data, která obsahují informace o vrstevnicích v krajině. Z těchto

vrstevnic lze pak snadno sestavit DMT, který je základem pro další analýzy terénu. Data nemusí zahrnovat příliš velkou oblast, postačí oblast několika km².

Příklad 2: Analýza s použitím obalových zón, funkce erase a dalších výpočtů

Příklad využívající prostorové analýzy buffer, erase a numerické výpočty s atributy je použit pro výpočet hrubého odhadu nákladů státu, kraje a obcí na spotřebu posypové soli na pozemních komunikacích. Je vymezena oblast Pardubického kraje, kde je snaha vypočítat spotřebu soli na komunikacích vyjma oblastí, kde nelze použít chemického posypu. Chemický posyp nelze použít v oblastech chráněných krajinných oblastí (CHKO). Tento zákaz je dán Zákonem o ochraně přírody a krajiny [10]. Některé úseky pozemních komunikací v CHKO lze však chemicky sypat dle vládních výjimek. Pro zjednodušení však dále nejsou uvažovány žádné vládní výjimky ze zákona, které povolují použití chemických prostředků i v některých oblastech všeobecného zákazu. Chemický posyp nelze používat taktéž u zdrojů pitné vody. Vodní nádrže, které jsou většinou zdrojem pitné vody, mají obvykle vymezena ochranná pásma ve svém okolí, kde nelze užívat chemický posyp. Ochranné pásmo I. stupně bývá vymezeno do vzdálenosti 100 m od nádrže. Oblast II. ochranného pásma může být v různé vzdálenosti od vodní plochy, protože pásmo je stanoveno podle možnosti negativního ovlivnění vodního zdroje [1]. Experimentálně bylo zjištěno, že jeho velikost sahá obvykle od 600 m až do 1000 m od nádrže, velikost pásma však závisí také na velikosti vodní nádrže. Dalším zjednodušením v příkladu je uvažování, že všechny vodní nádrže jsou zdrojem pitné vody. Tento předpoklad není reálný, protože některé vodní nádrže slouží např. pouze pro povodňové či rekreační účely, pro demonstraci příkladu použití prostorových analýz však bude uvažováno toto zjednodušení. Dále není uvažována ochrana léčivých pramenů v městě Lázně Bohdaneč.

Nejprve jsou tedy vyhledány silnice, které se nacházejí v CHKO. Tyto silnice jsou následně odebrány, aby nebyly započteny do spotřeby soli na silnicích. V kraji jsou poté vyhledány vodní nádrže. Pomocí funkce buffer jsou vytvořeny obalové zóny kolem vodních nádrží a následně je zjištěn průnik těchto zón s pásmy silnic. Tyto průniky jsou poté pomocí funkce erase odebrány. Chemický posyp taktéž nelze použít v okolí železničních přejezdů, proto jsou zjištěny průniky silnic a železnic a následně taktéž odebrány oblasti jejich okolí. Podle nařízení, týkajících se zimní údržby pozemních komunikací, je nutné ukončit používání chemického posypu v takové vzdálenosti od železničního přejezdu, aby nebyla narušena činnost automatických přejezdových zařízení. České dráhy definují zákaz chemického posypu 50 m v okolí železničního přejezdu [4, 42]. Po lokaci míst se zákazem chemického posypu je zjištěn celkový počet kilometrů silnic v celém Pardubickém kraji, kde lze chemický posyp použít. Na závěr je proveden výpočet, kdy je vynásoben celkový počet kilometrů v kraji s hrubým odhadem průměrné spotřeby soli za celé zimní období na kilometr.

Uvedená analýza je pouze ukázkovým příkladem použití prostorových analýz, protože reálný výpočet spotřeby soli by byl mnohem složitější.

Data potřebná pro tuto analýzu musí zahrnovat území celého kraje. Je zapotřebí, aby obsahovala informace o vodních plochách a silnicích v kraji. Vrstva silnic by měla zahrnovat dálnice a pozemní komunikace, které jsou v atributové tabulce charakterizovány svou délkou. Pro potřeby analýzy jsou tedy vyžadována vektorová data pro území celého kraje.

Příklad 3: DMT – analýza viditelnosti, funkce buffer a intersect

Příklad je založen opět na kombinaci prostorových analýz, kdy účelem příkladu je orientační nalezení vhodné lokality pro výstavbu větrné elektrárny. Základem pro příklad je mapa vhodného území pro výstavbu větrných elektráren, která je k dispozici online prostřednictvím mapových služeb na portálu geoportal.gov.cz, což je Národní geoportál INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe). Je vybráno území jednoho kraje, kde je velký výskyt území vhodných pro výstavbu větrných elektráren. Dále jsou vytipovány vrcholy, kde je velká intenzita větru. Poté jsou vybrány takové vrcholy, které jsou co nejbližší pozemním komunikacím, aby byl zajištěn obslužný servis elektráren. Na závěr je zjištěno pomocí analýzy viditelnosti, zda větrné elektrárny příliš nezasahují do vzhledu krajiny a nejsou příliš viditelné. Tento požadavek ale není příliš reálný, protože oblasti intenzivního větru a zároveň elektrárny na vrcholcích hor jsou většinou dobře viditelné z mnoha míst v krajině. Přesto však bude provedena tato analýza, která následně zjistí, zda jsou elektrárny skutečně viditelné ze svého okolí. Pro zjištění viditelnosti větrných elektráren je však zapotřebí k výšce vrcholů připočítat výšku elektrárny. Pro příklad je uvažována elektrárna o výkonu 1 000 W. Elektrárna s takovýmto výkonem by měla mít výšku přibližně 60 m, proto je k výšce vrcholů připočtena tato hodnota [11].

Výsledkem příkladu je nalezení lokalit, které jsou vhodné pro výstavbu větrných elektráren z hlediska výskytu ve větrném území, dopravní obslužnosti a co nejnižší viditelnosti ze svého okolí. Po provedení analýz je žádoucí, aby byl mapový výstup nalezených lokalit porovnán s aktuálním ortofotem zvolených lokalit a bylo tak zjištěno, zda se v daných lokalitách nenacházejí objekty, které by stavbu větrných elektráren znemožňovaly.

Pro provedení analýz jsou vyžadována data, která poskytují informace o vhodných území ČR, která poskytují potenciál pro výstavbu větrných elektráren. Jedná se o území ČR, kde je nejvíce větrno. Tato data lze získat z mapového serveru INSPIRE.

Pojmem INSPIRE je označena evropská infrastruktura prostorových dat, která byla zřízena Evropskou komisí. Snahou INSPIRE je poskytovat kvalitní standardizované prostorové informace zejména pro účely environmentální politiky. INSPIRE propojuje většinu agentur životního prostředí v Evropské unii. V ČR se jedná o agenturu CENIA (česká informační agentura životního prostředí). Tato agentura provozovala do 30. března 2011 vlastní geoportál mapových služeb pro potřeby veřejné správy a od 1. dubna téhož roku právě poskytuje mapové služby pomocí Národního geoportálu INSPIRE [52].

Pro tento příklad jsou dále vyžadována data, která jsou vhodná pro tvorbu DMT. Je možné opět použít např. vektorová data s vrstevnicemi. Pro lokalizaci vrcholů by bylo žádoucí, aby byly součástí dat výškové či kótované body. Dále je zapotřebí vrstva pozemních komunikací, která určuje možnost dopravního spojení s místem pro potenciální větrnou elektrárnu.

3.3 Identifikace kritérií kvality a jejich požadovaných hodnot pro zvolené prostorové analýzy

Na základě výše uvedených příkladů s použitím prostorových analýz musí být identifikována kritéria, která jsou důležitá pro hodnocení kvality prostorových dat, potřebných právě pro tyto prostorové analýzy. K problému je potřeba přistupovat maximalisticky, tedy tak, aby bylo možné hodnotit kvalitu dat podle co největšího počtu kritérií. Vysoce kvalitní data by měla být zevrubně popsána, aby byl uživatel dat seznámen se všemi skutečnostmi, které se dat týkají. Kritéria jsou identifikována na základě zvolených prostorových analýz, bez ohledu na dostupná data pro tyto analýzy. Pro uvedené příklady jsou identifikována následující kritéria:

Příklad 1: DMT – Analýzy expozice, sklonitosti a osvětlení terénu

Polohová přesnost – Z hlediska rozsahu zájmového území, kdy je příklad aplikován pro oblast okolí Karlštejna, je zapotřebí poměrně vysoká prostorová přesnost. Pro správnou lokaci míst vhodných pro pěstování vinné révy je zapotřebí, aby hodnota polohové horizontální přesnosti byla přibližně min. 2 m. Pro data s měřítkem do 1: 10 000, což zhruba odpovídá požadovanému rozlišení sledované oblasti vzhledem k její velikosti, je používána polohová přesnost se střední souřadnicovou chybou (RMSE) do 2 m [9]. Toto číslo je dáno standardem Úřadu pro veřejné informační systémy (viz [9]), který je již neplatný, ale poskytuje významná doporučení pro prostorová data používaná ve veřejné správě. Některé zdroje však uvádějí přesnost při měřítku 1: 10 000 až do 5 m [14]. Požadavek 2 m je dán prostorovým rozlišením některých objektů v terénu, např. polních cest, mezí, pahorků atd. Vertikální přesnost je vyžadována alespoň 5 m. Tato hodnota je důležitá především pro podmínku vhodné nadmořské výšky. Při požadavku 250 až 300 m n. m. je žádoucí znát výšku s touto přesností (5 m = 10 % odchylka od požadovaného rozmezí).

Tematická přesnost – Pro analýzy sklonitosti, expozice a osvětlení je vyžadována vysoká tematická přesnost, protože je zapotřebí lokality pěstování vinné révy poměrně přesně lokalizovat. V případě, že by data těchto analýz byla ve formě rastru, je zapotřebí definovat správnost klasifikace, která musí být min. 95 %. Tato hodnota vychází z doporučení evropského projektu GSE Land, což je projekt Evropské kosmické agentury (ESA), jehož cílem je „podpora standardních geoinformačních služeb a produktů založených na datech DPZ pro potřeby státní správy a samosprávy“ [62]. Dle tohoto projektu je doporučována

hodnota tematické přesnosti pro klasifikaci vyšší než 95 %, aby byla zajištěna věrohodnost klasifikace hodnot atributů [32]. V případě provádění analýz s vektorovými daty je možné požadavky na kvalitu atributů sklonitosti, expozice a osvětlení vyjádřit ve formě přesnosti kvantitativních atributů. Pro hodnoty této přesnosti nejsou stanovena žádná doporučení, lze však říci, že pro zajištění věrohodnosti by hodnoty neměly mít odchylku větší než 5 %. Tato hodnota vychází z GSE Land projektu, který požaduje 95 % všeobecnou tematickou přesnost pro data map využití půd [32]. Podrobnost tohoto druhu mapy lze porovnat s mapou výše jmenovaných jevů (sklonitosti, expozice a osvětlení).

Časová přesnost – Z pohledu daného příkladu může být časová přesnost velmi malá, protože povaha terénu pro určení sklonitosti, expozice či osvětlení je několik let stejná, pokud není provedena nějaká zásadní terénní úprava. Poslední aktualizace dat by tedy měla být přibližně max. před 10 lety (= rok 2001).

Úplnost – Je vyžadována vysoká míra úplnosti dat. Při neúplnosti atributů např. pro data vrstevnic, může dojít ke zkreslení podoby terénu. Míra datové úplnosti (CM) nesmí být nižší než hodnota 0,99, což odpovídá absenci jednoho záznamu na sto záznamů. Z popisu metadat některých prostorových jevů sledovaných Českým statistickým úřadem (ČSÚ) plyne, že úřad používá požadovanou hladinu úplnosti právě min. 99 % [12]. Modelová úplnost není hodnocena.

Logická konzistence – U dat musí být zajištěna topologická a tematická konzistence i konzistence vztahů mezi geometrickými a tematickými informacemi. Z pohledu topologické konzistence je zapotřebí, aby byla dodržena všechna topologická pravidla, např. nepřekrývající se vrstevnice. Topologická pravidla používaná v geodatabázích ArcGIS jsou uvedena ve zdroji [28]. Z hlediska tematické konzistence musí být zajištěna konzistence atributů, data tudíž nemohou obsahovat zbytečné či nesmyslné atributy. Konzistence vztahů mezi geometrickými a tematickými informacemi musí být zajištěna např. formou identifikačního čísla. Konzistence je vyjadřována procentuálním podílem prvků, které porušují konzistenci. Tento podíl by neměl překročit 1 %. Tato hodnota plyne např. taktéž z užívané hodnoty ČSÚ [12].

Správnost – Kritérium správnosti hovoří o tom, zda jsou reálné informace správně zaznamenány do podoby prostorové databáze. Správnost je spojena s výskytem systematických chyb polohové přesnosti, které vznikají např. při chybné digitalizaci papírových map do digitální podoby. Je tedy zapotřebí zjistit ze specifikace dat informace o systematických chybách a stanovit, zda nelze v řadě systematických chyb vysledovat určitou závislost a nejsou tak data komplexně špatně pořízena. Hodnota systematické chyby by neměla přesáhnout 5 % odchylku od vyžadované polohové přesnosti, tedy neměla by být větší než 0,1 m. Tato hodnota vychází z porovnání s tematickou přesností, která stanoví taktéž min. 95% přesnost.

Rozlišení – Je zapotřebí stanovit přesnost prostorového a tematického rozlišení. Prostorové rozlišení vektorových dat je vyžadováno alespoň 2 m, aby bylo možné rozlišit

překážky v terénu, např. skalní útvary či skupiny balvanů. Rozlišení 2 m je taktéž přínosné pro získání dostatečně podrobného DMT, kdy tato vzdálenost vrstevnic poskytuje vhodný podklad pro tvorbu DMT. Pro správnou lokaci území je také zapotřebí rozlišit např. cesty, rokliny či jiné jevy v území, aby byla zajištěna přístupnost lokalit. U rastrových dat (např. výsledné formáty analýzy sklonů, expozic a osvětlení či rastr DMT) by mělo být prostorové rozlišení rastru taktéž 2 m. Toto rozlišení je dáno nejmenší velikostí jevů v terénu, které je třeba rozeznat. S takovýmto rozlišením rastru je např. možné definovat svahy v terénu s přesností až na 2 m. Obecně platí, že čím nižší je velikost buňky rastru, tím je rastr přesnější, je však nutné počítat s vyššími nároky na paměť pro uložení rastru (obecně čtyřnásobné zvětšení paměti při dělení buňky na půl). Tematické rozlišení pro data vrstevnic a jejich atribut výšky musí být min. s přesností na metry. Časové rozlišení není zjišťováno, protože by se v tomto případě prolínalo s časovou přesností.

Původ – Pro každou datovou sadu by měl být alespoň stručně popsán původ dat, kdo a jak data vytvořil. Zdroj dat musí být důvěryhodný, je tedy žádoucí, aby data pro analýzy poskytl např. státní úřad.

Účel – Měl by být definován původní účel a plánované užití dat. Na základě účelu může být stanoveno, zda jsou data pro daný příklad vhodná.

Uplatnění – Kritérium popisující dosavadní užití prostorových dat v prostorových analýzách. Je prvkem pro hodnocení vhodnosti dat, která mají být použita pro daný příklad a prostorové analýzy. V případě analýz sklonitosti, expozice a osvětlení by bylo u dat dobré zjistit na základě kritéria uplatnění, že již byla data použita i pro účely těchto analýz.

Dostupnost – Pro provedení zvoleného příkladu je nutné zjistit dostupnost dat. Je zapotřebí získat informace o autorských právech vztahujících se k použití dat a zjistit, zda jsou potřebná data pro analýzu fyzicky dostupná.

Výsledky analýzy je zapotřebí porovnat s ortofotem, aby bylo zjištěno, zda lze ve vybraných lokalitách skutečně pěstovat vinnou révu a nenacházejí se zde objekty, které by využití lokalit znemožňovaly. Pro ortofoto je definován požadavek na časovou přesnost a požadované měřítko, které uvádí míru prostorové podrobnosti ortofota. Časová přesnost je dána datem poslední aktualizace, která by neměla být déle než před 1 až 1,5 rokem, aby byla zajištěna vysoká aktuálnost. Vzhledem k velikosti sledovaného území je zapotřebí min. měřítko 1: 10 000, které stanoví, že polohová přesnost objektů získaných z takto podrobné mapy by neměla být nižší než 2 m.

Souhrn číselných požadavků na kritéria kvality pro Příklad 1 uvádí tabulka 1 v příloze 5.

Příklad 2: Analýza s použitím obalových zón, funkce erase a dalších výpočtů

Polohová přesnost – Vzhledem k rozsáhlosti sledovaného území, které zaujímá celý Pardubický kraj je vyžadována nižší polohová přesnost. Požadovaná hodnota absolutní polohové horizontální přesnosti pro data je postačující do 50 m. Tato hodnota se odvíjí od

předpokládaného minimálního požadovaného měřítka mapy, které je dáno velikostí sledovaného území. Celé území kraje může být zobrazeno s postačujícím měřítkem 1: 500 000, pro podrobnější zaměření některých jevů dle příkladu je však zapotřebí mapa s měřítkem min. 1: 100 000. Dle tabulky ve zdroji [9] odpovídá toto měřítko zhruba polohové přesnosti do 50 m. Tato absolutní polohová přesnost je vyhovující i pro vrstvu CHKO, pro kterou standard INSPIRE definuje doporučení týkající se geometrické reprezentace CHKO, které stanoví, že polohová přesnost musí být vyšší než 100 m [21].

Celková polohová přesnost dat však musí být mnohem vyšší, protože požadavky na relativní polohovou přesnost jsou vyšší. Např. pro definici obalové zóny okolo železničních přejezdů, která má mít velikost 50 m, je nutné, aby relativní přesnost silnic vzhledem k poloze přejezdu byla min. 5 m (odchylka 10 % od požadovaného rozmezí). Předpoklad přesnosti 5 m platí také pro vztahy vrstvy silnic a CHKO či silnic a vodních ploch. Tyto požadavky absolutní a relativní polohové přesnosti lze tedy shrnout tak, že absolutní („souřadnicová“) polohová přesnost nemusí být vysoká, avšak relativní přesnost dat udávající vzájemnou přesnost mezi datovými objekty musí být mnohem vyšší. Vertikální polohová přesnost není v tomto příkladě sledována.

Tematická přesnost – Přesnost je sledována především u dat, týkajících se silnic a vodních ploch. U datové sady silnic je důležitá tematická přesnost u atributů délky silnic a počtu jízdních pruhů. Délka silnic by měla být s přesností na metry. Počet jízdních pruhů by měl být správně klasifikován s obvykle používanou hranicí 95 % úspěšnosti (viz [32]). Pro datovou sadu týkající se vodních ploch by měl být s min. přesností 95 % klasifikován typ vodní plochy, především zda se jedná o vodní nádrž či nikoli. Atributová přesnost je také sledována pro atribut vyjadřující velikost obce, protože v mapě je žádoucí zobrazit pouze obce většího charakteru. Pro tento atribut je dostačující tematická přesnost min. 90 %, protože zobrazené obce se svou velikostí nejsou pro daný příklad příliš důležité a mají pouze informační charakter.

Časová přesnost – Data by měla být časově platná, s poslední datovou aktualizací nejpozději před dvěma lety (= rok 2009). Důvodem je sledování především silnic, které se mohou v průběhu dvou let podstatně změnit. Během dvou let může být např. silnice rozšířena o jízdní pruh, či může být běžná silnice převedena na rychlostní komunikaci, která je poté dvojnásobně široká.

Úplnost – Hodnota datové úplnosti je stanovena na hranici obvyklých min. 99 %, tedy může chybět max. jeden záznam na sto záznamů. Datová úplnost je hodnocena pouze pro vrstvy z databáze, které jsou využívány k dalším analýzám, nemusí tak být hodnocena pro ilustrativní data. Hodnota je odvozena např. z evidence ulic ČSÚ, který eviduje 99 % těchto jevů [13]. V případě evidence silnic by měly být úseky evidovány taktéž min. v 99 %. Modelová úplnost vyžaduje, aby byly v prostorové databázi všechny potřebné vrstvy pro provedení analýz. Tento požadavek modelové úplnosti je považován za samozřejmost, protože již při výběru prostorových dat je kladen na tuto úplnost důraz.

Logická konzistence – Podobně jako je tomu u Příkladu 1, musí být zajištěna topologická a tematická konzistence i konzistence vztahů mezi prostorovými a tematickými údaji. Logická konzistence je hodnocena pouze u vrstev, které jsou využívány v analýzách, nikoli u všech vrstev v databázi dat. Konzistence vztahů prostorových a tematických informací je zajištěna formou výskytu identifikačních čísel. Topologická konzistence musí být zajištěna dodržáním topologických pravidel (viz [28]). Dodržení některých topologických pravidel lze zjistit již pohledem na data. Např. lze vysledovat, zda se nepřekrývají plochy vodních nádrží s plochami rybníků. Tematickou konzistenci lze zjistit taktéž průzkumem dat, kdy musí být zjištěno, zda nejsou některé atributy uvedeny chybně či nesmyslně. Např. nemůže mít silnice 2. třídy čtyři jízdní pruhy. Podíl prvků porušujících konzistenci nesmí překročit 1 %. Tento požadavek plyne taktéž z požadavků ČSÚ na prostorová data (viz [12]).

Správnost – Kritérium vyjadřuje vhodně zvolenou metodu při pořizování dat. Data potřebná pro uvedený příklad by měla být získána dostatečně přesnou a věrohodnou metodou. Tento požadavek je zjištěn sledováním systematické chyby polohové přesnosti. Informace o této přesnosti by měly být dostupné ve specifikaci dat. Na základě průběhu velikosti systematické chyby přesnosti v jednotlivých záznamech je zjištěno, zda je systematická chyba zanedbatelná či zda je vysoká a ovlivnila tak kvalitu pořízených dat. Hodnota průměrné systematické chyby by neměla převýšit 2,5 m, což odpovídá 5 % polohové horizontální přesnosti.

Rozlišení – Vektorové rozlišení zdrojových dat by mělo být min. 3 m. Toto rozlišení je dáno nejmenším rozměrem jevu, který je sledován. Vzhledem k tomu, že jsou zkoumány všechny silnice v kraji, je tento rozměr dán obvyklou šířkou jízdního pruhu silnice. Rastrové rozlišení v tomto příkladě není uvažováno. Tematické rozlišení je sledováno pro délku silnic, kdy délka by měla být uvedena s přesností minimálně na metry. Časové rozlišení není uvažováno.

Původ – Pro tento příklad, stejně jako pro každou datovou sadu, by mělo být známo, kým a jakým způsobem byla data vytvořena. Tato informace je důležitým aspektem pro určení vhodnosti dat. Zdrojem dat by měla být státní instituce, aby byl zajištěn kvalitní původ dat a data tak byla důvěryhodná.

Účel – Taktéž jako u kritéria původu je účel důležitým aspektem pro hodnocení vhodnosti dat. Mělo by být popsáno plánované užití dat a pro kterou prostorovou analýzu jsou data vhodná. Na základě účelu lze rozhodnout, zda lze data použít.

Uplatnění – Pokud je k dispozici u datové sady informace o dosavadním uplatnění prostorových dat v analýzách, je tato informace pro současného uživatele dat velice cenná. Ze specifikace dat se může dozvědět, že data již byla uplatněna pro podobné analýzy, jaké jsou použity v tomto příkladu.

Dostupnost – Je vyžadováno, aby datová sada byla dostupná uživateli především z hlediska autorského zákona, tedy aby data byla pořízena legální formou a byla fyzicky k dispozici v době provádění analýz.

Souhrn číselně vyjádřených požadavků na kritéria kvality pro Příklad 2 uvádí tabulka 2 v příloze 5.

Příklad 3: DMT – analýza viditelnosti, funkce buffer a intersect

Polohová přesnost – Příklad zaujímá území o rozloze celého kraje, proto jsou požadavky na polohovou přesnost podobné, jako byly u Příkladu 2. Pro data, vyjadřující území vhodná pro výstavbu větrných elektráren, je postačující horizontální polohová přesnost do 50 m. Tento požadavek je dán postačujícím měřítkem 1: 100 000 pro zobrazení větrných území (viz [9]). Absolutní polohová horizontální přesnost ostatních vektorových dat je na základě měřítka požadována taktéž min. 50 m. Pro vektorová data vrstevnic a výškových bodů by měla být vertikální polohová přesnost min. 5 m. Vzhledem k tomu, že cílem příkladu není stanovení přesné nadmořské výšky místa s potenciální větrnou elektrárnou, ale nalezení místa vhodného pro její stavbu bez ohledu na přesnou výšku, je postačující tato přesnost. Z hlediska nadmořské výšky bude pouze zkoumáno, které vrcholy jsou nejvyšší, konkrétní čísla tedy nejsou v tomto případě příliš důležitá.

Relativní horizontální polohová přesnost musí být u dat vyšší. Požadována je min. přesnost 5 m. Vzhledem k požadavkům při provádění analýz je tato přesnost postačující. Tato přesnost je dána např. vztahem vrstevnic a výškových bodů (správné zařazení výškového bodu do terénu) či vztahem výškových bodů vzhledem k vrstvě silnic a území vhodných pro výstavbu větrných elektráren.

Tematická přesnost – V daném příkladu je nutné zajistit tematickou přesnost pro data týkající se sídel, výškových bodů, území vhodných pro výstavbu větrných elektráren a následně také pro vrstvu viditelnosti. Pro vrstvu sídel je důležitá přesnost atributu (správnost klasifikace) velikosti sídel, protože jsou opět vybrána pro názorné zobrazení pouze významná sídla. Přesnost tohoto atributu je postačující na hranici 90 % podobně jako u předchozího příkladu, protože se jedná pouze o informativní znázornění významných sídel. U datové vrstvy výškových bodů jsou sledovány názvy vrcholů, které by měly být odpovídající s min. tematickou přesností 95 %. Pro vrstvu zobrazující místa vhodná pro větrné elektrárny a vrstvu viditelnosti je nutné, aby byla klasifikace poměrně přesná s min. tematickou přesností 95 %. Hodnota přesnosti plyne z obvyklé hranice přesnosti, dané např. projektem GSE Land.

Časová přesnost – Není vyžadována vysoká časová přesnost. Pro potřeby příkladu je nutné nalézt území, které je vystaveno velké intenzitě větru a které je přístupné z hlediska obslužnosti. Oblasti velké intenzity větru jsou prakticky neměnné, proto je časový aspekt důležitý pouze pro data silnic. Poslední aktualizace datové sady by měla být tedy max. přibližně před 5 lety (2006), protože je pro příklad pouze důležité, zda se v daném území silnice vyskytují bez ohledu na jejich stav či velikost.

Úplnost – Hranice datové úplnosti (CM) by neměla být u datové sady nižší než 0,99, jak plyne z požadavků na jevy ČSÚ (viz [12, 13]). Pro datové vrstvy by mělo tudíž platit, že může chybět na sto záznamů max. jeden záznam, aby byla zajištěna věrohodnost datové sady.

Modelová úplnost není zkoumána, protože je opět nutnou podmínkou již při výběru datové sady.

Logická konzistence – Topologickou konzistenci lze opět zjistit pohledem na data, kdy musí být zjištěno, zda nejsou porušena topologická pravidla (viz [28]). Např. by se neměly překrývat vrstevnice nebo by měla být zajištěna uzavřenost polygonů. Tematickou konzistenci lze taktéž zjistit zobrazením si atributů dat a zkontrolováním hodnot atributů, zda odpovídají realitě a nejedná se o nesmyslné údaje. Konzistence vztahů prostorových a tematických dat musí být zajištěna identifikačními čísly záznamů. Časová konzistence není sledována. Podíl prvků porušujících konzistenci nesmí překročit hranici 1 % počtu všech prvků (viz informace o metadatech ČSÚ – [12]).

Správnost – Je dobré zjistit, zda byla data získána vhodnou a přesnou metodou. Měla by být získána informace o výskytu systematických chyb polohové přesnosti a následně tato informace analyzována, zda nebyla data pořízena nevhodnou metodou (systematické chyby jsou vysoké). Systematická chyba by v průměru neměla být vyšší než 5 % horizontální polohové přesnosti, což odpovídá 2,5 m.

Rozlišení – Pro vektorová data je požadováno minimální rozlišení 3 m. Toto rozlišení je dáno obvyklou šířkou jízdního pruhu silnice, protože musí být identifikovány všechny silnice s min. touto šířkou pro zajištění dopravní obslužnosti elektráren. Pro data území vhodných pro výstavbu elektráren je postačující vektorové rozlišení 10 m. Toto rozlišení je dáno požadavkem na minimální velikost území pro výstavbu elektrárny. Pro rastr viditelnosti, který je později vytvářen, je vyžadováno rastrové rozlišení taktéž 10 m. Pro rastr DMT je vyžadováno rozlišení 5 m, aby byl dostatečně podrobně modelován terén s výškovými body a byla dodržena vertikální polohová přesnost. Tematické rozlišení dat vrstevnic a výškových bodů a jejich atributu výšky by mělo být na min. 5 m. Absolutní hodnota výšek není v tomto příkladu důležitá, proto je postačující toto tematické rozlišení. Časové rozlišení není sledováno.

Původ – Musí být definován zdroj a způsob tvorby dat. Jsou vyžadována data z důvěryhodných zdrojů, např. od státních institucí či z jiných ověřených zdrojů.

Účel – Na základě kritéria účelu by mělo být možné zjistit, zda jsou daná data vhodná pro analýzu viditelnosti a analýzy využívající funkce buffer a intersect pro účel nalezení vhodné lokality pro výstavbu větrných elektráren.

Uplatnění – Mělo by být uvedeno dosavadní uplatnění datové sady, které podává současnému uživateli důležitou informaci o vhodnosti dat pro aktuální užití dat.

Dostupnost – Musí být popsána autorizační práva vztahující se k datům, aby mohla být data legálně použita. Je nutné také zjistit, zda data budou k dispozici v době provádění analýz.

Výsledky příkladu by měly být opět porovnány s aktuálním ortofotem, aby bylo zjištěno, zda lze na vytipovaných lokalitách skutečně postavit větrnou elektrárnu a nenacházejí se zde jevy či objekty, které by tuto stavbu znemožňovaly. Kvalitativní

požadavky na ortofoto jsou z hlediska aktuálnosti a měřítka, které zaručuje prostorovou podrobnost ortofota. Aktuálnost ortofota by měla být dána poslední aktualizací před nejdéle 1 – 1,5 rokem (2010), aby bylo zajištěno, že již např. není lokalita zastavěna. Měřítka by měla být velmi podrobná, min. 1: 5 000, aby byla lokalita podrobně zkontrolována, zda se zde nenacházejí neslučitelné jevy se stavbou.

Souhrn číselných požadavků na kritéria kvality pro Příklad 3 uvádí tabulka 3 v příloze 5.

3.4 Metodika hodnocení kritérií kvality

Pro hodnocení kvality prostorových dat je obecně používána většinou přímá interní nebo externí metoda. V některých případech lze však použít i nepřímou metodu (viz kapitola 2.2.2). Pro přímou metodu existují dva základní přístupy či metody – úplná kontrola, kdy je kontrolována kvalita dat u všech prvků datové sady, a vzorkování, kdy je vybrán pouze reprezentativní vzorek dat. V této práci je pro některá kritéria použita metoda vzorkování.

Norma ČSN ISO 19114 definuje postup vzorkování. Dle normy je nejprve zvolena metoda vzorkování – náhodné, stratifikované či nenáhodné vzorkování. Poté jsou definovány jednotky vzorkování, což jsou minimální entity, které jsou kontrolovány (např. vzhledy sledovaného jevu). Následně je z rozsahu dat určena kontrolovaná dávka, což je soubor dat, ze kterých bude vybírána oblast vzorkování. Jedná se o data vytvořená stejným způsobem ve stejné době (v této práci se bude rovnat množina rozsahu dat s kontrolovanou dávkou). Poté je kontrolovaná dávka rozdělena na vzorkované entity (rozsah výběru), což je oblast, kde se provádí vzorkování. Na závěr je zvolen poměr vzorkování, kdy je řečeno, kolik jednotek bude pro kontrolu vybráno, poté jsou tyto jednotky vybrány a zkontrolovány.

Výběr rozsahu výběru může být proveden např. na základě území, kdy je vybrána část sledovaného území, nebo může být proveden na základě vzhledů jevů, kdy je vybráno určité procento objektů sledovaného jevu. Tento druhý způsob výběru je založen na tom, že jsou vzorky vybírány na základě neprostorových atributů. Postup odběru vzorků může být buď účelový, nebo může být provedeno pravděpodobnostní vzorkování. Pravděpodobnostní vzorkování, které bude převážně používáno v této práci, vychází z teorie výběru a předpokládá, že každý odebraný vzorek má známou svou pravděpodobnost výběru. Při kontrole kvality v této práci bude použito pro některá kritéria náhodné vzorkování, kdy jsou vzorky vybírány zcela náhodně.

V normě ČSN ISO 19114 jsou definovány míry kvality dat pro jednotlivá kritéria kvality. Ze všech uvedených měr budou použity (pokud to bude možné) dále uvedené.

Polohová přesnost – Pro všechny typy polohové přesnosti lze použít metodu výpočtu pomocí RMSE. Musí být změřena chybová vzdálenost mezi souřadnicemi geoobjektu v prostorové databázi a souřadnicemi v universu diskurzu. Z chybových vzdáleností je poté vypočtena RMSE.

Tematická přesnost – Správnost klasifikace lze vyjádřit procentem správně klasifikovaných objektů či vytvořením matice pro posuzování tematické přesnosti (viz tabulka 1). Jsou porovnány třídy klasifikace jevů v prostorové databázi se skutečnými třídami jevů v universu diskurzu. Poté je vypočten procentuální podíl správně klasifikovaných objektů vzhledem k celkovému počtu objektů v databázi. Správnost nekvantitativních atributů je zjištěna porovnáním hodnot atributů s hodnotami v universu diskurzu. Správnost kvantitativních atributů může být zjištěna pomocí výpočtu RMSE.

Časová přesnost – Je zjišťována pouze časová platnost, tedy datum poslední aktualizace dat. Zjištěné datum poslední aktualizace je pouze porováno s požadavkem uživatele.

Úplnost – Míra úplnosti – typu vynechání – je zjištěna tak, že je porovnán počet geoobjektů v universu diskurzu s počtem geoobjektů v prostorové databázi. Tím je zjištěn počet chybějících objektů, na základě něhož je vypočtena míra úplnosti. Pro zjištění počtu chybějících hodnot atributů je proveden stejný postup.

Logická konzistence – Konzistenci vztahů mezi geometrickými a tematickými informacemi lze zjistit pouhým pohledem na data, zda jsou u všech geoobjektů uvedena identifikační čísla. Tematická konzistence (dle norem ČSN ISO 19113 a 19114 se jedná o tzv. doménovou konzistenci) je zjištěna porovnáním hodnot atributů jednotek (geoobjektů) s přípustnými intervaly hodnot atributů a je stanoveno, zda některá z hodnot atributů není vně intervalu. Topologická konzistence je určena pohledem na geoobjekty (náhodným vzorkováním), kdy je stanoveno, zda objekty jednotlivých jevů neporušují topologická pravidla. Následně může být vypočten procentuální podíl objektů, které porušují topologická pravidla vzhledem k celkovému počtu objektů.

Hodnoty ostatních kritérií kvality jsou zjištěny formou průzkumu dat či jejich specifikace. Pro tato kritéria nejsou použity žádné zvláštní metody pro měření kvality.

3.5 Popis zdrojových dat pro prostorové analýzy

Jak již bylo řečeno v úvodu kapitoly 3.2, data pro aplikaci prostorových analýz byla vybírána na základě bezplatného přístupu veřejnosti nebo studentům při tvorbě závěrečných prací. Dále byla data vybrána s ohledem na jejich modelovou úplnost. Modelová úplnost vyjadřuje, jak obsah prostorové databáze koresponduje s daty potřebnými pro datovou aplikaci. Prostorová databáze je tedy modelově úplná, pokud obsahuje potřebná data pro prostorové analýzy, proto byla podmínka modelové úplnosti zohledněna již při výběru dat. Pro aplikaci prostorových analýz byla tedy vybrána následující data:

ArcČR 500 verze 1.3 – Jedná se o digitální geografickou databázi v měřítku 1 : 500 000 od společnosti ARCDATA PRAHA, s.r.o. vytvořenou v roce 1997 a aktualizovanou v dubnu roku 2002. Univerzita Pardubice vlastní licenci na používání této databáze a studentům jsou data přístupná pro výukové účely i pro účely závěrečných prací.

Převážná část databáze je ve vektorové podobě, součástí databáze jsou však i dva rastry, vyjadřující reliéf terénu. Hlavním účelem databáze je zpřístupnění přehledných prostorových dat uživatelům GIS, která umožní aplikaci široké řady prostorových analýz. Data lze využít pro oblasti obchodu a marketingu, cestovního ruchu, státní správy i pro oblast školství.

Data ArcČR byla vytvořena na základě map a databází Zeměměřického úřadu – *Mapy České republiky v měřítku 1 : 500 000* pro základní geografické prvky vyjadřující plochy lesů, vodní plochy, plochy a body sídel, linie vodstva, silniční a železniční síť, dále na základě *Fyzickogeografické mapy ČR 1 : 500 000* pro data výškopisu a vektorové *databáze územně technických jednotek* pro definici administrativních jednotek.

Vektorová data jsou uložena ve formátu *shapefile*, což je standardní formát GIS programů společnosti ESRI, rastry jsou uloženy v podobě *tiff* souborů. Výchozím souřadnicovým systémem dat ArcČR je systém S-JTSK (systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální). Databáze byla pořízena poloautomatickou vektorizací a zpracována v prostředí ArcGIS společnosti ESRI. [2]

Databázi lze rozdělit na tři tematické oblasti [2]:

- 1) Základní geografické prvky – obsahuje data silniční a železniční sítě, lesní plochy, vodní plochy a toky, sídla a výškopis.
- 2) Administrativní jednotky – základní územní jednotky, spádové obvody úřadů, okresy a kraje.
- 3) Rozšiřující tematické informace – zeměpisná síť, klad listů státních mapových děl, hraniční přechody a letiště.

Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED®) - výškopis - 3D vrstevnice - ukázkový soubor – Jedná se o ukázkový soubor dat z databáze ZABAGED, který obsahuje data výškopisu ve formě 3D vrstevnic. Databáze ZABAGED je vydávána ČÚZK. Zdarma vydávaný ukázkový soubor odpovídá jednomu mapovému listu ZABAGED o velikosti 18 km². Soubor je k dispozici ve formátu *shapefile (shp)* nebo ve formátech *dgn7* či *dxf*. Data je možné využívat taktéž ve třech formátech souřadnicových systémů – S-JTSK, WGS 84 nebo WGS 84 / UTM.

Popis výškopisné části databáze ZABAGED je následující: „Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED) je digitální geografický model území České republiky (ČR) na úrovni podrobnosti Základní mapy ČR 1 : 10 000 (ZM 10). Výškopisnou část ZABAGED tvoří 3 typy objektů vrstevnic se základním intervalem 5, 2, nebo 1 m v závislosti na charakteru terénu doplněné o vybrané terénní hrany. Objekty jsou reprezentovány trojrozměrnou vektorovou prostorovou složkou. [19]“

Celá databáze je průběžně aktualizována. V současné době odpovídají roky aktualizace mezi 2005 – 2010. Ukázkový soubor, popisující oblast okolí Karlštejna, je aktualizován k roku 2007.

Data výškopisu databáze ZABAGED obsahují mimo jiných dat informace o vrstevnicích v daném území, které jsou reprezentovány třemi soubory *shp*. Vrstevnice v databázi ZABAGED jsou tvořeny vrstevnicemi hlavními, zesílenými a doplňkovými, které se vzájemně liší velikostí vrstevnicového intervalu. [19]

Mapové služby Národního geoportálu INSPIRE – Mapové služby jsou poskytovány online bezplatně formou WMS (Web Map Services) služeb nebo prostřednictvím SOAP (Simple Object Access Protocol) služeb ESRI ArcGIS Serveru. V této práci jsou data mapových služeb používána prostřednictvím ArcGIS Serveru. Národní geoportál INSPIRE nabízí touto formou mnoho datových vrstev, které zobrazují nejrůznější geografické jevy, administrativní členění ČR, veřejné instituce či statistické a jiné údaje. Pro potřeby zvolených prostorových analýz byly využity vrstvy zobrazující chráněná území ČR a území vhodná pro výstavbu větrných elektráren. Nevýhodou takto poskytnutých datových vrstev je, že jsou určeny pouze pro prohlížení, proto je nutné pro potřeby analýz datové vrstvy ručně digitalizovat, nebo z vrstev vytvořit obrázek a následně georeferencovat. [51]

3.6 Hodnoty kritérií kvality použitých prostorových dat

V této kapitole jsou uvedeny konkrétní kvantitativní hodnoty či nekvantitativní popisy hovořící o kvalitě použitých prostorových dat pro zvolené prostorové analýzy. Naměřené či zjištěné údaje jsou uvedeny zvláště pro jednotlivá kritéria daných příkladů aplikace prostorových analýz. Údaje jsou zjištěny ze specifikací jednotlivých prostorových databází, které byly stručně popsány v kapitole 3.5 (viz zdroje [2, 19, 20, 50]) a z dalších v textu uvedených zdrojů či ze samotných dat.

Příklad 1: DMT – Analýzy expozice, sklonitosti a osvětlení terénu

Pro tento příklad jsou použity pouze vrstvy vrstevnic z výškopisné části databáze ZABAGED. Proto jsou hodnoty kritérií kvality pro tento příklad zjišťovány pouze z těchto vrstev.

Polohová přesnost – Informace o polohové přesnosti vrstevnic nelze z daných dat ani z jejich specifikace zjistit. Pro zjištění této přesnosti by muselo být provedeno měření v terénu či porovnání polohy v databázi ZABAGED s jinou přesnější databází. Tento postup byl již proveden na reprezentativním území v rámci jedné diplomové práce (viz [26]). Autorka v práci provedla porovnání hodnot výšek z výškopisu ZABAGED (měřítko 1 : 10 000) s hodnotami z přesnějších dat z Technickohospodářské mapy (měřítko 1 : 1 000 a 1 : 2 000). Zjistila tak, že horizontální polohová přesnost nepřesahuje u databáze ZABAGED s vysokou pravděpodobností 3 m. Jiný zdroj uvádí, že polohová horizontální přesnost je zhruba 3 – 10 m [23], další zdroj uvádí polohovou přesnost dat ZABAGED 1 – 10 m podle třídy objektu [47]. Konkrétně pro data vrstevnic však údaj není zjištěn. Vertikální polohová přesnost je podle autorky diplomové práce v přehledném terénu obvykle max. do 3 m. Tento předpoklad

potvrzuje i zdroj [23]. V nepřehledném terénu může být chyba o něco vyšší (až 7 m). Po shrnutí těchto zdrojů je uvažováno, že hodnota polohové horizontální přesnosti se pohybuje v rozmezí 1 – 10 m a hodnota vertikální přesnosti je kolem 3 m. [26]

Tematická přesnost – Pro hodnocení tematické přesnosti musí být k dispozici universum diskurzu, se kterým lze porovnat hodnoty. Pro určení správnosti klasifikace či přesnosti kvantitativních atributů vyjadřujících sklonitost, expozici a osvětlení by musela být k dispozici data, která taktéž vyjadřují tyto atributy, avšak by musela být přesnější a působit tak jako etalon pro data v příkladu. Takováto data nejsou k dispozici, proto nemůže být tematická přesnost pro tento příklad posuzována. Lze však říci, že program ArcGIS, který tyto analýzy provádí a vytváří tak data sklonitosti, expozice a osvětlení, je při výpočtech z dat vrstevnic velmi přesný. Je tedy možné očekávat, že kritérium tematické přesnosti by mělo být splněno s ohledem na poměrně přesná data vrstevnic.

Časová přesnost – Data výškopisu ZABAGED byla pro dané území aktualizována k roku 2007.

Úplnost – Úplnost může být hodnocena pouze ve vztahu k universu diskurzu. Pro data příkladu však není k dispozici, proto nelze úplnost hodnotit. Není v tomto případě možné říci, zda některé objekty chybí či přebývají. Úplnost rastrů sklonů, expozic a osvětlení je závislá na úplnosti dat vrstevnic, pro tato data však nelze úplnost určit.

Logická konzistence – V případě zjišťování hodnot kritéria topologické konzistence je již použita metoda vzorkování. Kontrolovanou dávkou je celý rozsah dat vrstevnic, který je taktéž totožný s rozsahem výběru. Pro ostatní vrstvy databáze není zapotřebí topologickou konzistenci kontrolovat. Jednotkami výběru jsou jednotlivé geoobjekty (vrstevnice). Je použita metoda náhodného vzorkování na základě výběru území, kdy jsou z vrstev vrstevnic databáze ZABAGED vybrány náhodně části sledovaného území, u kterých je prohlédnutím dat zjištěno dodržení základních pravidel topologické konzistence. Dle průzkumu dat nebyla zjištěna žádná porušení topologické konzistence, podíl prvků porušujících konzistenci je 0 %.

Tematická konzistence je zjištěna úplnou kontrolou. Pro tři vrstvy vrstevnic je zjišťována tematická konzistence atributu *VYSKA* u všech jednotek vrstev. Porušení tematické konzistence nebylo zjištěno u žádné jednotky, proto je podíl prvků porušujících konzistenci taktéž 0 %. Konzistence vztahů mezi tematickými a prostorovými informacemi je taktéž zajištěna u všech vrstev.

Správnost – Na základě již zmíněného zdroje informací o polohové přesnosti ([26]) lze zjistit, že průměrná systematická chyba dat ZABAGED (pro sledovanou oblast) byla rovna 0,232 m. Lze tedy říci, že systematická chyba je poměrně významná a měla by být nižší. Toto tvrzení je však podloženo pouze na sledovaném území ve zdroji [26], proto nelze s jistotou říci, zda uvedený předpoklad platí i pro tento příklad.

Rozlišení – Dle specifikace dat je rozlišení vrstevnic 1 – 5 m. Pro data, vyjadřující sklonitost, expozici a osvětlení terénu byly vytvořeny rastry s velikostí buňky 5 m. Tematické rozlišení je požadováno u vrstevnic a jejich výšek s přesností na metry, což u vrstevnic

odpovídá. Pouze u vrstevnic zesílených je výška uváděna v desítkách metrů, což však odpovídá jejich povaze, kdy mají zobrazovat pouze zásadní vrstevnice, proto není tento jev pokládán za známku nižší kvality dat.

Původ – Původ je poměrně dostatečně popsán v metadatech databáze ZABAGED (viz [20]). Zdrojem dat je ČÚZK, tedy důvěryhodná instituce.

Účel – Přímý účel dat není definován. Data lze použít pro širokou škálu prostorových analýz.

Uplatnění – Dosavadní uplatnění dat není ve specifikaci popsáno.

Dostupnost – Data ukázkového souboru databáze ZABAGED byla poskytnuta bezplatně, nelze je však nijak komerčně dále šířit. Data jsou dostupná online na stránkách ČÚZK, po stažení je lze offline jakkoli využít pro potřeby prostorových analýz.

Ortofoto – měřítko – 1:13 300

Ortofoto – časová přesnost – Část ortofota je pořízena v roce 2004, část v roce 2008.

Následující tabulka 3 uvádí hodnoty požadovaných kritérií a skutečné hodnoty těchto kritérií pro použitá data v Příkladu 1.

Tabulka 3: Hodnoty kritérií kvality pro Příklad 1 (zdroj: [vlastní])

Kritérium kvality prostorových dat	Požadovaná hodnota kritéria	Hodnota kritéria dle dat
Polohová přesnost – horizontální	min. 2 m	1 – 10 m (předpoklad)
Polohová přesnost – vertikální	min. 5 m	3 m
Tematická přesnost – správnost klasifikace – pro rastry sklonů, expozic a osvětlení	min. 95 %	není k dispozici (předpoklad: splněno)
Tematická přesnost – přesnost kvantitativních atributů	odchylka max. 5 %	není k dispozici (předpoklad: splněno)
Časová přesnost – datum poslední aktualizace	max. před 10 lety (2001)	před 4 lety (2007)
Úplnost	min. 99 %	není k dispozici
Logická konzistence	min. 99 %	100%
Správnost	nízká hodnota systematické chyby (5 % odchylka = do 0,1 m)	není k dispozici (předpoklad: nesplněno)
Prostorové rozlišení – vektorové	2 m	1 – 5 m
Prostorové rozlišení – rastrové	2 m	5 m
Tematické rozlišení – pro atribut výšky vrstevnic	jednotky metru	jednotky metru
Původ	odpovídající popis	splněno
Účel	odpovídající popis	není k dispozici

Uplatnění	odpovídající popis	není k dispozici
Dostupnost	odpovídající popis	splněno
Ortofoto – časová přesnost – datum poslední aktualizace	max. před 1,5 rokem (2010)	2004, 2008
Ortofoto – měřítko (polohová horizontální přesnost)	1: 10 000	1: 13 300

Příklad 2: Analýza s použitím obalových zón, funkce erase a dalších výpočtů

Pro tento příklad jsou využívány vybrané vrstvy ArcČR 500 verze 1.3 (vrstva krajů, sídel, vodních toků a ploch, lesů, silnic a železnic) a datová vrstva CHKO z geoportálu INSPIRE. Relevantní kritéria kvality jsou hodnocena pouze pro některé z těchto vrstev.

Polohová přesnost – Polohová horizontální přesnost databáze ArcČR 500 je v rozmezí 100 – 250 m. Tyto hodnoty byly zjištěny na základě osobní komunikace se společností ARCDATA Praha, s.r.o. Polygonová vrstva CHKO byla vytvořena ruční digitalizací na základě vrstvy CHKO z Národního geoportálu INSPIRE. Při této digitalizaci bylo území převáděno na polygony s přesností přibližně na 100 m.

Tematická přesnost – Jak bylo řečeno v požadavcích tohoto kritéria pro tento příklad, jsou sledovány silnice a vodní plochy. Tematickou přesnost délky silnic nelze ověřit. Musela by být k dispozici jiná přesnější data s tímto atributem. Vzhledem k poměrně vysoké datové generalizaci databáze ArcČR a jejímu stáří (např. ve srovnání s mapou Ředitelství silnic a dálnic ČR – viz [58]) je vrstva silnic z hlediska počtu jízdních pruhů nepřesná. Procentuálně nelze tuto nepřesnost vyjádřit, je však pravděpodobné, že je klasifikace jízdních pruhů nižší než požadovaných 95 % správně klasifikovaných objektů. Příkladem může být absence dvou největších silničních úseků – část dálnice D11 či rychlostní silnice R35.

Správnost klasifikace atributu typu vodní plochy lze zjistit porovnáním databáze ArcČR s jiným zdrojem, který uvádí vodní nádrže v Pardubickém kraji. Je sledována pouze správnost klasifikace vodních nádrží, nikoli ostatních typů vodních ploch. Pro porovnání může být použit např. zdroj [34]. V Pardubickém kraji je evidováno pět vodních nádrží (nejsou uvažovány nádrže s označením II), z nichž čtyři jsou v databázi ArcČR správně uvedeny. Vodní nádrž Pařížov je v ArcČR chybně klasifikována jako rybník s názvem Doubrava. Správnost klasifikace je tedy 80 % (čtyři správně klasifikované vodní nádrže z pěti).

Pro vrstvu sídel a její atribut velikosti obcí je zjištěna také nepřesnost. Bylo zjišťováno, zda objekty s atributem *VELKAT* = 6 až 8, což odpovídá obcím s počtem obyvatel 10 000 až 100 000, jsou v databázi ArcČR správně uvedeny. Bylo zjištěno, že obec Lanškroun, která má více než 10 000 obyvatel není v databázi ArcČR správně zařazena. Důvodem je neaktuálnost databáze ArcČR. Dle zdroje [68] bylo odvozeno, že z celkového počtu deseti objektů, které by měly být zahrnuty, je v databázi zahrnuto devět objektů, které

odpovídají dané hodnotě atributu velikosti obce. Správnost klasifikace je tedy 90 %, tudíž je požadavek splněn.

Časová přesnost – Datum poslední aktualizace databáze ArcČR 500 verze 1.3 je duben 2002. Data vrstvy CHKO z geoportálu INSPIRE byla revidována naposledy 31. 3. 2011.

Úplnost – Přesnou hodnotu splnění datové úplnosti nelze ze specifikace zjistit. Např. pro data silnic by musela být k dispozici přesná mapa silniční sítě v Pardubickém kraji a podrobně porovnána s daty databáze ArcČR. Bylo by tak zjištěno, které objekty v databázi chybí. Vzhledem k tomu, že databáze ArcČR je silně generalizovaná, tak lze předpokládat, že nesplňuje požadavky na 99 % úplnost vzhledem k požadovanému universu diskurzu. Pro data CHKO z geoportálu INSPIRE není informace o úplnosti uvedena. V oblasti Pardubického kraje jsou však uvedeny všechny CHKO, úplnost je tedy 100 %.

Logická konzistence – Logická konzistence (topologická i tematická) je zkoumána metodou vzorkování, kdy kontrolovanými dávkami a zároveň rozsahy výběru jsou celé rozsahy dat jednotlivých zkoumaných vrstev. Jednotkami výběru jsou geoobjekty, je použito náhodné vzorkování na základě výběru částí území, kde je konzistence zkoumána prohlížením dat. Při zjišťování topologické i tematické konzistence nebyla zjištěna žádná porušení pravidel konzistence, podíl konzistentních dat je tedy 100 %.

Správnost – Ze specifikace dat ArcČR či dat CHKO nelze zjistit informace o výskytu a velikosti systematických chyb, proto nemůže být ani posouzena správnost dat.

Rozlišení – Vektorové rozlišení dat ArcČR nelze ze specifikace zjistit. Pro data CHKO informace o prostorovém rozlišení taktéž nejsou k dispozici. Tematické rozlišení délky silnic je s přesností na tisíce metrů.

Původ – Zdroj a původ dat ArcČR je popsán ve specifikaci dat dostatečně. Zdrojem dat je Zeměměřický ústav. Původ dat CHKO není popsán.

Účel – Ve specifikaci ArcČR je účel dat popsán stručně. Účel by měl být popsán podrobněji, aby bylo možné přesně určit, zda lze data využít pro požadované analýzy v příkladu. Účel dat CHKO není popsán.

Uplatnění – Dosavadní uplatnění dat ArcČR není ve specifikaci popsáno. Na základě širokého užívání databáze ArcČR v nejrůznějších školních či státních institucích by bylo možné zjistit různá použití této databáze. Pro příklad výpočtu spotřeby posypové soli v Pardubickém kraji však toto užití nebylo potvrzeno. Uplatnění datové vrstvy CHKO není popsáno.

Dostupnost – Databáze ArcČR je dostupná na základě licence, kterou je možné získat od společnosti ARCDATA Praha, s.r.o. Pro analýzy v této práci byla data poskytnuta Univerzitou Pardubice, která požadovanou licenci vlastní. Datová vrstva CHKO je dostupná zdarma prostřednictvím geoportálu INSPIRE. Dostupnost této vrstvy již byla podrobněji popsána v kapitole 3.5. Je však ještě nutné dodat, že metadata či specifikace této vrstvy jsou dostupná pouze ve velmi stručné formě.

Následující tabulka 4 shrnuje požadavky na hodnoty kritérií pro Příklad 1 a zároveň uvádí skutečné hodnoty kritérií, které byly pro data Příkladu 1 zjištěny.

Tabulka 4: Hodnoty kritérií kvality pro Příklad 2 (zdroj: [vlastní])

Kritérium kvality prostorových dat	Požadovaná hodnota kritéria	Hodnota kritéria dle dat
Polohová přesnost – horizontální absolutní	min. 50 m	100 – 250 m (ArcČR) min. 100 m (CHKO)
Polohová přesnost – horizontální relativní	min. 5 m	není k dispozici
Tematická přesnost – správnost klasifikace – pro atributy počtu jízdních pruhů a typu vodních nádrží	min. 95 %	pro atribut jízdních pruhů není k dispozici (předpoklad: < 95 %), pro atribut vodních nádrží = 80 %
Tematická přesnost – správnost klasifikace – pro atribut velikosti obcí	min. 90 %	90 %
Tematická přesnost – přesnost kvantitativních atributů – pro atribut délky silnic	odchylka max. 1 m	není k dispozici
Časová přesnost – datum poslední aktualizace	max. před 2 lety (2009)	duben 2002 (ArcČR) 31. 3. 2011 (CHKO)
Úplnost	min. 99 %	ArcČR: není k dispozici (předpoklad: < 99 %), CHKO: 100 %
Logická konzistence	min. 99 %	100 %
Správnost	nízká hodnota systematické chyby (5 % odchylka = 2,5 m)	není k dispozici
Prostorové rozlišení – vektorové	3 m	není k dispozici
Tematické rozlišení – pro atribut délky silnic	jednotky m	tisíciny m
Původ	odpovídající popis	splněno (ArcČR) nesplněno (CHKO)
Účel	odpovídající popis	nesplněno
Uplatnění	odpovídající popis	nesplněno
Dostupnost	odpovídající popis	splněno

Příklad 3: DMT – analýza viditelnosti, funkce buffer a intersect

Hodnoty kritérií kvality pro data Příkladu 3 jsou pro některá kritéria velmi podobné hodnotám v Příkladu 2, protože jsou pro tento příklad užívány podobné prostorové databáze.

Pro Příklad 3 je využita databáze ArcČR 500 verze 1.3 a datová vrstva Území vhodných pro výstavbu větrných elektráren z geoportálu INSPIRE (v této kapitole dále používána pracovní zkratka VE).

Polohová přesnost – Databáze ArcČR 500 obsahuje geoobjekty s polohovou horizontální přesností 100 – 250 m. Informace o relativní polohové přesnosti a o vertikální polohové přesnosti databáze ArcČR nejsou k dispozici. Pro data VE nejsou informace o polohové přesnosti v jejich metadatech uvedeny.

Tematická přesnost – Dle zdrojů [54, 68] je ověřena správnost klasifikace pro atribut vyjadřující velikost obcí. Správnost klasifikace je 100 %. Tematická přesnost pro správné názvy vrcholů je zjišťována pouze pro vybrané čtyři vrcholy, se kterými je prováděna analýza viditelnosti, pro ostatní vrcholy není správnost názvů vrcholů důležitá. Pro tyto vrcholy je zjištěna 100 % přesnost. Pro datovou vrstvu VE nelze zjistit ze specifikace informace o tematické přesnosti, předpokládá se však, že tematická přesnost bude min. 95 %. Pro data vrstvy viditelnosti nelze tematickou přesnost zjistit z žádného zdroje.

Časová přesnost – Data ArcČR 500 verze 1.3 jsou aktualizována k dubnu 2002. Vrstva VE byla revidována 31. 3. 2011.

Úplnost – Informace o datové úplnosti databáze ArcČR nejsou k dispozici. Vzhledem k vysoké generalizaci databáze je předpokládáno, že datová úplnost je výrazně menší než požadovaných 99 % vzhledem k universu diskurzu. Pro vrstvu VE nejsou informace o úplnosti k dispozici, lze však předpokládat, že datová vrstva je vytvořena velmi pečlivě vzhledem k jejímu původu z agentury CENIA, je tedy možné že datová úplnost je min. 99 %.

Logická konzistence – Topologická a tematická konzistence je opět zjištěna pomocí náhodného vzorkování dle vybraných částí území. Je použit stejný systém vzorkování jako v případě Příkladu 2. Na základě prohlédnutí dat nebylo zjištěno žádné porušení konzistence.

Správnost – Systematické chyby nejsou pro data ArcČR ani pro data VE nijak popsány, proto nelze zjistit, zda je systematická chyba v mezích přípustnosti.

Rozlišení – Vektorové rozlišení dat ArcČR není v jejich specifikaci popsáno. Pro data VE rozlišení taktéž nelze zjistit. Pro rastr viditelnosti a rastr DMT je velikost buňky 10 m. Tematické rozlišení vrstevnic je na desítky metrů, u výškových bodů se jedná o jednotky metrů.

Původ – Ve specifikaci dat ArcČR je původ a zdroj dat popsán dostatečně. Data ArcČR byla vytvořena na základě mapových podkladů Zeměměřického úřadu, jedná se tedy o důvěryhodný zdroj dat. Původ a zdroj dat VE není v jejich metadatech popsán.

Účel – Účel dat ArcČR je popsán pouze velmi stručně, tento popis je tedy pro zjištění vhodnosti databáze pro Příklad 3 nedostatečný. Účel dat VE není popsán.

Uplatnění – Dosavadní uplatnění databáze ArcČR a dat VE není popsáno, nelze tak na základě specifikace stanovit, zda jsou vhodná tato data pro analýzu viditelnosti, buffer a intersect k účelu nalezení vhodné lokality pro výstavbu větrné elektrárny.

Dostupnost – Dostupnost dat ArcČR je na základě licence vydané společností ARCDATA Praha, s.r.o. Vrstva VE z geoportálu INSPIRE je poskytována bezplatně prostřednictvím mapových služeb.

Ortofoto – měřítko – 1: 4 000.

Ortofoto – časová přesnost – Datum vytvoření ortofota, které byla použito pro porovnání s výsledky analýz Příkladu 3, je 5. 1. 2009.

Následující tabulka 5 shrnuje stanovené požadavky kritérií kvality pro data Příkladu 3 a uvádí skutečné zjištěné hodnoty těchto kritérií.

Tabulka 5: Hodnoty kritérií kvality pro Příklad 3 (zdroj: [vlastní])

Kritérium kvality prostorových dat	Požadovaná hodnota kritéria	Hodnota kritéria dle dat
Polohová přesnost – horizontální absolutní	min. 50 m	100 – 250 m (ArcČR) není k dispozici (VE)
Polohová přesnost – vertikální	min. 5 m	není k dispozici
Polohová přesnost – relativní	min. 5 m	není k dispozici
Tematická přesnost – správnost klasifikace – pro data viditelnosti a data VE, pro atribut názvů vrcholů vrstvy výškových bodů	min. 95 %	100 % pro atribut názvů vrcholů, není k dispozici pro data VE (předpoklad: ≥ 95 %), není k dispozici pro data viditelnosti
Tematická přesnost – správnost klasifikace – pro atribut velikosti obcí	min. 90 %	100 %
Časová přesnost – datum poslední aktualizace	max. před 5 lety (2006)	duben 2002 (ArcČR) 31. 3. 2011 (VE)
Úplnost	min. 99 %	ArcČR: není k dispozici (předpoklad: < 99 %), VE: není k dispozici (předpoklad: ≥ 99 %)
Logická konzistence	min. 99 %	100 %
Správnost	nízká hodnota systematické chyby (5 % odchylka = 2,5 m)	není k dispozici
Prostorové rozlišení – vektorové	3 m	není k dispozici
Prostorové rozlišení – rastrové – pro data viditelnosti	10 m	10 m
Prostorové rozlišení – rastrové – pro data DMT	5 m	10 m

Tematické rozlišení – pro atribut výšky vrstevnic a výškových bodů	5 m	pro data vrstevnic desítky metrů, pro data výškových bodů jednotky metrů
Původ	odpovídající popis	splněno (ArcČR) nesplněno (VE)
Účel	odpovídající popis	nesplněno
Uplatnění	odpovídající popis	nesplněno
Dostupnost	odpovídající popis	splněno
Ortofoto – časová přesnost – datum poslední aktualizace	max. před 1,5 rokem (2010)	5. 1. 2009
Ortofoto – měřítko	1: 5 000	1: 4 000

3.7 Ověření kritérií kvality prostorových dat na aplikacích prostorových analýz

Podrobný popis provádění jednotlivých příkladů využívajících různé typy prostorových analýz je uveden v příloze 7. Je zapotřebí říci, že postup provedení analýz lze provést mnoha způsoby a uvedený postup je pouze jedním z nich. Pro práci s prostorovými daty je využíván GIS nástroj ArcMap 9.3 od společnosti ESRI.

V této kapitole jsou v souvislosti s aplikacemi prostorových analýz popsány aspekty kvality prostorových dat, která jsou pro dané analýzy zvolena. Na tomto místě je zkoumán právě vliv volby kvalitních dat se stanovenými kvalitativními požadavky na výsledky zvolených prostorových analýz. Ověření kritérií kvality prostorových dat je demonstrováno pouze pro Příklad 1: DMT – Analýzy expozice, sklonitosti a osvětlení terénu, protože pouze pro tento příklad jsou k dispozici kvalitní a nekvalitní data, na kterých může být znázorněn rozdíl kvality. Pro Příklady 2 a 3, které zahrnují celé oblasti Pardubického kraje a kraje Vysočina by musela být získána podrobná data (např. ZABAGED) pro celé oblasti krajů. Podrobná data o takovémto rozsahu nelze získat bezplatně pro účely závěrečných prací, proto je provedeno porovnání kvality dat pouze u Příkladu 1, který zahrnuje oblast podstatně menší.

Jak již bylo řečeno, pro ověření kritérií kvality je nutné porovnat výsledky prostorových analýz, které jsou prováděny s daty kvalitními a daty nekvalitními. Kvalitní data jsou zde zastoupena datovou sadou ZABAGED, nekvalitní, silně generalizovaná data, jsou zastoupena v databázi ArcČR 500 verze 1.3. Analýzy jsou tedy provedeny s těmito dvěma datovými sadami.

Zcela na počátku, ještě před samotným prováděním prostorových analýz se uplatňují nekvantitativní kritéria kvality. Nejprve je zkoumán původ dat, který podává informaci o zdroji dat a metodách použitých při vytváření dat. Na základě původu lze stanovit důvěryhodnost dat. V tomto příkladu jsou zdrojem dat ČÚZK a ARCDATA Praha, s.r.o., tedy zdroje důvěryhodné. Dále je zkoumána dostupnost dat, zda bude možné data legálně a bez

omezení využít pro daný příklad. Dostupnost dat je zajištěna u obou datových sad, data jsou bezplatně přístupná. Poté je zjišťován účel a uplatnění dat, jež podávají informaci o vhodnosti zdrojových dat pro příklad. Účel a uplatnění dat ZABAGED není v tomto případě popsáno, vhodnost dat tedy nelze určit. Pro data ArcČR je účel dat popsán jen pouze velmi stručně, uplatnění však není definováno. U zdrojových dat je také důležitá jejich časová přesnost (platnost), aby bylo možné výsledky analýz považovat za aktuální. Zde je již patrný významný kvalitativní rozdíl mezi databázemi. Časová přesnost dat je splněna pro obě databáze, data ArcČR jsou však o pět let starší, tedy mnohem méně aktuální. Na základě požadavku na časovou přesnost pro tento příklad jsou však i data ArcČR dostatečně kvalitní.

Na začátku příkladu je po načtení vrstevnic vytvářen DMT. Nejprve je DMT v podobě TIN datasetu, poté je konvertován do podoby rastru. Zde se uplatňuje několik kritérií týkajících se polohové přesnosti a rozlišení. Z hodnoty polohové přesnosti dat ZABAGED, která činí 1 – 10 m je patrné, že poloha vrstevnic v terénu je určena s přesností na 10 m. DMT tedy může být až o deset metrů nepřesný. Pro data ArcČR je polohová horizontální přesnost v rozmezí 100 – 250 m, je zde tedy značný rozdíl v přesnosti, kdy u dat ArcČR může DMT až o 250 m nepřesný. Z hlediska hledání vhodné lokality pro pěstování vína je tato nepřesnost velice vysoká.

Prostorové rozlišení vrstevnic ZABAGED rovné 1 – 5 m udává, že vrstevnice jsou v terénu zakresleny s maximálním intervalem 5 m, vrstevnice jsou tedy poměrně hustě zakresleny a DMT je celkem podrobný. Nejmenší interval vrstevnic u dat ArcČR je pro daný příklad kolem 100 m. Data jsou tak významně méně podrobná a DMT je silně generalizován. Významný rozdíl podrobnosti vrstevnic a DMT u obou datových sad zobrazuje obrázek 1 a 2 v příloze 6. Při konverzi TIN datasetu do rastru DMT hraje důležitou roli prostorové rozlišení rastru. V tomto případě činí 5 m. Tato hodnota udává přesnost DMT na 5 m. Celková věrohodnost DMT je však ještě dána přesností hodnot výšek vrstevnic. Hodnota této přesnosti je dána tematickou přesností a tematickým rozlišením. Tematickou přesnost nelze pro data ZABAGED a ArcČR ověřit, muselo by být provedeno měření v terénu, které by přesnost ověřilo. Tematické rozlišení dat ZABAGED je s přesností na metry, tedy dostačující. U dat ArcČR je tematické rozlišení atributu výšek na 50 m, tedy zcela nedostačující.

Při vytváření DMT a následně analýzách sklonitosti svahů, expozičních a osvětlení je důležité znát míru úplnosti a logické konzistence zdrojových dat. Datová úplnost udává míru výskytu prvků v databázi na základě universa diskurzu, což je zájmová oblast reality. Databáze neúplná je nedůvěryhodná, protože neobsahuje všechny prvky, které uživatel dat vyžaduje. Uživatel tak nemůže říci, že provedl analýzu pro celou oblast zájmu. Pro data ZABAGED i data ArcČR nebyla úplnost zjištěna, nelze tedy říci, zda DMT byl vytvořen pro zcela zahrnutou oblast zájmu. U dat ArcČR je však patrný významný rozdíl v úplnosti ve srovnání s daty ZABAGED (viz obrázek 1 a 2 v příloze 6). Data ArcČR vykazují několikanásobně nižší hodnotu datové úplnosti. Logická konzistence vyjadřuje míru dodržení konzistentních pravidel. Pro data tohoto příkladu nebylo zjištěno žádné porušení konzistence.

Při zkoumání výsledků analýz sklonitosti, expozice a osvětlení svahů hraje důležitou roli správnost klasifikace pro data těchto analýz. Ta vyjadřuje, jak správně byly určeny hodnoty těchto analýz ve srovnání s universem diskurzu. Tuto správnost lze však ověřit pouze měřeními v terénu či porovnáním těchto hodnot s jinými přesnějšími a věrohodnějšími hodnotami. Správnost klasifikace značí, zda např. daný svah se sklonitostí 45° dle analýzy má sklonitost 45° i ve skutečnosti. Porovnání výsledků analýz sklonitosti a expozice terénu s daty ZABAGED a ArcČR ukazují obrázky 3 – 6 v příloze 6. Rozdílnost celkových výsledků příkladu s daty ZABAGED a ArcČR, kdy jsou zobrazeny lokality vyhovující nadmořské výšce, sklonitosti, expozici a osvětlení terénu, je zobrazena na obrázcích 7 a 8 v příloze 6.

Obrázek 9 v příloze 6 zřetelně ukazuje rozdíl v kvalitě dat ZABAGED a ArcČR na přibližné části mapového výstupu, který zobrazuje výsledné lokality vhodné pro pěstování vína. Oranžovou prosvítající barvou jsou zobrazeny tyto lokality dle dat ArcČR. Pro lepší zobrazení nepřesnosti (nekvality) dat ArcČR je navíc do mapy přidána vrstva břehové čáry, která vymezuje řeku v daném území. Vymezení výsledných lokalit na základě dat ArcČR ukazuje, že lokality vhodné pro pěstování vína byly vymezeny i do oblasti řeky nebo do příkrých svahů a výrazných přechodů terénu, ve kterých by nebylo možné víno pěstovat. Zde se názorně projevuje významná nepřesnost ve výsledcích prostorových analýz prováděných s daty ArcČR.

Výsledné lokality vhodné pro pěstování vína vytvořené na základě databázi ZABAGED a ArcČR lze následně ještě statisticky porovnat. S použitím dat ZABAGED bylo vytvořeno 1788 lokalit s celkovou plochou 283 744 m². Nejmenší lokalita je o velikosti 2,6 m², největší lokalita zaujímá plochu 28 625 m², průměrná plocha lokalit je 158,7 m². S daty ArcČR bylo vytvořeno 82 lokalit s celkovou plochou 232 044 m². Nejmenší vymezená lokalita byla s velikostí 16 m², největší lokalita s velikostí 102 803 m², průměrná velikost lokalit je 2 830 m².

Po získání výsledků analýz a následném vytipování vhodných lokalit pro pěstování vinné révy je nutné lokality porovnat s ortofotem a stanovit, zda lze vybraná místa skutečně použít pro pěstování vína. Znázornění vhodných lokalit dle dat ZABAGED a ArcČR na podkladu ortofota je zobrazeno na obrázku 10 v příloze 6. Zde je opět vidět nepřesnost výsledku s použitím datové sady ArcČR, kdy oblasti pro pěstování vína zasahují do řeky. Některé vybrané lokality s použitím dat ZABAGED však také není možné dle obrázku 10 v příloze 6 použít, protože například zasahují do lesních ploch.

Z výše uvedených závěrů lze pro data ZABAGED konstatovat, že některá kritéria kvality, především kritéria týkající se polohy, rozlišení či podrobnosti dat, jsou vcelku splněna. Některé aspekty kvality dat však nelze ověřit a jiné aspekty splněny nejsou. Nelze tedy výsledky analýz považovat za zcela věrohodné, přesto však mohou být použitelné pro předběžnou analýzu problému pěstování vinné révy v dané oblasti Karlštejska.

Pro data ArcČR 500 verze 1.3 platí, že naprostá většina kvalitativních kritérií není splněna a data tak nelze vůbec použít pro daný příklad.

Závěr

V současné době rozšiřování a stále častějšího využívání GIS rostou nároky na kvalitu prostorových dat. Jak již bylo v úvodu práce řečeno, kvalita dat pro analýzy v GIS významně ovlivňuje další náklady uživatelů dat. Při realizaci nejrůznějších projektů, které jsou založeny na geografických systémech, může uživatel využívající kvalitnější data získat strategickou výhodu a tudíž navýšit svůj zisk z projektu. Při uvažování důležitosti a významnosti kvality dat je dobré vycházet z definice kvality dle normy ČSN ISO 19101: Kvalitu lze vyjádřit jako schopnost uspokojovat dané potřeby. Kvalita tudíž nemůže být dostatečně hodnocena, pokud nejsou jasně definovány požadavky na daný produkt.

Cílem této práce bylo definovat kritéria kvality prostorových dat a pro zvolené příklady využívající prostorové analýzy stanovit požadované hodnoty těchto kritérií. Následně mělo být provedeno hodnocení kvality prostorových dat na základě definovaných požadavků kvality a na konkrétních příkladech prostorových analýz tyto požadavky ověřeny. Pro dosažení předem definovaných cílů byl použit následující postup.

Pro pochopení dané problematiky kvality prostorových dat byl nejprve obecně definován pojem prostorová data, poté byly popsány jejich složky a porovnán analogový a digitální formát prostorových dat. Následně byla definována kvalita dat a uvedeny standardy zabývající se kvalitou prostorových dat. Nejvýznamnější kapitolou z hlediska teoretického popisu kvality prostorových dat byla kapitola zabývající se prvky kvality těchto dat. Byly popsány kvantitativní a nekvantitativní parametry kvality, které vycházejí z norem kvality prostorových dat. Pomocí případových studií bylo demonstrováno určování prvků kvality prostorových dat a hodnocení kvality.

Na základě definovaných prvků kvality prostorových dat byla vybrána kvantitativní a nekvantitativní kritéria hodnocení kvality, která byla používána v této práci. Následně byly navrženy praktické příklady využívající prostorové analýzy. Zvolení příkladů bylo provedeno s ohledem na přístup k bezplatným prostorovým datům a dále byla snaha zaměřit se převážně na DMT. Byl navržen příklad zjišťující vhodné lokality pro pěstování vinné révy v oblasti okolí Karlštejna, dále příklad počítající orientační hodnotu spotřeby soli při zimní údržbě v Pardubickém kraji a příklad hledající vhodné lokality pro výstavbu větrné elektrárny v kraji Vysočina. Na základě podstaty příkladů byla identifikována potřebná kritéria kvality prostorových dat a stanoveny konkrétní hodnoty a požadavky na tato kritéria. Následně byla uvedena metodika, jak lze hodnotit kvalitu prostorových dat. Po obecném popisu zdrojových dat využívaných v prostorových analýzách byly z dat určeny konkrétní hodnoty kvalitativních kritérií. Byla tak zjištěna skutečná kvalita prostorových dat z hlediska použití těchto dat ve zvolených prostorových analýzách. Na závěr byly kompletně řešeny příklady s prostorovými analýzami v programovém prostředí ArcGIS a ověřena tak stanovená kritéria kvality. Po vyřešení příkladů byl zkoumán vliv volby kvalitních dat na výsledky příkladů

prostorových analýz. V příloze 6 jsou graficky znázorněny rozdíly ve výsledcích analýz s použitím více či méně kvalitních dat.

Všechny předem stanovené cíle práce byly splněny. Výsledkem práce je souhrn poznatků o kvalitě prostorových dat a jejich parametrech, navržená kritéria kvality prostorových dat pro zvolené prostorové analýzy s požadovanými hodnotami těchto kritérií a následné hodnocení kvality dat s ohledem na předem stanovené požadavky dané charakterem analýz.

Přínosem této práce je ucelený souhrn teoretických poznatků o kvalitě prostorových dat a používaných prvcích této kvality. Hlavní přínos této práce je však v uvedeném postupu při zajišťování kvality prostorových dat pro analýzy. Postup použitý v práci ukazuje, jak by měl úřad, organizace či fyzická osoba postupovat při zajišťování kvalitních dat pro svůj projekt prováděný pomocí geografických informačních systémů. Nejprve je nutné definovat oblast kritérií kvality prostorových dat, ze kterých budou identifikována jednotlivá kritéria vycházející z charakteru prostorových analýz. Po výběru konkrétních analýz musí být zvolena kritéria kvality prostorových dat a definovány přijatelné hodnoty kritérií. Následně musí být provedeno vlastní hodnocení kvality prostorových dat pro každé kritérium a zjištěné hodnoty kritérií porovnány s požadovanými hodnotami. Teprve poté lze určit, zda jsou data kvalitní či nikoliv.

Při vypracovávání této práce byl zaznamenán poměrně nedostatečný přístup k informacím o kvalitě prostorových dat. V českém prostředí jsou informace o některých hodnotách parametrů kvality prostorových dat ve velkém množství případů nedohledatelné. Bližší informace o kvalitě prostorových dat lze získat spíše až osobním kontaktováním producentů dat nebo z externích zdrojů informací o datech, ačkoli by měly být tyto informace zjištěny z metadat či specifikace dat. Tento přístup mnohých producentů dat je v rozporu se zvyšováním kvality prostorových dat, která jsou používána v prostředí GIS. Všeobecně je pro zajištění kvalitnějších výsledků prostorových analýz zapotřebí, aby uživatelé dat používali pro své analýzy kvalitní data. Tento předpoklad však může být splněn pouze tehdy, pokud jsou informace o parametrech kvality dat volně přístupné všem uživatelům. Při pořizování prostorových dat jsou však mnohdy uživatelům dostupná pouze stručná a nedostatečně definovaná metadata a specifikace dat, proto je nutné v tomto ohledu učinit ještě významný pokrok.

Seznam použitých zdrojů

- [1] *Aplikace geofyzikálních metod při ochraně vodních zdrojů : Metodická příručka MŽP* [online]. [Praha] : Ministerstvo životního prostředí, 2010 [cit. 2011-04-11]. Dostupné z WWW: <[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/metodiky_ekologicke_zateze/\\$FILE/OES-Vyuz_GFM_pri_OVZ-20101228.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/metodiky_ekologicke_zateze/$FILE/OES-Vyuz_GFM_pri_OVZ-20101228.pdf)>.
- [2] *ArcČR 500 - digitální geografická databáze 1 : 500 000 : popis dat.* verze 1.3. Praha : Arcdata Praha, s.r.o., duben 2002. 30 s.
- [3] Arcdata Praha, s.r.o. *Arcdata Praha : Archivní www stránky* [online]. c2006, Poslední změna 7. 12. 2007 [cit. 2011-04-11]. Výpočet délky linie. Dostupné z WWW: <http://old.arcdata.cz/support/support_tipy/support_tipy_ag6>.
- [4] A.S.A. České Budějovice, s.r.o. *Město České Budějovice* [online]. [2010] [cit. 2011-04-09]. Plán zimní údržby města České Budějovice 2010 - 2011. Dostupné z WWW: <<http://www.c-budejovice.cz/cz/magistrat/odbory/osvs/Documents/Plan-zimni-udrzby-mCB-2010-2011.pdf>>.
- [5] *Atlas podnebí Česka* [online]. Český hydrometeorologický ústav, c2005, 24.7.2006 [cit. 2011-04-04]. Teplota vzduchu - Průměrná měsíční teplota vzduchu v červenci. Dostupné z WWW: <<http://old.chmi.cz/meteo/ok/atlas/uvod.html>>.
- [6] *Comenius - Projekty partnerství škol* [online]. Vinařská škola Valtice, c2009 [cit. 2011-04-04]. Brožura - Pěstování révy vinné. Dostupné z WWW: <http://files.comenius01.webnode.cz/200000792-d1c68d330c/Pěstování_révy_vinné.doc>.
- [7] CVRKAL, Marian. *Zimní údržba silnic v Pardubickém kraji, aplikace posypových materiálů a jejich optimální výběr s ohledem na životní prostředí* [online]. Pardubice, 2004. 20 s. Semestrální práce. Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera. Dostupné z WWW: <http://envi.upce.cz/pisprace/ks_pce/04/cvrkal.pdf>.
- [8] Czech RE Agency, o.p.s. *Czech RE Agency* [online]. květen 2009 [cit. 2011-04-12]. Přehled větrných elektráren s výkonem nad 100kW. Dostupné z WWW: <http://www.czrea.org/files/images/mapa_VTE.jpg>.
- [9] Česká republika. Standard ISVS pro strukturu a výměnný formát metadat informačních zdrojů : verze 1.1. In *Věstník Úřadu pro veřejné informační systémy*. 2001, č. 6/2001, č. 011/01.02, 52 s. Dostupný také z WWW: <<http://www.kraj-jihocesky.cz/shelf/file.php?view=1&id=9464>>.
- [10] Česká republika. Zákon č. 114/1992 Sb. České národní rady o ochraně přírody a krajiny. In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 1992, 28, č. 114, s. 0666.
- [11] *Česká společnost pro větrnou energii* [online]. stav k 31. 12. 2010 [cit. 2011-04-20]. Aktuální instalace - tabulky. Dostupné z WWW: <<http://www.csve.cz/clanky/aktualni-instalace-vte-cr/120>>.
- [12] *Český statistický úřad* [online]. ČSÚ, c2011, Aktualizováno dne: 3.3. 2011 [cit. 2011-04-21]. Budovy (MIDAS). Dostupné z WWW: <http://www.czso.cz/csu/rso.nsf/i/vrstva_budov>.

- [13] *Český statistický úřad* [online]. ČSÚ, c2011, Aktualizováno dne: 3.3. 2011 [cit. 2011-04-25]. Ulice a ostatní veřejná prostranství (MIDAS).
Dostupné z WWW: <http://www.czso.cz/csu/rso.nsf/i/vrstva_ulic>.
- [14] *Český statistický úřad* [online]. ČSÚ, c2011, Aktualizováno dne: 8.2. 2011 [cit. 2011-04-21]. Základní sídelní jednotky - Obecné informace - prostorová složka - atributová složka.
Dostupné z WWW: <http://www.czso.cz/csu/rso.nsf/i/zakladni_sidelni_jednotky>.
- [15] ČSN ISO 19101. *Geografická informace - Referenční model*. Praha : Český normalizační institut, 2003. 44 s.
- [16] ČSN ISO 19113. *Geografická informace – Zásady jakosti*. Praha : Český normalizační institut, 2004. 32 s.
- [17] ČSN ISO 19114. *Geografická informace – Postupy hodnocení jakosti*. Praha : Český normalizační institut, 2005. 68 s.
- [18] ČSN ISO 19115. *Geografická informace – Metadata*. Praha : Český normalizační institut, 2004. 136 s.
- [19] ČÚZK. *Geoportál ČÚZK* [online]. 2010, Poslední aktualizace informací: 2011-02-17 [cit. 2011-04-15]. Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED®) - výškopis - 3D vrstevnice. Dostupné z WWW:
<http://geoportal.cuzk.cz/%28S%28imqno155qgu2jmmwaj5vpoqd%29%29/Default.aspx?mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-ZABAGED-VV&mapid=8&head_tab=sekce-02-gp&menu=304>.
- [20] ČÚZK. *Geoportál ČÚZK* [online]. 2010, Datum aktualizace metadat: 2011-02-17 [cit. 2011-04-18]. Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED®) - výškopis - 3D vrstevnice - metadata. Dostupné z WWW:
<<http://geoportal.cuzk.cz/%28S%285hohib45qexaip55zeyqf445%29%29/Default.aspx?mode=TextMeta&metadataID=CZ-CUZK-ZABAGED-VV&metadataXSL=Full&side=zabaged>>.
- [21] D2.8.I.9. *INSPIRE Data Specification on Protected Sites – Guidelines*. [s.l.] : INSPIRE Thematic Working Group Protected sites, 2010-04-26. 109 s. Dostupné z WWW:
<http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_PS_v3.1.pdf>.
- [22] DE BY, Rolf A., et al. *Principles of Geographic Information Systems*. Second edition. Enschede (The Netherlands) : The International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC), 2001. 232 s. Dostupné z WWW:
<<http://www.gdmc.nl/oosterom/PoGISHyperlinked.pdf>>. ISBN 90-6164-200-0.
- [23] DVOŘÁČEK, Jaroslav, et al. *VŠB - Technická univerzita Ostrava - Institut geoinformatiky* [online]. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 2000 [cit. 2011-04-19]. Prostorové analýzy nezaměstnanosti - Brožura - Příloha č. 3 Přehled nabídky některých geografických dat.
Dostupné z WWW: <http://gis.vsb.cz/gacr_pan/Brozura/PrilohaGisData.html>.

- [24] E - VYSOČINA : *Informační systém pro Žďárské vrchy a Svrateckou hornatinu* [online]. 2.11.2009 [cit. 2011-04-25]. Větrné elektrárny na Vysočině - reálné nebezpečí poškození charakteru krajiny. Dostupné z WWW: <<http://www.e-vysocina.cz/>>.
- [25] E - VYSOČINA : *Informační systém pro Žďárské vrchy a Svrateckou hornatinu* [online]. 2.11.2009 [cit. 2011-04-25]. Větrné elektrárny na Vysočině II. Dostupné z WWW: <<http://www.e-vysocina.cz/>>.
- [26] EGRMAJEROVÁ, Lenka. *Průzkum vlastností digitálního modelu reliéfu Základní báze geografických dat* [online]. Plzeň, 2004. 121 s. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta aplikovaných věd, Katedra matematiky. Dostupné z WWW: <http://www.kma.zcu.cz/DATA/zaverecne_prace/Egrmajerova__Pruzkum_vlastnosti_digitalniho_modelu_reliefu_Zakladni_baze_geografickych_dat__DP.pdf>.
- [27] ESRI. *Esri : The GIS Software Leader / Mapping Software and Data* [online]. 29.7.2010 [cit. 2010-09-07]. Dostupné z WWW: <<http://www.esri.com/>>.
- [28] ESRI. *Topologická pravidla v ArcGIS 9* [online]. Arcdata Praha, s.r.o.. Praha : Arcdata Praha, s.r.o., c2004, 2005 [cit. 2011-04-25]. Dostupné z WWW: <<http://download.arcdata.cz/doc/TopologiePlakat-9.1.pdf>>.
- [29] Federal Information Processing Standards. *Federal Information Processing Standards Publications* [online]. 1996, Last Update: September 11, 2009 [cit. 2011-03-07]. Withdrawn FIPS Listed by Number. Dostupné z WWW: <<http://www.itl.nist.gov/fipspubs/withdraw.htm>>.
- [30] GEODIS Brno, s.r.o.; Seznam.cz, a.s. *Mapy.cz* [online]. c2011 [cit. 2011-04-25]. Dostupné z WWW: <<http://www.mapy.cz>>.
- [31] *Geographic Data Files*. Delft (Netherlands) : CEN TC 278, October 12, 1995. 456 s. Dostupné z WWW: <<http://www.ertico.com/assets/download/GDF/PR7-9.pdf>>.
- [32] GMES. *GSE Land Information Services : C5 - Service Validation Protocol* [online]. Issue I1.00. GSE Land Consortium, 11.10.2006 [cit. 2011-04-21]. Dostupné z WWW: <<http://www.gmes-gseland.info/pub/deliv/ITD-0421-RP-0003-C5-ServiceValidationProtocol-I1.00.pdf>>.
- [33] Google Inc. *Google Earth* [počítačový program]. verze 6.0.1.2032 (beta). USA, Datum sestavení 12/10/2010 [cit. 2011-04-25]. Dostupné z WWW: <<http://www.google.com/intl/cs/earth/index.html>>.
- [34] HANČAROVÁ, Eugenie. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. 16. 1. 2006 [cit. 2011-04-20]. Hydrologické poměry Pardubického kraje. Dostupné z WWW: <<http://old.chmi.cz/HK/OH/hpomery.htm>>.
- [35] HRAZDIL, Jiří. *Normy.biz* [online]. c2011 [cit. 2011-03-07]. ČSN P ENV 12656. Dostupné z WWW: <<http://shop.normy.biz/d.php?k=57035>>.
- [36] CHARVÁT, Karel, et al. *Geografická data v informační společnosti*. Zdíby : Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i., 2007. 269 s. ISBN 978-80-85881-28-8.

- [37] Institute of Engineering Geodesy University of Stuttgart. *Universität Stuttgart* [online]. c2003, 13.01.2011 [cit. 2011-03-10]. Institute.
Dostupné z WWW: <http://www.uni-stuttgart.de/ingeo/institut/institut_index_en.htm>.
- [38] IVÁNOVÁ, Ivana. *Data quality in spatial datasets*. Bratislava, 2006. 157 s. Dizertační práce. Slovak University of Technology in Bratislava, Faculty of Civil Engineering.
- [39] IVÁNOVÁ, Ivana. *Data quality in spatial datasets* [online]. Bratislava : Vedecká rada Stavebnej fakulty Slovenskej technickej univerzity v Bratislave, 2006. 20 s. Autoreferát dizertační práce. STU v Bratislave, Stavebná fakulta, Katedra geodetických základov.
Dostupné z WWW: <http://www.svf.stuba.sk/docs//web_katedry/gza/studium/diz_prace/Autoreferat_Ivanova.pdf>.
- [40] JAKOBSSON, Antti; VAUGLIN, François. *Www.eurogeographics.org* [online]. 2001 [cit. 2011-03-10]. Sstatus of Data Quality in European National Mapping Agencies.
Dostupné z WWW: <www.eurogeographics.org/documents/Dataquality_ICC.doc>.
- [41] JANEČKA, Karel; PACINA, Jan. *Geomatika na ZČU v Plzni* [online]. [2011] [cit. 2011-04-20]. 3D Analyst, Vizualizace dat v ArcScene, Mapová algebra. Dostupné z WWW: <<http://gis.zcu.cz/studium/ugi/cviceni/ch07s04.html>>.
- [42] JANKŮ, Vítězslav. *Posypové látky pro zimní údržbu silnic, operační plán zimní údržby silnic v okrese Trutnov* [online]. Pardubice, [2007]. 34 s. Semestrální práce. Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera. Dostupné z WWW:
<http://www.prachatice.cz/docs/prilohy/00/00/990000000000007/03_seminarni%20prace%20zimni%20udrzba.pdf>.
- [43] KLIMÁNEK, Martin. *Digitální modely terénu*. 1. vyd. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2006. 85 s. ISBN 80-7157-982-3.
- [44] KLIMÁNEK, Martin. GIS a prostorová data. In Mendelova univerzita v Brně. *Geografické informační systémy : Přednášky* [online]. Brno : Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav geoinformačních technologií, [2009] [cit. 2010-07-31]. Dostupné z WWW:
<http://mapserver.mendelu.cz/sites/default/files/data/skripta/prednasky/1_gis09.pdf>.
- [45] KOLÁŘ, Jan. *Geografické informační systémy 10*. Vyd. 2. přeprac. Praha : ČVUT, 2003. 161 s. ISBN 80-01-02687-6.
- [46] KOMÁRKOVÁ, Jitka. *Kvalita webových geografických informačních systémů*. Vyd. 1. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2008. 127 s. ISBN 978-80-7395-056-9.
- [47] LANGR, Jan. *T - MAPY* [online]. T - MAPY, spol. s r. o., c2008 [cit. 2011-04-25]. Geografická data. Dostupné z WWW:
<http://www.tmapy.cz/public/tmapy/cz/_aktualne/_clanky/geograficka_data.html>.
- [48] LONGLEY, Paul A., et al. *Geographic information systems and science*. 2nd ed. Chichester : John Wiley & Sons, 2005. 517 s. ISBN 047087001X.
- [49] MAIER, Karel; ČTYROKÝ, Jiří; VOREL, Jakub. Geografická data, metadata a územní plánování v kontextu mezinárodní integrace. *Urbanismus a územní rozvoj* [online]. 2003, Ročník VI, Číslo 6/2003, [cit. 2011-03-09]. Dostupný z WWW:
<http://www.uur.cz/images/publikace/uur/2003/2003-06/02_geodata.pdf>.

- [50] *Národní geoportál INSPIRE* [online].CENIA, c2010 [cit. 2011-05-01]. Metadata - vyhledávání v metadatovém katalogu.
Dostupné z WWW: <<http://geoportal.gov.cz/web/guest/catalogue-client>>.
- [51] *Národní geoportál INSPIRE* [online].CENIA, c2010 [cit. 2011-04-18]. Použití mapových služeb externími aplikacemi .
Dostupné z WWW: <<http://geoportal.gov.cz/web/guest/wms>>.
- [52] *Národní geoportál INSPIRE* [online].CENIA, c2010, 1.4.2011 [cit. 2011-04-18].
Přechod z geoportal.cenia.cz.
Dostupné z WWW: <<http://geoportal.gov.cz/web/guest/welcome>>.
- [53] POLÁČEK, Luboš. Poloha slunce na zemské obloze : grafy, tabulky. In *Veletrh nápadů učitelů fyziky 8 : sborník příspěvků Veletrhu nápadů učitelů fyziky 8 konaného 27. - 29. srpna 2003 v Českých Budějovicích* [online]. Brno : Katedra fyziky Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, srpen 2003 [cit. 2011-04-08].
Dostupné z WWW: <www.pf.jcu.cz/stru/katedry/fyz/veletrh/polacek.doc>. akreditace MŠ 15146/2003-25-11.
- [54] *Portál veřejné správy České republiky* [online].Ministerstvo vnitra, c2003 [cit. 2011-05-01]. Dostupné z WWW: <<http://portal.gov.cz>>.
- [55] RAPANT, Petr. *Geoinformatika a geoinformační technologie*. 1. vydání. Ostrava : Institut geoinformatiky, VŠB - TU Ostrava, 2006. 513 s. Dostupné z WWW: <http://gis.vsb.cz/rapant/publikace/knihy/GI_GIT.pdf>. ISBN 80-248-1264-9.
- [56] RŮŽIČKA, Jan. *Platforma otevřený GeoWeb* [online]. Ostrava : Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2007. 185 s. Habilitační práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. Dostupné z WWW: <http://gis.vsb.cz/ruzicka/Seminare/Inter2/zajimavosti/RuzickaHabilitace2_8.pdf>.
- [57] RYDVAL, Jiří. Mnichov hostil největší kongres v historii FIG - část 2. . *Zeměměřič* [online]. Prosinec 2002, č. 12/02, [cit. 2011-03-09]. Dostupný z WWW: <<http://www.zememeric.cz/vestnik/clanek.php?zaznam=2517>>.
- [58] *Ředitelství silnic a dálnic ČR* [online].Ředitelství silnic a dálnic ČR, Odbor silniční databanky, 24. 3. 2011 [cit. 2011-04-20]. Mapa silniční a dálniční sítě Pardubického kraje . Dostupné z WWW: <http://www.rsd.cz/sdb_intranet/sdb/img/kraje/pa.png>.
- [59] SHI, Wenzhong; FISHER, Peter F. ; GOODCHILD, Michael F. . *Spatial Data Quality*. First edition. London; New York : Taylor & Francis, 2002. 313 s. ISBN 0-415-25835-9.
- [60] *Standards Guide - ISO/TC 211 Geographic Information/Geomatics* [online]. Lysaker (Norway) : ISO/TC 211 Geographic information/Geomatics, 2009-06-01 [cit. 2010-11-18]. Dostupné z WWW: <http://www.isotc211.org/Outreach/ISO_TC%20_211_Standards_Guide.pdf>.
- [61] ŠÍMA, Jiří. Musíme používat pracovní slang při prezentacích a v publikacích o geografických informačních systémech?. *Zeměměřič* [online]. 4. března 2002, č. 3/2002, [cit. 2010-09-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.zememeric.cz/02-03/slang.html>>.
- [62] ŠOBRA, Josef. *Česká kosmická kancelář* [online].Česká kosmická kancelář, 2007-10-17 [cit. 2011-04-21]. GSE Land.
Dostupné z WWW: <<http://www.czechspace.cz/cs/pozorovani-zeme/gse-land>>.

- [63] TRIGLAV, Joc; PETROVIČ, Dušan; STOPAR, Bojan. Spatio-temporal evaluation matrices for geospatial data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* [online]. February 2011, Volume 13, Issue 1, [cit. 2011-03-16]. Dostupný z WWW: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MImg&_imagekey=B6X2F-50V0FCT-1-N&_cdi=7269&_user=640852&_pii=S0303243410000929&_origin=gateway&_coverDate=02%2F28%2F2011&_sk=999869998&view=c&wchp=dGLbVlz-zSkzV&md5=297a20dbc0f8e55990ff6697535e4fe5&ie=/sdarticle.pdf>.
- [64] TUČEK, Ján. *Geografické informační systémy : Principy a praxe*. Vyd. 1. Praha : Computer Press, 1998. 424 s. ISBN 80-7226-091-X.
- [65] VAN OORT, Pepijn. *Spatial data quality : from description to application* [online]. Rotterdam : Optima Graphic Communication, 2005 [cit. 2010-06-26]. Dostupné z WWW: <<http://www.ncg.knaw.nl/Publicaties/Geodesy/pdf/60Oort.pdf>>. ISBN 90-6132-295-2.
- [66] VAŇATOVÁ, Petra. *Agroweb : internetový zemědělský portál* [online]. 7.5.2009 [cit. 2011-04-06]. O víně a vinohradnictví pod hradem Karlštejn. Dostupné z WWW: <http://www.agroweb.cz/O-vine-a-vinohradnictvi-pod-hradem-Karlstejn__s44x33426.html>.
- [67] VEREGIN, Howard. Data Quality Measurement and Assessment. In NCGIA - National Center for Geographic Information and Analysis. *The NCGIA Core Curriculum in GIScience* [online]. Minnesota : NCGIA, 1998, last updated August 13, 2000 [cit. 2011-02-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u100/u100.html>>.
- [68] *Veřejná databáze ČSÚ* [online]. stav k 31. 12. 2009 [cit. 2011-04-20]. Vybrané statistické údaje za obec. Dostupné z WWW: <http://vdb.czso.cz/vdbvo/tabparam.jsp?voa=tabulka&cislotab=MOS+ZV01&&kapitola_id=5>.
- [69] VOŽENÍLEK, Vít. *Geografické informační systémy I : Pojetí, historie, základní komponenty*. Dotisk 1. vydání. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 1998. 173 s. ISBN 80-7067-802-X.
- [70] VÝZKUMNÝ ÚSTAV GEODETICKÝ, TOPOGRAFICKÝ A KARTOGRAFICKÝ, Terminologická komise ČÚZK. *Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí* [online]. Zdíby : Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, c2010 [cit. 2010-08-23]. Dostupné z WWW: <<http://www.vugtk.cz/slovník/index.php>>.
- [71] WILTSCHKO, Thomas; KAUFMANN, Thilo. Report on quality frame for information. In EuroRoadS. *EuroRoadS framework documents : Deliverables* [online]. Version: 1.0. Stuttgart : EuroRoadS, 12 October 2004 [cit. 2011-03-07]. Dostupné z WWW: <<http://www.euroroads.org/php/Reports/D2.2%20Quality%20frame%20for%20information.pdf>>.
- [72] ZELENÝ, Milan. Kvalita není jakost. In *Risk-Management.cz* [online]. [s.l.] : [s.n.], 20.04.2006 [cit. 2011-03-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.risk-management.cz/index.php?clanek=32&cat2=3&lang=>>>.

Seznam zkratk

3D	trojdimenzionální, trojrozměrný
ATKIS	Amtliches Topographisches Kartographisches Informationssystem
CEN	European Committee for Standardization
CENIA	Česká informační agentura životního prostředí
CHKO	chráněná krajinná oblast
ČSN	Česká technická norma
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DCW	Digital Chart of the World (Digitální mapa světa)
DMA	Defense Mapping Agency (Obranná mapovací agentura)
DMT	digitální model terénu
ESRI	Environmental Science Research Institute
GIS	geografický informační systém
IIGS	Instituts für Ingenieurgeodäsie der Universität Stuttgart
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in Europe
ISO	International Organization for Standardization
JNC	Jet Navigation Chart
LoD	Level of Detail
LoI	Level of Spatio-Temporal Intersection Suitability for Application Fields
LoN	Level of Spatio-Temporal Needs of Application Fields
LoR	Level of Spatio-Temporal Resolution
LoS	Level of Spatio-Temporal Suitability of Data/Product/Measuring Technology
LoT	Level of Time
NMA	národní mapovací agentura
NWI	National Water Institute
OGC	Open Geospatial Consortium
ONC	Operational Navigation Chart (Operační letecká mapa)
RMSE	root mean square error
S-JTSK	Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální
SOAP	Simple Object Access Protocol
STEM	Spatio-Temporal Evaluation Matrix
SQL	Structured Query Language
TC	Technical Committee
TIN	triangulated irregular network
UML	Unified Modeling Language
VE	datová vrstva Území vhodné pro výstavbu větrných elektráren
VPF	Vector Product Format
VÚGTK	Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i.
WGS	World Geodetic System
WMS	Web Map Services
ZABAGED	Základní báze geografických dat České republiky

Seznam obrázků a tabulek

<i>Obrázek 1: Vzájemný vztah dat, informací a znalostí a vztah k informačnímu systému (zdroj: [55])</i>	9
<i>Obrázek 2: Model hodnocení kvality prostorových dat (zdroj: [16, 63])</i>	21
<i>Obrázek 3: Hodnocení a vykázání výsledků jakosti dat (zdroj: [17])</i>	22
<i>Obrázek 4: Polohová přesnost (zdroj: [67])</i>	27
<i>Obrázek 5: Dostupnost (zdroj: [71])</i>	34
<i>Obrázek 6: Model užití prvků kvality prostorových dle EuroRoadS (zdroj: [71])</i>	37
<i>Tabulka 1: Matice pro posuzování atributové přesnosti (zdroj: [22])</i>	28
<i>Tabulka 2: Užívání a důležitost prvků kvality prostorových dat dle uživatelů (zdroj: [71])</i>	36
<i>Tabulka 3: Hodnoty kritérií kvality pro Příklad 1 (zdroj: [vlastní])</i>	60
<i>Tabulka 4: Hodnoty kritérií kvality pro Příklad 2 (zdroj: [vlastní])</i>	63
<i>Tabulka 5: Hodnoty kritérií kvality pro Příklad 3 (zdroj: [vlastní])</i>	65

Seznam příloh

Příloha 1: Prostorová data a prostorové analýzy: CD-ROM

Příloha 2: Porovnání standardů kvality prostorových dat

Příloha 3: Projekt EuroRoadS

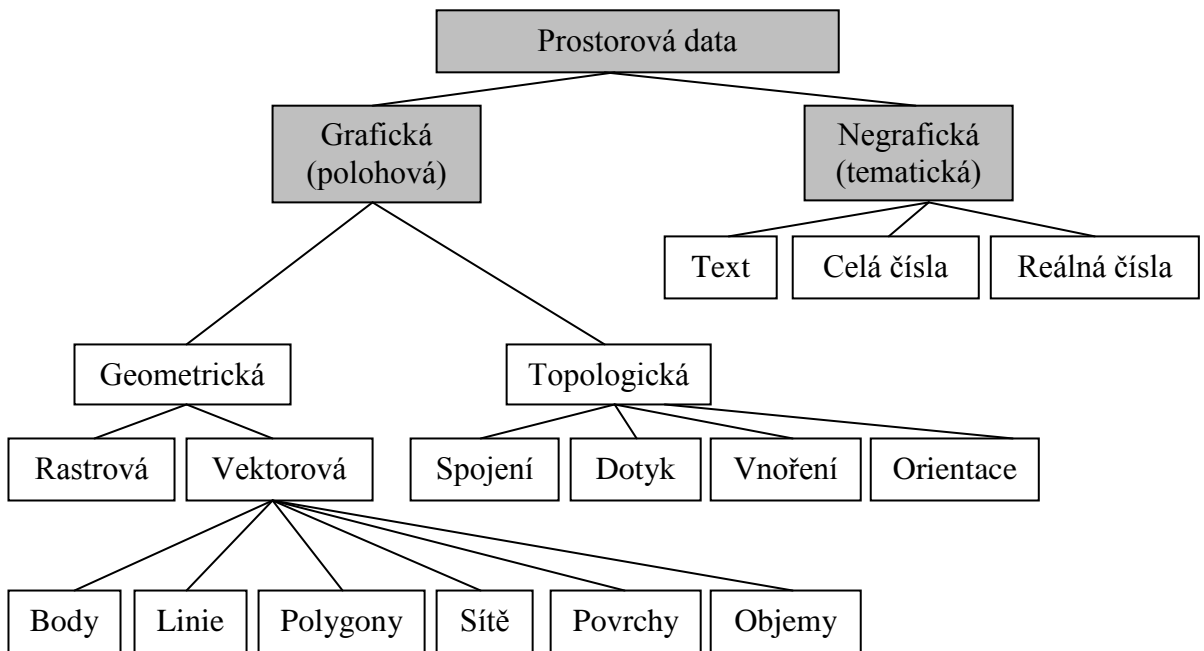
Příloha 4: Případové studie hodnocení kvality prostorových dat: CD-ROM

Příloha 5: Požadované hodnoty kritérií kvality prostorových dat pro příklady prostorových analýz

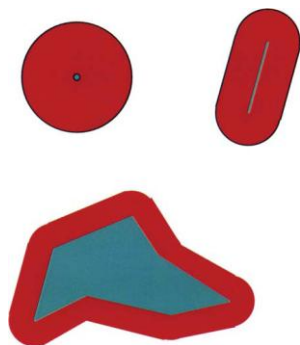
Příloha 6: Porovnání výsledků analýz s kvalitními a nekvalitními daty

Příloha 7: Provedení prostorových analýz: CD-ROM

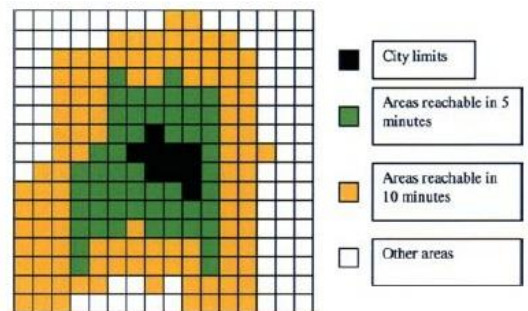
Příloha 1: Prostorová data a prostorové analýzy



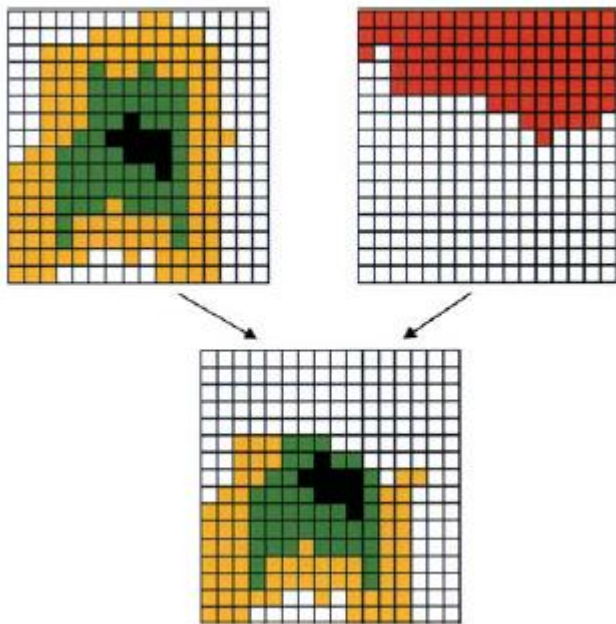
Obrázek 1: Schéma hierarchie složek a podtypů prostorových dat (zdroj: [69])



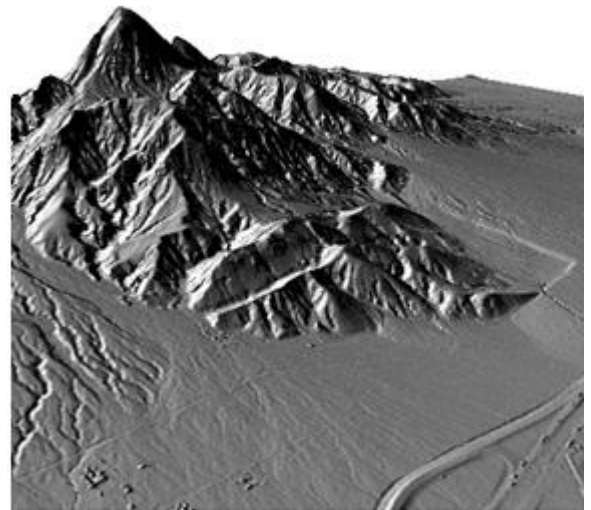
Obrázek 2: Příklad výstupu operace zónování pro bod, linii a polygon (zdroj: [48])



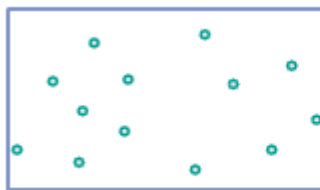
Obrázek 3: Příklad výstupu operace zónování pro data v rastrovém formátu (zdroj: [48])



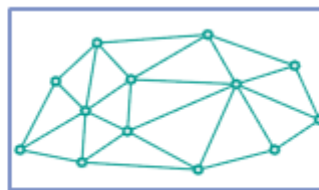
Obrázek 4: Ukázka operace překrytí pro data v rastrovém formátu (zdroj: [48])



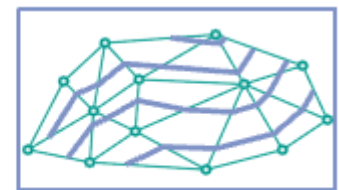
Obrázek 5: Ukázka DMT (zdroj: [27])



(a)



(b)



(c)

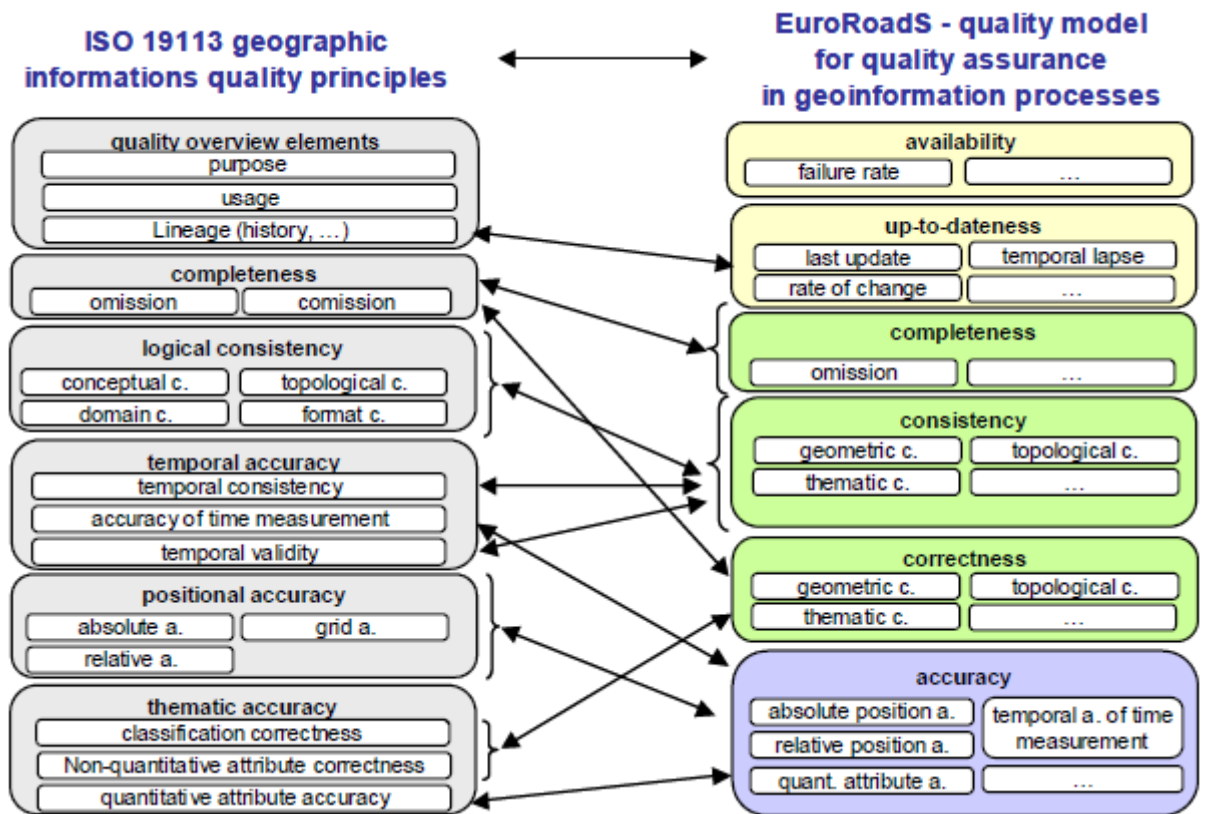
Obrázek 6: Interpolace pomocí triangulace – a) známé body, b) konstrukce triangulace, c) konstrukce izolinií (vrstevnic) (zdroj: [22])

Příloha 2: Porovnání standardů kvality prostorových dat

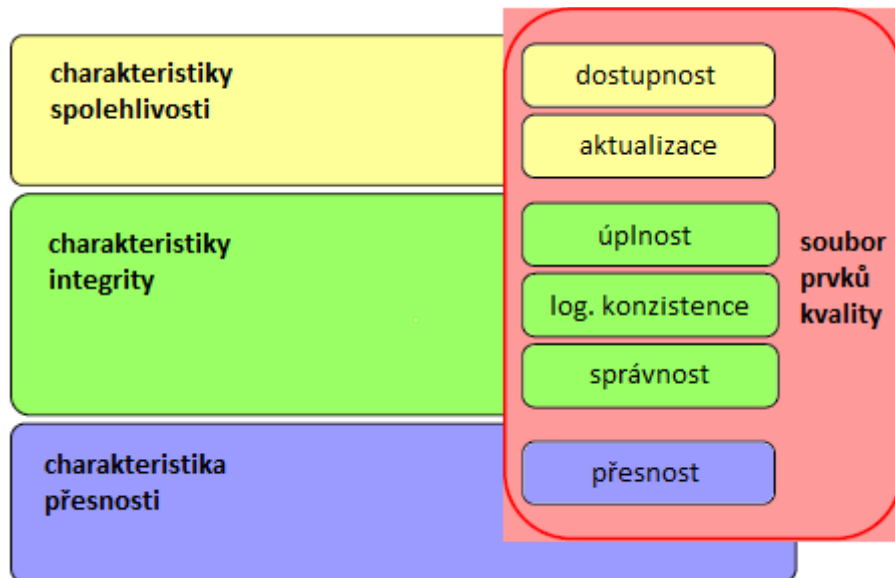
Tabulka 1: Porovnání norem z hlediska výskytu prvků kvality (zdroj: [71])

Prvky kvality, ze kterých lze získat přímo informace o kvalitě	ISO 19113	ENV 12656	FIPS 173	GDF	ATKIS
Úplnost	X	X	X	X	X
Logická konzistence	X	X	X		X
Polohová přesnost	X	X	X	X	X
Časová přesnost	X	X			X
Tematická / atributová / sémantická přesnost	X	X	X	X	X
Rozlišení				X	
Preciznost				X	
Správnost				X	
Aktualizace				X	
Prvky kvality, ze kterých nelze získat přímo informace o kvalitě	ISO 19113	ENV 12656	FIPS 173	GDF	ATKIS
Původ (rodokmen)	X	X	X		
Homogenita		X			
Kvalitní dokumentace		X			
Účel	X				X
Použitelnost	X				X
Historie					X

Příloha 3: Projekt EuroRoadS



Obrázek 1: Návrh prvků kvality prostorových dat dle EuroRoadS ve srovnání s normou ISO 19113 (zdroj: [71])



Obrázek 2: Rozdělení prvků kvality do třech oblastí dle EuroRoadS (zdroj: [71])

Příloha 4: Případové studie hodnocení kvality prostorových dat

Tabulka 1: Posouzení informací o kvantitativní jakosti dat pro Příklad 1 (zdroj: [16])

Příslušné odstavce ve specifikaci dat dokumentující použitelnost	Použitelný prvek jakosti dat/ Podprvek jakosti dat	Rozsah jakosti dat
Přezkoumat náhodný výběr dílů různých pokrytí k zaručení úplnosti kartografických a atributových dat (pro všech 17 rozsahů jakosti dat).	Úplnost/ přidání	17 rozsahů jakosti dat, každý sestávající z jedné tematické vrstvy
Přezkoumat konečný distribuční datový formát před konverzí do formátu VPF a zaznamenat konečný výsledek sčítání četnosti všech vzhledů jevů pro každou tematickou vrstvu.		Sada dat
Zaručit, že digitální mimorámové údaje [informace, která se původně nacházela v poznámkách, tabulkách a grafech na okraji listů Operační letecké mapy (Operational Navigation Chart – ONC) a specifikuje zdrojový materiál] jsou zahrnuty do hodnot atributů ploch pokrytí jakosti dat a do tabulek jakosti dat.		Logická bezspornost/ oborová bezspornost
Jednotkou měření pro databázi DCW musí být systém anglických měr.	Logická bezspornost/ formátová bezspornost	Sada dat
Přezkoumání konečného distribučního datového formátu před konverzí do formátu VPF. Jsou ověřována všechna jména atributů a všechny definice atributů.		Vzhledy jevů kódované jako body a polygony
Polohovým datumem musí být aktuální Světový geodetický systém (World Geodetic System – WGS).		Všechny textové řetězce
Kde polygony na ONC klesly pod minimální při sběru zachytitelný rozměr, který je po obvodu $\leq 3,05$ mm (0,12 palce), a skládají se z jedné hrany, reprezentují se jako bodový vzhled jevu.	Logická bezspornost/ topologická bezspornost	Sada dat
Jako prostředek pro identifikaci a nápravu problémů s umístěním textů musí být použita kontrola záruky. Kontrola se musí uskutečnit např. k ověření, že se textové řetězce nepřekrývají.		
Přezkoumání záruky jakosti všech tematických dat dohromady graficky znázorněných k ověření náležité integrace nebo umístění vzhledů jevů mezi pokrytími.		

Musí být provedena kontrola k ověření, že je přítomna správná topologie.		
Na liniové vzhlady jevů silnice a železniční dráhy v databázi DCW se vztahují pravidla propojení. Jsou-li na ONC silnice a železniční dráhy přerušeny textem, kódují se mezery v síti širší než 2,54 mm (0,1 palce) jako speciální slučky (podrobnosti viz [16]). Poznámka: Pravidla propojení se nevztahují na situace, kde jsou mezery evidentně způsobeny přírodními překážkami.		Všechny slučky
Absolutní svislá přesnost DCW je stejná jako pro tiskové podklady původní ONC a mapy Jet Navigation Chart (JNC) v 90% případů lineární chyby, měřeno ke střední hladině moře.	Polohová přesnost/ absolutní nebo vnější přesnost (svislá)	Sada dat
Přesnost vrstevnic získaných ze zdrojové ONC je 1/2 intervalu vrstevnic původního zdroje nebo ± 150 m (± 500 stop).		Všechny vrstevnice
Přesnost výškových kót získaných ze zdrojové ONC je ± 30 m (± 100 stop).		Všechny výškové kóty
Absolutní vodorovná přesnost DCW je pro všechny vzhlady jevů odvozené z ONC 2040 m (6700 stop) se zaokrouhlením na nejbližších 5 m v 90 % případů kruhové chyby, měřeno ve WGS 84. Absolutní vodorovná přesnost DCW pro všechny vzhlady jevů odvozené z JNC je 4270 m (14006 stop) v 90 % případů kruhové chyby. ¹⁾	Polohová přesnost/ absolutní nebo vnější přesnost (vodorovná)	1. Všechny oblasti 2. Oblast Antarktidy 3. Silnice
Každý vzhled jevu DCW definují kombinace kódů atributu a hodnoty atributu.	Tematická přesnost/ správnost klasifikace	Sada dat
K identifikování neplatných kódů a neobvyklého chování v atributových tabulkách se automaticky tabelují četnosti atributových kódů. Pak by se data měla graficky znázornit a vyčerpávajícím způsobem přezkoumat přesnost atributových kódů. Ve většině případů by se mělo vytvořit druhé a třetí zobrazení k ověření, že identifikované chyby byly opraveny.		

¹⁾ „Použitelné pro všechny tři identifikované rozsahy jakosti dat. Oblast Antarktidy tvoří samostatný rozsah jakosti dat, neboť má zvláštní zdroj. Důvod pro identifikování silnic jako samostatného rozsahu jakosti dat spočívá v tom, že silnice zpravidla představují nejlépe zmapované vzhlady jevů a proto se pro ně předpokládá vyšší přesnost“ [16].

Tabulka 2: Souhrn významných informací o kvantitativní jakosti dat v Příkladu 1 (zdroj: [16])

Prvek jakosti dat	Podprvek jakosti dat	Významný? (ano/ne)	Počet identifikovaných rozsahů dat
úplnost	přidání	ano	1
	vynechání	ano	1
logická bezespornost	konceptuální bezespornost	ne	-
	oborová bezespornost	ano	1
	formátová bezespornost	ano	3
	topologická bezespornost	ano	2
polohová přesnost	absolutní nebo vnější přesnost	ano	3-svislá 3-vodorovná
	relativní nebo vnitřní přesnost	ne	-
	polohová přesnost mřížových dat	ne	-
časová přesnost	přesnost měření času	ne	-
	časová bezespornost	ne	-
	časová platnost	ne	-
tematická přesnost	správnost klasifikace	ano	1
	správnost nekvantitativních atributů	ne	-
	přesnost kvantitativních atributů	ne	-

Tabulka 3: Posouzení informací o kvantitativní jakosti dat pro Příklad 2 (zdroj: [16])

Významné odstavce ze specifikace produktu dokumentující použitelnost	Použitelný prvek jakosti dat/ Podprvek jakosti dat
DMT může být rozdělen s použitím hranic hydrografických povodí a státních hranic, které dodá NWI, do různých souborů.	Úplnost/ přidání
DMT má plně pokrývat plochu příslušného hydrografického povodí.	Úplnost/ vynechání
Ačkoliv specifikace produktu nezahrnuje odkaz na tento požadavek, producent dat dal najevo potřebu zajistit, že se v sadě dat nevyskytnou žádné výšky větší než 2000 m.	Logická bezespornost/ oborová bezespornost
Velikost buňky má být 25 m a počátek mříže má být umístěn v násobku 25 m. DMT má počítat s operacemi hydrologického modelování.	Logická bezespornost/ formátová bezespornost
DMT má podporovat hydrologické modelování.	Logická bezespornost/ topologická bezespornost

Specifikace produktu neobsahuje přímou zmínku o polohové přesnosti. Producent dat ale předpokládá, že data z použité topografické mapy 1: 25000 mají mít výškové chyby menší než 4 m.	Polohová přesnost/ absolutní nebo vnější přesnost
---	--

Tabulka 4: Souhrn významných informací o kvantitativní jakosti dat v Příkladu 2 (zdroj: [16])

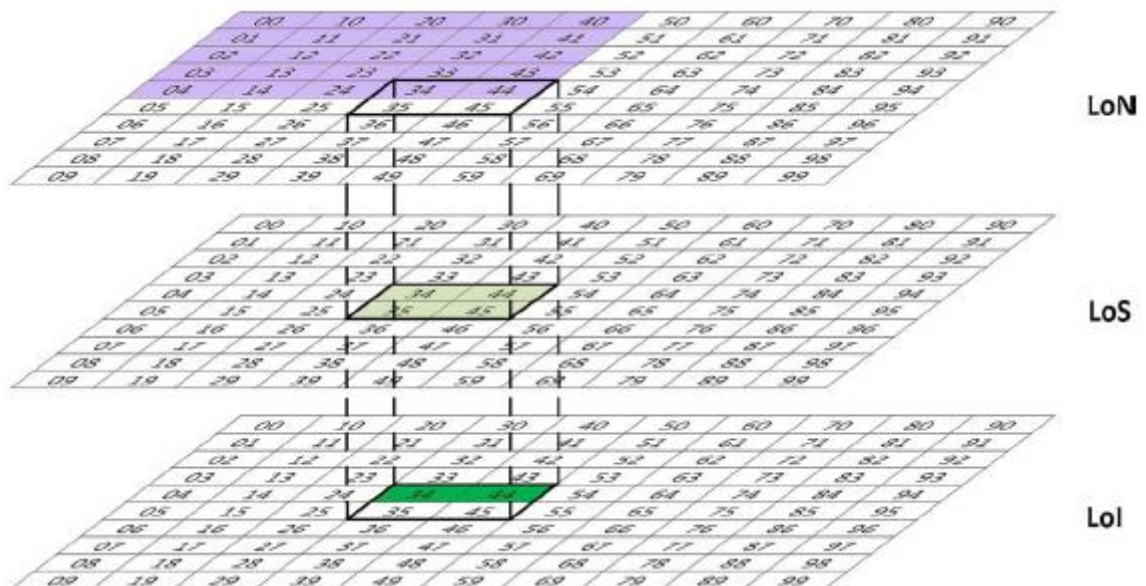
Prvek jakosti dat	Podprvek jakosti dat	Významný? (ano/ne)
úplnost	přidání	ano
	vynechání	ano
logická bezspornost	konceptuální bezspornost	ne
	oborová bezspornost	ano
	formátová bezspornost	ano
	topologická bezspornost	ano
polohová přesnost	absolutní nebo vnější přesnost	ano
	relativní nebo vnitřní přesnost	ne
	polohová přesnost mřížových dat	ne
časová přesnost	přesnost měření času	ne
	časová bezspornost	ne
	časová platnost	ne
tematická přesnost	správnost klasifikace	ne
	správnost nekvantitativních atributů	ne
	přesnost kvantitativních atributů	ne

Tabulka 5: STEM matice pro zobrazení prostorově-časového rozlišení (zdroj: [63])

Úroveň prostorově-časového rozlišení LoR = LoD x LoT											
Prostorové rozlišení LoD - Level of Detail		LOD-0 (>50m)	LOD-1 (20m- 50m)	LOD-2 (10m- 20m)	LOD-3 (5m- 10m)	LOD-4 (1m- 5m)	LOD-5 (0,5m- 1m)	LOD-6 (0,2m- 0,5m)	LOD-7 (0,1m- 0,2m)	LOD-8 (0,01m- 0,1m)	LOD-9 (0,001m- -0,01m)
Casové rozlišení LoT - Level of Time	LOT-0 (> 10 let)	00	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	LOT-1 (5-10 let)	01	11	21	31	41	51	61	71	81	91
	LOT-2 (2-5 let)	02	12	22	32	42	52	62	72	82	92
	LOT-3 (1-2 roky)	03	13	23	33	43	53	63	73	83	93
	LOT-4 (1měs.-1rok)	04	14	24	34	44	54	64	74	84	94
	LOT-5 (1týd.-1měs.)	05	15	25	35	45	55	65	75	85	95
	LOT-6 (1den-1týd.)	06	16	26	36	46	56	66	76	86	96
	LOT-7 (1hod.-1den)	07	17	27	37	47	57	67	77	87	97
	LOT-8 (1min.-1hod.)	08	18	28	38	48	58	68	78	88	98
	LOT-9 (1sec.-1min.)	09	19	29	39	49	59	69	79	89	99

Tabulka 6: Význam hodnot v polích STEM matic LoI, LoN a LoS (zdroj: [63])

Pole matice STEM	Hodnota	Význam
LoN(m,n)	0	Žádné potřeby určité LoR kvality dat pro konkrétní použití.
LoN(m,n)	1	Existující potřeby určité LoR kvality dat pro konkrétní použití.
LoS(m,n)	0	Žádná dostupná vhodná data určité LoR kvality dat.
LoS(m,n)	1	Dostupná vhodná data určité LoR kvality dat.
LoI(m,n)	0	Žádné potřeby a žádná dostupná vhodná data určité LoR kvality dat.
LoI(m,n)	1	Dostupná vhodná data určité LoR kvality dat neodpovídají potřebám pro konkrétní použití.
LoI(m,n)	2	Dostupná vhodná data určité LoR kvality dat odpovídají potřebám pro konkrétní použití.



Obrázek 1: Kombinace STEM matic (zdroj: [63])

Příloha 5: Požadované hodnoty kritérií kvality prostorových dat pro příklady prostorových analýz

Tabulka 1: Požadované hodnoty kritérií kvality pro Příklad 1 (zdroj: [vlastní])

Kritérium kvality prostorových dat	Požadovaná hodnota kritéria
Polohová přesnost – horizontální	min. 2 m
Polohová přesnost – vertikální	min. 5 m
Tematická přesnost – správnost klasifikace – pro rastry sklonů, expozic a osvětlení	min. 95 %
Tematická přesnost – přesnost kvantitativních atributů	odchylka max. 5 %
Časová přesnost – datum poslední aktualizace	max. před 10 lety (2001)
Úplnost	min. 99 %
Logická konzistence	min. 99 %
Správnost	odchylka max. 5% (= 0,01 m)
Prostorové rozlišení – vektorové	2 m
Prostorové rozlišení – rastrové	2 m
Tematické rozlišení – pro atribut výšky vrstevnic	m
Ortofoto – časová přesnost – datum poslední aktualizace	max. před 1,5 rokem (2010)
Ortofoto – měřítko	1: 10 000

Tabulka 2: Požadované hodnoty kritérií kvality pro Příklad 2 (zdroj: [vlastní])

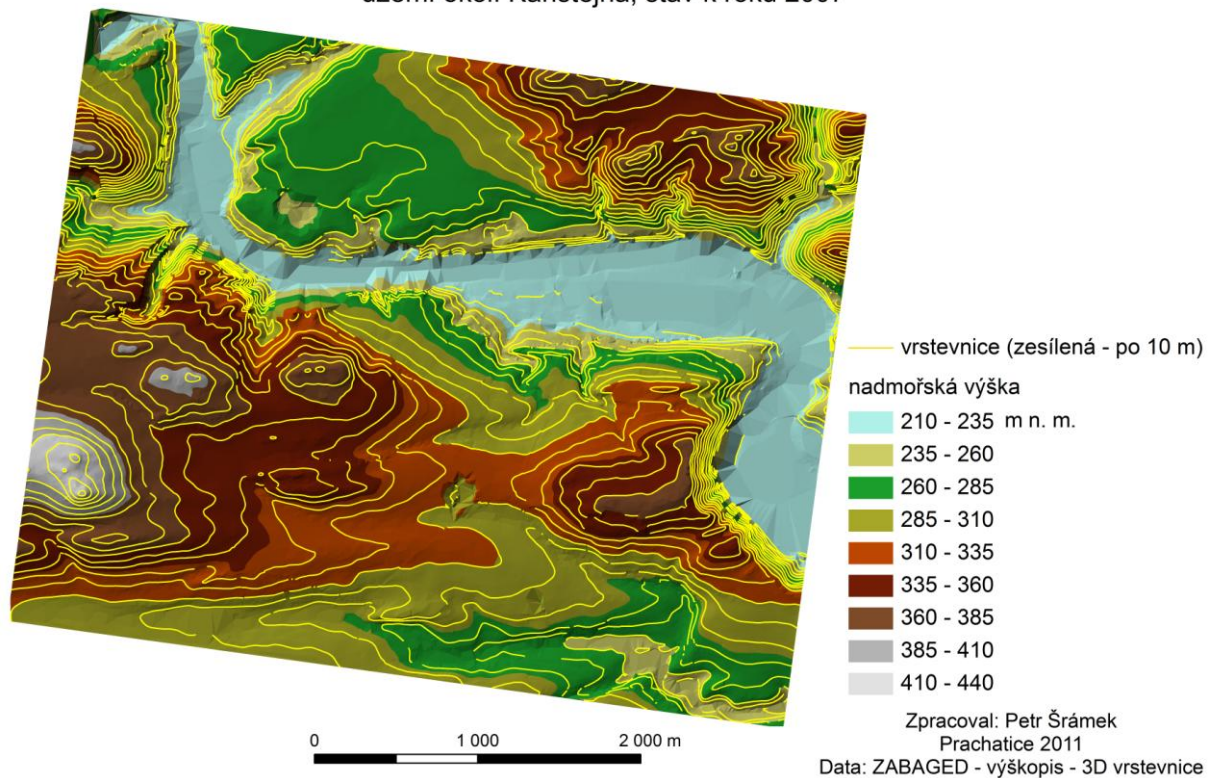
Kritérium kvality prostorových dat	Požadovaná hodnota kritéria
Polohová přesnost – horizontální absolutní	min. 50 m
Polohová přesnost – horizontální relativní	min. 5 m
Tematická přesnost – správnost klasifikace – pro atributy počtu jízdních pruhů a typu vodních nádrží	min. 95 %
Tematická přesnost – správnost klasifikace – pro atribut velikosti obcí	min. 90 %
Tematická přesnost – přesnost kvantitativních atributů – pro atribut délky silnic	odchylka max. 1 m
Časová přesnost – datum poslední aktualizace	max. před 2 lety (2009)
Úplnost	min. 99 %
Logická konzistence	min. 99 %
Správnost	odchylka max. 5 % (= 2,5 m)
Prostorové rozlišení – vektorové	3 m
Tematické rozlišení – pro atribut délky silnic	m

Tabulka 3: Požadované hodnoty kritérií kvality pro Příklad 3 (zdroj: [vlastní])

Kritérium kvality prostorových dat	Požadovaná hodnota kritéria
Polohová přesnost – horizontální absolutní	min. 50 m
Polohová přesnost – vertikální	min. 5 m
Polohová přesnost – relativní	min. 5 m
Tematická přesnost – správnost klasifikace – pro data viditelnosti a území vhodných pro výstavbu větrných elektráren, pro atribut názvů vrcholů vrstvy výškových bodů	min. 95 %
Tematická přesnost – správnost klasifikace – pro atribut velikosti obcí	min. 90 %
Časová přesnost – datum poslední aktualizace	max. před 5 lety (2006)
Úplnost	min. 99 %
Logická konzistence	min. 99 %
Správnost	odchylka max. 5 % (= 2,5 m)
Prostorové rozlišení – vektorové	3 m
Prostorové rozlišení – rastrové – pro data viditelnosti	10 m
Prostorové rozlišení – rastrové – pro data DMT	5 m
Tematické rozlišení – pro atribut výšky vrstevnic a výškových bodů	5 m
Ortofoto – časová přesnost – datum poslední aktualizace	max. před 1,5 rokem (2010)
Ortofoto – měřítko	1: 5 000

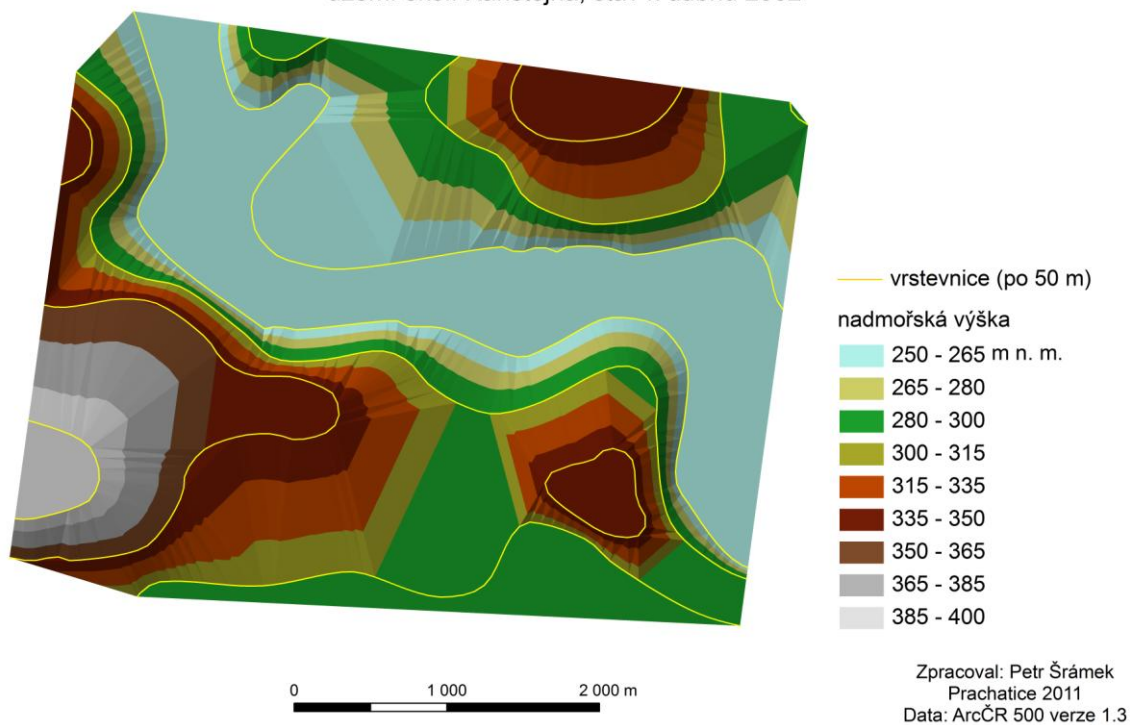
Příloha 6: Porovnání výsledků analýz s kvalitními a nekvalitními daty

DMT A VRSTEVNICE - DATA ZABAGED území okolí Karlštejna, stav k roku 2007



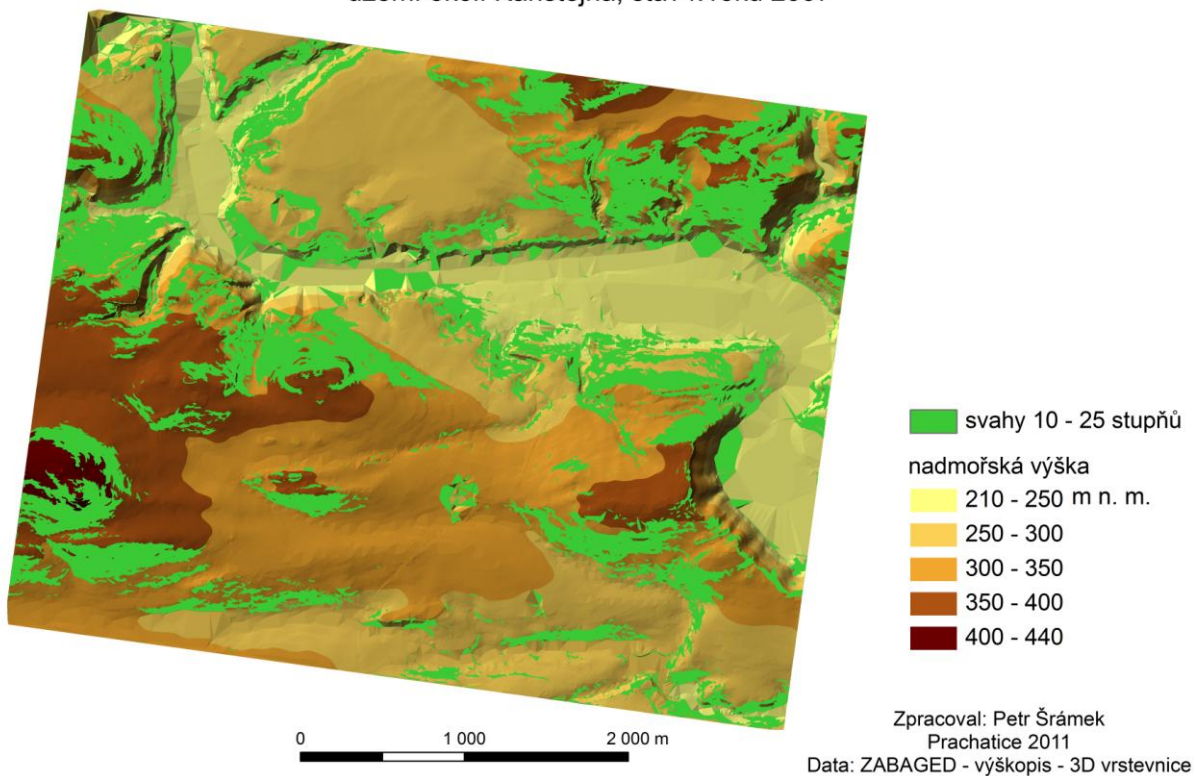
Obrázek 1: DMT a vrstevnice s kvalitními daty ZABAGED (zdroj: [vlastní])

DMT A VRSTEVNICE - DATA ARCČR 500 území okolí Karlštejna, stav k dubnu 2002



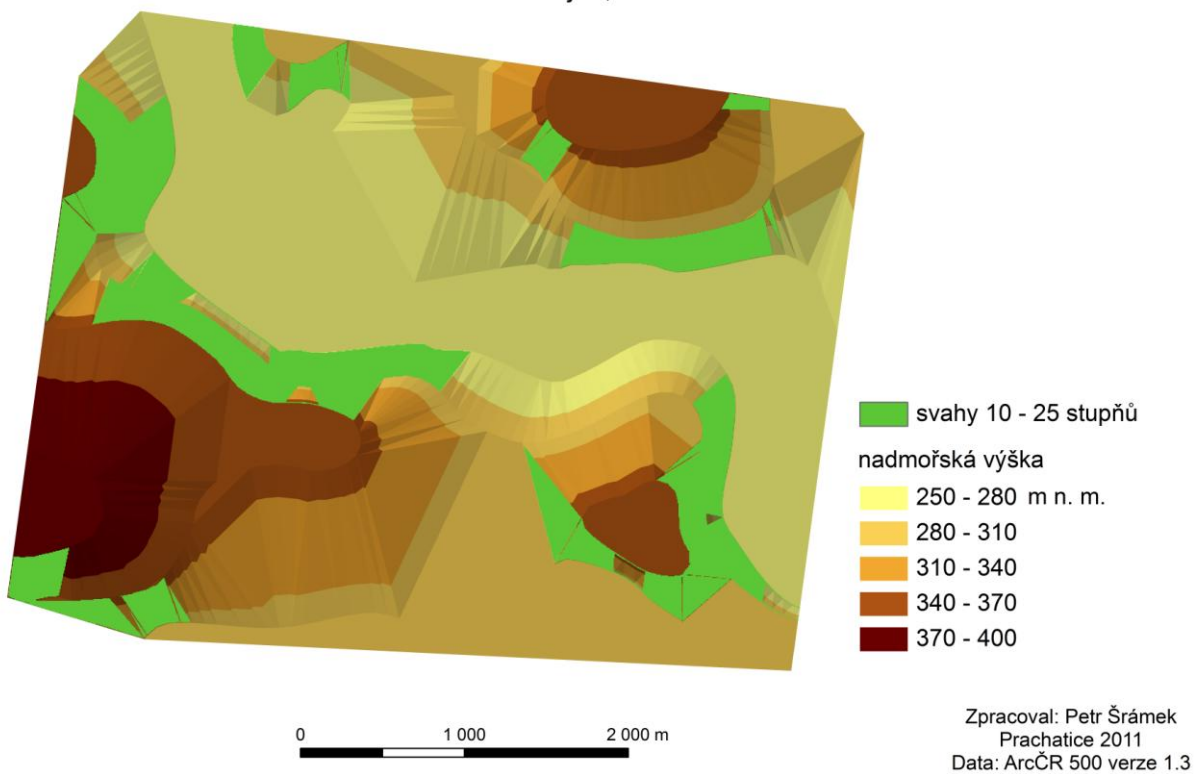
Obrázek 2: DMT a vrstevnice s nekvalitními daty ArcČR 500 (zdroj: [vlastní])

SWAHY 10 - 25 STUPŇŮ - DATA ZABAGED
území okolí Karlštejna, stav k roku 2007



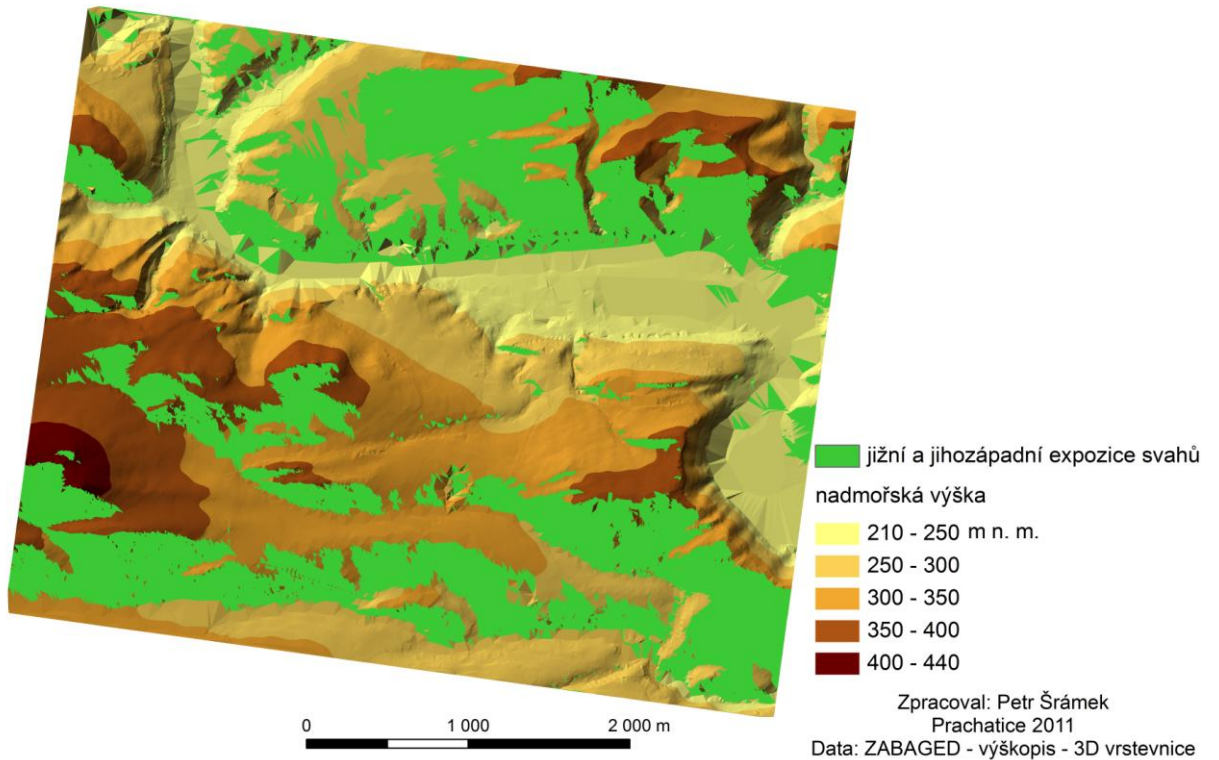
Obrázek 3: Podmínka sklonitosti svahů s kvalitními daty ZABAGED (zdroj: [vlastní])

SWAHY 10 - 25 STUPŇŮ - DATA ARCČR 500
území okolí Karlštejna, stav k dubnu 2002



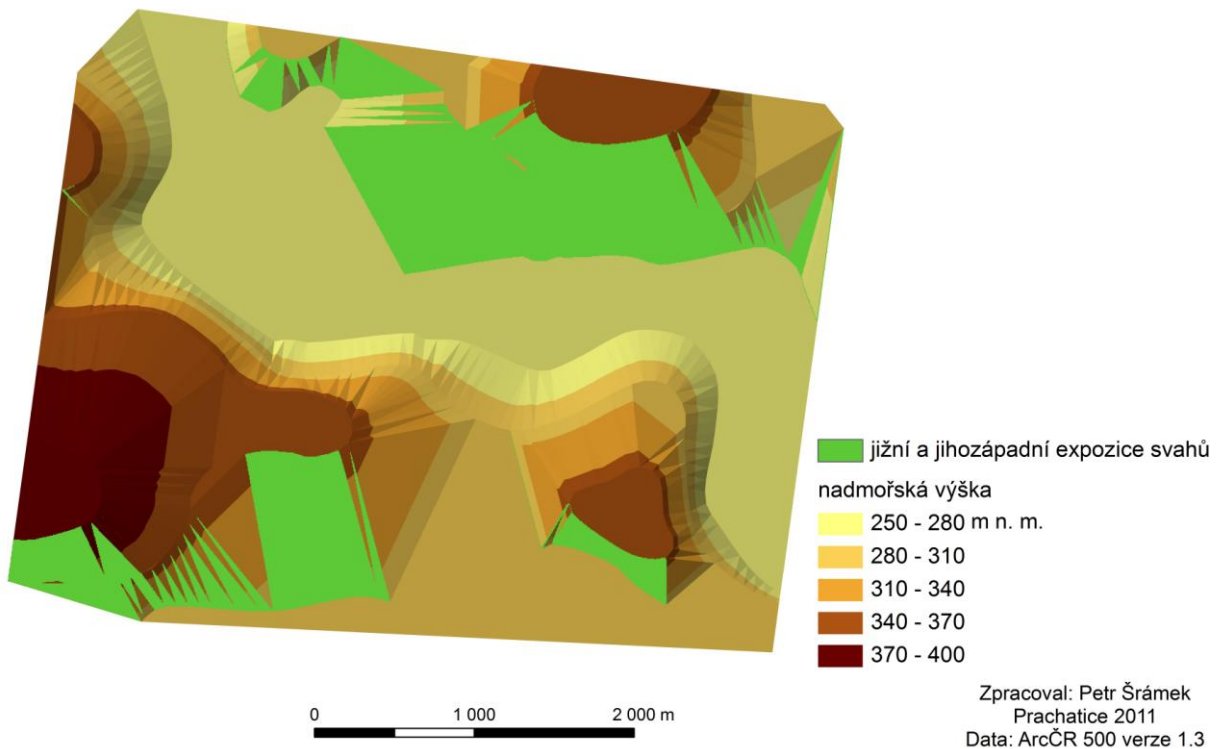
Obrázek 4: Podmínka sklonitosti svahů s nekvalitními daty ArcČR 500 (zdroj: [vlastní])

JIŽNÍ A JIHOZÁPADNÍ EXPOZICE SVAHŮ - DATA ZABAGED
 území okolí Karlštejna, stav k roku 2007



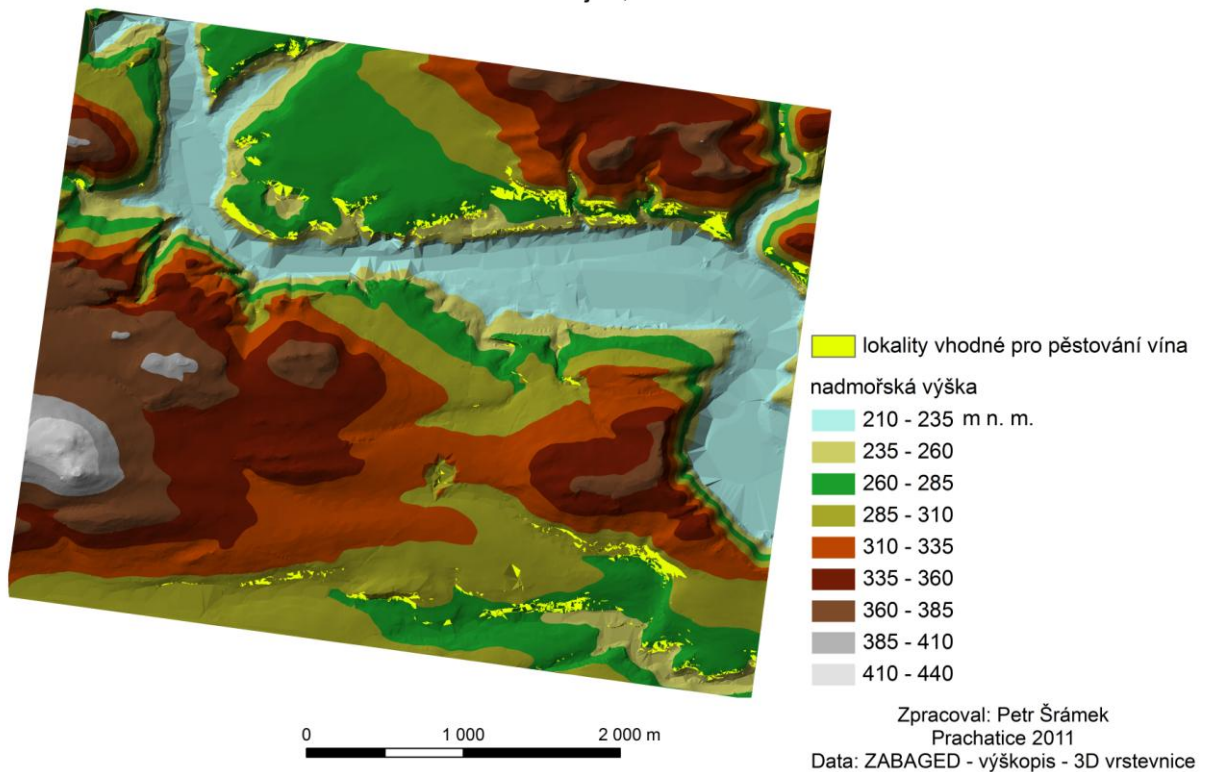
Obrázek 5: Podmínka expozice svahů s kvalitními daty ZABAGED (zdroj: [vlastní])

JIŽNÍ A JIHOZÁPADNÍ EXPOZICE SVAHŮ - DATA ARCČR 500
 území okolí Karlštejna, stav k dubnu 2002



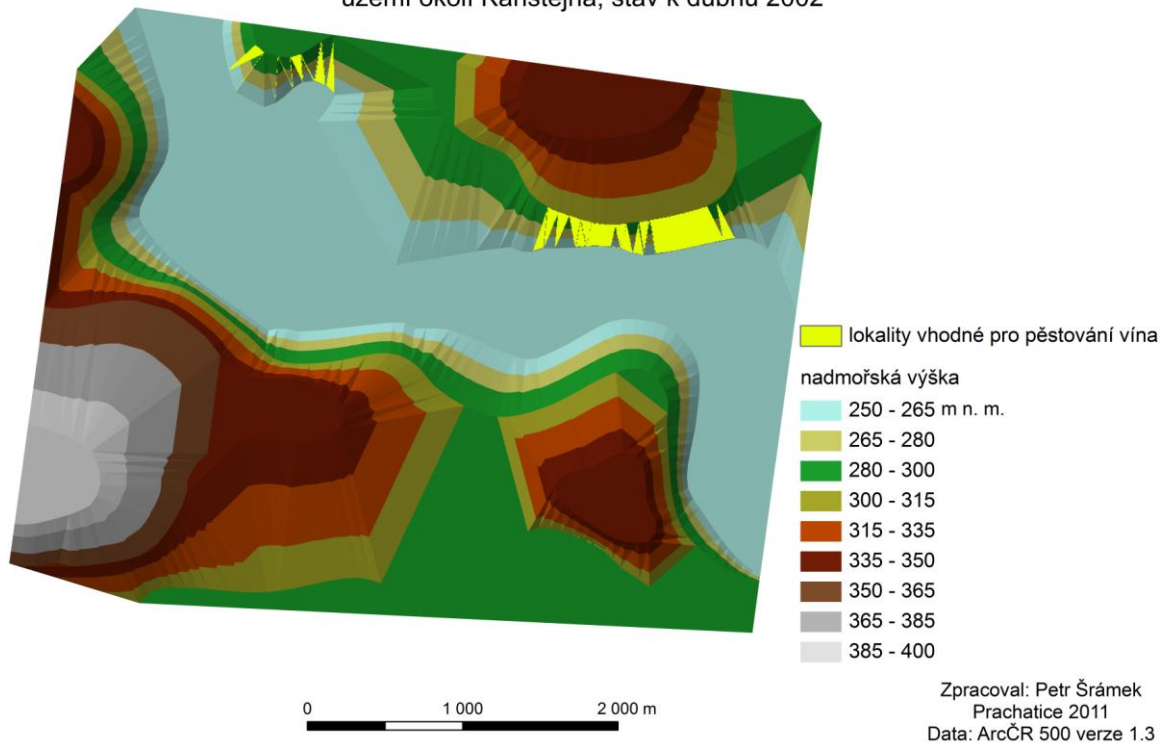
Obrázek 6: Podmínka expozice svahů s nekvalitními daty ArcČR 500 (zdroj: [vlastní])

LOKALITY VHODNÉ PRO PĚSTOVÁNÍ VÍNA - DATA ZABAGED
 území okolí Karlštejna, stav k roku 2007



Obrázek 7: Lokality vhodné pro pěstování vína s kvalitními daty ZABAGED (zdroj: [vlastní])

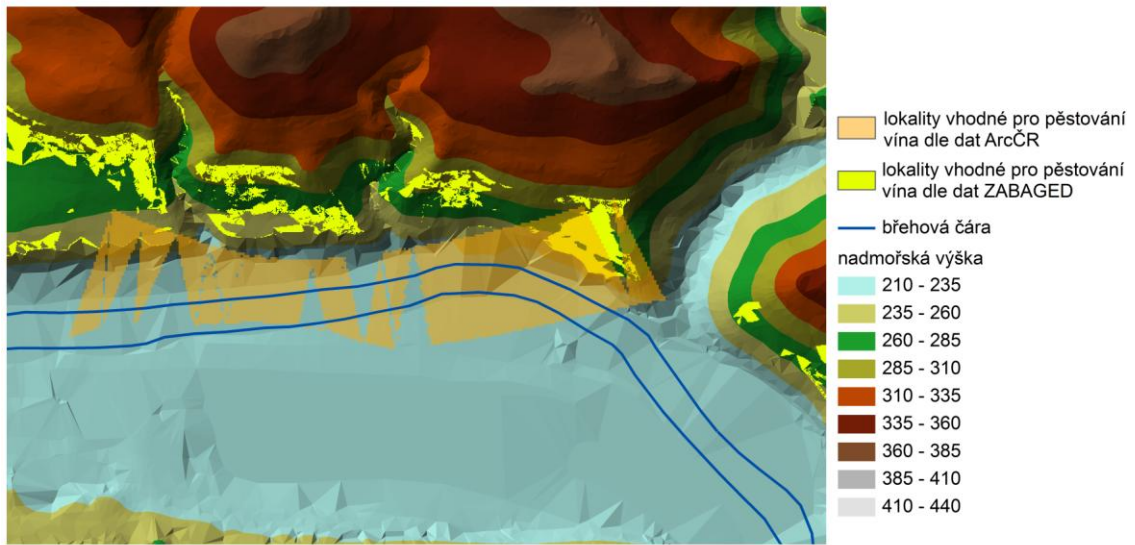
LOKALITY VHODNÉ PRO PĚSTOVÁNÍ VÍNA - DATA ARCČR 500
 území okolí Karlštejna, stav k dubnu 2002



Obrázek 8: Lokality vhodné pro pěstování vína s nekvalitními daty ArcČR 500 (zdroj: [vlastní])

**POROVNÁNÍ LOKALIT VHODNÝCH PRO PĚSTOVÁNÍ VÍNA
DLE DAT ZABAGED A DAT ARCČR 500**

území okolí Karlštejna, stav k roku 2007 (data ZABAGED) a k roku 2002 (data ArcČR)



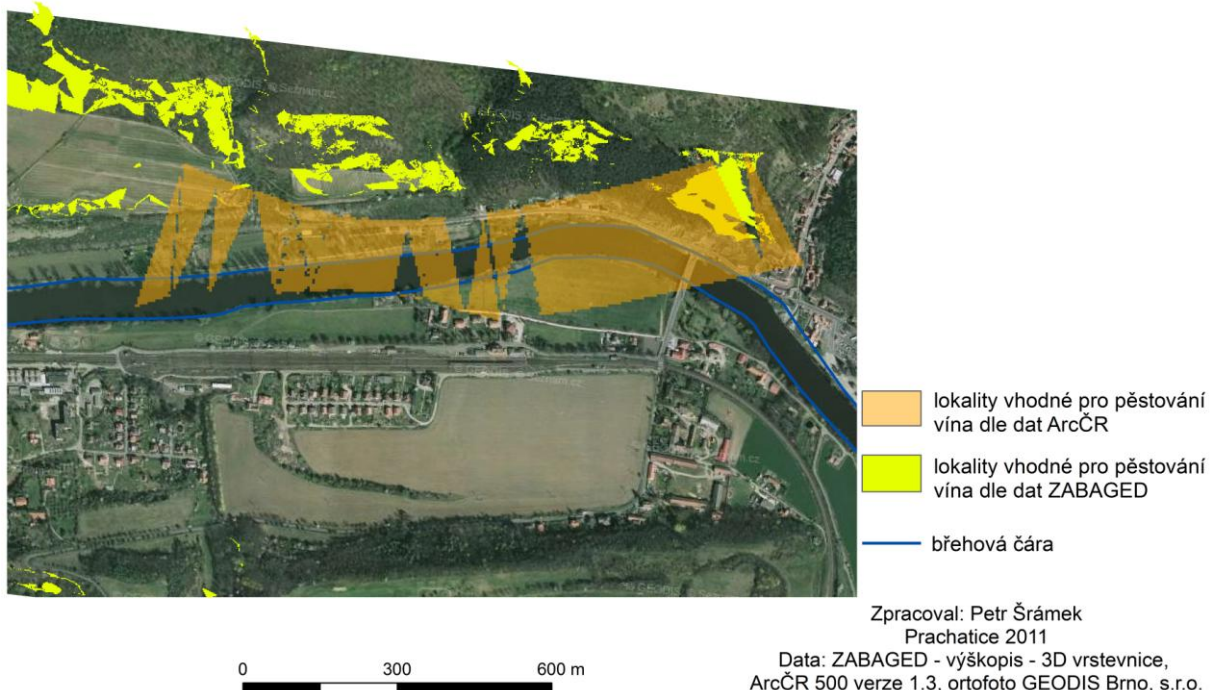
0 350 700 m

Zpracoval: Petr Šrámek
Prachatice 2011
Data: ZABAGED - výškopis - 3D vrstevnice, ArcČR 500 verze 1.3

Obrázek 9: Porovnání výsledných lokalit vhodných pro pěstování vína dle dat ZABAGED a dat ArcČR 500 (zdroj: [vlastní])

**POROVNÁNÍ LOKALIT VHODNÝCH PRO PĚSTOVÁNÍ VÍNA
DLE DAT ZABAGED A DAT ARCČR 500**

území okolí Karlštejna,
stav k roku 2002 (ArcČR), 2004 (ortofoto), 2007 (ZABAGED)



0 300 600 m

Zpracoval: Petr Šrámek
Prachatice 2011
Data: ZABAGED - výškopis - 3D vrstevnice,
ArcČR 500 verze 1.3, ortofoto GEODIS Brno, s.r.o.

Obrázek 10: Zobrazení lokalit vhodných pro pěstování vína dle dat ZABAGED a ArcČR 500 na ortofotu (zdroj: [vlastní])

Příloha 7: Provedení prostorových analýz

Příklad 1: DMT – Analýzy expozice, sklonitosti a osvětlení terénu

Pro provedení příkladu jsou využita bezplatně přístupná ukázková data výškopisu ZABAGED (Základní báze geografických dat České republiky), která obsahují vrstevnice území. Postup provedení analýzy je následující:

Na začátku je nastaven pro celý mapový dokument souřadnicový systém S-JTSK Krovak East North. Následně jsou do mapového dokumentu načteny tři vrstvy, které znázorňují vrstevnice. Pro tyto vrstvy je definován tentýž souřadnicový systém (nástroj *Define Projection*). Vrstevnice ve třech mapových vrstvách jsou spojeny pomocí nástroje *Merge* do jedné vrstvy, která znázorňuje všechny vrstevnice v oblasti (vznik vrstvy *vrstevnice*). Tato vrstva je následně automaticky programem načtena a zobrazena.

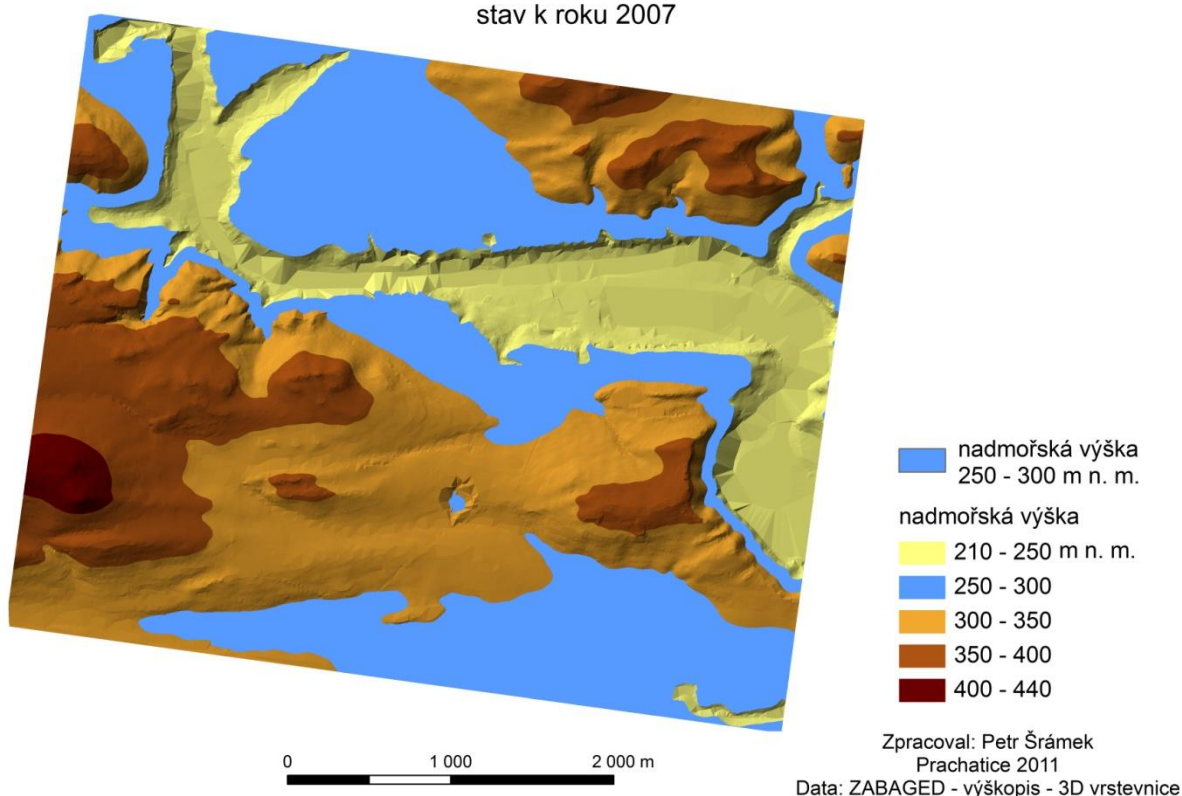
Poté je vytvořen DMT pomocí triangulace, kdy vznikne speciální datový formát TIN dataset (Triangulated irregular network dataset). Pro tento postup je použit příkaz *Create TIN From Features*, který je součástí nástroje *3D Analyst*. Zdrojem dat pro tento příkaz je vrstva *vrstevnice*, jako zdroj výšek pro výpočet DMT je zvolen atribut *Výška* a vrstva je triangulována jako *mass points*, tedy ve formě bodů. Nově vzniklá vrstva znázorňující DMT je nazvána *tin*. Vrstva *tin* hypsometricky zobrazuje výškové rozdíly v terénu. Pro potřeby dalších analýz je však žádoucí, aby byl DMT ve formě rastru, proto pomocí příkazu *TIN to Raster* v nástroji *3D Analyst* je převeden datový formát TIN na rastr. Velikost buňky rastru je nastavena na 2 m, výstupní soubor je nazván *tingrid*, ostatní parametry jsou ponechány. U nově vzniklého rastru *tingrid* je možné změnit barvy rastru pro lepší znázornění výškových rozdílů DMT.

Nyní je přistoupeno k první podmínce prostorové analýzy, která se snaží nalézt vhodné lokality pro pěstování vinné révy. Z rastru *tingrid* jsou vybrána pouze taková místa, která odpovídají nadmořské výšce 250 – 300 m n. m. Tento požadavek je vykonán pomocí příkazu *Reclassify*. Zde je jako vstupní vrstva vybrán rastr *tingrid* a hodnoty jsou reklasifikovány podle tabulky 1. Výstupní rastr znázorňující místa DMT, která se nacházejí v nadmořské výšce 250 – 300 m n. m., je nazván *tingrid2*. Pro jeho lepší zobrazení s podkladem celého DMT je možné u rastru *tingrid2* nastavit 50 % průhlednost (*Transparency* ve vlastnostech vrstvy). Výsledek analýzy stanovující podmínku týkající se nadmořské výšky terénu na podkladu DMT v podobě vrstvy TIN datasetu je zobrazen na obrázku 1.

Tabulka 1: Reklasifikace rastru pro požadavek nadmořské výšky Příkladu 1 (zdroj: [vlastní])

0 – 249,999999	NoData
250 – 300	1
300,000001 – 440	NoData

PŘÍKLAD 1 - ÚZEMÍ S NADMOŘSKOU VÝŠKOU 250 - 300 M N. M. V OKOLÍ KARLŠTEJNA
stav k roku 2007



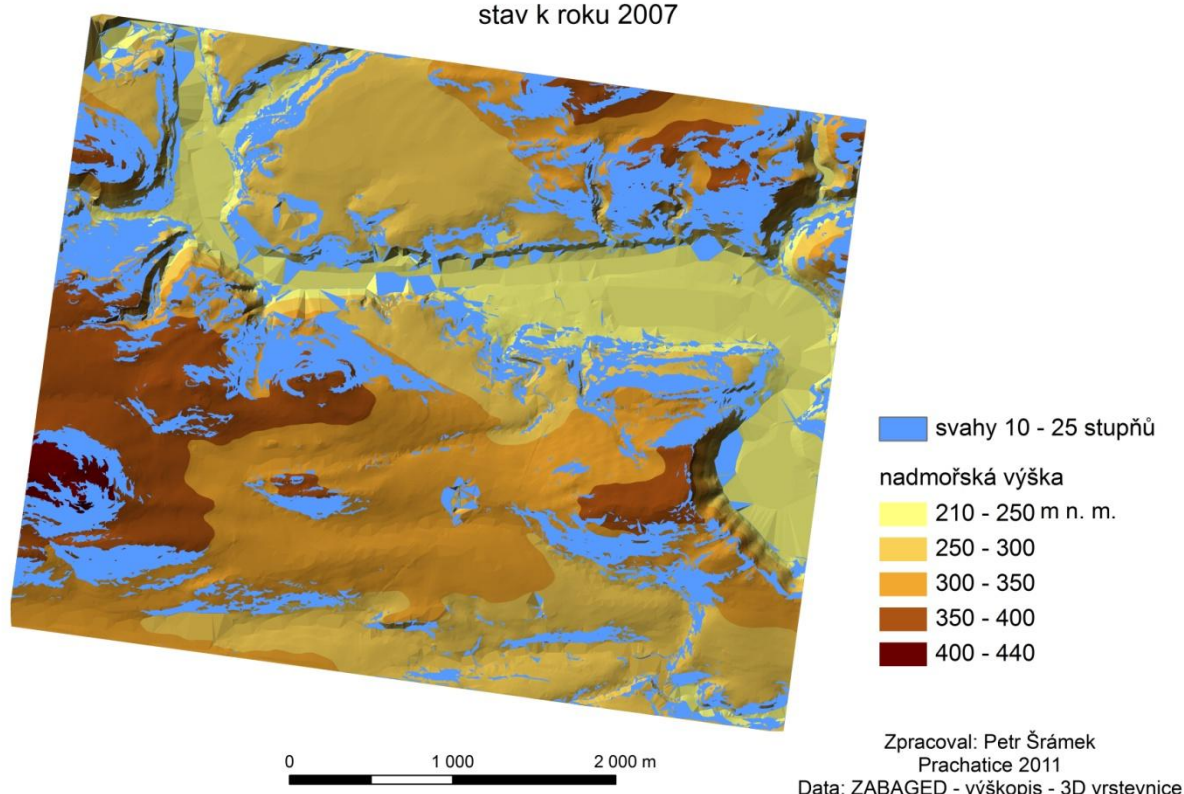
Obrázek 1: Příklad 1 – podmínka nadmořské výšky (zdroj: [vlastní])

Další podmínkou v příkladu pro nalezení vhodné lokality je sklonitost svahů. Je zapotřebí nalézt místa, která nejsou v rovině, ale jsou ve svahu v rozmezí 10 – 25°. Nejprve je vytvořen rastr sklonu svahů, který označuje místa s různou sklonitostí ve stupních. Pomocí nástroje *Slope* v toolboxu *Raster Surface* je tento rastr vytvořen. Vstupním rastrem při vytváření je rastr *tingrid*, výstupní rastr je nazván *svahy*, jednotky měření sklonitosti jsou stupně. Po vytvoření rastru sklonu svahů jsou pomocí *Reclassify* vybrána pouze místa se sklonem 10 – 25°. Reklasifikace je provedena podle tabulky 2, výstupní soubor reklasifikace je nazván *svahy2*. Výsledek analýzy s podmínkou sklonitosti svahů na podkladu DMT je zobrazen na obrázku 2.

Tabulka 2: Reklasifikace rastru pro požadavek sklonitosti svahů Příkladu 1 (zdroj: [vlastní])

0 – 9,999999999	NoData
10 – 25	1
25,000000001 – 90	NoData

PŘÍKLAD 1 - SVAHY 10 - 25 STUPŇŮ V ÚZEMÍ OKOLÍ KARLŠTEJNA
stav k roku 2007



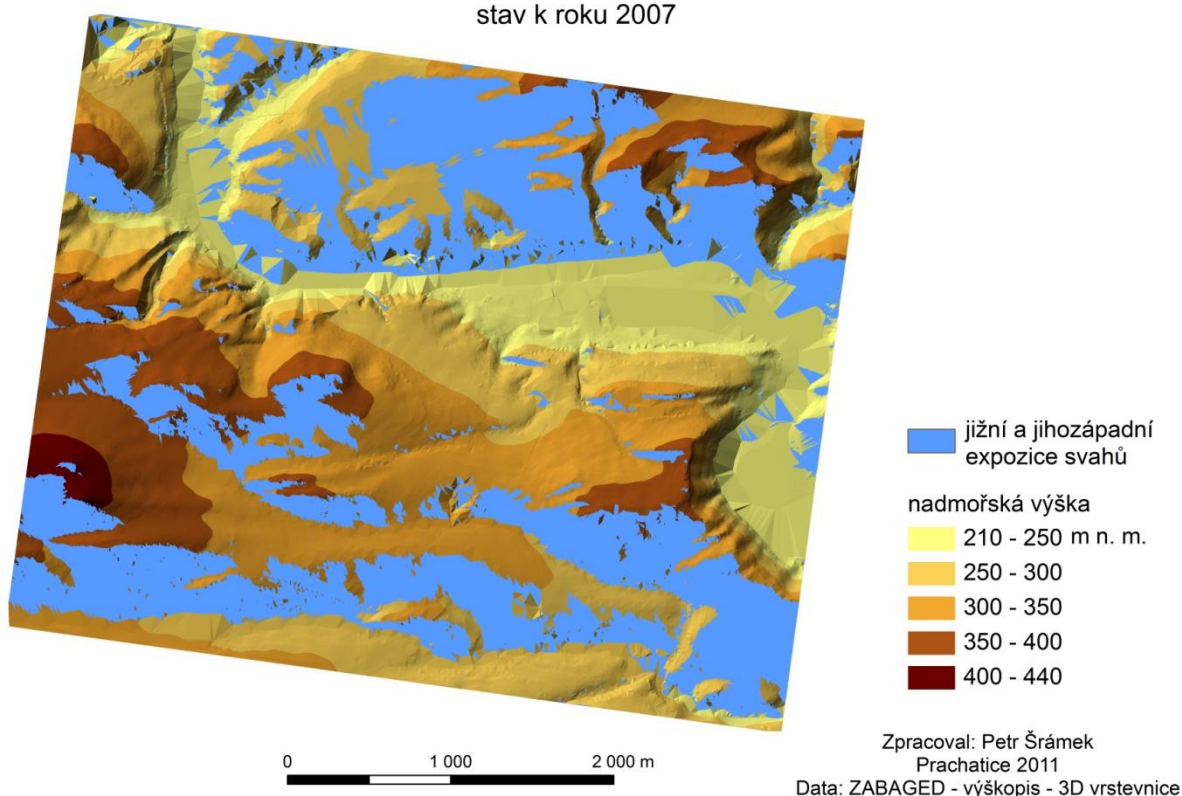
Obrázek 2: Příklad 1 – podmínka sklonitosti svahů (zdroj: [vlastní])

Následně je provedena třetí podmínka hledání optimální lokality, která se týká expozice svahů. Je potřeba nalézt svahy, které jsou orientovány jižním až jihozápadním směrem. Pomocí nástroje *Aspect* v toolboxu *Raster Surface* je vytvořen rastr označující expozice svahů. Vstupním rastrem v nástroji je rastr *tingrid*, výstupní soubor je nazván *expozice*. Vytvořený rastr barevně odlišuje svahy podle světových stran, na které jsou svahy orientovány. Pomocí nástroje *Reclassify* jsou vybrány svahy orientované pouze jižním a jihozápadním směrem. Reklasifikace je provedena dle tabulky 3, výstupní rastr je nazván *expozice2*. Výsledek analýzy s podmínkou expozice svahů je zobrazen na obrázku 3.

Tabulka 3: Reklasifikace rastru pro požadavek expozice svahů Příkladu 1 (zdroj: [vlastní])

-1 - 0	NoData
0 – 157,5	NoData
157,500000001 – 247,5	1
247,500000001 - 360	NoData

PŘÍKLAD 1 - JIŽNÍ A JIHOZÁPADNÍ EXPOZICE SVAHŮ V ÚZEMÍ OKOLÍ KARLŠTEJNA
stav k roku 2007



Obrázek 3: Příklad 1 – podmínka expozice svahů (zdroj: [vlastní])

Poslední podmínkou při výběru lokality je intenzivní osvětlení Sluncem v průběhu dne. Pro provedení analýzy osvětlení terénu je zapotřebí znát polohu Slunce nad Zemí vzhledem k místu na Zemi, vyjádřenou azimutem a výškou Slunce nad Zemí. Pro polohu Slunce je nutné taktéž znát zeměpisnou polohu místa na Zemi, odkud je poloha Slunce sledována. V tomto příkladu je pro zjednodušení uvažováno místo na 50. rovnoběžce severní šířky a 15. poledníku východní délky. Poloha Slunce je závislá na dni v roce a na hodině dne. Při analýze osvětlení terénu je uvažován den 21. června, kdy nastává letní slunovrat a Slunce je tak nejvýše nad Zemí. Na základě tabulky a obrázku ze zdroje [53] lze zjistit hodnotu azimutu a výšky polohy Slunce v určitou denní dobu v místě 50. rovnoběžky severní šířky a 15. poledníku východní délky dne 21. června. Vybráno bylo sedm časových bodů během dne, pro které byly přibližně určeny hledané hodnoty azimutu a výšky, jak znázorňuje tabulka 4. V tomto případě je uváděn středoevropský čas bez uvažování letního času.

Tabulka 4: Azimut a výška polohy Slunce v určitou denní dobu (zdroj: [53])

Čas ve dne [hod:min]	Azimut [stupně]	Výška [stupně]
4:40	60	6
7:20	90	30
10:00	130	54

12:00	180	63,4
14:00	230	54
16:40	270	30
19:20	300	6

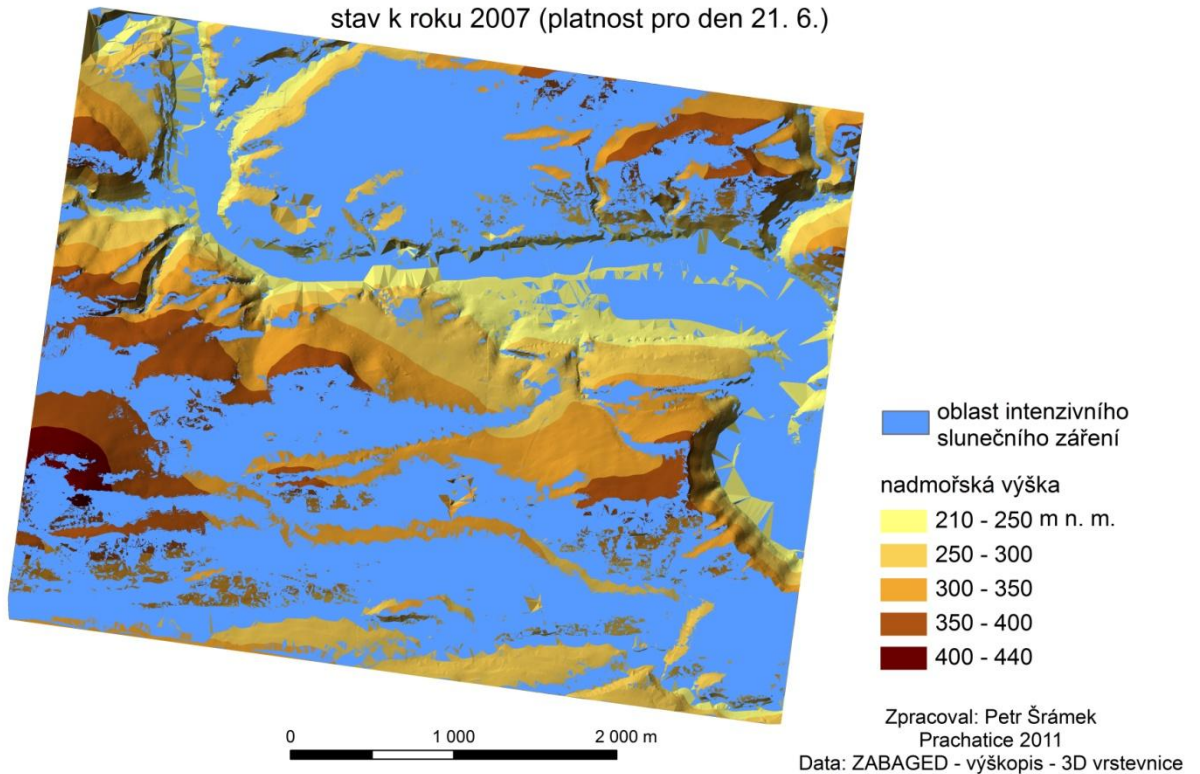
Analýza osvětlení terénu je provedena pomocí nástroje *Hillshade* v toolboxu *3D Analyst Tools*. Analýza je provedena sedmkrát s hodnotami azimutu a výšky podle tabulky 4. Vstupním souborem je vždy rastr *tingrid*, výstupní soubory jsou nazvány *osvetleni1-7*. Takto jsou získány obrazy DMT, které jsou různě osvětleny podle denní doby. Aby bylo možné zjistit místa, která jsou v průběhu dne osvětlena nejvíce, je potřeba tyto rastry *osvetleni1-7* sečíst pomocí mapové algebry. K tomu je použit nástroj *Single Output Map Algebra* nacházející se v toolboxu *Spatial Analyst Tools*. Součet vrstev je proveden zadáním výrazu $[osvetleni1] + [osvetleni2] + [osvetleni3] + [osvetleni4] + [osvetleni5] + [osvetleni6] + [osvetleni7]$. Výstupní soubor je nazván *osvetleni*. Je získán rastr, který zobrazuje osvětlená místa v různých časových okamžicích všechna najednou, zobrazuje tedy součet denních osvětlení. Následně jsou vybrána místa s největším osvětlením. Opět je použit nástroj *Reclassify*. Hodnoty pro reklasifikaci jsou zvoleny experimentálně. Pro hodnoty rastru 0 – 942 byla nastavena hodnota *NoData*, pro hodnoty 943 – 963, tedy pro posledních 20 hodnot rastru byla nastavena hodnota 1. Finální rastr znázorňující požadovaná osvětlená místa terénu je nazván *osvetleni_fin*. Konečný výsledek analýzy osvětlení terénu s podkladem DMT je zobrazen na obrázku 4.

V závěru příkladu je zjištěn průnik všech rastrů, které znázorňují jednotlivé podmínky Příkladu 1. Opět je použit nástroj *Single Output Map Algebra*, kde je zadán výraz $[tingrid2] AND [svahy2] AND [expozice2] AND [osvetleni_fin]$, který spojuje všechny dané podmínky příkladu. Konečný výstupní soubor celého Příkladu 1 je nazván *output*. Výsledek, znázorňující místa, která jsou vhodná pro pěstování vinné révy, je zobrazen na obrázku 5.

Po provedení všech analýz v příkladu jsou stanoveny lokality, které lze skutečně použít pro pěstování vinné révy. Je získáno podrobné ortofoto ze zdroje [30] v měřítku přibližně 1: 13 300. Část ortofota je pořízena v roce 2004, část v roce 2008 [33]. Aby bylo možné porovnat výsledné vybrané lokality z příkladu s ortofotem, musí být ortofoto georeferencováno s daty v příkladu. Po georeferencování dat lze pro některé lokality určit, zda je možné na nich pěstovat vinnou révu a nejedná se např. o plochu zastavěného území či plochu lesů. Vybrané lokality, které jsou vyhovující pro pěstování révy na základě porovnání s ortofotem, jsou červeně zakroužkovány v obrázku 6.

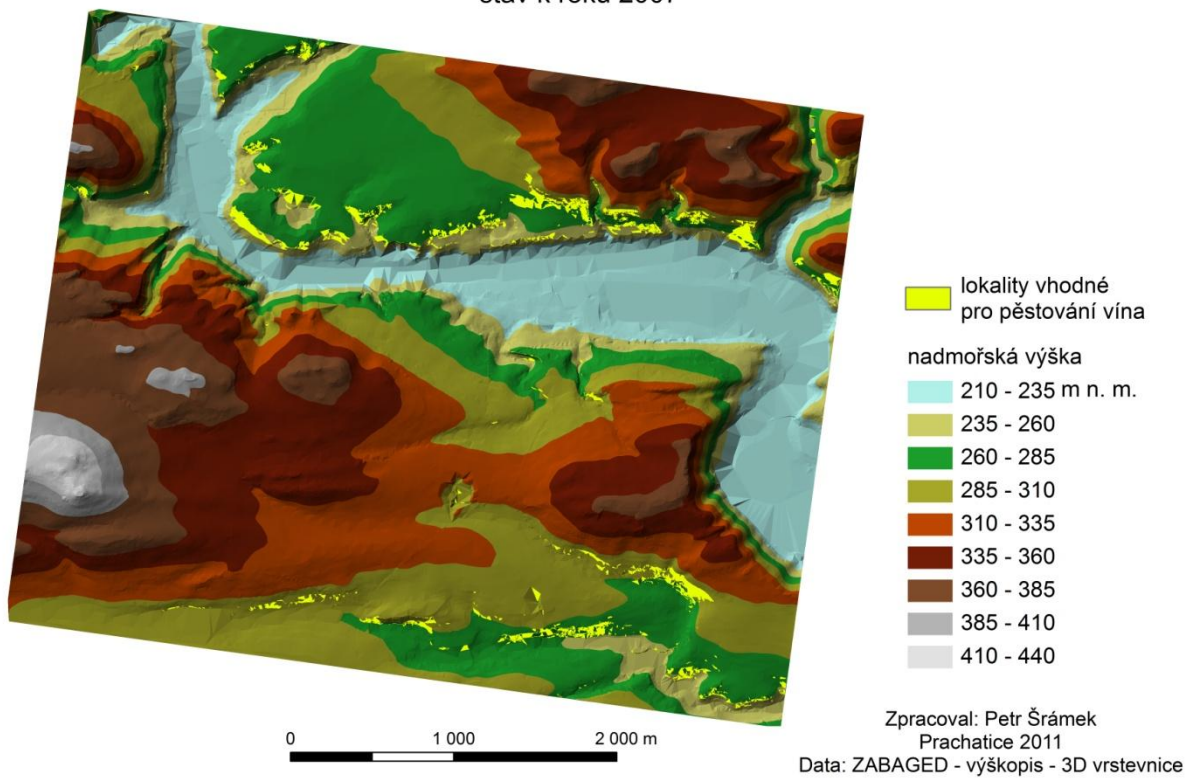
Na obrázku 7 je ukázka 3D modelu DMT, kde jsou oranžově zobrazeny lokality, které jsou vhodné pro pěstování vína.

**PŘÍKLAD 1 - MÍSTA NEJVĚTŠÍHO OSVĚTLENÍ V PRŮBĚHU DNE
V ÚZEMÍ OKOLÍ KARLŠTEJNA**
stav k roku 2007 (platnost pro den 21. 6.)



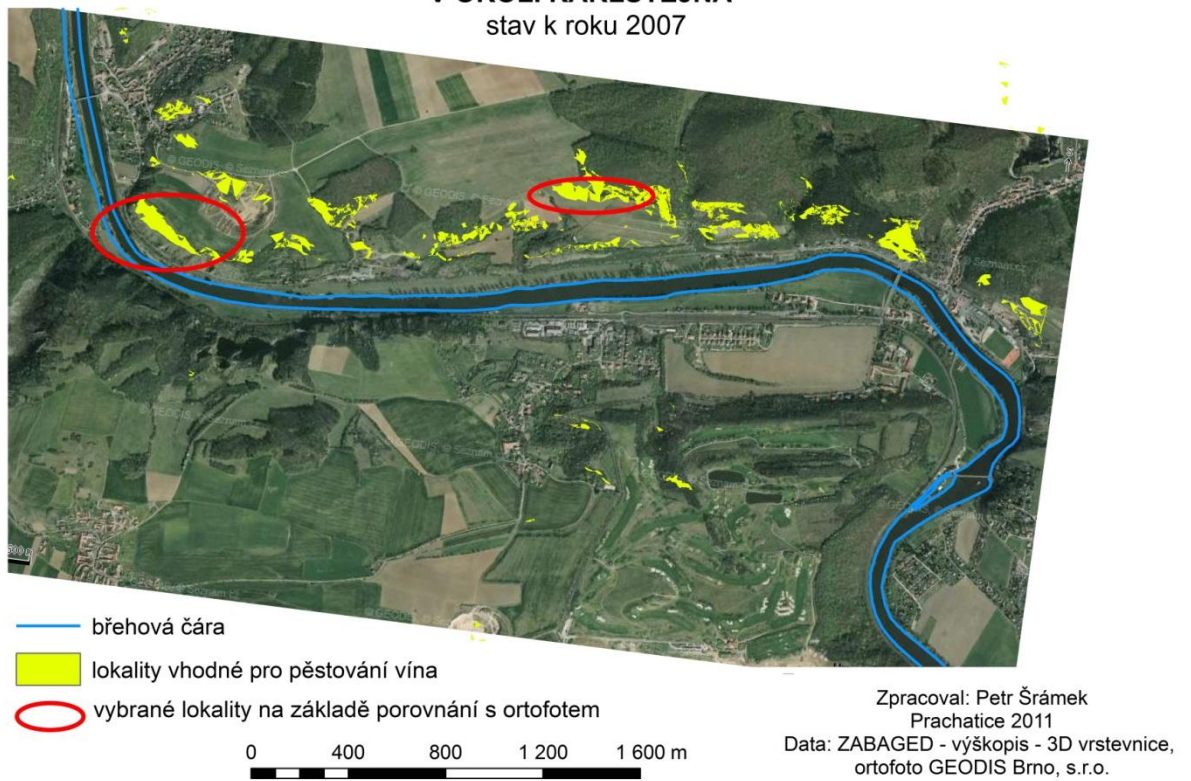
Obrázek 4: Příklad 1 – podmínka osvětlení terénu (zdroj: [vlastní])

PŘÍKLAD 1 - LOKALITY VHODNÉ PRO PĚSTOVÁNÍ VINNÉ RÉVY V OKOLÍ KARLŠTEJNA
stav k roku 2007

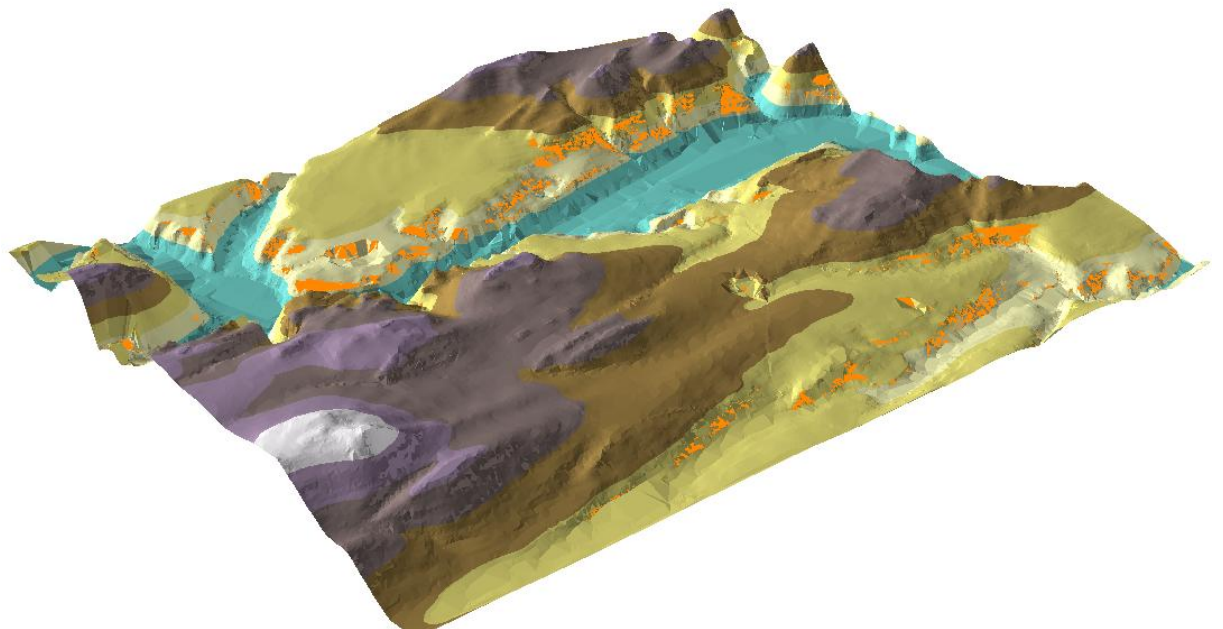


Obrázek 5: Příklad 1 – Konečný výstup – místa vyhovující všem podmínkám (zdroj: [vlastní])

**PŘÍKLAD 1 - VYBRANÁ MÍSTA VHODNÁ PRO PĚSTOVÁNÍ VINNÉ RÉVY
V OKOLÍ KARLŠTEJNA**
stav k roku 2007



Obrázek 6: Příklad 1 – Vytipování vhodných lokalit pro pěstování vína (zdroj: [vlastní])



Obrázek 7: 3D model DMT s vyznačenými vhodnými lokalitami pro pěstování vína
(zdroj: [vlastní])

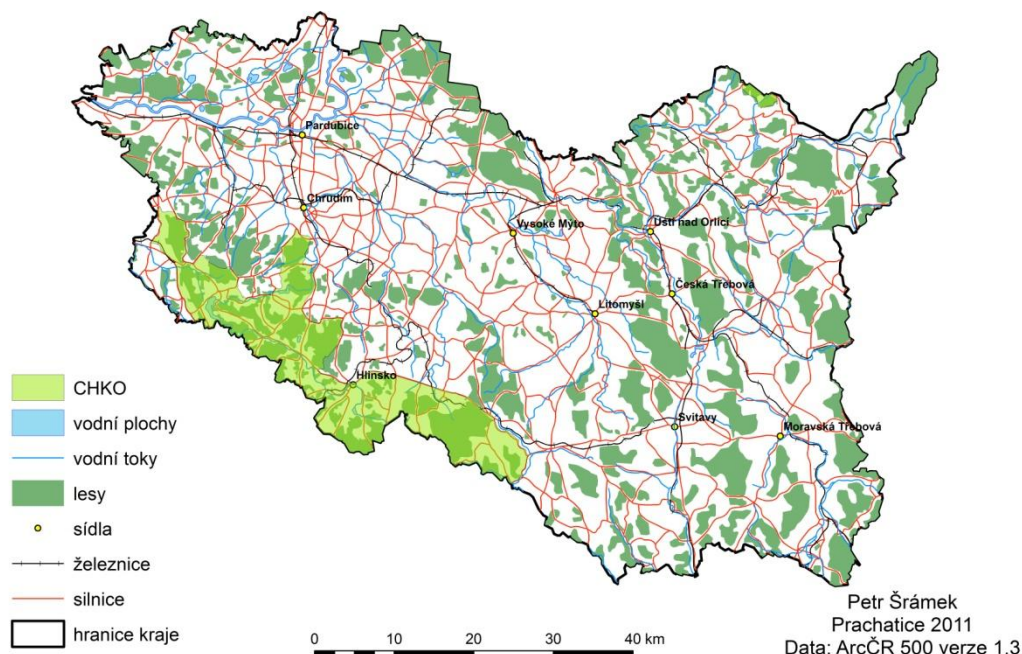
Příklad 2: Analýza s použitím obalových zón, funkce erase a dalších výpočtů

Příklad je proveden s daty ArcČR 500 verze 1.3, což je digitální vektorová geografická databáze v měřítku 1:500 000. Tato data jsou přístupná pro školní potřeby i pro potřeby státní správy či cestovního ruchu. Dále jsou využita data oblastí CHKO z Národního geoportálu INSPIRE. Postup provedení příkladu s těmito daty je následující:

Na začátku je nejprve nastaven souřadnicový systém mapového dokumentu S-JTSK Krovak East North. Poté jsou načteny vrstvy *SIDLAB* (sídla), *silnice*, *vod_tok* (vodní toky), *ZELEZ* (železnice), *KRAJE*, *LESY*, *vod_pl* (vodní plochy) z databáze ArcČR. Pro všechny tyto vrstvy je definován souřadnicový systém, stejný jako pro mapový dokument (nástroj *Define Projection*). Poté je z vrstvy *KRAJE* pomocí atributového dotazu vybrán pouze Pardubický kraj a na základě výběru kraje je vytvořena nová vrstva *Kraje selection*. Pomocí nástroje *Clip* v toolboxu *Analysis Tools* jsou poté podle této vrstvy ořezány ostatní vrstvy. Vzniknou tak nové vrstvy se stejnými názvy plus s příponou *_Clip*, které představují dané jevy pouze pro Pardubický kraj. Předchozí neořezané vrstvy kromě vrstvy *KRAJE selection* lze již odstranit. Pro přehlednost jsou z vrstvy *SIDLA_Clip* vybrána pouze větší sídla (hodnoty atributu *VELKAT* jsou rovny 6 až 8), na základě výběru je vytvořena nová vrstva *SIDLA_Clip selection*. Je zapotřebí ještě vytvořit polygonovou vrstvu oblastí CHKO. Prostřednictvím mapových služeb z geoportálu INSPIRE je načtena vrstva *CENIA_cenia_chranena_uzemi*, která zobrazuje mimo jiné oblasti CHKO. Tato vrstva je však určena pouze pro prohlížení, z tohoto důvodu jsou CHKO na území Pardubického kraje následně ručně digitalizovány a je tak vytvořen nový shapefile s polygonovou vrstvou s názvem *CHKO*. Dále jsou všechny používané vrstvy pro lepší přehlednost přejmenovány na názvy jevů, které zobrazují. Sledované území se zdrojovými vrstvami je zobrazeno na obrázku 8. Některé z načtených vrstev (sídla, vodní toky, lesy) jsou používány pouze pro zeměpisné (ilustrativní) účely, nebude s nimi však dále prováděna žádná analýza.

Po prvotní úpravě zdrojových dat je konečně přistoupeno k prostorovým analýzám. Nejprve jsou pomocí nástroje *Intersect* zjištěny silnice, které se nacházejí na území CHKO. Nová vrstva je nazvána *CHKO_silnice*. Nástrojem *Erase* jsou poté odebrány ze všech silnic právě silnice nacházející se v CHKO. Jako vstup je zvolena vrstva *silnice*, jako odečítaná vrstva je zvolena vrstva *CHKO_silnice*. Výstupní vrstva je nazvána *silnice_Erase1*. Dále je již pracováno pouze s touto vrstvou silnic namísto vrstvy původní.

PŘÍKLAD 2 - ÚZEMÍ PARDUBICKÉHO KRAJE
stav k dubnu 2002

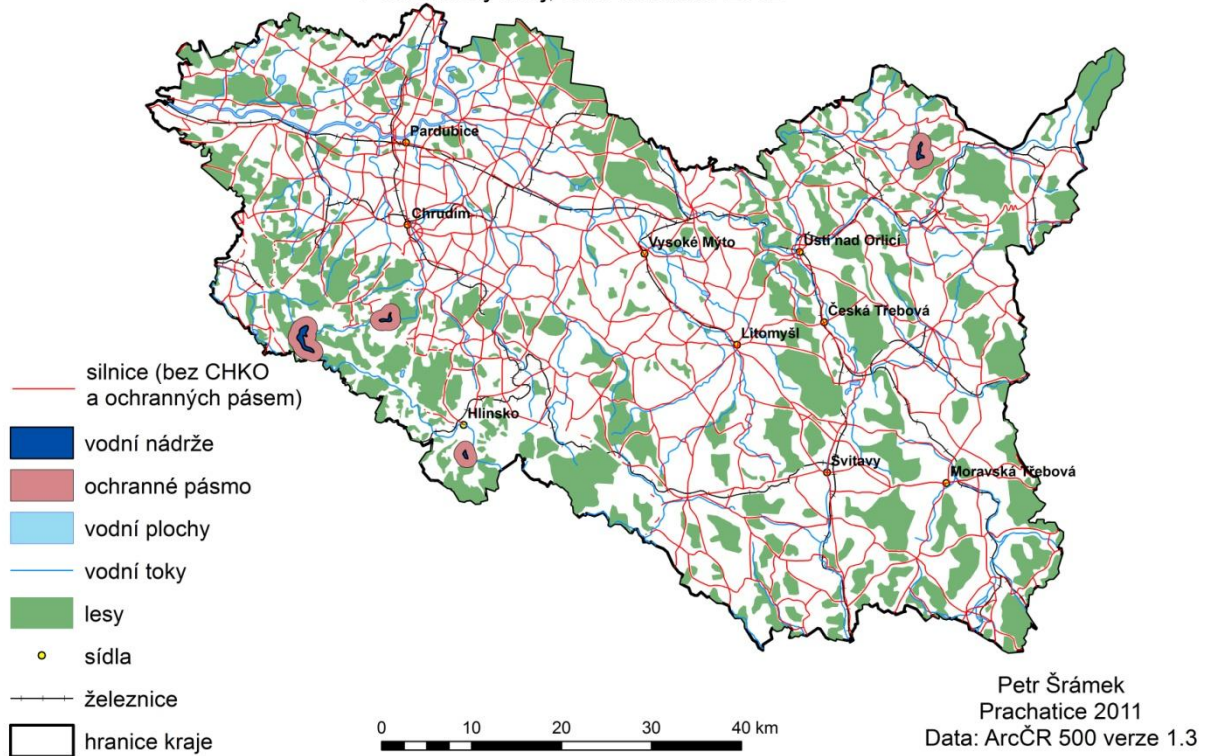


Obrázek 8: Příklad 2 – Sledované území se zdrojovými vrstvami (zdroj: [vlastní])

Následně musí být definována podmínka, která zajišťuje odebrání silnic v okolí vodních nádrží. Takto jsou zajištěny silnice v oblasti okolí zdrojů pitné vody, kde nelze použít chemický posyp. Pomocí atributového dotazu jsou vybrány pouze vodní nádrže (atribut *typ_vpl = N*). Na základě výběru je vytvořena nová vrstva *vodní nádrže*. Následně jsou vytvořeny obalové zóny nástrojem *Buffer* kolem vodních nádrží s velikostí 1000 m od nádrží. Vodní zdroj totiž může mít ochranné pásmo II. stupně přibližně až 1000 m, ale i více. Je vytvořena nová vrstva *ochranné pásmo*. Po zjištění ochranných pásem jsou nástrojem *Intersect* definovány průniky vrstvy *silnice_Erase1* a *ochranné pásmo*. Vznikne vrstva *pásmo_silnice*. Pomocí nástroje *Erase* jsou poté odebrány silnice v oblasti pásem. Je vytvořena vrstva *silnice_Erase2* a dále je používána z vrstev silnic opět pouze tato vrstva. Dosavadní výsledek příkladu s definovanými ochrannými pásmy a s již odebranými úseky silnic je zobrazen na obrázku 9.

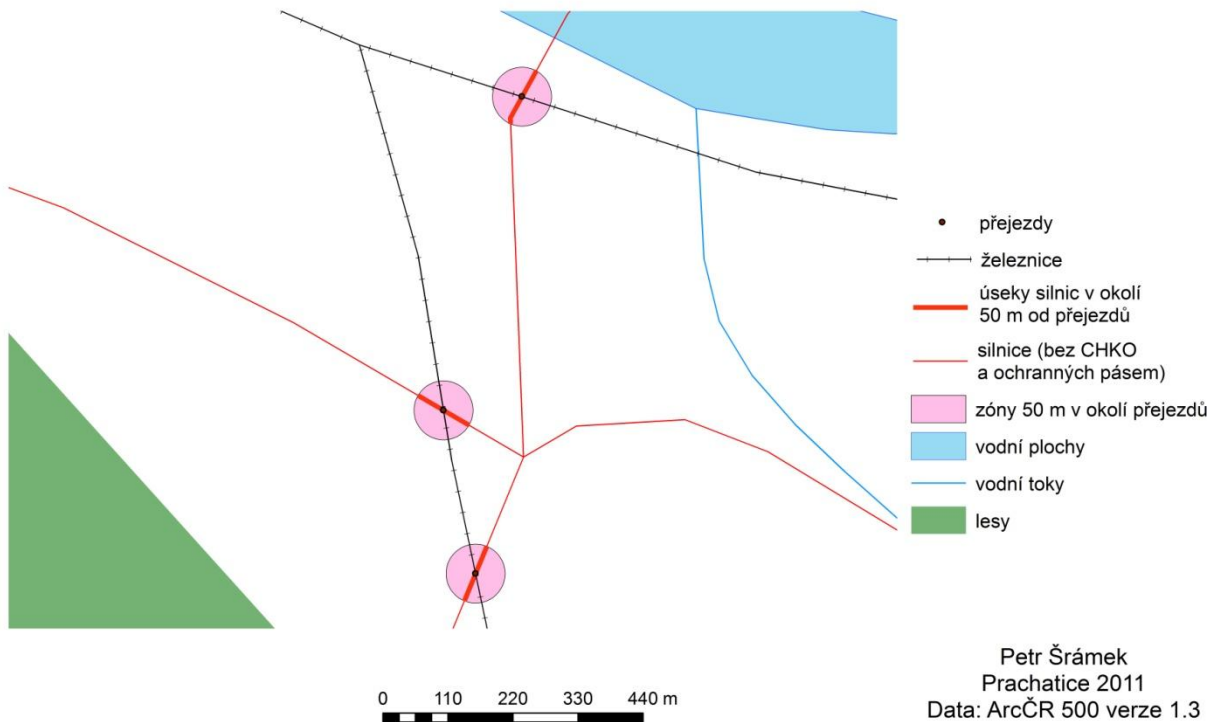
Další podmínkou je odebrání úseků silnic v okolí 50 m od železničních přejezdů. Železniční přejezdy jsou zjištěny pomocí nástroje *Intersect*, kde vstupní vrstvy jsou *silnice_Erase2* a *železnice*, výstupní vrstva je nazvána *přejezdy* a typ výstupu (Output Type) je nastaven *Point*. Poté jsou pomocí nástroje *Buffer* definovány obalové zóny 50 m od přejezdů. Výstupní vrstva je nazvána *přejezdy_zóny*. Poté jsou nástrojem *Intersect* zjištěny úseky silnic v těchto zónách, výstupní vrstva je pojmenována *přejezdy_silnice*. Zóny kolem železničních přejezdů s úseky silnic, které patří do těchto zón, zobrazuje obrázek 10. Následně jsou odebrány nástrojem *Erase* úseky silnic v okolí přejezdů (vrstva *přejezdy_silnice*) od vrstvy silnic (vrstva *silnice_Erase2*). Vznikne konečná vrstva silnic pro fázi výpočtů nazvaná *silnice_fin*.

**PŘÍKLAD 2 - SILNICE OŠETŘOVANÉ CHEMICKÝM POSYPEM
S ODEBRANÝMI ÚSEKY V CHKO A OCHRANNÝCH PÁSMECH VODNÍCH ZDROJŮ**
Pardubický kraj, stav k dubnu 2002



Obrázek 9: Příklad 2 – Ochranná pásma vodních nádrží (zdroj: [vlastní])

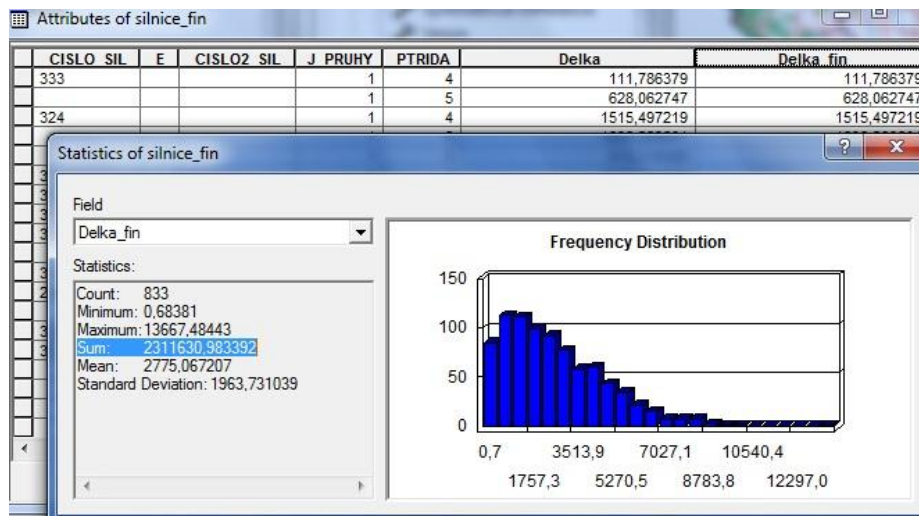
PŘÍKLAD 2 - ÚSEKY SILNIC V OKOLÍ 50 METRŮ OD ŽELEZNIČNÍCH PŘEJEZDŮ
vybrané území v Pardubickém kraji, stav k dubnu 2002



Obrázek 10: Příklad 2 – Zóny kolem železničních přejezdů (zdroj: [vlastní])

Celkový počet metrů všech úseků výsledných silnic vrstvy *silnice_fin* lze vypočítat tak, že je do atributové tabulky přidáno nové pole *Delka*, které je typu *double*, poté je v dialogovém okně kalkulátoru pro toto pole načten skript *shape Return Length.cal* a následně je proveden výpočet [3]. Skript pro výpočet délky lze získat např. z archivních stránek Arcdata Praha (viz [3]). Mezi vybranými úseky silnic se nacházejí dva úseky, které představují dvoupruhovou silnici. Délka silnic je tedy v těchto úsecích dvojnásobná oproti ostatním jednoproudým silnicím. Je vytvořeno nové pole *Delka_fin*, kde je pomocí kalkulátoru proveden výpočet, kdy jsou vynásobena pole *Delka* a *J PRUHY*. Poté je zjištěna suma pole *Delka_fin* kliknutím na pole a vybráním nabídky *Statistics*. Obě přidaná pole do atributové tabulky vrstvy *silnice_fin* a zobrazení celkového počtu km v Pardubickém kraji ukazuje obrázek 11.

Na závěr může být proveden výpočet, kdy je vynásobena celková délka silnic s odhadem průměrné spotřeby soli na km. Odhad spotřeby soli za celé zimní období je závislý na průběhu zimy. Průměrný odhad je odvozen ze zdroje [7], kde je uvedena spotřeba soli v zimním období v sezónách 00/01 – 03/04. Z tohoto zdroje je na základě zjištěného celkového počtu km odvozena průměrná spotřeba soli na km, která činí přibližně 5,639 tuny. Závěrečný odhadovaný výsledek spotřeby soli v celém zimním období v Pardubickém kraji je 13 034,25 tuny. Toto číslo je pouze hrubým odhadem spotřeby soli.



Obrázek 11: Příklad 2 – Celkový počet km silnic ošetřovaných chemickým posypem v Pardubickém kraji (zdroj: [vlastní])

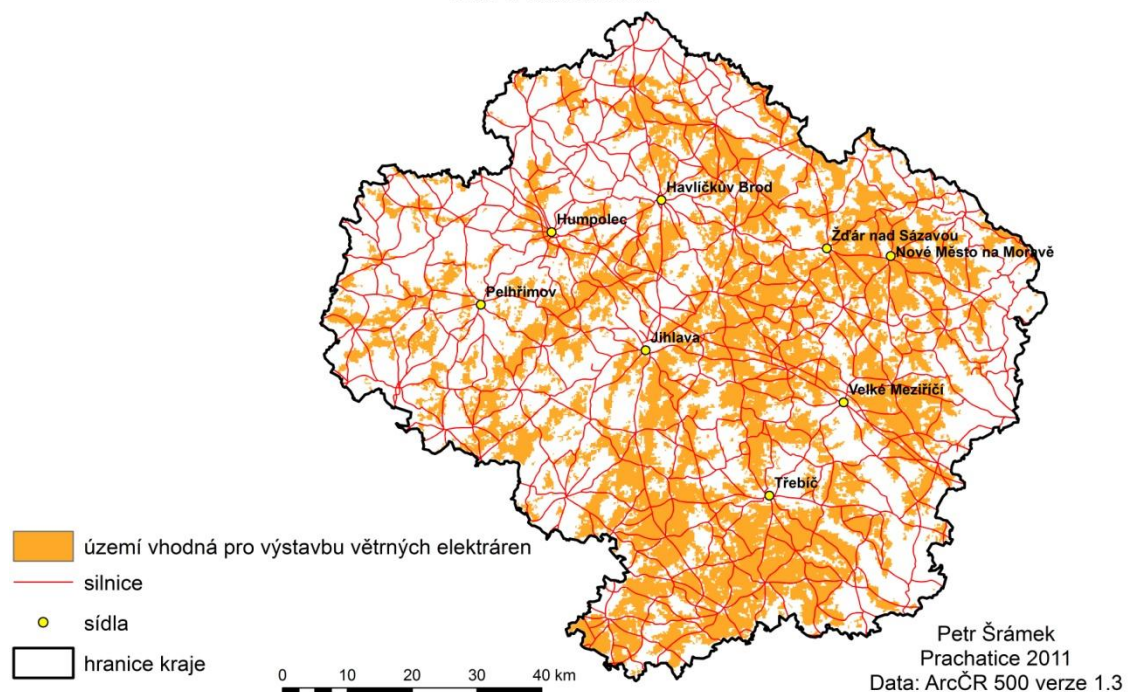
Příklad 3: DMT – analýza viditelnosti, funkce buffer a intersect

Pro příklad jsou využita data z ArcČR 500 verze 1.3 a vrstva území vhodného pro stavbu větrných elektráren z geoportálu INSPIRE. Na začátku je načtena vrstva z geoportálu INSPIRE *CENIA_cenia_vetrne_elektrarny*. Jelikož je vrstva určena pouze pro prohlížení a nelze s ní dále pracovat, musí být ručně převedena na rastr. Nejvhodnější území pro stavbu větrných elektráren představuje území kraje Vysočina. V programu ArcMap je zobrazeno území kraje Vysočina spolu s oblastmi území potenciálních větrných elektráren. Pomocí

funkce *Print Screen* je sejmuta obrazovka a v programu Malování je tento obraz převeden na černobílý rastr ve formátu *bmp*. Následně je opět načten do ArcMapu. Poté je zobrazeno menu *Georeferencing*, aby mohl být obrázek georeferencován podle vrstvy *CENIA_cenia_vetrne_elektrarny*. Po georeferencingu je výsledek uložen jako obrázek *elektrarny.img*. Velikost buňky je nastavena na 10 m. Následně je načtena vrstva *KRAJE* z dat ArcČR, ze které je atributovým dotazem vybrán pouze kraj Vysočina. Výběr kraje Vysočina (vrstva *KRAJE selection*) je poté převeden na rastr pomocí nástroje *Polygon to Raster*. Vznikne tak nový rastr nazvaný *kraj*. Následně je pomocí mapové algebry (nástroj *Single Output Map Algebra*) s použitím funkce *AND* zjištěn průnik vrstev *kraj* a *elektrarny.img*. Tímto je získán rastr zobrazující území vhodná pro výstavbu větrných elektráren v kraji Vysočina nazvaný *ele_kraj*. Ostatní vektorové vrstvy kromě vrstvy *KRAJE selection* nyní mohou být odstraněny.

Nyní jsou načteny vrstvy *VRSTEV*, *VYSKY*, *SIDLAB*, *silnice*, *vod_tok*, *vod_pl*, *LESY*. Poté je vytvořen zeměpisný podklad kraje Vysočina, kdy je definován u všech vrstev souřadnicový systém S-JTSK Krovak East North, dále jsou všechny vrstvy ořezány podle hranice kraje, tak jak je provedeno u Příkladu 2 a následně jsou vrstvy pojmenovány podle jevů, které zobrazují. Původní neořezané vrstvy jsou smazány. Podobně jako u Příkladu 2 je vytvořena vrstva sídel pouze s významnými městy kraje (atribut *VELKAT* = 6-8). Opět některé z ořezaných vrstev nebudou dále používány a slouží pouze pro zeměpisnou ilustraci území kraje. Sledované území s vyznačeným územím, které je vhodné pro výstavbu větrných elektráren, je zobrazeno na obrázku 12.

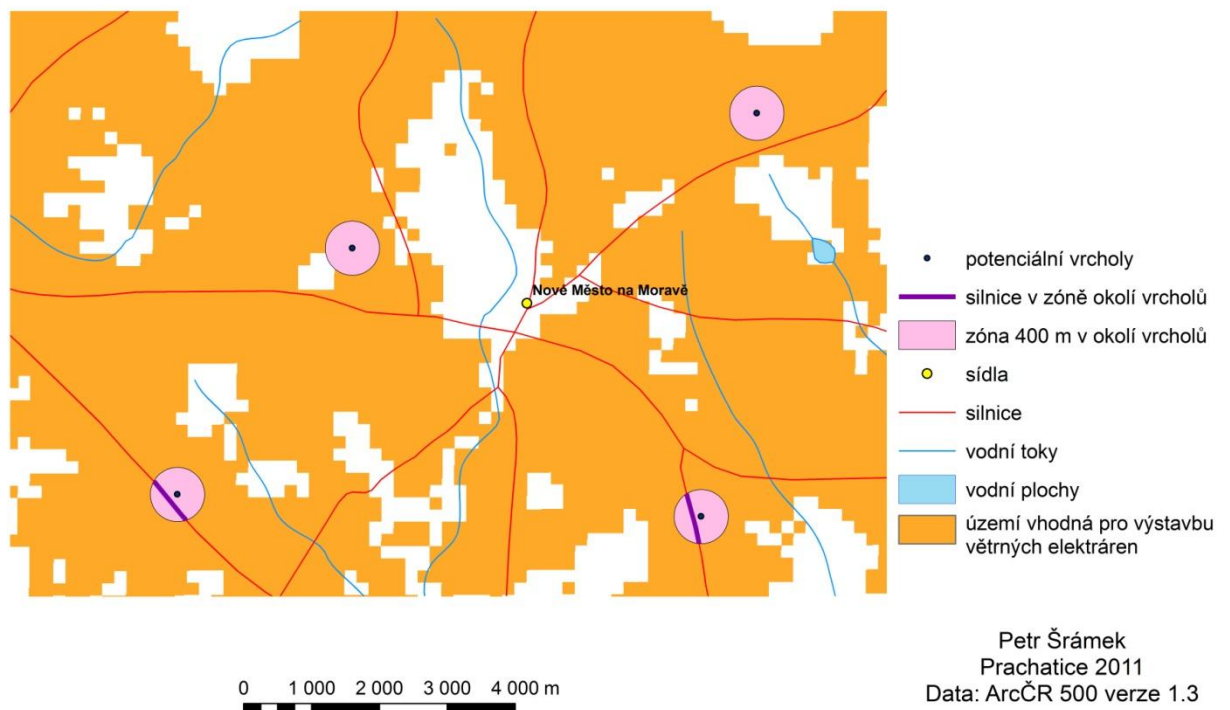
**PŘÍKLAD 3 - ÚZEMÍ VHODNÁ PRO VÝSTAVBU VĚTRNÝCH ELEKTRÁREN
V KRAJI VYSOČINA**
stav k dubnu 2002



Obrázek 12: Příklad 3 – Území vhodná pro výstavbu větrných elektráren (zdroj: [vlastní])

Nyní je zapotřebí zjistit, které vrcholy v oblasti se nacházejí na území vhodných pro výstavbu větrných elektráren. Aby bylo možné zjistit průniky těchto jevů, je nutné převést rastr *ele_kraj* na polygonovou vrstvu. Pomocí nástroje *Raster to Features* je vytvořena vrstva *elektrarny0*. Pomocí atributového dotazu je pak zapotřebí vybrat z vrstvy pouze polygony, které tvoří území pro výstavbu větrných elektráren (atribut *GRIDCODE* = 0). Vrstva vytvořená na základě výběru je pojmenována *elektrárny*. Poté je zjištěn průnik pomocí nástroje *Intersect* u vrstev *elektrárny* a *výškové body*, typ výstupu je nastaven na hodnotu *Point*, vznikne vrstva *potenciální vrcholy*. Nyní je nutné definovat podmínku obslužnosti potenciálních větrných elektráren, proto je v okolí potenciálních vrcholů vytvořen *buffer* pomocí stejnojmenného nástroje se vzdáleností 400 m – vznik vrstvy *potenciální vrcholy buffer* – a následně je zjištěn průnik této vrstvy pomocí nástroje *Intersect* s vrstvou *silnice*. Nová vrstva je pojmenována *silnice_vrcholy*. Vznikne tak vrstva zobrazující úseky silnic u vrcholů, které jsou vzdáleny od vrcholu max. 400 m a zároveň jsou v oblasti území vhodného pro výstavbu větrných elektráren. Vzdálenost 400 m je zvolena proto, aby bylo možné větrnou elektrárnu bez problému technicky obsluhovat, vyšší vzdálenost může být důvodem pro náročnější obsluhu (např. dodej servisního materiálu). Ukázka výstupu této analýzy je zobrazena na obrázku 13.

**PŘÍKLAD 3 - POTENCIÁLNÍ VRCHOLY S VYMEZENÝMI ZÓNAMI V OKOLÍ 400 METRŮ -
ZJIŠTĚNÍ DOPRAVNÍ OBSLUŽNOSTI ELEKTRÁREN**
kraj Vysočina, stav k dubnu 2002



Obrázek 13: Příklad 3 – Zjištění vhodných vrcholů pro výstavbu elektráren (zdroj: [vlastní])

Na základě vrstvy *silnice_vrcholy* jsou následně vybrány čtyři vrcholy, které jsou v nejvyšší nadmořské výšce (atribut *VYSKA*). Vrstva výběrů je nazvána *vybrané vrcholy*. S těmito vrcholy bude provedena analýza viditelnosti. Výběr pouze čtyř vrcholů je proveden z důvodu časové a výpočetní náročnosti provádění analýzy viditelnosti. Pro požadovaný výsledek příkladu je tento počet dostačující, protože se předpokládá, že bude vystavěna jedna větrná elektrárna na nejvýhodnějším území a je zároveň uvažován předpoklad, že čtyři nejvyšší vrcholy mají největší větrný potenciál vzhledem k jejich výšce.

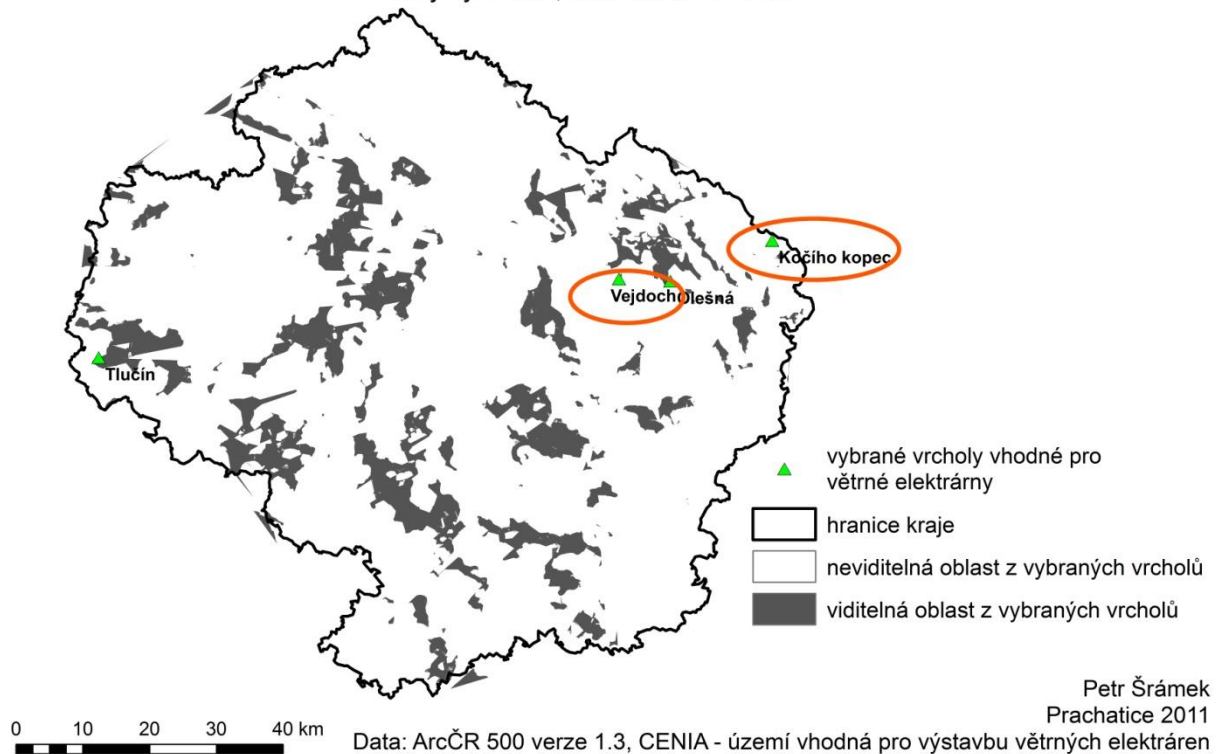
Podobně jako je tomu u Příkladu 1, je z vrstvy *vrstevnice* vytvořen rastr digitálního modelu terénu, který je nazván *tingrid*. Velikost buňky rastru je nastavena na 10 m (požadavek je sice vyšší – 5 m, analýzy s tímto rozlišením by však byly příliš výpočetně náročné – především analýza viditelnosti). Poté musí být zohledněna výška větrných elektráren, které by se nacházely na vybraných vrcholech. Z tohoto důvodu musí být vytvořen nový rastr terénu, ke kterému je připočtena výška elektrárny (stanovena výška 60 m). Pomocí mapové algebry (nástroj *Plus* v toolboxu *3D Analyst Tools – Raster Math*) je k vrstvě *tingrid* připočtena hodnota 60. Výsledná vrstva je nazvána *tingrid2*. Poté je použit nástroj *Interpolate Shape* (v toolboxu *3D Analyst Tools – Functional Surface*), jehož pomocí jsou vybraným vrcholům přiřazeny výšky dle nově vytvořeného DMT [41]. Je tak zajištěno zohlednění výšek elektráren. Jako vstupní rastr je v nástroji zvolen *tingrid2*, vstupní vrstva je *vybrané vrcholy*, výstupní vrstva je nazvána *vrcholy s elektrárnami*.

Nyní může být provedena analýza viditelnosti větrných elektráren v terénu. Tímto je zjištěno, zda jsou body vrcholů s větrnými elektrárnami viditelné ze svého okolí. Analýza viditelnosti je provedena nástrojem *Viewshed* (toolbox *3D Analyst Tools – Raster Surface*). Jako vstupní rastr je zvolen *tingrid*, jako vrstva bodů pozorovatelů (*observer features*) je zvolena vrstva *vrcholy s elektrárnami*. Výstupní vrstva je nazvána *viditelnost*.

Na základě analýzy viditelnosti jsou vybrány dva vrcholy, které jsou pro stavbu větrných elektráren nejvhodnější z pohledu všech daných podmínek. Z hlediska viditelnosti jsou tyto dva vrcholy nejméně viditelné ze svého okolí. Výsledek analýzy viditelnosti s vybranými dvěma vrcholy je uveden na obrázku 14. Tento výsledek příkladu je nad očekávání dobrý, protože jedna z vybraných lokalit (Kočího kopec) byla dle zdroje [24] skutečně navržena pro výstavbu větrné elektrárny a uvažuje se, že by zde mohl stát jeden z největších typů větrných elektráren (výkon 2 000 kW, celková výška 140 m – [25]).

PŘÍKLAD 3 - VIDITELNOST ÚZEMÍ Z VYBRANÝCH VRCHOLŮ SE ZVÝRAZNĚNÝMI DVĚMA NEJMÉNĚ VIDITELNÝMI VRCHOLY

kraj Vysočina, stav k dubnu 2002



Obrázek 14: Příklad 3 – Výsledek analýzy viditelnosti s vybranými vrcholy (zdroj: [vlastní])

Podle mapy větrných elektráren z roku 2009 (viz [8]) na vybraných vrcholech žádná větrná elektrárna nestojí, proto by bylo na základě příkladu možné v těchto místech teoreticky postavit větrné elektrárny. Je však ještě zapotřebí vybrané lokality zkontrolovat s ortofoty, zda se na vrcholcích nenacházejí např. mobilní vysílače. Ze zdroje [30] jsou získána ortofota s měřítkem 1: 4 000, která byla dle zdroje [33] pořízena v roce 2009. Ortofota však nejsou georeferencována s daty v příkladu, protože je zde vysoká nepřesnost dat ArcČR oproti snímku ortofota. Proto jsou nalezeny pouze vybrané lokality v ortofotech a je zjištěno, zda lze v daných lokalitách skutečně vybudovat větrnou elektrárnu a nenachází se zde objekty, které by stavbu znemožňovaly. V případě přesnějších vektorových dat by však bylo žádoucí ortofoto georeferencovat a přímo porovnat s výsledky v prostorové databázi. Na obrázku 15 a 16 jsou zobrazena ortofota pro vybrané lokality (Vejdoch, Kočího kopec), které zobrazují skutečné území lokality. V lokalitě Kočího kopce je vidět (těsně pod zeleným bodem), že se na místě, kde by stála větrná elektrárna, nachází objekt, který tuto stavbu znemožňuje (jedná se o vysílač). Tento objekt by musel být odstraněn. Pro lokalitu vrchu Vejdoch není v oblasti žádná překážka.

PŘÍKLAD 3 - ORTOFOTO VYBRANÉ LOKALITY VHODNÉ PRO VÝSTAVBU VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY
Vejdoch (kraj Vysočina), stav k 5. 1. 2009



0 40 80 160 240 320 m

Petr Šrámek
Prachatice 2011
Data: ortofoto GEODIS Brno, s.r.o.

Obrázek 15: Příklad 3 – Vybraná lokalita pro stavbu větrné elektrárny (zdroj: [vlastní])

PŘÍKLAD 3 - ORTOFOTO VYBRANÉ LOKALITY VHODNÉ PRO VÝSTAVBU VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY
Kočího kopec (kraj Vysočina), stav k 5. 1. 2009



0 40 80 160 240 320 m

Petr Šrámek
Prachatice 2011
Data: ortofoto GEODIS Brno, s.r.o.

Obrázek 16: Příklad 3 – Vybraná lokalita pro stavbu větrné elektrárny (zdroj: [vlastní])