

A topographic map of the Prachovice area, showing contour lines, buildings, and roads. The map is overlaid with text. The word 'Prachovice' is clearly visible in the lower right quadrant of the map area.

Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®)

Petr Kubíček, Radim Štampach, Tomáš Řezník, Lukáš Herman, Václav
Paleček, Karel Jedlička, Václav Šafář, Martin Sovadina, Petr Zatloukal, Jan
Zít, Bronislava Horáková, Zuzana Šíková

Realizováno v rámci projektu TB05CUZK001 Inovace Základní báze
geografických dat (ZABAGED®).

Geografický ústav, Masarykova univerzita; Intergraph CS s.r.o.

30. 11. 2016



| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

Certifikovaná metodika

Název: Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®)

Autoři:

Petr Kubíček, Radim Štampach, Tomáš Řezník, Lukáš Herman, Václav Paleček,
Geografický ústav, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita

Jan Zít, Bronislava Horáková, Zuzana Šíková
Intergraph

Martin Sovadina, Petr Zatloukal
Assecco

Václav Šafář
Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, Zdiby

Karel Jedlička
Katedra geomatiky, Fakulta aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni

Oponenti:

1. RNDr. Přemysl Štych, Ph. D.
2. Ing. Luboš Matějček, Dr.



HEXAGON

Metodika je výstupem projektu „Inovace Základní báze geografických dat (ZABAGED®)“ TB05CUZK001 podpořeného Technologickou Agenturou ČR v rámci programu veřejných zakázek ve výzkumu, experimentálním vývoji a inovacích pro potřeby státní správy „BETA“.

Hlavní řešitel projektu: Geografický ústav, Masarykova univerzita
Předkladatel: Geografický ústav, Masarykova univerzita

Vydáno v roce 2016

Obsah

| | |
|---|-----------|
| OBSAH..... | 3 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ | 5 |
| SEZNAM TABULEK | 7 |
| 1. VÝCHODISKA ZPRACOVÁNÍ METODIKY | 8 |
| 1.1 ÚVOD | 8 |
| 1.2 CÍLE METODIKY | 8 |
| 1.3 ZÁKLADNÍ TERMINOLOGICKÝ RÁMEC | 9 |
| 1.4 METODIKA ZPRACOVÁNÍ..... | 10 |
| 1.5 SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY V ZAHRANIČÍ..... | 11 |
| 1.5.1 KATALÁNIE..... | 11 |
| 1.5.2 NIZOZEMÍ..... | 12 |
| 1.5.3 POLSKO..... | 13 |
| 1.5.4 FINSKO..... | 14 |
| 1.5.5 ŠVÝCARSKO..... | 15 |
| 1.5.6 BAVORSKO | 16 |
| 1.6 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU | 17 |
| 2. ZÁKLADNÍ NAVRHOVANÉ PRINCIPY NÁVRHU ROZŠÍŘENÍ DATOVÉHO MODELU ZABAGED®..... | 19 |
| 2.1 DATOVÉ ZDROJE..... | 19 |
| 2.1.1 ZABAGED® A JEHO VÝŠKOPIS | 19 |
| 2.1.2 Územně analytické podklady..... | 24 |
| 2.1.3 RÚIAN..... | 25 |
| 2.1.4 Digitální technická mapa | 30 |
| 2.1.5 Registr pasivní (fyzické) infrastruktury..... | 32 |
| 2.1.6 Projektová dokumentace stavby..... | 32 |
| 2.1.7 Postup generalizace při rozšiřování datového modelu ZABAGED® o data z jiných sad | 34 |
| 2.2 NÁVRH TECHNOLOGIÍ PRO ROZŠÍŘENÍ DATOVÉHO MODELU..... | 34 |
| 2.2.1 Fotogrammetrie | 34 |
| 2.2.2 Laserové skenování..... | 36 |
| 2.2.3 Extrakce výškové informace z projektové dokumentace stavby..... | 36 |
| 2.2.4 Alternativní zdroje prostorových dat | 37 |
| 2.3 NÁVRH NA ZPŮSOB VEDENÍ PRVKŮ ZABAGED® V NOVÉM DATOVÉM MODELU ZABAGED®..... | 38 |
| 2.3.1 Využití stávajících postupů ČÚZK pro získání výšek objektu a vedení v databázi ve třetím rozměru | 38 |
| 2.3.2 Kategorie Sídlní, hospodářské a kulturní objekty | 39 |
| 2.3.3 Kategorie Komunikace..... | 44 |
| 2.3.4 Rozvodné sítě a produktovody..... | 50 |
| 2.3.5 Vodstvo..... | 50 |
| 2.3.6 Vegetace a povrch..... | 51 |
| 2.3.7 Terénní reliéf..... | 52 |
| 2.3.8 Zbývající typy objektů vedené s přiřazenou souřadnicí H..... | 53 |
| 2.3.9 Zbývající typy objektů vedené bez přiřazené souřadnice H..... | 54 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 2.4 | NÁVRH METOD VIZUALIZACE 3D DAT ZABAGED®..... | 55 |
| 2.4.1 | <i>Kartografické znaky při 3D vizualizaci</i> | 55 |
| 2.4.2 | <i>Metodika hodnocení technologií pro 3D vizualizaci prostorových dat</i> | 56 |
| 2.4.3 | <i>Přehled technologií pro 3D vizualizaci prostorových dat</i> | 58 |
| 2.4.4 | <i>Výsledky hodnocení technologií pro 3D vizualizaci prostorových dat</i> | 58 |
| 2.4.5 | <i>Závěry hodnocení technologií pro 3D vizualizaci prostorových dat a související doporučení</i> | 60 |
| 2.5 | KVALITA DAT | 61 |
| 2.5.1 | <i>Analýza stávajícího stavu.....</i> | 62 |
| 2.5.2 | <i>Legislativní a technické požadavky.....</i> | 64 |
| 2.5.3 | <i>Návrh hodnocení a vedení kvality.....</i> | 68 |
| 2.5.4 | <i>Návrh nových atributů kvality dat na úrovni instance vzhledu (prvku) a lomového bodu</i> | 78 |
| 2.6 | NÁVRH VIZUALIZACE KVALITY DAT..... | 83 |
| 2.6.1 | <i>Současný stav vizualizace kvality.....</i> | 84 |
| 2.6.2 | <i>Prvky kvality dat a možnosti jejich vizualizace prostřednictvím grafických proměnných.....</i> | 87 |
| 2.6.3 | <i>Návrh vizualizace kvality dat pro ZABAGED®.....</i> | 88 |
| 2.6.4 | <i>Návrh testování alternativní vizualizace kvality</i> | 89 |
| 2.6.5 | <i>Výsledky testu.....</i> | 90 |
| 2.6.6 | <i>Návrh rámce vizualizace kvality pomocí fitness for use</i> | 91 |
| 2.7 | NÁVRH ROZŠÍŘENÉHO DATOVÉHO MODELU ZABAGED® v UML..... | 93 |
| 2.7.1 | <i>Způsob vedení časové složky.....</i> | 95 |
| 3. | PŘÍPADOVÁ STUDIE | 96 |
| 3.1 | POPIS VYBRANÉHO ÚZEMÍ..... | 96 |
| 3.2 | UKÁZKY VIZUALIZACE VYBRANÝCH PRVKŮ ZABAGED® | 98 |
| 3.3 | IMPLEMENTACE UŽIVATELSKY VOLENÉ VIZUALIZACE KVALITY PROSTOROVÝCH DAT..... | 100 |
| 4. | SHRNUTÍ A DOPORUČENÍ..... | 103 |
| 5. | SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK..... | 105 |
| 6. | LITERATURA..... | 108 |
| 7. | PŘÍLOHY..... | 113 |

Seznam obrázků

| | |
|--|-----|
| OBR. 1: ÚROVNĚ DETAILU V RÁMCI CITYGML - LoD 0 AŽ LoD 4 (UPRAVENO PODLE: GRÖGER ET AL. 2012, 11). | 10 |
| OBR. 2: MODEL CURYCHU V LoD 1. ZDROJ: AoSo (2016). | 16 |
| OBR. 3: DATA ZABARAK. POLYGONY STAVEBNÍCH OBJEKTŮ A BLOK BUDOV. SILNÁ LINIE VYZNAČUJE BARIÉRU ÚČELU, ODDĚLUJÍCÍ OD BLOKU BUDOVY SE SPECIÁLNÍM VÝZNAMEM - POŠTU A SOUD. | 24 |
| OBR. 4: UKÁZKA STAVU NAPLNĚNÍ ATRIBUTU RÚIAN STAVEBNÍOBJEKT.POCETPODLAZI NA ÚZEMÍ MĚSTA PLZNĚ (ZELENĚ VYZNAČENÉ EXTRUDOVANÉ STAVEBNÍ OBJEKTY S VÝŠKOU, ŠEDĚ JSOU ZOBRAZENY OBJEKTY BEZ UVEDENÉ VÝŠKY). | 27 |
| OBR. 5: UKÁZKA DATOVÉHO MODELU NORSKA - OKOLÍ TRONDHEIMSKÉ KATEDRÁLY. | 35 |
| OBR. 6: UKÁZKA ZPRACOVÁNÍ BUDOV V KVALITĚ LoD 1. | 40 |
| OBR. 7: UKÁZKA PROLOŽENÍ BODŮ STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ ROVINAMI. | 41 |
| OBR. 8: VARIANTY 3D BODOVÝCH ZNAKŮ S RŮZNOU MÍROU ABSTRAKCE (VLEVO: TĚŽNÍ VĚŽ, VPRAVO: TOVÁRNÍ KOMÍN). | 56 |
| OBR. 9: UKÁZKY GRAFICKÉHO ROZHRAŇÍ A MÍRY DETAILU PRO ANALYZOVANÉ APLIKACE. | 59 |
| OBR. 10: PŘÍKLADY (MOCK-UP) ROZHRAŇÍ A ROZMÍSTĚNÍ OVLÁDACÍCH PANELŮ PRO 3D VIZUALIZACE. | 61 |
| OBR. 11: DIAGRAM SPOLEHLIVOSTI UKAZUJÍCÍ ZDROJOVÁ DATA A DATUM JEJICH VZNIKU (STÁŘÍ). UPRAVENO PODLE DRECKI (2009). | 85 |
| OBR. 12: UKÁZKA KVALITATIVNÍ ŠKÁLY PRO VYJÁDRĚNÍ JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ KVALITY DATOVÝCH SAD. | 85 |
| OBR. 13: UKÁZKA VIZUALIZACE KVALITY DAT PRO VYBRANÉ UKAZATELE KVALITY NA ÚROVNI MAPOVÝCH LISTŮ (UPRAVENO PODLE DRECKI A MACIEJEWSKA 2005). | 86 |
| OBR. 14: UKÁZKA BIVARIAČNÍ ŠKÁLY PRO VYJÁDRĚNÍ KVALITY DAT NA ROZDÍLNÝCH PROSTOROVÝCH ÚROVNÍCH. | 87 |
| OBR. 15: PŘÍKLADY VIZUALIZACE KVALITY PRO TŘI ODLIŠNÉ KATEGORIE PŘI UŽITÍ VYBRANÝCH GRAFICKÝCH PROMĚNNÝCH. VYSVĚTLENÍ V TEXTU. ZDROJ: ROTH (2012). | 87 |
| OBR. 16: UKÁZKA VÝSLEDKŮ DVOU GRAFICKÝCH PROMĚNNÝCH S NEJVYŠŠÍM STUPNĚM INTUITIVNOSTI INTERPRETACE PODLE MACĚACHREN ET AL. (2012). | 88 |
| OBR. 17: MOŽNOSTI VYUŽITÍ VIZUALIZACE KVALITY DATA NA ÚROVNI LOMOVÝCH BODŮ A V RÁMCI LEGENDY NA ÚROVNI TYPU PROSTOROVÉHO PRVKU ČI DATOVÉ SADY. | 88 |
| OBR. 18: UKÁZKY UŽITÝCH GRAFICKÝCH STIMULŮ PRO VIZUALIZACI POLOHOVÉ PŘESNOSTI: BAREVNÁ ŠKÁLA (NAHOŘE), ČÍSELNÁ ŘADA (DOLE). | 90 |
| OBR. 19: PŘÍKLAD ROZKLADU EXPLICITNÍHO POSOUZENÍ KVALITY PROSTOROVÝCH DAT. HORNÍ TABULKA PŘEDSTAVUJE ZÁKLADNÍ ÚROVEŇ (KOMBINACE KATEGORIE OBJEKTŮ A ZÁKLADNÍCH PRVKŮ KVALITY); PROSTŘEDNÍ TABULKA DOKUMENTUJE MOŽNOST POSOUZENÍ POLOHOVÉ PŘESNOSTÍ POMOCÍ KONKRÉTNÍCH MĚR; DOLNÍ TABULKA UKAZUJE MOŽNOST POPISU PRVKŮ KVALITY NA ÚROVNI JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ. | 92 |
| OBR. 20: UKÁZKA VEDENÍ ČASOVÉ SLOŽKY V UML MODELU. | 95 |
| OBR. 21: ÚZEMÍ VYBRANÝCH PĚTI OKRESŮ V RÁMCI STŘEDOČESKÉHO KRAJE. | 96 |
| OBR. 22: OBLAST TŘÍ MAPOVÝCH LISTŮ ZÁKLADNÍ MAPY ČR 1 : 50 000 SE ZPRACOVANÝMI DATY 3D BŘEHOVEK A ÚDOLNIC A JEJICH POLOHA V RÁMCI OKRESU PŘÍBRAM. | 97 |
| OBR. 23: BUDOVY V LoD1 NA TERÉNU. | 98 |
| OBR. 24: UKÁZKA 3D ZNAKŮ ZOBRAZENÝCH NA PŮVODNÍ TOPOGRAFICKÉ MAPĚ. | 99 |
| OBR. 25: KOMUNIKACE NA TERÉNU. | 99 |
| OBR. 26: ROZHLEDNA. | 100 |
| OBR. 27: STOŽÁR ELEKTRICKÉHO NAPĚTÍ. | 100 |

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

| | |
|---|-----|
| OBR. 28: UŽIVATELSKÉ ROZHRAŇÍ KLIENTA PRO TVORBU ATRIBUTOVÝCH DOTAZŮ..... | 101 |
| OBR. 29: UŽIVATELSKÉ NASTAVENÍ BARVY LINIE (VLEVO) A VÝPLNĚ (VPRAVO) PRO VIZUALIZACI PRVKŮ KVALITY..... | 101 |
| OBR. 30: UKÁZKA UŽIVATELSKÉ VIZUALIZACE KVALITY - BUDOVY JSOU ODLIŠENY PODLE ZPŮSOBU ZÍSKÁNÍ INFORMACÍ O VÝŠCE..... | 102 |

Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| TAB. 1: PŘEHLED TYPŮ PRVKŮ ZABAGED® PŘEBÍRANÝCH Z RÚIAN A JEJICH VZTAH VŮČI EDITORŮM DAT A EXISTUJÍCÍM REKLAMAČNÍM SLUŽBÁM. | 29 |
| TAB. 2: PŘEHLED PRVKŮ KVALITY GEOGRAFICKÝCH DAT PODLE NORMY ČSN ISO 19157 VYŽADOVANÝCH LEGISLATIVNÍMI, ALE I TECHNICKÝMI DOKUMENTY V NÁVAZNOSTI NA SMĚRNICI 2007/2/ES INSPIRE (2 2007). UŽITÁ TERMINOLOGIE NÁSLEDUJE V MAXIMÁLNÍ MOŽNÉ MÍŘE DOKUMENTACI METADATOVÉHO PROFILU ČÚZK (HTTP://GEOPORTAL.CUZK.CZ/%28S%28UVT4A5QMZMNVBNABIZB4RZ55%29%29/DOKUMENTY/DOKUMENTACE_METADATOVEHO_PROFILU_CUZK.PDF). | 64 |
| TAB. 3: NÁVRH MĚR KVALITY PODLE ČSN ISO 19157 A SOUVISEJÍCÍCH ASPEKTŮ PRO VEDENÍ A HODNOCENÍ KVALITY DAT V DATABÁZI ZABAGED®. | 68 |
| TAB. 4: ZÁKLADNÍ PRVKY POUŽITÉ V DIAGRAMECH UML. | 94 |

1. VÝCHODISKA ZPRACOVÁNÍ METODIKY

1.1 ÚVOD

Metodika je koncipována jako příspěvek k řešení **opatření Akčního plánu GeoInfoStrategie O66 „Rozvoj ZABAGED® (ZABAGED® 2014+)“** a má sloužit jako jeden ze zdrojových dokumentů pro specifikaci konkrétních opatření s cílem realizace v letech 2017 a 2018. Úkol je řešen v souladu s Konceptí rozvoje zeměměřictví v letech 2015 – 2020 (Brázdil a kol. 2015).

Dokument je členěn do čtyř základních oddílů. První oddíl se zaměřuje především na vymezení základního terminologického rámce, definici hlavních cílů metodiky v souladu se zadáním projektu a dále na analytické práce s ohledem na mezinárodní zkušenosti a současný stav zpracování 3D. Následující oddíl je již částečně návrhový. Rámcově hodnotí alternativní datové zdroje pro rozšíření datového modelu, detailně se zabývá návrhem rozšíření vybraných datových prvků, analyzuje a navrhuje metody vizualizace 3D dat, hodnotí možnosti zavedení parametrů kvality do rozšířeného datového modelu a také navrhuje možnosti vizualizace kvality dat. V závěru oddílu jsou jednotlivé návrhy dokumentovány v podobě změnového UML modelu. Ve třetím oddíle je stručně popsána případová studie zabývající se převodem prostorových dat do nového datového modelu s důrazem na využití automatizovaného převodu a ukázky vizualizace vybraných prvků ZABAGED®. Manažerské shrnutí je uvedeno v oddíle čtyři. Hlavní oddíly jsou doplněny seznamem použitých zkratk, literatury a samostatnými přílohami, které dokumentují zejména analytickou část metodiky.

1.2 CÍLE METODIKY

Metodika vychází z:

- obecných požadavků na strukturu metodiky, které jsou uplatňovány u jiných dotačních poskytovatelů (Ministerstvo vnitra, Ministerstvo kultury);
- ze zkušeností s psaním metodik a jejich hodnocením pro tyto poskytovatele (Ministerstvo vnitra, ČÚZK);
- z požadavků zadání projektu TAČR (předpokládané výstupy projektu a obsah metodiky vyžadovaný v zadání projektu).

Nemá ambice se stát dokumentem normativního charakteru.

Hlavním cílem metodiky je především analýza současného stavu ZABAGED® a následná inovace datového modelu databáze tak, aby zahrnoval i prvky nezbytné pro zobrazení dat databáze ve 3D společně s daty výškopisu.

Mezi dílčí cíle definované v rámci projektu dále patří:

- Podpora vedení časové složky prostorové informace, umožňující publikaci konzistentních změnových dat.
- Alternativní návrh vedení vhodných vybraných prvků ve 3D, a to včetně návrhu metodiku určení jejich výšky, s důrazem na prioritní užití automatizovaných metod přiřazení výšky s využitím moderních metod sběru dat a její aktualizaci.
- Návrh metodiky řízení kvality a získávání, ukládání a vedení parametrů kvality až do úrovně lomových bodů, která bude v souladu s EN ISO 19157 (2013). Návrh vizualizace polohové kvality.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

- Zpracování metodiky vedení databáze, se zohledněním předpokládaného kombinovaného 2D a 3D obsahu.
- Zpracování inovovaného datového modelu ve vhodném databázovém prostředí a migrace existujících dat ZABAGED® do databáze v rozsahu pilotního prostoru nejméně 5000 km²
- Zpracování pilotní aplikace umožňující vizualizaci dat inovovaného datového modelu databáze ve 3D s využitím některého z existujících výškopisných produktů DMR 4G, DMR 5G nebo DMP 1G.

1.3 ZÁKLADNÍ TERMINOLOGICKÝ RÁMEC

Metodika využívá terminologického rámce zpracovaného v Terminologickém slovníku zeměměřičtví a katastru nemovitostí (ČÚZK-TK, 2016) a v Terminologickém výkladovém slovníku pro potřeby realizace Akčního plánu Strategie rozvoje infrastruktury pro prostorové informace v České republice do roku 2020 (Šíma a kol. 2016), termíny vyskytující se případně nad rámec uvedeného slovníku jsou definovány samostatně v této kapitole.

Terminologie v rámci 3D GIS a nebo 3D modelování obecně je poměrně specifická. Nejdříve je třeba uvést termíny a definice vztahující se k zavedení výškové souřadnice:

Výška (h,H) je chápána jako

1. vzdálenost bodu od nulové plochy uvažovaná podél tížnice
2. vzdálenost bodu od zvolené referenční plochy měřená směrem nahoru po kolmici k této ploše

kde H je označení fyzikální (nadmořské) výšky, h je označení elipsoidické výšky nebo relativní výšky. Relativní výškou se rozumí výška vztažená k jiné ploše než nulové; tedy výškový rozdíl, zdroj ČÚZK-TK (2016). ZABAGED® používá nadmořské výšky (H) pro digitální model reliéfu. Pro 3D datový model je třeba zavést ukládání výšek objektů nad terénem. V kontextu datového modelu ZABAGED® lze použít označení h pro relativní výšku, neboť ZABAGED® s elipsoidickými výškami nepracuje.

Ve 3D si ovšem nestačí pouhé zavedení výškové souřadnice k existujícím 2D geometrickým primitivům (bod, linie, plocha) ale je třeba začít pracovat i s pojmem povrch. Jednoznačná definice geometrických primitiv v 3D prostoru je následující:

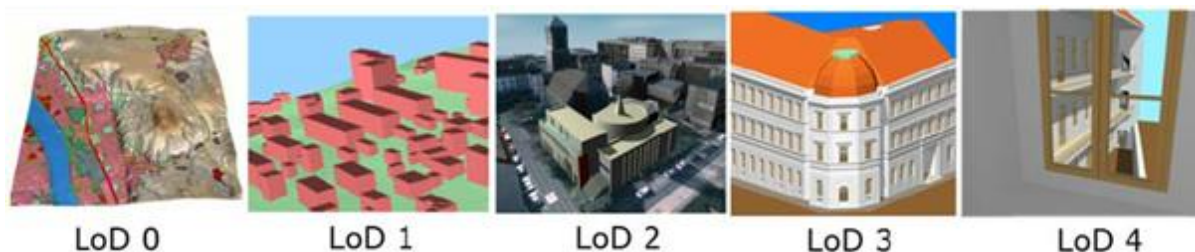
- **bod** (Point) je definován souřadnicemi: $B = (X, Y, H)$,
- **linie** (LineString) je následně definována jako seřazený seznam bodů $L = (B_1, \dots, B_n)$,
- **plocha** (Polygon) je definována svojí hranicí, tedy uzavřenou linií nebo uzavřeným řetězcem linií $Pl = (L_1, \dots, L_n)$, kde $B_1 z L_1 = B_n z L_n$; obsahuje-li plocha v sobě díru, je tato díra opět definována hranicí,
- **povrch** (Surface) je definován jako seznam vzájemně souvisejících ploch $Po = (Pl_1, \dots, Pl_n)$. Při implementaci jsou plochy Pl_1, \dots, Pl_n trojúhelníkové.

Podrobnější popis lze nalézt v OGC (2011).

V prostorových datových formátech je pak často uložení geometrických primitiv omežováno tak, že pro jednu 2D polohu (definovanou jednoznačně souřadnicemi X,Y), lze uložit právě jednu výškovou souřadnici H. Matematicky jde o definici výšky pomocí funkce dvou proměnných X a Y: $H = f(X,Y)$. V oboru GIS&T se pro toto omezení vžilo označení "**2,5D data**". Jako příklad lze uvést ukládání bodů, linií a ploch do shapefile ve datovém formátu *PointZ*, *PolylineZ*, resp. *PolygonZ*; dále povrch uložený jako trojúhelníková síť ve formátu *TIN*. 2,5D omezení naopak neplatí pro ukládání povrchu v datovém formátu *MultiPatch*.

V této metodice se vyskytují také termíny **digitální model reliéfu (DMR)** a **digitální model povrchu (DMP)**. DMR představuje zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu, zatímco DMP představuje zobrazení území včetně staveb a rostlinného pokryvu. Jestliže od DMP odečteme DMR vznikne tzv. **normalizovaný digitální model povrchu (nDMP)**, který reprezentuje objekty a vegetaci na zemském povrchu.

Dále jsou významné především termíny související s popisem podrobnosti 3D modelů. Vzhledem k nemožnosti uplatnit klasické měřítko, je velmi důležitým aspektem podrobnost vytvářených modelů. Ta je ve 3D GIS nejčastěji popisována pomocí tzv. úrovní detailu (Level of Detail – LoD). V této metodice jsou úrovně detailu chápány podle definice použité v rámci standardu CityGML (Gröger et al. 2012, 11). Zde je definováno pět úrovní detailu – LoD 0 až LoD 4. Nejčastěji se koncept LoD používá pro vyjádření podrobnosti modelování budov, případně také tunelů nebo dalších objektů antropogenního původu. Podrobnost se zvyšuje od 2D půdorysu budov nebo jiných objektů v LoD 0 až po model budov včetně interiérů a jejich vybavení v LoD 4.



Obr. 1: Úrovně detailu v rámci CityGML - LoD 0 až LoD 4 (upraveno podle: Gröger et al. 2012, 11).

V LoD 0 jsou budovy vždy reprezentovány jako vodorovná rovina. LoD 1 zobrazuje budovy jako kolmé (tzv. extrudované) hranoly. Mají stěny kolmé k půdorysné rovině a horní stěna je vodorovná. V LoD 2 nejsou střechy budov již ploché, ale jsou modelovány tak, aby byl zřejmý její tvar. Střechu je možné napojit na okraje stěn budovy, nebo ji vytvořit včetně střešních přesahů. Tuto možnost lze zvolit, pokud jsou velikosti střešních přesahů známy. Další rozdíl oproti LoD 1 je, že v této úrovni stěny nemusí být kolmé k povrchu, ale mohou kopírovat kopírují stěny modelované budovy. Ostatními prvky, které mohou být volitelně modelovány v LoD 2, jsou balkóny, terasy, vikýře a ostatní podobné vnější prvky budovy. Model v této úrovni LoD 3 má věrně kopírovat tvar budovy a může zobrazovat i podrobnější prvky. Míra podrobnosti opět není přesně dána, záleží pouze na zhotoviteli, jak detailně bude model tvořit. Oproti předchozí úrovni detailu jsou zde zobrazovány i okna a dveře. Dále by měla být zobrazena střecha včetně střešního přesahu. Dalšími modelovanými prvky mohou být například antény, zábradlí balkónů či ozdobné prvky fasády. LoD 4 vzniká tak, že k úrovni LoD 3 je domodelován interiér. Ten je tvořen místnostmi, ale model může obsahovat i schody, dveře, nábytek či ostatní vybavení. Ukázka práce s jednotlivými úrovněmi detailu je k dispozici v příloze 2.

1.4 METODIKA ZPRACOVÁNÍ

Zpracování metodiky vycházelo ze sekvenčního přístupu a probíhalo ve třech pracovních celcích s ohledem na předpokládanou délku projektu 11 měsíců:

První pracovní celek zahrnoval analýzu stávajícího stavu systému na pořizování, ukládání a správu dat ZABAGED® a také rešerši existujících řešení pro modernizaci použitých v podobných případech

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

v zahraničí. V rámci etapy byly dále analyzovány návaznosti na další geografické podklady veřejné správy, základní registry (RÚIAN) a také provedena heuristická analýza požadavků na 3D vizualizaci.

Druhý pracovní celek tvořily práce na vývoji inovovaného datového modelu a návrh funkčních požadavků aplikace pro 3D vizualizaci. Součástí inovovaného modelu je i návrh vedení časové složky, jako čtvrtého rozměru umožňujícího publikaci změnových dat. Navrhované změny byly dokumentovány v podobě změnového UML modelu.

Posledním pracovním celkem je vytvoření návrhu je návrh řízení kvality a získávání, ukládání a vedení parametrů kvality s ohledem na INSPIRE specifikace dat, které staví nad standardem ČSN EN ISO 19157 Geografická informace - Kvalita dat. Pro vybrané prvky kvality byl zpracován návrh jejich vizualizace.

Výše uvedené metodické přístupy rozšíření datového modelu ZAGAGED byly na závěr otestovány na poskytnutých datech v rozsahu přibližně 5000 km² a výsledky převodu zobrazeny ve vybraném prostředí. Ukázky převodu vybraných prvků ZABAGED®, návrhy jejich vizualizace a grafické rozhraní klienta jsou dokumentovány v samostatných přílohách.

Jednotlivé kapitoly metodiky jsou zpracovány iteračním způsobem a za průběžného konzultování se zadavatelem. Pro vybrané části metodiky (nástroje pro vizualizaci 3D, návrh vizualizace kvality) byly popsány samostatné metriky dosažení výsledku.

1.5 SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY V ZAHRA NIČÍ

Stav budování národních prostorových databází středních měřítek ve třetím rozměru šlo v roce 2016 zhodnotit jako „rozvíjející se“. O tématu vznikalo množství vědeckých prací, v mnoha zemích se uvažovalo o zavedení třetího rozměru do prostorových databází národních mapovacích agentur, ale praktické zkušenosti s vedením národních databází geografických dat ve 3D mělo zatím jen několik zemí. Zpracovány byly informace z Katalánie, Nizozemí, Polska, Finska, Švýcarska a Bavorska. To zdaleka není vyčerpávající soupis všech zemí, které se snažily využít 3D data. Tento výběr se však ukázal jako zajímavý mix různých přístupů k problematice 3D dat, který postačoval k identifikaci nejčastějších problémů. U každé země bylo pro vzájemné srovnání shrnuto několik základních informací o datech, které byly vstupem pro tvorbu 3D dat, a také o výsledných 3D datech:

- hustota bodů z leteckého laserového skenování
- měřítko dalších vstupních vrstev
- level of detail (LoD) u výsledných 3D dat
- přesnost výsledných 3D dat
- podmínky pro poskytování výsledných 3D dat
- technologie využitá pro vizualizaci 3D dat na portálu poskytovatele
- aktualizace 3D dat

1.5.1 KATALÁNIE

Hustota bodů z leteckého laserového skenování

Celá Katalánie byla od roku 2002 pokryta daty s hustotou 0,5 bod/1 m². Od roku 2008 byla sbírána data s hustotou 1 bod/m² podél pobřeží a 4 body/1 m² v urbanizovaných oblastech.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

Měřítko dalších vstupních vrstev

Celá Katalánie byla pokryta daty 1 : 5 000, v urbanizovaných oblastech byla k dispozici data 1 : 1 000.

Level of detail u výsledných 3D dat

V roce 2016 byla k dispozici data s LoD 1. Pracovalo se na přípravě dat s LoD 2.

Přesnost výsledných 3D dat

Poloha 1 metr, výška 1,5 m.

Podmínky pro poskytování výsledných 3D dat

Produkty včetně dat a metadat byly poskytovány zdarma.

Technologie využitá pro vizualizaci 3D dat na portálu poskytovatele

Byl testován 3D prohlížeč založený na Cesium.

Připravovala se 3D data s LoD 2. Tvary střech měly být získány včetně detailů, jako např. přesahy. Podle testů se odhadovalo, že budou potřeba manuální zásahy automaticky získaných výsledků (Stoter, Streilein et al. 2013, 654). Vytvořený model s LoD 2 měl být pokryt texturami vytvořenými z šikmých leteckých snímků (Stoter et al. 2016, 654).

1.5.2 NIZOZEMÍ

Hustota bodů z leteckého laserového skenování

Více než 10 bodů/m², někde až 20 bodů/m². Pro účely generování 3D byla hustota redukována na 3 body/km² (Vosselmann et al. 2015).

Měřítko dalších vstupních vrstev

Databáze TOP10NL odpovídající měřítku 1 : 10 000

Databáze IMGeo obsahující data velkého měřítka (mezi 1 : 500 a 1 : 2 000)

Podle Stoter, Brink et al. (2013, 272) byla IMGeo příliš podrobná a zachycovala přílišné detaily, které by komplikovaly tvorbu 3D dat. Proto byla použita data TOP10NL.

Level of detail u výsledných 3D dat

LoD 1

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

Podmínky pro poskytování výsledných 3D dat

Dostupná coby open data. Data 3D TOP10NL byla k dispozici zdarma, ale jen na požádání poskytovatele, nebylo možné je přímo stáhnout z určité internetové adresy. V červnu 2016 byla ke stažení jen ukázka dat z okolí města Valkenburg na adrese <https://3d.bk.tudelft.nl/hledoux/blog/tinkering-3dtop10nl/>.

Technologie využité pro vizualizaci 3D dat na portálu poskytovatele

Podle (Stoter et al. 2016, 658) byly kandidáty např. Cesium a i3S.

Aktualizace 3D dat

Na základě pravidelného laserového skenování, co 5-6 let.

První z databází, která se měla převést do 3D, byla databáze středního měřítka TOP10NK. Ve 3D existuje od roku 2014. Stoter et al. (2016, 657) upozorňovali, že zdaleka ne všechny objekty v původní 2D databázi byly přetvořeny do třetího rozměru. Nová databáze tedy obsahovala objekty ve 2D i 3D. Do plného 3D byly navíc převedeny jen budovy, zatímco cesty, vodstvo a terén byly v databázi uloženy ve 2,5D – jejich vrstvy byly mapovány ve 2D a poté nasazeny na model terénu.

Budovy v 3D TOP10NL byly generovány v LoD 1. Vosselmann et al. (2015, 249) upozorňoval, že hustota bodů z leteckého laserového skenování 10 bodů/m² by umožnila i vyšší úroveň LoD, protože modelování střech bylo možné. Protože ale objekty budov pocházely z měřítka 1 : 10 000, kdy už dochází ke snížení přesnosti a může dojít i k určité generalizaci tvaru, nebylo vhodné obrysy budov kombinovat s tvary střech získanými z mnohem přesnějších dat. Proto byla naopak hustota bodů redukována na 3 body/m² a budovy byly modelovány jen v LoD 1.

Druhá z databází, která se měla převádět do 3D, je databáze velkého měřítka IMGeo. V roce 2016 ještě nebyla ve 3D k dispozici. Pro dokončení 3D IMGeo měly být podle plánů využity zkušenosti z tvorby 3D TOP10NL. Jelikož ale objekty v IMGeo zachycovaly mnohem více podrobností, tak by použití stejného algoritmu jako u 3D TOP10NL bylo velmi výpočetně náročné (Stoter, Brink et al. 2013, 272).

Vosselmann et al. (2015) popisovali způsoby, jak by bylo možné zvýšit úroveň detailu vygenerovaných 3D dat na LoD 2.

1.5.3 POLSKO

Hustota bodů z leteckého laserového skenování

4-12 bodů/m²

Měřítko dalších vstupních vrstev

Podle Stoter et al. (2016, 656) měly být obrysy budov použity z „Topographic Objects Database“. Podle TmTBD (2016) odpovídala tato databáze měřítku 1 : 10 000.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

Level of detail u výsledných 3D dat

Po dokončení měl být LoD 2.

Podmínky pro poskytování výsledných 3D dat

Podle Stoter et al. (2016, 656) měla být tato 3D data zveřejněna jako open data.

Projekt na generování modelu 3D budov celé země byl spuštěn v roce 2015, první výsledky měly být k dispozici v roce 2017 a celý projekt měl být dokončen v roce 2018. Zajímavé bylo srovnání s přístupem v Nizozemí, pokud by skutečně polská strana chtěla využít obrysy budov z databáze 1 : 10 000 a kombinovat je s body z leteckého laserového skenování a tvořit tak data s LoD 2. Tutéž variantu zvažovali v Nizozemí, avšak prohlásili, že v měřítku 1 : 10 000 jsou data o tolik méně přesná než body laserového skenování, že je nelze vzájemně kombinovat. Raději snížili hustotu bodového pole a generovali pouze model budov v LoD 1. Nutno podotknout, že hustota bodového pole leteckého laserového skenování v Polsku (4-12 bodů/m²) byla o něco nižší než hustota bodového pole, kterou uváděli v Nizozemí (přes 10 bodů/m²).

1.5.4 FINSKO

Hustota bodů z leteckého laserového skenování

minimálně 0,5 bodů/m²

Měřítko dalších vstupních vrstev

Podle Jakobsson (2016, 733) měla být pro centra měst, hustě obydlené, průmyslové a další důležité oblasti použita data náležící městům a obcím, pokud jsou dostatečně aktuální. V ostatních případech měla být použita data národní mapovací agentury (National Land Survey of Finland).

Level of detail u výsledných 3D dat

V roce 2019 měla být hotová nová národní topografická databáze podporující 3D data. Centra měst měla být modelována v LoD 2 nebo i vyšší, pokud by byla k dispozici podrobná data. Jiné hustě obydlené nebo průmyslové oblasti, včetně některých pobřežních rekreačních oblastí měly být modelovány v LoD 2. Ostatní oblasti měly být modelovány v LoD 1 nebo LoD 2.

Podmínky pro poskytování výsledných 3D dat

Coby otevřená data.

V roce 2019 měla být hotová nová národní topografická databáze (NTDB), která by podporovala i 3D data. Projekt začal v roce 2015.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

1.5.5 ŠVÝCARSKO

Přesnost výškového modelu swissALTI^{3D}

Podle Alti3D (2016):

- vytvořeného z leteckého laserového skenování – pro oblasti do 2000 m.n.m.: 0,5 m
- vytvořeného analýzou stereosnímků – pro oblasti nad 2000 m.n.m.: 1 – 3 m
- ručně vytvořených prvků výškového modelu – např. terénní hrany: 25 cm – 1 m

Stoter et al. (2016, 657) uváděl, že výškový model obsahoval i bathymetrické údaje o jezerech.

Přesnost vrstev topografického modelu swissTLM^{3D} (podle plánů měl být dokončen v roce 2019)

Podle TLM3D (2016):

- 0,2 - 1,5 m v poloze i výšce pro přesně ohraničené objekty, např. cesty a budovy, přehrady,
- 1 - 3 m v poloze i výšce pro objekty, které nejsou ohraničené tak přesně – např. lesy

V případě budov však existoval produkt swissBUILDINGS^{3D}. Zde se uváděla přesnost 30 – 50 cm v poloze i výšce (Build3D2, 2016).

Level of detail u dat swissBUILDINGS^{3D}

LoD 2 včetně přesahů střech.

Podmínky pro poskytování výsledných 3D dat

Zdarma byla pouze metadata.

Aktualizace 3D dat

Z bodů pravidelného leteckého laserové skenování, co 6-7 let.

Podle Stoter et al. (2016, 657) bylo roku 2008 rozhodnuto o vedení švýcarské topografické databáze TLM ve 3D. Vodstvo a plochy land cover byly ukládány ve 2,5D, zatímco komunikace a budovy byly vedeny ve 3D.

TLM by měla být kompletně hotova v roce 2019. Z tohoto důvodu také nebyly v roce 2016 plně hotovy i další produkty, jako např. topografický model swissTLM^{3D}, model budov swissBUILDINGS^{3D} a výškový model swissALTI^{3D}. Tyto sice byly k dispozici na celém území, ale zatím ne všude v plánované přesnosti. Po dokončení měla být TLM pravidelně aktualizována. Např. výškový model měl být podle plánů aktualizován co 6 let (TLM 2016).

V kapitole o 3D datech Švýcarska nelze nezmínit Atlas Švýcarska (Atlas der Schweiz). Jde o ojedinělé kartografické dílo vytvářené ve 3D. Jde o dlouhodobý projekt, který byl zahájen již v roce 1961. Nejdříve šlo o tištěný atlas, v letech 2000-2010 následovaly tři verze na CD a DVD. Verze z

roku 2010 (AoS3 2010) obsahovala okolo 2000 map spolu s dalšími daty, časovými sériemi a mnoha nástroji, které umožňují analýzu terénu a jiné funkce. Šlo tedy již spíše o ucelený GIS program, než o atlas.

Následně byl atlas převeden do online verze. Byl postaven na APS - vlastní platformě pro tvorbu 3D map a atlasů, včetně virtuálního glóbu. V roce 2016 byla vytvořena jeho beta verze. Každá kategorie zatím obsahovala jen jednu či několik map. Mezi nimi je i 3D mapa Curychu v LoD 1. Sieber et al. (2016, 12) upozorňovali, že pro 3D data je nutné zajistit výkonný systém umožňující rychlé renderování. Jinak budou uživatelé zklamáni pomalou odezvou a mapu nebudou používat.



Obr. 2: Model Curychu v LoD 1. Zdroj: AoSo (2016)

1.5.6 BAVORSKO

Hustota bodů z leteckého laserového skenování

1-4 body/m².

Dalších vstupní vrstvy

Použity obrysy budov z katastrálních map.

Level of detail u výsledných 3D dat

Od roku 2013 byla k dispozici v LoD 1, coby součást dat pokrývajících celé Německo. LoD 2 měl být vytvořen „ve střednědobém termínu“.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

Aktualizace 3D dat

Na základě stereopárů leteckých snímků z pravidelných snímkování, co 3 roky.

Po celém Německu byly k dispozici data modelů budov ve 3D v LoD 1. Téměř všechny spolkové země pracovaly na LoD 2 (Roschlaub 2016, 747). V Bavorsku byl pro generování tvaru střech z bodového pole využíván program "Building-Reconstruction" od společnosti virtualcitySYSTEMS (Roschlaub 2016, 748).

Data z leteckého laserového skenování pocházela již z roku 2013. Aktualizace dat o budovách (zavádění nových budov) se proto provádělo v rámci standardní obnovy katastru a z leteckých snímků, které jsou pořizovány v tříletém cyklu. Pro vytvoření modelu povrchu byl použit program "SURE (surface reconstruction)" od společnosti nFrames Roschlaub (2016, 749).

1.6 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU

Na základě výše sepsaných zahraničních zkušeností byla vyhodnocena základní fakta, ze kterých vycházely návrhy a doporučení pro inovaci Základní báze geografických dat.

- Není nutné do 3D převádět vše, databáze může být kombinovaná. V Nizozemí byly do 3D převedeny budovy. Vodstvo, terén a komunikace byly uloženy ve 2,5D a ostatní prvky byly vedeny ve 2D.
- Většina 3D databází začala s LoD 1 a u některých se zvažoval přechod na LoD 2. Podmínkou je ale dostatečná hustota bodového pole leteckého laserového skenování.
- Přes úsilí výzkumných týmů byl prozatím přechod u 3D dat z LoD 1 na LoD 2 stále spojen s navýšením množstvím manuální práce. Zatímco generování LoD 1 šlo provést prakticky automaticky, tvorba tvarů střech byla natolik složitá, že alespoň z části bylo nutné ji dělat manuálně.
- Velká část poskytovatelů dat uvažovala o bezplatném zveřejnění vygenerovaných 3D dat, aby tak podpořili jejich využívání. V článku Stoter et al. (2016) se několikrát zmiňuje, že v aktuální době byla 3D data používána hlavně pro vizualizaci a ne pro prostorové analýzy.
- Závažnou otázkou je aktualizace 3D dat, zejména v případě budov. Ve většině zemí byla pro prvotní tvorbu dat ve 3D použita výšková data z leteckého laserového skenování. To bylo ve většině zemí provedeno jen jednorázově. Zatímco samotný terén se během let příliš nemění, výstavba a úpravy budov probíhají neustále. K novým budovám však nejsou k dispozici výškové body. Ve Švýcarsku a v Nizozemí se rozhodli, že letecké laserové skenování budou provádět pravidelně (cca 5-7 let). Naopak Bavorsko raději rozhodlo aktualizovat 3D model pomocí leteckých snímků, protože letecké snímkování probíhá častěji, co 3 roky.
- Jestliže jsou při tvorbě 3D dat využívány různé zdroje dat (např. obrysy budov z topografických map a body z leteckého laserového skenování), pak se musí zvážit, zda je možné tyto zdroje dat kombinovat.

U posledního bodu bylo zajímavé srovnání přístupu Polska a Nizozemí. Obě strany zvažovaly využít obrysy budov z databáze v měřítku 1 : 10 000 a kombinovat je s body z leteckého laserového skenování a tvořit tak 3D data s LoD 2. V Nizozemí ale usoudili, že v měřítku 1 : 10 000 jsou data o tolik méně přesná než body laserového skenování, že je nelze vzájemně kombinovat. Raději snížili

hustotu bodového pole a generovali pouze model budov v LoD 1. V Polsku však v roce 2016 považovali tuto kombinaci za možnou.

Na tomto místě je ale nutno pro objektivitu zmínit dva rozdíly:

1. Nutno podotknout, že hustota bodového pole z laserového skenování, které byla k dispozici v Polsku (4-12 bodů/m²) byla o něco nižší než hustota bodového pole, kterou uváděli v Nizozemí (přes 10 bodů/m²).
2. Polský projekt byl teprve na počátku, první výsledky se měly objevit v roce 2017. Mohlo tedy ještě dojít i ke změně.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

2. ZÁKLADNÍ NAVRHOVANÉ PRINCIPY NÁVRHU ROZŠÍŘENÍ DATOVÉHO MODELU ZABAGED®

2.1 DATOVÉ ZDROJE

V následujících kapitolách jsou definovány jednotlivé datové zdroje požadované v zadání projektu a je popsáno jejich možné využití k rozšíření datového modelu ZABAGED®.

2.1.1 ZABAGED® A JEHO VÝŠKOPIS

Podle Katalogu objektů ZABAGED® (Pressová, Krejčová 2016, [1]) tvoří jeho obsah 120 základních typů geografických objektů členěných do 8 tematických kategorií a více než 350 typů popisných atributů. Typy objektů a jejich atributy jsou udržovány v souladu s vyhláškou 31/1995 Sb. (31 1995), kterou se provádí zákon o zeměměřictví (200 1994). Většina typů je vedena ve dvou rozměrech a tvoří polohopisnou část databáze. Na Geoportálu ČÚZK jsou tato data uváděna pod názvem ZABAGED® - polohopis.

Výškopisná část obsahuje trojrozměrně vedené (3D) prvky terénního reliéfu a podle **Katalogu objektů ZABAGED®** (Pressová, Krejčová 2016) je reprezentovaná čtyřmi typy objektů:

- Vrstevnice
- Kótovaný bod
- Výškový bod reliéfu
- Výškový bod povrchu

Vrstva Vrstevnice je podle Pressová, Krejčová (2016, 123) poskytována ve dvou produktech. V rozsahu celého území ČR to je ZABAGED® - výškopis – 3D vrstevnice. Podle Pressová, Krejčová (2016, 2) je přesnost výšky vrstevnic závislá na charakteru terénu a dosahuje 0,7-1,5 m v odkrytém terénu a 2-5 m v zalesněném terénu. V části území ČR je k dispozici i ZABAGED® - Výškopis – 3D vrstevnice – LLS (Pressová, Krejčová 2016, 2). Ten je zpracován z dat leteckého laserového skenování (dále LLS) a postupně bude k dispozici pro celé území ČR.

Při žádosti na Geoportálu ČÚZK o data **ZABAGED® - výškopis** však dostane žadatel více typů objektů než jen výše zmíněné čtyři vrstvy. Obsah datové sady ZABAGED® - výškopis - je totiž podle Pressová, Krejčová (2016, 2) doplněn dalšími výškopisnými prvky – klasifikovanými hranami a body, které byly vyhodnoceny stereofotogrammetrickou metodou při zpřesňování vrstevnicového výškopisu:

- Břehová čára
- Dolní hrana
- Horní hrana
- Koruna železničního tělesa
- Kótovaný bod
- Most
- Potok
- Profil
- Vrstevnice – 3 typy objektů vrstevnic se základním intervalem 5, 2 nebo 1 m

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

Podle vyjádření ČÚZK však jsou tato poskytovaná data již neaktualizovaná - jejich zpracování skončilo k roku 2014. Z tohoto důvodu také nesouhlasí poloha a počty objektů v odpovídajících typech objektů mezi daty ZABAGED® - polohopis a ZABAGED® - výškopis. Z těchto důvodů nebyla tato data převáděna do nového datového modelu ZABAGED®.

Výše zmíněná a již neaktualizovaná data ZABAGED® - výškopis je postupně na území ČR nahrazována novými daty výškopisu, jejichž získávání je popsáno v dokumentu Tvorba významných čar a bodů terénní kostry s využitím dat leteckého laserového skenování (Axmanová, Pressová 2015). Prvkům **terénní kostry** jsou přiřazeny výšky pomocí bodů z leteckého laserového skenování a částečně pomocí metod stereofotogrammetrie. V roce 2016 nebyla výše zmíněná data poskytována veřejnosti, ale byla ze strany ČÚZK poskytnuta pro účely vypracování metodiky. Vyhodnocená data jsou uložena ve formátu DGN a obsahují i atributy ELEVATION s údajem o nadmořské výšce objektu a atribut LAYER, který obsahuje typ objektu. Existují následující typy objektů (Axmanová, Pressová 2015):

- Horní hrana stupně
- Pata terénního stupně
- Lomová hrana
- Hrana_ZABAGED®
- Zeď (všechny opěrné a u vodních děl)
- Stupeň na vodním toku (horní i dolní hrana)
- Rokle
- Most
- Srázný břeh
- Kótovaný bod
- Hradba_opevnění (horní i dolní hrana)
- Hrana přehradní hráze_horní, Hrana přehradní hráze_dolní

V případě typů objektů spadajících do vodstva se v dokumentu Axmanová, Pressová (2015, 3) píše: „Vodní toky, břehové čáry vodních ploch a vodních toků šíře nad 5 m jsou plánovány zpřesnit nejprve ve 2D a výšku dopočítat z dat DMR 5G v Zeměměřickém odboru v Pardubicích.“ Ze strany ČÚZK nám byla předaná ukázka dat, která obsahuje následující typy objektů vodstva s přiřazenou výškou:

- Vodní tok jednočarý
- Vodní tok dvoučarý
- Vodní plocha (Břehová čára)
- Ostrov

Prohlídkou těchto dat bylo zjištěno, že u některých typů objektů poloha těchto prvků přesně odpovídá poloze těchto objektů v ZABAGED® - polohopis. Příkladem jsou typy objektů Kótovaný bod nebo Rokle, kdy byly všechny prvky ze ZABAGED® - polohopis vedeny zároveň v datech čar a bodů terénní kostry. Je to způsobeno tím, že po přiřazení výšky jsou prvky kopírovány zpět do ZABAGED® - polohopis, i když bez výškové souřadnice. V případě dalších typů objektů s vyhodnocenou výškou je sice poloha části prvků také shodná s příslušným prvkem v ZABAGED® - polohopis, ale část prvků ze ZABAGED® - polohopis v dané oblasti svůj obraz ve výškopisných datech nemá. Příkladem takového typu objektu je Zeď opěrná horní hrana.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

V případě, kdy poloha alespoň části objektů čar a bodů terénní kostry a vodstva s přiřazenou výškou souhlasí s polohou objektů v ZABAGED® - polohopis, je možné využít těchto dat v novém datovém modelu ZABAGED®. Doporučený postup pro jejich převod do nového datového modelu:

- 1) Všechny objekty ZABAGED® - polohopis převést hromadně ze starého datového modelu do nového. Pomocí postupů v kap. 3.
- 2) V novém datovém modelu identifikovat ty objekty, které mají stejnou polohu s objekty terénní kostry a vodstva s přiřazenou výškou, a nahradit je těmito objekty terénní kostry a vodstva.
- 3) Objektům pocházejícím z dat terénní kostry a vodstva s přiřazenou výškou přiřadit vyšší kvalitu výšky než těm, které budou převedeny hromadně z původního datového modelu.

Mezi typy objektů čar a bodů terénní kostry a vodstva s přiřazenou výškou jsou však i takové, které nemají svou obdobu mezi typy objektů ZABAGED® - polohopis. Příkladem může být Stupeň na vodním toku - dolní hrana. Takový typ objektů nelze při převodu do nového datového modelu zařadit do některé ze stávajících typů objektů. Je pro ně nutno v novém datovém modelu vytvořit zvláštní typ objektů.

V novém datovém modelu je tedy nutno vytvářet řadu nových typů objektů oproti původnímu datovému modelu ZABAGED® - polohopis a i ty prvky, které je možné zařadit do některé stávající vrstvy polohopisu, by musely mít přidělenou odlišnou kvalitu výšky než jiné prvky stejného typu. Z tohoto důvodu doporučujeme vést prvky pocházející z dat čar a bodů terénní kostry a vodstva s přiřazenou výškou v novém datovém modelu ve zvláštních typech objektů, i když to bude znamenat částečnou duplicitu s jinými typy objektů převedenými z původního datového modelu ZABAGED® - polohopis.

Do nového datového modelu doporučujeme doplnit novou kategorii **Výškopis**, která bude obsahovat typy objektů pocházejících z čar a bodů terénní kostry a vodstva s přiřazenou výškou. Jednotlivé prvky čar a bodů terénní kostry do nich budou rozčleněny podle atributu LAYER v soubor DGN:

typ **Kótovaný bod**

zahrne následující hodnoty atributu LAYER ze souboru DGN:

- Kótovaný bod

typ **Terénní stupeň**

zahrne následující hodnoty atributu LAYER ze souboru DGN:

- Horní hrana stupně_DMR_STEREO
- Horní hrana stupně_DMR
- Horní hrana stupně_STEREO
- Pata terénního stupně_DMR_STEREO
- Pata terénního stupně_DMR
- Pata terénního stupně_STEREO

typ **Lomová hrana**

zahrne následující hodnoty atributu LAYER ze souboru DGN:

- Lomová hrana_DMR_STEREO
- Lomová hrana_DMR
- Lomová hrana_STEREO

typ Zed'

zahrne následující hodnoty atributu LAYER ze souboru DGN:

- Zed' opěrná_horní hrana_nad terénem
- Zed' opěrná_dolní hrana
- Zed' opěrná_horní hrana_terén
- Zed' horní hrana_vodní dílo
- Zed' dolní hrana_vodní dílo

typ Srázný břeh

zahrne následující hodnoty atributu LAYER ze souboru DGN:

- Srázný břeh

typ Stupeň na vodním toku

zahrne následující hodnoty atributu LAYER ze souboru DGN:

- Stupeň na vodním toku_horní hrana
- Stupeň na vodním toku_dolní hrana

typ Hrana přehradní hráze

zahrne následující hodnoty atributu LAYER ze souboru DGN:

- Hrana přehradní hráze_horní
- Hrana přehradní hráze_dolní

typ Rokle

zahrne následující hodnoty atributu LAYER ze souboru DGN:

- Rokle

typ Most

zahrne následující hodnoty atributu LAYER ze souboru DGN:

- Most

typ Hradba, opevnění

zahrne následující hodnoty atributu LAYER ze souboru DGN:

- Hradba_opevnění_horní hrana
- Hradba_opevnění_dolní hrana

typ Hrana ZABAGED®

zahrne následující hodnoty atributu LAYER ze souboru DGN:

- Hrana_ZABAGED®

Atributy u všech těchto typů objektů budou vždy stejné:

- identifikátor
- výška - získá se ze souboru DGN z atributu ELEVATION
- typ objektu - bude obsahovat podtyp objektu - (např. Hrana přehradní hráze_horní nebo Hrana přehradní hráze_dolní) - získá se ze souboru DGN z atributu LAYER

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

Kromě toho budou součástí následující nové kategorie Výškopis také typy objektů pocházející z dat vodstva s přiřazenou výškou:

- typ **Vodní tok jednočarý**
- typ **Vodní tok dvoučarý**
- typ **Vodní plocha (Břehová čára)**
- typ **Ostrov**

Atributy u těchto typů objektů:

- identifikátor

Tyto typy objektů nepotřebují atribut typ objektu, protože se nečlení na další podtypy. Souřadnice H je uložena v geometrii objektů, není proto potřeba atribut výška.

Kromě toho byly do nové kategorie Výškopis přesunuty i typy objektů **Vrstevnice**, **Výškový bod povrchu** a **Výškový bod reliéfu**. V Katalogu objektů ZABAGED® jsou sice uvedeny v kategorii Terénní reliéf, ale v databázi byly ve skutečnosti doposud vedeny odděleně.

2.1.1.1 Tvorba zpřesněné vrstvy budov ZABAGED® - data ZABARAK

Jedním z typů objektů, kde má převod do třetího rozměru největší smysl, jsou budovy a jejich bloky. Pro generování 3D obrazu budovy je základem přesný tvar a poloha jejího půdorysu. Zpřesňování obrysu budovy ve 2D je náplní projektu Tvorba zpřesněné vrstvy budov ZABAGED® a její aktualizace z dat ISKN, který provádí Odbor správy ZABAGED® na ČÚZK (Šára a Valenta 2015, 4). Cílem projektu je pořídit vrstvu linií obrysů pat budov a některých dalších staveb odpovídající kódu kvality 5 katastru nemovitostí a vrstvu klasifikovaných značek stavebních objektů, které by umožnily tvorbu polygonů budov a jejich částí a jejich zblokování podle požadovaných vlastností.

Vstupní data pro zpřesňování vrstvy budov ZABAGED®:

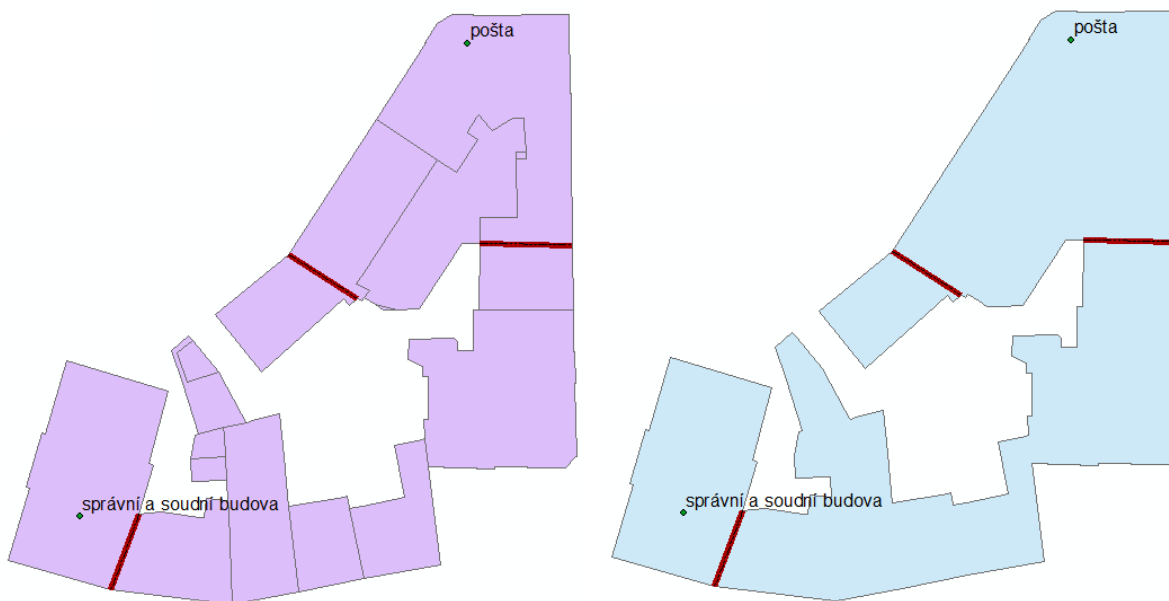
- data ISKN
 - hranice parcely
 - linie vnitřní kresby
 - značka stavebního objektu ISKN - Budovy s definičním bodem bývají udržovanější a dá se říci spolehlivější (Šára a Valenta 2015, 40)
 - lomové body - definují počátek a konec úseku hranice parcely nebo vnitřní kresby
- ortofoto

U katastrálních dat se provádí vizuální kontrola správných případů podle ortofoto. Dokreslení správných hran a značek stavebních objektů se provádí pouze v místech nesouladu s ortofotem, jinak platí katastrální kresba. Výsledkem je množina ověřených značek a linií vnitřní kresby ISKN, které jsou doplněny o nově zakreslené značky a linie. Tato data jsou nazývána **ZABARAK**. Popis postupu a příklady řešených situací lze nalézt v dokumentu Šára a Valenta (2015) na str. 40 a dále.

Výstupem jsou dva základní typy objektů:

- Polygony stavebních objektů - vytvořeno zapločováním z hranic parcel, hranice vnitřní kresby a případně hran stavebního objektu ZABAGED®. Zapločování je provedeno pouze u objektů, kde je pomocí značky stavebního objektu potvrzeno, že se jedná o stavební objekt. Vrstva obsahuje zdrojové atributy z publikační databáze ISKN a doplněný atribut Typ stavebního objektu ZABAGED® sloužící k shlukování budov do bloků.

- Bloky budov - odvozeny z polygonů stavebních objektů. Do bloků jsou slučovány vzájemně přiléhající budovy, které mají stejný výše zmíněný atribut Typ stavebního objektu ZABAGED®. Z bloku však je někdy vyčleněna samostatná budova, v případě, že má speciální význam. V takovém případě je daná budova oddělena od zbytku bloku pomocí linie Bariéra účelu ZABAGED®, která k tomuto slouží. Na Obr. 3 je vidět jednotlivé polygony stavebních objektů z nichž je vytvořen blok. V rámci bloku jsou ale linií bariéry účelu odděleny dvě budovy, které mají speciální význam - soud a pošta.



Obr. 3: Data ZABARAK. Polygony stavebních objektů a blok budov. Silná linie vyznačuje bariéru účelu, oddělující od bloku budov se speciálním významem - poštu a soud.

2.1.2 Územně analytické podklady

Jejich legislativní rámec je stanoven vyhláškou č. 500/2006 Sb. O územně analytických podkladech, územně plánovací dokumentaci a způsobu evidence územně plánovací činnosti (500/2006), která je součástí Stavebního zákona č. 183/2006 Sb. Součástí vyhlášky jsou přílohy specifikující výčet sledovaných jevů pro území obce a kraje a dále formulář pasportu o území, který je používán pro předávání datových podkladů jednotlivými správci. Je připravována novela stavebního zákona, která může změnit stávající omezení využití dat ÚAP (v současnosti výhradně pro účely územního plánování).

Koncepční omezení využití ÚAP:

- Metadatový profil definovaný ve vyhlášce nerespektuje pravidla tvorby metadat a nebere do úvahy stávající zvyklosti jejich tvorby ani navržený národní metadatový profil INSPIRE.
- Součástí vyhlášky není konkrétní datový model, avšak v současné době existuje několik datových modelů podle územní působnosti i podle tvůrců technologií (Hydrosoft Velešlavín, Ageris Brno...).
- Tvorba ÚAP probíhá „zespodu“ (tedy od úrovně obcí s rozšířenou působností - ORP), data jsou získávána v rámci krajů na úrovni ORP od jednotlivých správců dat a následně opětovně spojována.
- Ve vyhlášce není uveden povinný referenční systém, lze však vyvodit, že jediným přípustným referenčním systémem bude S-JTSK.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

- Není definována metodika vedení kvality dat, ani zásady jejich vizualizace.

2.1.2.1 Přehled prvků ÚAP a jejich srovnání se ZABAGED®

Při výběru prvků potenciálně vhodných k rozšíření ZABAGED® byl jako základ přijat materiál „Standard sledovaných jevů pro územně analytické podklady obcí“ (MMR 2015), který slouží jako metodický návod k příloze č. 1, část A, vyhlášky č. 500/2006 Sb. (500, 2006). Jednotlivé prvky definované ve standardu jsou zpracovány ve srovnávací tabulce prvků ÚAP a ZABAGED® v příloze 8. V tabulce jsou seřazeny jevy, ke kterým je uveden: typ jevu, poskytovatele/zdroj, pokrytí území, přesnost, typ geometrie, zda je/není součástí ZABAGED®, případnou vhodnost začlenění do datového modelu ZABAGED® a doplňující informace v poznámce. Vhodnost začlenění jevu do datového modelu ZABAGED® byla rozčleněna do tří kategorií A – C. V tabulce nejsou uvedeny jevy, které krajské úřady vedou v rámci ÚAP nad rámec jevů specifikovaných vyhláškou v části A. Tím, že je zde určitá nejednotnost napříč krajskými úřady, nemá smysl o nich uvažovat jako o zdroji dat pro ZABAGED®. Jsou také vynechány jevy z Vyhlášky z části B, které nemají geometrii (statistické údaje).

2.1.2.2 Prvky ÚAP navržené k rozšíření ZABAGED®

Pro možné rozšíření datového modelu ZABAGED® lze doporučit prvky kategorie A (centrální správce, možné převzít atributové popisy) a případně kategorie B, a to zejména prvky související s existující fyzickou infrastrukturou (nadzemní vedení sítí, zařízení pro přenos signálu a další). V dané souvislosti doporučujeme sledovat vývoj kolem připravovaného Registru pasivní/fyzické infrastruktury (viz kapitola 2.1.5), který ve své analytické studii označoval ÚAP jako jeden z možných zdrojů celoplošných prostorových dat o vybraných infrastrukturních prvcích. Vzhledem k tomu, že v současné době (prosinec 2016) existuje několik různých datových modelů ÚAP, jakékoli přebírání jevů ÚAP by nutně znamenalo tvorbu metodického návodu pro každý jednotlivý model zvlášť.

2.1.3 RÚIAN

Registr územní identifikace, adres a nemovitostí (RÚIAN) je jedním ze 4 základních registrů veřejné správy. Obsahuje údaje o územním členění státu, o adresách a o nemovitostech. Spravován je v Informačním systému územní identifikace (ISUI). Datově je naplňován z několika zdrojů: Informačního systému katastru a nemovitostí (ISKN), Českého statistického úřadu (ČSÚ) a řada prvků je sbírána přímo v ISUI obecními a stavebními úřady a to vždy v rámci jejich územní působnosti.

2.1.3.1 Přehled prvků vhodných k rozšíření ZABAGED®

Z RÚIAN jsou aktuálně do ZABAGED® přebírány kolekce¹:

- *Adresní místa* - tato RÚIAN kolekce je zdrojem dat pro typ objektu ZABAGED® 1.31 DEFINIČNÍ BOD ADRESNÍHO MÍSTA
- *Ulice* - typ objektu ZABAGED® 2.02 ULICE je přes identifikátor ULICE_ID propojen s identifikátorem pojmenované ulice (veřejného prostranství) podle RÚIAN
- *Plochy jednotlivých úrovní územně správního členění* - jeden z datových zdrojů pro typ objektu ZABAGED® 5.01 HRANICE SPRÁVNÍ JEDNOTKY A KATASTRÁLNÍHO ÚZEMÍ

¹ http://geoportal.cuzk.cz/Dokumenty/ZABAGED®_katalog/index.html

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

Další RÚIAN kolekce vhodnou pro účely rozšíření ZABAGED® jsou *Stavební objekty*. Ty mohou být datovým zdrojem pro typ objektu ZABAGED® 1.02 BUDOVA JEDNOTLIVÁ NEBO BLOK BUDOV.

Z kolekce stavebních objektů RÚIAN lze využít geometrii, která může zpřesnit půdorysy budov ZABAGED® do požadovaného dvojnásobného měřítka a dále atribut PocetPodlazi využitelný pro 3D vizualizaci alespoň v LoD 1. Je ovšem potřeba poznamenat dvě fakta:

1) Definice typu objektu Budova jednotlivá nebo blok budov v ZABAGED® se liší od definice Stavebního objektu, jak jej chápe RÚIAN:

Definice typu objektu 1.02 v ZABAGED®:

Budova - stavební objekt ohraničený zevně obvodovými stěnami a střechou. Jedná se o trvalé stavby na pevném základě sloužící konkrétnímu účelu - budovy občanské, průmyslové, zemědělské, dopravní a budovy se speciálním účelem.

Blok budov - souvislá skupina budov obklopená zpravidla ulicemi.

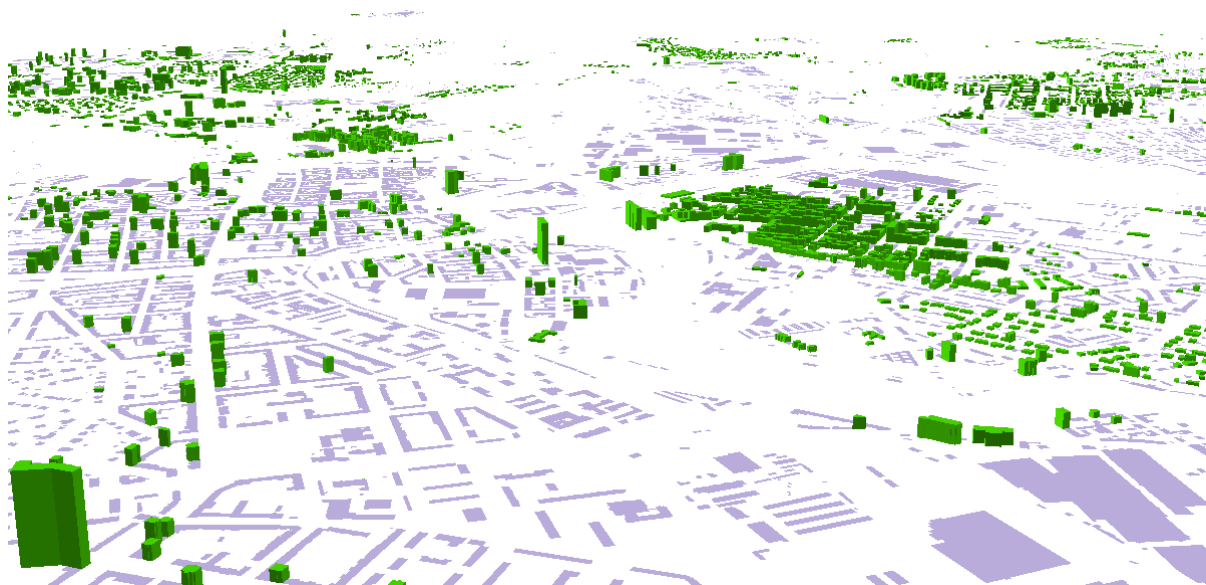
Definice kolekce Stavební objekt v RÚIAN:

Stavebním objektem se pro účely registru RÚIAN rozumí dokončená budova zapisovaná do katastru nemovitostí České republiky (dále jen „katastr nemovitostí“) nebo jiná dokončená stavba, která se do katastru nemovitostí nezapisuje, ale bylo jí přiděleno číslo popisné nebo evidenční, pokud slouží k ubytování lidí nebo k podnikání nebo jiné ekonomické činnosti^{2,3}.

2) Je nutno zmínit, že naplněnost atributových údajů RÚIAN není 100%. Úkolem metodiky nebylo toto zkoumání, nicméně namátkové zjišťování naplněnosti atributu PocetPodlazi na obci Plzeň (data z r. října 2015) prokázalo, že atribut je zde naplněn zhruba v 26,5 % stavebních objektů.

² § 29 zákona č. 111/2009 Sb.

³ [http://www.cuzk.cz/Uvod/Produkty-a-sluzby/RUIAN/2-Poskytovani-udaju-RUIAN-ISUI-VDP/Vymenny-format-RUIAN/Vymenny-format-RUIAN-\(VFR\).aspx](http://www.cuzk.cz/Uvod/Produkty-a-sluzby/RUIAN/2-Poskytovani-udaju-RUIAN-ISUI-VDP/Vymenny-format-RUIAN/Vymenny-format-RUIAN-(VFR).aspx)



Obr. 4: Ukázka stavu naplnění atributu RÚIAN *StavebniObjekt.PocetPodlazi* na území města Plzně (zeleně vyznačené extrudované stavební objekty s výškou, šedě jsou zobrazeny objekty bez uvedené výšky).

Z výše uvedeného plyne, že:

- 1) RÚIAN nemůže být jediným zdrojem geometrie. Vzhledem k definici Stavebního objektu navázané na evidenci vlastnictví, mohou nedořešené právní vztahy k nemovitostem negativně ovlivňovat aktuálnost datové vrstvy. Pro použití je potřeba aktuálnost půdorysu verifikovat jiným zdrojem (například normalizovaným DMP).
- 2) Atribut RÚIAN *StavebniObjekt.PocetPodlazi* je definován jako počet nadzemních a podzemních podlaží. Pro jeho efektivní využití pro určení výšky budovy (výška budovy = počet podlaží * průměrná výška podlaží ~ např. 3 m) by bylo zapotřebí zvýšit jeho naplněnost a ideálně odlišit počet podlaží na nadzemní a podzemní, rozdělením do dvou atributů. To by ale znamenalo zásah do datového modelu RÚIAN a nutnost nastavit legislativní rámec tak, aby bylo možné takovou informaci získávat, postup by mohl být podobný tomu, nastíněnému v kapitole 2.2.3 věnované extrakci výškové informace z projektové dokumentace stavby. Data by se tak plnila přímo v RÚIAN, pro který jsou stavební úřady již oprávněnými editory.

2.1.3.2 Propojení RÚIAN a ZABAGED® a podávání reklamací

Následující část metodiky je v souladu s požadavky projektu navrhnout možný způsob propojení systému ZABAGED® a systému základních registrů (RÚIAN) s cílem umožnit podávání reklamací vad v datech RÚIAN zjištěných v průběhu aktualizace dat ZABAGED®.

Nejprve je stručně popsán současný stav RÚIAN z hlediska editorů údajů a zajištění procesu reklamace údajů základního registru. V další části je řešen vlastní návrh realizace vazeb ZABAGED® a RÚIAN, který předpokládá využití stávajících služeb registrovaných v informačním systému základních registrů (ISZR).

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

Editori dat RÚIAN

Orgány veřejné moci získávají údaje vedené v RÚIAN nebo je do něj zapisují výhradně prostřednictvím agendových informačních systémů (AIS), jejichž přístup k údajům je zajišťován službou informačního systému základních registrů (ISZR).

Zdrojovými agendovými systémy veřejné správy, jejichž prostřednictvím se údaje do RÚIAN zapisují, jsou dle Zákona č. 111/2009 Sb. o základních registrech:

- Informační systém katastru nemovitostí (ISKN) – editor identifikačních a lokalizačních údajů o katastrálním území a o pozemku a údajů o jejich vazbách na ostatní územní prvky,
- Informační systém územní identifikace (ISÚI) – editor údajů o územních prvcích a územně evidenčních jednotkách s výjimkou údajů, které jsou vedeny v katastru nemovitostí a jejichž editorem je systém ISKN.

Zákon o základních registrech dále definuje editory:

- Stavební úřady,
- Obce,
- Český statistický úřad,

kteří mohou údaje stanovené tímto zákonem zapisovat do ISÚI prostřednictvím svých informačních systémů.

V současném systému ZABAGED® jsou z dat RÚIAN využívány, jak údaje, jejichž editorem je systém ISKN (katastrální území a stavební objekty), tak systém ISÚI (ostatní údaje o území vedené v ZABAGED® a přebírané z RÚIAN). Přehled typů prvků ZABAGED® přebíraných z RÚIAN je uveden níže v Tab. 1.

Proces reklamace údajů v RÚIAN a navazující služby

Agendové informační systémy veřejné správy mají možnost reklamovat údaje v RÚIAN prostřednictvím služeb systémů ISÚI a ISKN registrovaných v ISZR. Zadavatel reklamace zapíše zjištěnou chybu prostřednictvím služby registrované v ISZR volané z jeho AIS. Systém ISZR pak odešle reklamaci do ISÚI nebo ISKN podle typu prvku. Dále probíhá vyhodnocení reklamace a v případě její oprávněnosti oprava chyby. Zadavatel obdrží vyrozumění o opravě, případně o zamítnutí reklamace.

Služby pro reklamaci údajů v RÚIAN registrované v ISZR:

isknReklamujPrvek

- Služba, prostřednictvím které AIS reklamuje v ISKN údaje
- Vstupní parametry: Id prvku, Typ prvku, Verze prvku, Typ reklamace, Text reklamace
- Výstupní hodnoty: status, id reklamace

isuiReklamujPrvek

- Služba, prostřednictvím které AIS reklamuje v ISUI údaje
- Vstupní parametry: Id prvku, Typ prvku, Verze prvku, Typ reklamace, Text reklamace
- Výstupní hodnoty: status, id reklamace

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

Návrh realizace vazeb mezi ZABAGED® a RÚIAN

Realizace vazeb mezi ZABAGED® a RÚIAN prostřednictvím editorů RÚIAN (ISKN a ISUI) a ISZR, které mají umožnit zasílání reklamací údajů RÚIAN ze systému ZABAGED®, má několik základních předpokladů:

- Aby mohl systém ZABAGED® využívat služby na vnějším rozhraní ISZR a zasílat reklamační zprávy prostřednictvím ISKN a ISÚI, musí mít k tomu oprávnění registrovaná v ISZR (obdobně jako jiné AIS veřejné správy).
- Na straně ZABAGED® je předpokladem implementace funkčnosti, která umožní:
 - definované roli uživatelů ZABAGED® zaznamenávat reklamované údaje RÚIAN do k tomuto účelu vytvořené struktury v databázi systému ZABAGED®, která bude obsahovat minimálně následující atributy:
 - ID prvku
 - Typ prvku
 - Kód daného typu prvku (id obce, ulice apod.)
 - Datum záznamu prvku
 - Typ reklamace
 - Text reklamace
 - Status reklamace
 - ID reklamace (pro zaznamenání návratové hodnoty reklamační služby),
 - v závislosti na existenci reklamovaného záznamu v databázi ZABAGED® a jeho stavu vygenerovat požadavek ve formátu XML dle XSD schématu daného reklamační službou a dle typu reklamovaného prvku a zaslat tento požadavek na adresu poskytující reklamační službu (isKnReklamujPrvek nebo isKnReklamujPrvek),
 - zapsat návratové hodnoty reklamační služby do databáze ZABAGED® pro informaci o stavu reklamace.

Následující tabulka obsahuje přehled typů prvků z Katalogu objektů ZABAGED® (Pressová, Krejčová 2016), které jsou přebírány ze základních registrů a jejich systémů, dále upřesnění zdroje dat, editora údajů pro RÚIAN a reklamační služby, která bude využita pro reklamaci daného typu údaje.

Tab. 1: Přehled typů prvků ZABAGED® přebíraných z RÚIAN a jejich vztah vůči editorům dat a existujícím reklamačním službám.

| Název údaje o území (dle ZABAGED®) | Zdroj dat pro ZABAGED® | Editor údaje pro RÚIAN | Služba pro reklamaci daného údaje v ISÚI nebo v ISKN |
|------------------------------------|------------------------|------------------------|--|
| Stát | RÚAIN | ISÚI | isuiReklamujPrvek |
| Oblast | RÚAIN | ISÚI | isuiReklamujPrvek |
| Kraj | RÚAIN | ISÚI | isuiReklamujPrvek |

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

| | | | |
|-------------------------------|---|------|-------------------|
| Okres | RÚAIN | ISÚI | isuiReklamujPrvek |
| Obec s rozšířenou působností | RÚAIN | ISÚI | isuiReklamujPrvek |
| Obec s pověřeným úřadem | RÚAIN | ISÚI | isuiReklamujPrvek |
| Obec | RÚAIN | ISÚI | isuiReklamujPrvek |
| Správní obvod | RÚAIN | ISÚI | isuiReklamujPrvek |
| Městská část | RÚAIN | ISÚI | isuiReklamujPrvek |
| Katastrální území | RÚAIN | ISKN | isknReklamujPrvek |
| ÚTJ | RÚAIN | ISÚI | isuiReklamujPrvek |
| Stavební objekty RÚIAN | ISKN (do databáze ZABARAK určené pro aktualizaci budov jsou data přebírána přímo z ISKN) | ISKN | isknReklamujPrvek |
| Definiční bod adresního místa | RÚAIN | ISÚI | isuiReklamujPrvek |
| Ulice | RÚAIN (úprava geometrie uličních čar na podněty obcí probíhá v systému ZABAGED®, ze kterého jsou změny geometrie předávány systému ISÚI prostřednictvím webových služeb) | ISÚI | isuiReklamujPrvek |

2.1.4 Digitální technická mapa

Jednotlivé objekty pro digitální technickou mapu jsou určeny vyhláškou č. 233/2010 Sb. „Vyhláška o základním obsahu technické mapy obce“ (233/2010), která vymezuje doporučený územní rozsah objektů, jejich přesnost a požadované typy. Prvky základního obsahu technické mapy jsou následně stanoveny v příloze k vyhlášce č. 233/2010 Sb. Vyhláška dále stanovuje, že prvky obsahu

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

technické mapy obce, které jdou nad rámec základního obsahu technické mapy obce, stanoví jednotlivé obce vyhláškou o vedení technické mapy obce. V rámci příloh vyhlášky lze přitom explicitně uvést výčet objektů (prvků), které budou v rámci mapy vedeny. Jednotlivé prvky jsou v příloze vyhlášky vymezeny pouze výčtově, není stanoven jejich datový model (geometrie, atributy, číselníky), ani formát předávání. Lze očekávat, že požadavky na strukturu dat se budou měnit podle toho, jak bude projekt DTM postupně realizován na úrovni jednotlivých krajů.

Stávající rizika dalšího užití DTM (jako součásti projektu DMVS) byla popsána již v rámci Opatření 67 Geoinfostrategie „Rozvoj a pokračování aktivit projektu Digitální mapa veřejné správy (DMVS 2014+)“. Kromě zde zmíněných rizik lze vyjmenovat také následující koncepční omezení využití DTM:

- Metadatový profil definovaný ve vyhlášce nerespektuje pravidla tvorby metadat a nebere do úvahy stávající zvyklosti jejich tvorby ani navržený národní metadatový profil INSPIRE.
- Součástí vyhlášky není konkrétní datový model, avšak ve vybraných krajských studiích zabývajících se problematikou DTM v rámci projektu DMVS jsou přílohy definující kategorie a prvky DTM, respektive jejich geometrické vlastnosti (text, bod, linie). Ani v tomto případě nejsou definovány atributy či jejich číselníky a důraz je kladen především na geometrické vlastnosti a přesnost zobrazení prvků.
- Ostrovní charakter existujících DTM jak na úrovni krajů, tak na úrovni obcí.
- Vedení dat v měřítku odlišném od ZABAGED® – nutná generalizace.

Silné stránky:

- Definovaný referenční systém - vyhláška stanovuje jako přípustná pouze data v souřadnicovém systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK) a ve výškovém systému baltském - po vyrovnání (Bpv). Alternativy nejsou podle vyhlášky přípustné.
- Definovány prvky kvality - Kvalita dat je popsána v § 2 Podklady technické mapy
- Definovaná vizualizace - Pro vizualizace prvků je ve vyhlášce stanoveno využít příslušnou technickou normu ČSN 01 3411 Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky (1989).
- Pro přehlednost jsou jednotlivé prvky definované ve výše uvedené vyhlášce zpracovány ve srovnávací tabulce prvků DTM a ZABAGED®, kde je uvedeno označení jevu dle vyhlášky, jeho název, zda je/není obsažen v datovém modelu ZABAGED® a případně poznámka.

2.1.4.1 Přehled prvků vhodných k rozšíření ZABAGED®

Vzhledem k výše uvedeným rizikům a omezením byl analyzován pouze základní seznam prvků DTM uvedený ve vyhlášce a obsahující pouze povinné prvky teoreticky dostupné ve všech realizovaných projektech DTM. Kompletní srovnávací tabulka prvků DTM a ZABAGED® je v příloze 7. Jako vhodné byly vybrány následující prvky z následujících důvodů:

- měřené podrobné body na hranicích - vhodné pro zpřesnění ZABAGED® - vyšší kvalita bodu
- schodiště - v městské zástavbě jde o důležitý prvek z důvodu bezbariérového přístupu atd.)
- měřené podrobné body na stavebních objektech - vhodné pro zpřesnění ZABAGED® - vyšší kvalita bodu
- měřené podrobné body na dopravní infrastruktuře - vhodné pro zpřesnění ZABAGED® - vyšší kvalita bodu
- měřené podrobné body na technické infrastruktuře - vhodné pro zpřesnění ZABAGED® - vyšší kvalita bodu
- měřené podrobné body na vodstvu - vhodné pro zpřesnění ZABAGED® - vyšší kvalita bodu

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

Skutečná vhodnost či nevhodnost navržených byla ověřena testováním, které je popsáno v příloze 3. V současné době nedoporučujeme rozšiřovat ZABAGED® o prvky DTM. Podmínkou pro takovou možnost do budoucna by bylo:

- předpisem dané sjednocení datového modelu DTM jednotlivých obcí
- předpisem daná povinnost správců dat uvolnit data DTM pro pravidelnou aktualizaci ZABAGED® bez nutnosti podepisovat smlouvu s každou obcí zvlášť

2.1.5 Registr pasivní (fyzické) infrastruktury

Na základě evropské směrnice Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/61/EU ze dne 15. května 2014 (61 2014) o opatřeních ke snížení nákladů na budování vysokorychlostních sítí elektronických komunikací (SCR) a jejího aktuálně navrhovaného českého právního ekvivalentu (Zákon o opatřeních ke snížení nákladů na budování vysokorychlostních sítí elektronických komunikací a o změně některých souvisejících zákonů) je nezbytné evidovat data o inženýrských sítích v podobě tzv. Registru pasivní (fyzické) infrastruktury (RPI/RFI) a na něj navázaného informačního systému. Cílem obou legislativ (evropské i její české transpozice) je využití stavebních prací jiných typů inženýrských sítí pro budování sítí širokopásmového internetu. Legislativně se proto počítá s širokým spektrem dat o inženýrských sítích od potrubí přes stožáry, kabelovody, kolektory, inspekční komory, vstupní šachty rozvodných skříní, rozvodné skříně a rozvody v budovách i mimo ně, anténní nosiče až po věže.

Z výše uvedeného je patrné, že informační systém pro správu dat o inženýrských sítích musí být komplexní, spolehlivý, modulární a rozšiřitelný. V návrhu doprovodné vyhlášky je definováno předávání informací v elektronické podobě ve strojově čitelném a otevřeném formátu. Polohopis, tzv. geometrická složka, má být vedena ve velmi detailních měřítcích 1 : 200, 1 : 500 nebo 1 : 1 000. Kromě geometrie průběhu například potrubí je nutné evidovat i množství atributů jako například průměr, průřez, typy podpěr, výšku sloupů a jejich materiál, únosnost či volnou kapacitu pro umístění sítí elektronických zařízení.

Dle srovnávací analýzy (eNovation, 2015) lze konstatovat, že obsah a struktura předávaných dat územně analytických podkladů obecně souhlasí s požadavky na skladbu entit RPI a soubor ÚAP splňuje základní nároky RPI vyplývající ze SCR. Doporučení studie bylo využití ÚAP jako hlavního primárního zdroje pro naplnění RPI/RFI a následné zpřesňování dat.

V době zpracování dokumentu není známo, jakým způsobem bude konkrétně výše uvedená evropská legislativa transponována a které subjekty (MV, MPO, ČTÚ) budou konkrétně za správu registru a provoz informačního systému zodpovědné, ani jaký způsob bude zvolen pro prvotní naplnění registru daty. Konkrétní doporučení využití dat RPI bude v budoucnu záviset na způsobu implementace registru samotného nelze jej dopředu definovat.

2.1.6 Projektová dokumentace stavby

Projektovou dokumentaci stavby lze chápat jako potenciálně vytěžitelný zdroj podrobných 3D dat o budovách. Každá stavba v ČR podléhající stavebnímu povolení musí být postavena či rekonstruována na základě Projektové dokumentace. Ta je chápána jako soubor dvojrozměrných schémat a výkresů doplněných textovou částí sloužící jako popis stavby, stroje nebo jiného hmotného objektu pro výrobní a stavební proces. Zpracování projektové dokumentace je vždy tzv. vybranou činností ve výstavbě dle § 158 stavebního zákona a smějí ji zpracovávat jen a pouze autorizované osoby.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

Projektová dokumentace ze stavebního zákona je pouze dokumentace, která se přikládá k žádosti o stavební povolení podle § 109 nebo 117 stavebního zákona, nebo dokumentace která se přikládá k ohlášení stavby podle § 104 SZ.

Projektová dokumentace může mít několik fází rozpracovanosti, ovšem vzhledem k využití pro získávání výškové dimenze pro prvky ZABAGED® je důležitá její závěrečná fáze, tedy dokumentace skutečného provedení stavby – zachycení konečného stavu stavby. Podrobně viz vyhláška 499/2006 Sb., příloha 7, části C - E (499 2006):

C Situační výkresy

C.1 Koordinační situační výkres

- a) měřítko 1 : 200 až 1 : 1 000, u rozsáhlých staveb 1 : 2 000 nebo 1 : 5 000, u změny stavby, která je kulturní památkou, u stavby v památkové rezervaci nebo v památkové zóně v měřítku 1 : 200,
- b) hranice pozemků, parcelní čísla,
- c) stávající objekty a zakres povrchových znaků technické infrastruktury,
- d) stávající výškopis a polohopis,
- e) stanovení nadmořské výšky; výška objektů,
- f) okótované odstupy staveb,
- g) stávající komunikace a zpevněné plochy, napojení na dopravní infrastrukturu,
- h) stávající vzrostlá vegetace,
- i) ochranná a bezpečnostní pásma, památkové rezervace, památkové zóny apod.,
- j) odstupové vzdálenosti včetně vymezení požárně nebezpečných prostorů, přístupové komunikace a nástupní plochy pro požární techniku a zdroje požární vody.

C.2 Katastrální situační výkres

- a) měřítko podle použité katastrální mapy,
- b) vyznačení stavby,
- c) vyznačení vazeb a vlivů na okolí.

D Výkresová dokumentace

Stavební výkresy vypracované podle skutečného provedení stavby s charakteristickými řezy a pohledy, s popisem všech prostorů a místností podle současného způsobu užívání a s vyznačením jejich rozměrů a plošných výměr.

E Geodetická část

Číselné a grafické vyjádření výsledků zaměření stavby, polohopis s výškopisnými údaji, měřické náčrty s číselnými údaji, seznamem souřadnic a výšek, a technická zpráva podle jiného právního předpisu).

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

2.1.6.1 Potenciál rozšíření ZABAGED®

Dokumentace skutečného provedení stavby je předkládána ke kolaudaci stavby a obsahuje změny, které byly provedeny v průběhu stavby oproti dokumentaci ke stavebnímu povolení/ohlášení stavby. Jedná se o zakreslení stavu, ve kterém je stavba uvedena do provozu. Realita je ovšem často jiná, a dokumentace skutečného provedení stavby je nahrazována znovuodevzdáním projektové dokumentace příkládané žádosti o stavební povolení nebo k ohlášení stavby. Protože zákon ani navazující předpisy neukládají odevzdávat digitální podobu žádné z verzí projektové dokumentace, je tato dokumentace předávána většinou v analogové podobě. Pokud by měla být stavební dokumentace využívána pro zpřesnění budov v databázi ZABAGED®, bylo by nutné legislativu upravit tak, aby odevzdávané podklady byly reálně využitelné. Návrh technické realizace extrakce výškové informace z projektové dokumentace stavby je popsán v kapitole 2.2.3.

2.1.7 Postup generalizace při rozšiřování datového modelu ZABAGED® o data z jiných sad

V případě přebírání prvků z externích datových zdrojů, je třeba řešit jejich podrobnost vzhledem k podrobnosti rozšířeného datového modelu ZABAGED®, udržovaného v měřítku 1 : 5 000. Méně podrobná data je nutné převzít v takové podrobnosti, v jaké jsou a při následujících periodických aktualizacích databáze tato data zpřesňovat. Při přebírání dat z podrobnějších zdrojů (ÚAP, RÚIAN, DTM) je naopak potřeba data generalizovat. Obecný postup generalizace lze popsat v několika krocích – možný je např. následující algoritmus:

- 1) Výběr přebíraných dat (pro jednotlivé datové sady konkrétně popisováno v předchozích podkapitolách).
- 2) Selektce a eliminace prostorově nedůležitých prvků (odstranění prvků s menší než stanovanou délkou či plochou).
- 3) Korekce tvaru zbylých prvků (zjednodušení tvarů linií a ploch).
- 4) V případě potřeby je možné zařadit i agregaci, typifikaci a další atomické generalizační operace.
- 5) Odstranění prostorových nesouladů mezi jednotlivými prvky mapy zapříčiněných:
 - a) Předchozí generalizací
 - b) Aplikací mapové symboliky

Kroky 1-4 jsou dnes již běžně v GIS realizovatelné (např. Esri 1996). Krok 5 však musí být realizován expertem.

2.2 NÁVRH TECHNOLOGIÍ PRO ROZŠÍŘENÍ DATOVÉHO MODELU

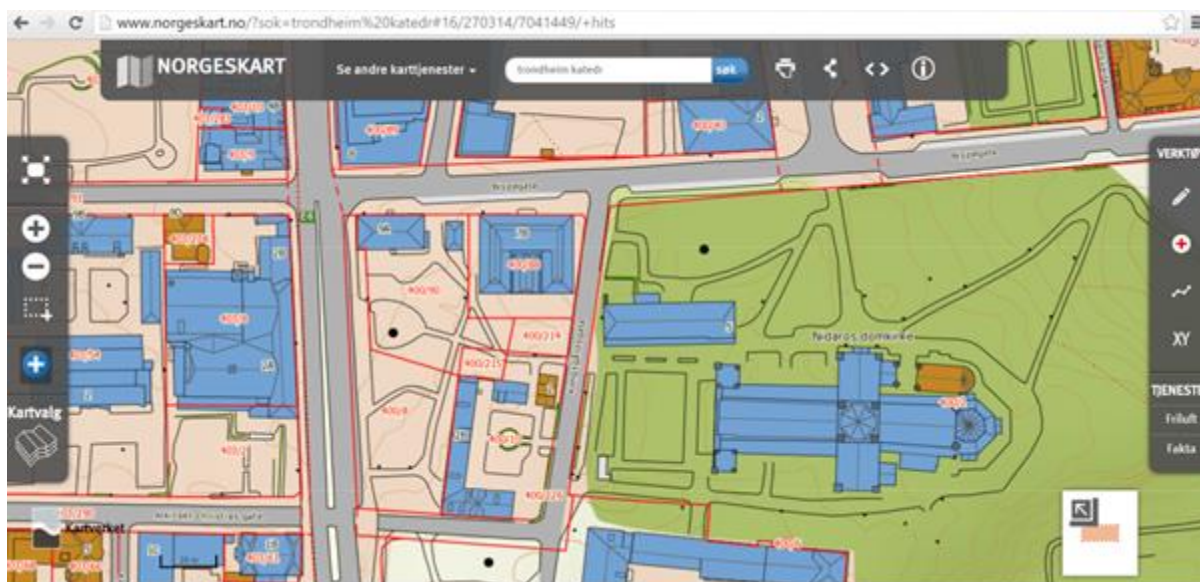
Zde budou popsány vybrané technologické postupy vhodné pro rozšíření datového modelu s důrazem na využití stávajících 3D datových podkladů a možnost automatizace celého procesu.

2.2.1 Fotogrammetrie

Za posledních 15 let se poptávka po trojrozměrných objektech obsažených v geografických databázích států významně vyvinula. S nástupem digitálních fotogrammetrických senzorů do běžné praxe většina zemí, která se rozhodla pro vytváření 3D objektů fotogrammetrickými postupy, přistoupila k problematice tvorby těchto dat jedním ze dvou postupů.

První postup lze označit za útok hrubou silou. V tomto případě státní instituce odpovědné za mapování zvolily pro tvorbu 3D dat (obvykle nejméně budov a komunikací) postup vycházející z klasického přístupu k stereofotogrammetrickému vyhodnocení objektů. Vybraní uchazeči z řad soukromých fotogrammetrických společností postupně snímají území státu s Ground Sample Distance (GSD) 8 až 15cm, s podélným překrytem 60 až 70% a příčným překrytem 30 až 35%. Po

kontrola snímkování centrálním úřadem jsou vybrány předem certifikované fotogrammetrické firmy, které provedou stereofotogrammetrické mapování a vyhodnocení 3D objektů podle příslušných národních předpisů. Vyhodnocení tedy probíhá manuálně (bez většího stupně automatizace), ale s důslednou kontrolou státem přebíraných produktů. Výsledné vyhodnocení se spojuje a kontroluje obsahově i s databází katastru a při tomto spojení vzniká hybridní model, který je možné následně vizualizovat až na úroveň LoD 2. Jako příklad tohoto postupu tvorby "mapy střech" (a ve spojení s katastrem a obsahovou náplní topografické mapy 1:5 000) lze vidět na obrázku části norského Trondheimu http://www.norgeskart.no/?_ga=1.261011725.1696646424.1468920165#16/270355/7041418. 3D pak realizují obvykle jednotlivé komuny na základě národních dat jako <https://data.norge.no/data/trondheim-kommune/digital-3d-bymodell-deler-av-trondheim-kommune>



Obr. 5: Ukázka datového modelu Norska - okolí Trondheimské katedrály

Druhou možnou cestou při tvorbě 3D dat jsou postupy založené na vysokém stupni automatizace tvorby dat. Řada národních mapovacích agentur nyní provádí provozní zkoušky, jejichž výsledky ukazují, že pro účinnou automatizaci sběru dat a tvorby 3D modelů budov je vhodné snímkovat s GSD 10 cm a lepším, s podélným překrytem 80 % a příčným překrytem větším jak 50 %. Za těchto podmínek je každý bod (pixel obrazu) reálného světa zobrazen na 14 a více snímcích ve 4 kanálech (RGBIR). Při použití vhodných algoritmů typu Semi Global Matching (SGM) lze vypočítat z fotogrammetrických měřických i neměřických snímků velmi podrobný model povrchu (střech) a svislých stěn budov. Na základě takto získaného mračna bodů lze vytvořit povrchové modely, které slouží k výrobě věrného ortofota a texturaci prostorových modelů budov.

Přes snahu použít pro modelování pouze letecké měřické snímky je trendem integrovat do výroby další datové zdroje jakými jsou například informace z katastru pro urychlení výpočtů povrchových modelů pro automatizované sestavování objektů v úrovni LoD 2, při použití širokoúhlých kamer (nebo šikmých snímků) i LoD 3. Postupy pro rekonstrukci budov z leteckých snímků po výpočtu prostorového povrchového modelu začínají extrakcí prostorových hran v mračnu snímkových bodů

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

a hledáním elementárních ploch a vlastní geometrie střechy. Dalším krokem je obvykle porovnání vzniknuvšího modelu budovy se sadou typových střech a budov pro daný typ zástavby. Zapojením výpočtu vegetačních indexů do těchto postupů jsme schopni identifikovat prostory, v kterých je střecha budovy překryta vegetací (nebo její částí).

V České republice dosud nebyl (ve státním sektoru mimo experimentálních prací) plošně použit ani jeden z výše uvedených postupů vedoucích k předpokladům vytvořit v dostatečné kvalitě 3D mapu střech a celých budov a následně provést modelování do úrovně LoD 1 nebo LoD 2. Čistě fotogrammetrická cesta k tvorbě 3D budov tak z hledisek finančních, organizačních, kapacitních a personálních není pravděpodobná, pokud nebude přistoupeno ke snímkování s mnohonásobným překrytem.

2.2.2 Laserové skenování

V kapitole 1.5 jsou shrnuty výsledky šetření stavu tvorby 3D budov v některých evropských zemích. Cílem většiny výzkumných skupin v daných státech je vyvinout automatizovanou metodu, která umožní interpretaci topologie stavebních konstrukcí v úrovni LoD 2, s důrazem na využití významových (sémantických) informací. Navrhované metody modelování jsou však v těchto případech založeny na datech leteckého laserového skenování o hustotě od 4 do 20 bodů na m², která nejsou zatím v ČR dostupná.

Postupy používané při konstrukci 3D budov vedou k jednoznačnému rozkladu složitých objektů do předdefinovaných jednoduchých parametrických konstrukcí budov. Cílem zpracování dat je vytvořit kompletní prostorový model úrovně LoD 2. Používané algoritmy jsou aplikovány nad vyrovnaným a předzpracovaným 3D mračnem bodů získaných leteckým laserovým skenováním. Při zpracování jsou podle typu a charakteristik dat uplatněny vhodné postupy filtrace dat jako morfologické filtry, filtry založené na porovnávání sklonu a filtrace dat pomocí lineární predikce. Pro optimalizaci postupů klasifikace do třídy budova lze s výhodou použít i data leteckého snímkování a technik výpočtů NDVI pro rozlišení vegetace od ostatních tříd a další podpůrné zdroje dat jako vektorové mapové podklady a body výškopisu změřené geodeticky, případně obrazovou korelací snímků pořízených v průběhu leteckého laserového nebo pozemního mobilního skenování leteckými nebo pozemními kamerami. Postupy tvorby 3D modelu budov pak obvykle kombinují informace o intenzitě odrazu typických střešních materiálů, standardní topologii střech s běžnými znalostmi o budovách uložených v knihovně elementárních struktur a případně obvodu budov z map 1: 10 000 nebo katastru nemovitostí. Algoritmus modelování začíná s eliminací bodů z jednotlivých elementárních ploch kde převýšení bodů od plochy je větší jak několik centimetrů.

Možnou cestou k efektivní tvorbě 3D modelů budov se jeví postupy popisované a testované Jerzabek a Borkowski (2016) na datech 4-10 bodů na m² pořízených soukromými firmami pro celou plochu Polské republiky. Vzhledem k základnímu požadavku na hustotu skenovaných bodů a nejednoznačném výsledku šetření v kap. 1.5 se doporučuje vygenerovat tréninkovou množinu bodů DSM nad 1/4 listu mapy 1:50 000 pixel na pixel a takto získané mračno bodů z fotogrammetrických leteckých snímků testovat postupy ve výše uvedeném článku. Pro tvorbu dat LoD 1 je doporučeno použít DMP 1G, a to v souladu s přístupy a návrhy uvedenými v technické zprávě k příslušnému datovému produktu (Dušánek 2015).

2.2.3 Extrakce výškové informace z projektové dokumentace stavby

Z dokumentace skutečného provedení stavby lze teoreticky o každé realizované stavbě získat základní informace o její výšce a tvaru střechy (LoD 2), případně o jejích stavebních otvorech

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

(okna, dveře, LoD 3), dokonce i o jejích interiérech (LoD 4). Pro zjištění informací v LoD 2 je potřeba provést následující úkony:

- 1) Zvektorizovat půdorys budovy, lokalizovat jej v S-JTSK a uložit jej do databáze. Alternativně identifikovat půdorys budovy v databázi ZABAGED®.
- 2) Z dokumentace zjistit a do atributu zapsat:
 - počet nadzemních podlaží
 - počet podzemních podlaží
 - výšku budovy k patě střechy
 - výšku střechy
 - typ střechy

Pro výše navržený postup bude potřeba vypracovat odhad pracnosti převedení takovéto informace do digitální podoby a do jednotného datového modelu. Vzhledem k nutnosti zapojení stavebních úřadů by bylo nutné vyřešit i legislativní kroky a vypracovat podrobný metodický návod pro jednotlivé úrovně detailu. Vzhledem k tomu, že stavební úřady jsou již nyní editory RÚIAN, bylo by nejjednodušším řešením, obohatit o výše navržené atributy přímo datový model RÚIAN a rozšířit editační povinnosti stavebních úřadů. Do ZABAGED® by pak byla přebírána tato rozšířená sada atributů z RÚIAN. Za současné legislativy je nicméně výhodnějším zdrojem zpřesněných obrysů budov sada ZABARAK popisovaná v kap. 2.1.1.1.

2.2.4 Alternativní zdroje prostorových dat

V posledních letech se v oblasti sběru a údržby prostorových dat stále více prosazuje metoda crowdsourcingu využívající širokého spektra uživatelů a dobrovolníků k získání nových či ověření stávajících prostorových dat. V oblasti prostorové informace je často používán termín Volunteered Geographic information (VGI) (Goodchild, 2007). Zatímco zpočátku byl zájem o danou metodu spíše akademický a zaměřoval se zejména na koncepční otázky srovnání crowdsourcingu s tradičními metodami sběru dat, v posledních pěti letech se tento přístup začínají zajímat také oficiální státní instituce garantující sběr a prezentaci prostorových dat.

Uvedené úsilí lze dokumentovat na vybraných projektech. Za průlomový je možné označit společný projekt akademické sféry (AGILE) a státních mapových služeb (EuroSDR) „Crowdsourcing and National Mapping“ zaměřený na ověření možností využití VGI (Mooney a Morley 2015). V průběhu projektu bylo zpracováno pět pilotních oblastí a vytyčeny priority pro další výzkum. Mimo jiné byla zdůrazněna nutnost integrace VGI prostorových dat do existujících pracovních postupů a kontroly kvality pro takto získaná prostorová data.

Vybrané prvky crowdsourcingu lze nalézt také v Koncepti rozvoje zeměměřičství na léta 2012 – 2016 (Raděj a kol. 2011), kde je zmíněna možnost ověřování kvality (zejména atributové složky) dat, a to následujícím způsobem:

- pořizování atributů dat cestou hlášení externích subjektů / osob;
- perspektivní způsob pořizování dat pro aktualizaci datových souborů, databází a referenčních mapových podkladů, a to až cestou přímé opravy nebo změny dat uživatelem prostřednictvím internetové aplikace (již v částečné formě funkční pro databáze bodových polí a ZABAGED®);
- opravy chyb a jiných nedostatků v publikovaných datech a o aktualizaci většinou atributových dat nebo dat, jejichž aktualizace prostřednictvím jejich správce bude ekonomicky neúnosná.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

Nevýhodou uvedeného přístupu je, že se nejedná o přísně systémový způsob a aplikace musí mít funkce pro kontrolu nebo ověření takové změny v datech jejich správcem. Potenciální výhodou může být zapojení osob, znalých místní situace a využívání veřejně přístupných prostorových dat, což vede ke snížení nákladů na aktualizaci u správce těchto dat (Raděj a kol. 2011).

Aktuálně se problematikou systematického užití VGI zabývá národní mapová služba v Holandsku (Bol et al. 2016) Autoři si položili zásadní otázku, zda a případně jak je možné pomocí VGI sbírat jednotná a celoplošná data vhodná pro obohacení základní datové báze, a to včetně její dlouhodobé údržby. Uvedené předpoklady se jeví jako zásadní pro skutečné a trvalé využití VGI. Projekt je založen na faktu, že od roku 2012 jsou základní topografická data v měřítku 1:10 000 k dispozici jako otevřená data, což mělo za následek mimo jiné také výrazný nárůst užití těchto datových podkladů v komerčním sektoru a zvýšený zájem koncových uživatelů o jejich soukromé užití. Autoři projektu navrhli využít k systematickému sběru VGI školních institucí, které jsou v určité míře schopny garantovat plošné pokrytí celého území a trvalou možnost aktualizace. První výsledky prokázaly oboustrannou prospěšnost zvoleného přístupu, nicméně otevřené otázky zůstávají stále v oblasti záruk kvality a využitelnosti takto získaných prostorových dat.

2.3 **NÁVRH NA ZPŮSOB VEDENÍ PRVKŮ ZABAGED® V NOVÉM DATOVÉM MODELU ZABAGED®**

V této kapitole jsou popisována doporučení pro vedení jednotlivých typů objektů v novém datovém modelu. Pozornost je věnována způsobu získání souřadnice H, vizualizaci typu objektu ve 3D a případně i doplnění nových atributů do datového modelu. Podrobný popis testů a jejich výsledků pro jednotlivé typy objektů je v příloze 1.

2.3.1 **Využití stávajících postupů ČÚZK pro získání výšek objektu a vedení v databázi ve třetím rozměru**

Některé typy objektů z Katalogu objektů ZABAGED® (Pressová, Krejčová 2016) jsou popisovány v dokumentu Tvorba významných čar a bodů terénní kostry s využitím dat leteckého laserového skenování (Axmanová, Pressová 2015). Je zde popisováno, jak jsou zpřesňovány a jak je získávána jejich výška.

- Zeď
- Most
- Vodopád
- Přehradní hráz, jez
- Kótovaný bod
- Rokle, výmol
- Pata terénního útvaru
- Stupeň, sráz
- Hradba, val, bašta, opevnění
- Skalní útvary
- Osamělý balvan, skála, skalní suk
- Skupina balvanů

V případě typů objektů spadajících do vodstva se v dokumentu Axmanová, Pressová (2015, 3) píše: „Vodní toky, břehové čáry vodních ploch a vodních toků šíře nad 5 m jsou plánovány zpřesnit nejprve ve 2D a výšku dopočítat z dat DMR 5G v Zeměměřickém odboru v Pardubicích. Postup

geometrického zpřesnění těchto objektů je obsahem dokumentu „Zpřesnění komunikací a vodstva podle LLS“ (J. Axmanová). Zmíněná skupina zahrnuje následující typy objektů:

- Vodní tok
- Vodní plocha
- Břehová čára

V případě typů, které spadají alespoň do jedné z výše zmíněných skupin, již zjevně existuje ověřený a používaný postup pro získání jejich výšek. I přesto jsme k některým z těchto typů objektu navrhli v metodice postup na získání výšek objektu a vedení v databázi ve třetím rozměru. To však neznamena, že nemůže být využit způsob doposud používaný ČÚZK. Postupy navržené v této metodice mohou být brány jako možná alternativa k dosud používaným postupům. Pokud některý z výše zmíněných typů objektu nemá v metodice navržen postup na získání výšek objektu a vedení v databázi ve třetím rozměru, pak doporučujeme použít postup, který v současné době ČÚZK využívá.

V následujícím textu jsou typy objektů seřazeny podle pořadí v kategoriích. Některé postupy platí pro více typů objektů – v tom případě jsou všechny typy uvedeny v názvu podkapitoly.

2.3.2 Kategorie Sídelní, hospodářské a kulturní objekty

2.3.2.1 Budovy

Způsob vedení v DB: 3D objekt se výškovými souřadnicemi H u dolní i horní hrany (značeno dále jako H_{\min} a H_{\max}).

Nově doporučené atributy a jejich zdroj:

- počet podlaží - RÚIAN - zatím jen z části naplněný atribut, viz kapitola 2.1.3, Obr. 4.
- typ střechy – Tento atribut bude potřeba, jestliže se rozhodne o vedení typu Budovy v úrovni detailu LoD 2. V takovém případě bude nutné atribut vyplnit, např. na základě leteckých snímků. V současné době je doporučeno, aby byl typ Budovy veden v úrovni detailu LoD 1. V takovém případě může zůstat atribut nevyplněn.

Získání výškových souřadnic pro LoD 1:

Minimální nadmořská výška H_{\min} (dolní hrana budovy) se zjišťuje z bodů modelu DMR 5G, které leží v polygonu dané budovy. V případě, že se pod budovou nenachází žádný bod z DMR 5G, zjistí se výšky jednotlivých lomových bodů půdorysu budovy z modelu TIN interpolovaného z bodů DMR 5G. Alternativně je možné, aby se výšky lomových bodů půdorysu vždy zjišťovaly interpolací z DMR 5G – i v případech, kdy v polygonu budovy leží některý bod DMR 5G. Takový postup je výpočetně, časově i datově náročnější. Nejvyšší bod budovy (H_{\max}) bude určen z modelu DMP 1G stejným způsobem - prostorový průnik bodů s polygonem budovy. Na základě rozdílu těchto dvou výškových informací lze získat výšku objektů ($h = H_{\max} - H_{\min}$). Poznámka: analogické značení výšek bude použito i u popisu všech následujících objektů.

Pro některé polygony není možné vyhledat vhodný nejvyšší bod z DMP 1G, protože se v daných polygonech žádný bod DMP 1G nenachází. Dalším případem bývá, že se takový bod najde, ale je příliš nízko nad povrchem na to, aby daný výškový rozdíl odpovídal skutečné výšce. V těchto případech lze nahradit výšku odhadem založeným například na počtu podlaží budovy podle RÚIAN. Jedno podlaží může např. být odhadnuto na 3 metry. Pro takto stanovené výšky objektů je možné stanovit nižší parametr kvality.

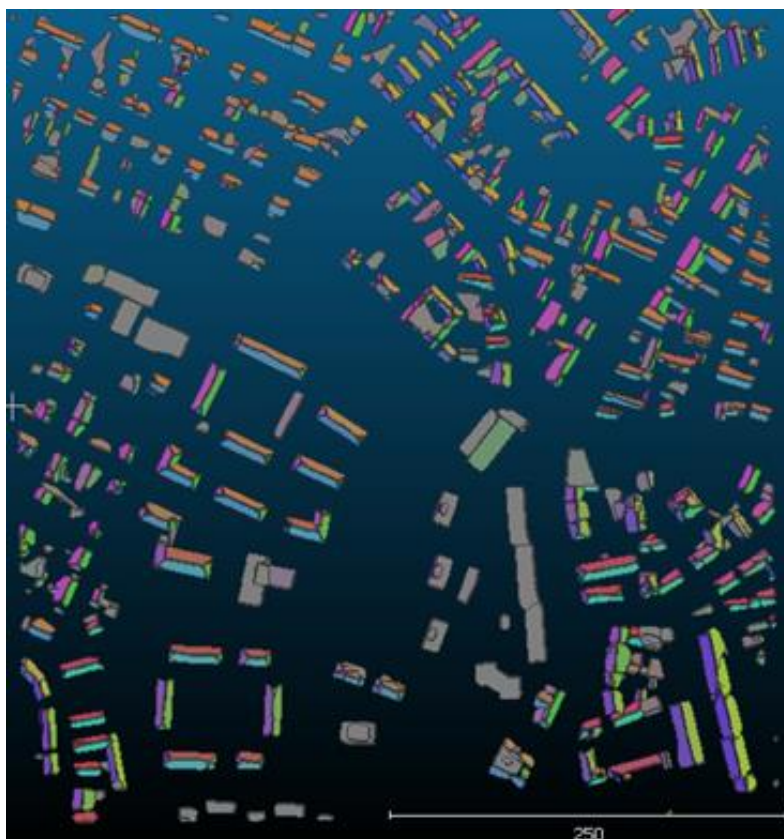
Způsob vizualizace v prohlížeči:

Samotná vizualizace objektů je na základě extrudování z minimální nadmořské výšky polygonu do zjištěné maximální ve formě kvádrů odpovídajícím kvalitě LoD 1. Dochází tedy k situacím, kdy část budovy prochází podkladovým terémem DMR 5G.



Obr. 6: Ukázka zpracování budov v kvalitě LoD 1.

V případě dostatečného množství dostupných bodů z DMP 1G je možné u některých budov modelovat i střechu (úroveň detailu LoD 2). Modelování budov v LoD 2 počítá s prokládáním bodů střešního pláště rovinami a na jejich základě modelování tvaru střechy, která by měla doplňovat model vycházející z LoD 1 (viz příloha 1.1).



Obr. 7: Ukázka proložení bodů střešního pláště rovinami.

Tento způsob je však použitelný jen na části střech s dostatečným množstvím dostupných bodů z DMP 1G a navíc je výpočetně podstatně náročnější – viz tabulka 1 v příloze 2.3. Proto doporučujeme použít na celém území úroveň detailu LoD 1. Pro případ tvorby LoD 2 by byl použit a vyplňován připravený atribut typ střechy, kam je možné uložit informace o zjištěném tvaru střechy, což by mělo usnadnit její vizualizaci v 3D prohlížečce.

2.3.2.2 Věžovitá nástavba

Tento bodový typ objektu zahrnuje skupinu 5 podtypů (věž blíže nespecifikovaná; věžovitá nástavba na budově; rozhledna; vysílač; rozhledna + vysílač). Jak vyplynulo z provedeného terénního šetření spojeného s kontrolním měřením výšky objektů s pomocí laserového dálkoměru (viz příloha 1.12), je v datech DMP 1G často zachycena pouze část těchto objektů nebo nejsou patrné vůbec, a to v závislosti na své výšce, výšce okolních objektů a svém umístění.

Doporučujeme tento typ rozdělit na dva nové typy objektu, z důvodu odlišného postupu při získání výšky a odlišné vizualizaci v 3D prohlížečce. Nový typ Věžovitá nástavba na budově bude obsahovat původní podtypy věžovitá nástavba na budově a věž blíže nespecifikovaná. Nový typ Věžovitá stavba ostatní bude obsahovat původní podtypy rozhledna, vysílač a rozhledna + vysílač.

a) Věžovitá nástavba na budově

Způsob vedení v DB: 2,5D - bodový symbol se souřadnicí H značící nadmořskou výšku nejvyššího bodu budovy.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

Získání výškových souřadnic:

Bodový symbol získá souřadnici H z nejvyššího bodu 3D objektu Budova. Bude mu přidělen atribut nižší přesnosti, než samotnému objektu budovy, protože není zcela jisté, že nejvyšší bod 3D objektu budovy je tím bodem, který je považován za věžovitou nástavbu budovy.

b) Věžovitá stavba ostatní

Způsob vedení v DB: 2,5D - bodový symbol se souřadnicí H v základně objektu. Relativní výška objektu (h) bude uložena v atributu.

Nově doporučené atributy a jejich zdroj:

výška objektu - externí zdroje, fotogrammetrie

Získání výškových souřadnic:

Souřadnice H_{\min} dolního bodu objektu (výška základny) je odvozena z terénu DMR 5G. Maximální výška samotného objektu (H_{\max}) může být získána z bodů v DMP 1G, ale podle testů nejsou často potřebné body k dispozici.

Pro objekty podtypu rozhledna a rozhledna + vysílač se jeví využitelné použití externích databází - např.:

- www.rozhlednyunas.cz
- www.rozhlednovymrajem.cz
- www.rozhledny.wz.cz

Pro podtyp vysílač lze za předpokladu znalosti standardizace využít pro zjištění umístění objektů databázi <https://www.gsmweb.cz> a následně pak bodům přiřadit jednotnou výšku. Atribut výšky některých výškových překážek je veden také v databázi DMÚ25. Pokud by daný objekt nebyl k dispozici v těchto databázích, je nutné získat jeho výšku metodami fotogrammetrie.

2.3.2.3 Těžní věž; Chladicí věž; Válcová věž, zásobník; Silo; Vodojem věžový; Lyžařský můstek

Způsob vedení v DB: 2,5D - bodový symbol se souřadnicí H v základně objektu. Relativní výška objektu (h) bude uložena v atributu.

Nově doporučené atributy a jejich zdroj:

výška objektu - fotogrammetrie

Získání výškových souřadnic:

Souřadnice H_{\min} dolního bodu objektu (výška základny) bude odvozena z terénu DMR 5G. Maximální nadmořská výška samotného objektu (H_{\max}) by mohla být získána z bodů v DMP 1G, ale podle testů tam často nejsou. V takovém případě je nutné použít metody fotogrammetrie. Vhodné externí databáze výšek pro tyto typy objektů nebyly nalezeny.

2.3.2.4 Úložné místo

Tento typ objektů se skládá z podtypů "halda, odval" a "odkaliště". Zatímco halda je často významný prvek reliéfu, odkaliště je často tvořeno vodní plochou. Doporučení zní rozdělit tento typ objektů na dva samostatné typy.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

a) Halda, odval

Způsob vedení v DB: 2,5D - povrch se souřadnicí H

Získání výškových souřadnic:

Plochy hald získávají souřadnice H z DMR 5G.

b) Odkaliště

Způsob vedení v DB: 2,5D - plošný symbol se souřadnicí H

Získání výškových souřadnic:

Nový typ objektů Odkaliště navrhujeme vést stejným způsobem jakým je veden typ Vodní plocha. Většina objektů tohoto typu je totiž z velké části tvořená vodou. Souřadnice H typu Vodní plocha se určuje pomocí souřadnice H příslušného objektu Břehová čára. Většina Odkališť však nemá v polohopisné části ZABAGED® uloženu svou Břehovou čáru. Větší počet Břehových čar příslušných k Odkalištím je ale ve výškopisné části ZABAGED®. Pokud by přesto nebylo možno příslušnou Břehovou čáru nalézt, pak je nutné získat souřadnici H Odkaliště pomocí metod fotogrammetrie.

2.3.2.5 Tovární komín

Způsob vedení v DB: 2,5D - bodový symbol se souřadnicí H v základně objektu. Relativní výška objektu (h) bude uložena v atributu.

Nově doporučené atributy a jejich zdroj:

- výška objektu - <http://koda.kominari.cz/>, fotogrammetrie

Získání výškových souřadnic:

Souřadnice H_{\min} dolního bodu objektu bude odvozena z terénu DMR 5G (výška základny). Maximální výška samotného objektu (H_{\max}) by měla být získána z bodů v DMP 1G. Avšak podle testů jsou v DMP 1G vhodné body jen výjimečně, pravděpodobně byly odstraněny jako chybné odrazy. Výšky komínů lze však s dostatečnou přesností převzít z databáze komínů KODA (<http://koda.kominari.cz/>). Pokud by nebyl využitelný ani tento externí zdroj, pak je nutno získat výšku pomocí metod fotogrammetrie.

2.3.2.6 Větrný motor

Způsob vedení v DB: 2,5D - bodový symbol se souřadnicí H v základně objektu. Relativní výška objektu (h) bude uložena v atributu.

Nově doporučené atributy a jejich zdroj:

výška objektu - <http://www.csve.cz/clanky/aktualni-instalace-vte-cr/120>, fotogrammetrie

Získání výškových souřadnic:

Souřadnice H_{\min} dolního bodu objektu (výška základny) bude odvozena z terénu DMR 5G. Maximální výška samotného objektu (H_{\max}) by mohla být získána z bodů v DMP 1G. Avšak podle testů jsou v DMP 1G vhodné body jen výjimečně, pravděpodobně byly odstraněny jako chybné odrazy. Alternativní možností je zjistit výšku pomocí externího zdroje dat - např. z internetových stránek České společnosti pro větrnou energii (<http://www.csve.cz/clanky/aktualni-instalace-vte->

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

cr/120). Pokud by nebyl využitelný ani tento zdroj, pak je nutno získat výšku pomocí metod fotogrammetrie.

2.3.3 Kategorie Komunikace

Některé z typů objektů této kategorie navrhuje vést souběžně jako liniové i povrchové prvky, protože obě varianty mají své výhody. Kdyby se při používání inovované databáze ukázalo, že je vedení obou variant neefektivní, pak bude efektivnější vést typ objektu pouze liniově.

2.3.3.1 Silnice, dálnice

Způsob vedení v DB:

2,5D - povrch se souřadnicemi H tvoří povrch komunikace. Původně liniové prvky byly navrženy, aby byly vedeny ve formě povrchu. Důvodem je možnost uložit šířku komunikace.

2,5D - linie se souřadnicí H tvoří osu komunikace. Je nutno zachovat i liniovou vrstvu z důvodu nutnosti tvorby síťového grafu komunikací, např. pro publikaci INSPIRE datové sady (téma Dopravní sítě).

Nově doporučené atributy a jejich zdroj (společné pro povrchové i liniové vedení):

- počet jízdních pruhů - ŘSD
- návrhová kategorie podle ČSN 73 6101 - ŘSD

Získání výškových souřadnic:

Povrch a linie komunikací získávají souřadnice H z DMR 5G.

Způsob vizualizace v prohlížeči:

Složitější je získání šířky komunikace nutné pro vizualizaci komunikace. Šířka vozovky zahrnující střední dělicí pás, zpevněnou i nezpevněnou část a jiné části mimo náspů a dalšího prostoru ve směru od osy vozovky je navrhována na základě normy ČSN 73 6101 (2004). V rámci této normy je pro každý silniční úsek stanovena Návrhová kategorie vyjádřená kódem např. R25,5/100, kde první písmeno patří druhu komunikace (D – dálnice, R – rychlostní silnice, S - silnice) dále se nachází celková šířka koruny (m) a nakonec návrhová rychlost v km/h. Aby bylo možné přesně stanovit šířku vozovky a přiřadit jí vhodné výšky z DMR 5G je potřeba:

- kód návrhové kategorie
- počet jízdních pruhů
- přesné umístění osy koruny komunikace

Atributy návrhového kódu a počtu jízdních pruhů nejsou součástí ZABAGED®, proto je doporučeno o ně datový model rozšířit. Pro další zpracování je důležité také správné vedení linií v ose komunikace, aby bylo možné vytvořit obalové zóny podle kódu Návrhové kategorie. Zpřesňování os provádí ZÚ podle vytvořených postupů doporučených v manuálu Zpřesnění komunikací a vodstva s využitím dat leteckého laserového skenování (Pressová a Axmanová, 2015).

Uvádíme možný alternativní způsob zpřesnění a kontroly vedení os komunikace: Na komunikacích vyšších tříd v území mimo obce je v části případů možné detekovat v okolí koruny násypové a výkopové svahy tělesa stanovené v ČSN 73 6101, vedoucí po jejích stranách, které se sklonově odlišují od vlastní zpevněné a nezpevněné části komunikace. Podle této znalosti byly testovány možnosti vymezení zmíněných svahů a rovinatější části vozovky a následné odvození osy koruny na

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

základě relativního porovnávání sklonu nejbližších sousedních bodů DMR 5G. Pro testování byla vybrána oblast oblouku zatáčky umístěného v lesním porostu za účelem hodnocení složitých vstupních podmínek. Body DMR 5G byly vybrány na základě modelové obalové zóny rovné maximální šířce příslušné třídy komunikace rozšířené o 2 m na každé straně komunikace.

Šířku komunikace pro vizualizaci v 3D prohlížeče je tedy možno stanovit podle kódu Návrhové kategorie. V případě, kdy kód Návrhové kategorie nebude dostupný, je možné vytvořit obalovou zónu podle střední šířky doporučené pro danou třídu komunikace podle normy ČSN 73 6101 nebo na základě výše uvedeného postupu extrahování osy koruny tělesa. Dále je nezbytné ze zpracování odstranit úseky typů objektů Most, Tunel, Podjezd. Pro zbývající části silnic je doporučena interpolace vytvořených zón na povrch TIN vytvořený z DMR 5G a převzetí jeho výšek.

2.3.3.2 Ulice

Způsob vedení v DB:

2,5D - povrch se souřadnicí H tvoří povrch komunikace. Původně liniové prvky byly navrženy, aby byly vedeny ve formě povrchu. Důvodem je možnost uložit šířku komunikace.

2,5D - linie se souřadnicí H tvoří osu komunikace. Je nutno zachovat i liniovou vrstvu z důvodu nutnosti tvorby síťového grafu komunikací, např. pro publikaci INSPIRE datové sady (téma Dopravní sítě).

Nově doporučené atributy a jejich zdroj (společné pro povrchové i liniové vedení):

- počet jízdních pruhů - ŘSD - Možné pouze u některých ulic.
- návrhová kategorie podle ČSN 73 6110 - ŘSD - Možné pouze u některých ulic.

Získání výškových souřadnic:

Plochy a linie komunikací získávají souřadnice H z DMR 5G.

Způsob vizualizace v prohlížeče:

Vedení uliční sítě nacházející se v sídelním útvaru se věnuje norma ČSN 73 6110 (2006) spravující požadavky na místní komunikace. Koncepce zpracování je zde podobná jako v případě silnic a dálnic. Hlavní rozdíl se zde nachází v podstatně nižší schopnosti detekování šířky komunikace z dat LLS, protože většina objektů Ulice je zapuštěna do okolního terénu a nevykazuje žádné výrazné násypy jako typ Silnice v nezastavěných oblastech.

Místní komunikace se člení do 4 funkčních skupin:

- rychlostní
- sběrné
- obslužné
- komunikace se smíšeným provozem (D1) a komunikace s vyloučením motorového provozu (D2)

Zatímco u skupiny rychlostní se jedná o významné komunikace, na kterých nedochází k úpravě šířky, na ostatních skupinách zpravidla dochází k zužování vozovky na základě stanovených omezení v území (obytná zóna apod.). Dochází tak k úpravě šířky jízdního pruhu z 3,5 m na šířku 3,25 nebo 3,00 m, a to i způsobem asymetrickým. Z důvodu potřeby průjezdnosti hasičského vozidla, je stanovena minimální šířka zpevněné části komunikace na 2,5 m.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

Konkrétní podoba skladebních prvků šířkového uspořádání místních komunikací je ukotvena podobně jako v případě silnic a dálnic vedených mimo zastavěnou oblast v kódovém označení úseku. Ten vyjadřuje hlavní dopravní prostor např. jako MS2Tp 24,5/19,5/50, kdy se jedná o místní sběrnou komunikaci se dvěma pruhy, tramvajovým pásem a parkovacími pruhy. Šířka prostoru místní komunikace je 24,5 m, šířka hlavního dopravního prostoru 19,50 m a návrhová/dovolená rychlost 50 km/h.

Lze doporučit identifikování průjezdných částí komunikací (dálnice, rychlostní silnice) na základě přesného (sdílení liniových segmentů) prostorového průniku a ponechat těmto úsekům atributy šířky odpovídajících objektů typu Silnice a dálnice. Dále lze provést zúžení těch úseků ulic, které jsou totožné (sdílení liniových segmentů) s úseky silnic nižších kategorií podle pravidla 3,5 m → 3,0 m/1 jízdní pruh. U zbývajících úseků, pokud není známo jejich kódové označení, lze navrhnout minimální šířku komunikace pro průjezd hasičských vozidel, a to 2,5 m. V případě průniku takto vytvořených polygonů ulic a polohového vymezení budov je navrženo upravit komunikaci v těchto místech na šířku odpovídající šířce prostoru mezi zástavbou, a to odstraněním části obalové zóny komunikace. Vytvořené obalové zóny jsou nakonec interpolovány na povrch DMR 5G.

2.3.3.3 Silnice neevidovaná; Cesta; Železniční trať; Železniční vlečka

Způsob vedení v DB:

2,5D - povrch se souřadnicí H tvoří povrch komunikace. Původně liniové prvky byly navrženy, aby byly vedeny ve formě povrchu. Důvodem je možnost uložit šířku komunikace a použít ji pro znázornění v 3D prohlížeče.

2,5D - linie se souřadnicí H tvoří osu komunikace. Je nutno zachovat i liniovou vrstvu z důvodu nutnosti tvorby síťového grafu komunikací, např. pro publikaci INSPIRE datové sady (téma Dopravní sítě).

Získání výškových souřadnic:

Plochy a linie komunikací získávají souřadnice H z DMR 5G.

Způsob vizualizace v prohlížeče:

V případě typu Cesta doporučujeme vést ve třetím rozměru pouze 2 ze 3 podtypů: cesta udržovaná; cesta parková a hřbitovní. Třetí podtyp cesta neudržovaná zahrnuje některé méně významné lesní cesty, cesty vedené jako příjezdové k areálům nebo objektům jako je např. vodojem, dále cesty družstevní a průjezdní cesty mezi zemědělskými plochami. Tento typ se může dynamicky měnit v čase jak svojí kvalitou, tak šířkou, proto zde není počítáno s využitím třetí dimenze.

Neevidované silnice nejsou evidovány v databázích ŘSD, nelze tedy získat Návrhový kód a z něj odvodit šířku komunikace. Nebyl nalezen ani alternativní vhodný způsob pro určení šířky. Komunikaci bude proto stanovena určitá minimální šířka, která bude využita pro vykreslení určitého druhu komunikace. Vykreslení šířky komunikace proto nemusí odpovídat realitě, počtu kolejí apod. Např. v případě typu Silnice neevidované by mohla být nastavena šířka 4 metry, což je minimální šířka tohoto typu komunikace podle ZABAGED®. V případě typu Cesta je možné např. použít minimální šířku komunikace pro průjezd hasičských vozidel, a to 2,5 m. Další možností je ponechat tyto typy komunikací coby liniové prvky. V případě železničních tratí je možné využít informaci o rozchodu kolejí, kdy většina tratí disponuje normálním rozchodem 1435 mm.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

Úzkorozchodné tratě na našem území nemají jednotný rozchod. Zde je jedinou možností řešit rozchodnost individuálně nebo vybranou generelní šířkou, která se v tomto podtypu vyskytuje nejčastěji (např. 760 mm).

2.3.3.4 Most

Způsob vedení v DB:

2,5D - povrch se souřadnicí H tvoří povrch mostu. Původně liniové objekty byly navrženy, aby byly vedeny ve formě povrchu. Důvodem je návaznost na vrstvy komunikací, které jsou rovněž vedeny jako povrch.

2,5D - linie se souřadnicí H tvoří osu mostu. Je nutno zachovat i liniovou vrstvu z důvodu nutnosti tvorby síťového grafu komunikací, např. pro publikaci INSPIRE datové sady (téma Dopravní sítě).

Získání výškových souřadnic:

Most jako objekt je součástí modelu DMP 1G, kde je jeho konstrukce a relativní výška přidávána ze stereofotogrammetrického vyhodnocení leteckých snímků. Současný datový model v sobě zahrnuje informaci o délce a šířce mostu, ovšem jednak údaje nejsou přítomny pro všechny mosty a také údaje samotné nejsou vždy přesné. Nejjednodušším způsobem by bylo umístění linií mostů z původního datového modelu ZABAGED® na povrch TIN vygenerovaný z DMP 1G, nicméně data vykazují mírně zvlněné povrchy, případně jsou neúplná.

Pro vytvoření mostu (přímý a nevydutý) spojujícího komunikace je nutné identifikování koncových bodů linie mostu zanesené v ZABAGED®. Koncovým bodům jsou interpolovány jejich nadmořské výšky z povrchu TIN DMR 5G. Souřadnice H koncových bodů mostu musí souhlasit se souřadnicemi H navazujících úseků komunikací. Dalším krokem je lineární interpolace zbývajících bodů mezi koncovými body. Takto jsou získány souřadnice H povrchu mostu. Všechny mosty budou nahrazeny rovinnou plochou. Architektonicky složitější typy mostů (např. klenuté) není efektivní vytvářet.

Způsob vizualizace v prohlížeči:

Pro vizualizaci v 3D prohlížeči je kromě relativní výšky potřeba i šířka. Šířka může být přenesena z komunikací, které přes most procházejí. Poslední fází je stanovení šířky obalové zóny podle získaných atributů a jejího vytvoření ve 3D. Výsledkem je rovný úsek mostové konstrukce napojený na navazující úseky komunikací.

2.3.3.5 Lávka; Propustek

Způsob vedení v DB: 2,5D - linie se souřadnicí H získanou z DMR 5G. Doporučujeme zachovat jako liniový prvek a nepřevádět na povrch.

Získání výškových souřadnic:

Linie Lávek a Propustků získávají souřadnice H z DMR 5G.

Ač jde o objekty s funkcí podobnou typu Most, Doporučujeme nevést tyto typy ve 3D. Jde většinou o menší a v bodech z LLS těžko identifikovatelné objekty. Navíc na ně většinou nejsou napojeny výše uvedené typy komunikací, takže nenastává situace, že by např. nevedení Lávky ve třetím rozměru přerušilo významnější komunikaci.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

2.3.3.6 Podjezd

Způsob vedení v DB:

2,5D - povrch se souřadnicí H tvoří povrch podjezdu. Původně liniový typ byl navržen, aby byl veden ve formě povrchu. Důvodem je návaznost na komunikace, které jsou rovněž navrženy jako prvky povrchu.

2,5D - linie se souřadnicí H tvoří osu podjezdu. Je nutno zachovat i liniovou vrstvu z důvodu nutnosti tvorby síťového grafu komunikací, např. pro publikaci INSPIRE datové sady (téma Dopravní sítě).

Získání výškových souřadnic:

V případě povrchové i liniové varianty musí souřadnice H bodů podjezdu souhlasit se souřadnicemi H navazujících úseků komunikací, které prochází podjezdem průběžně. Obojí se určí z povrchu DMR 5G. V případě, kdy prochází podjezd budovou, je doporučeno postupovat jako v případě zpracování mostů, tedy interpolací mezilehlých bodů linie z jejich koncových bodů.

2.3.3.7 Železniční přejezd

Způsob vedení v DB:

2,5D - povrch se souřadnicí H tvoří povrch přejezdu. Původně liniový typ byl navržen, aby byl veden ve formě povrchu. Důvodem je návaznost na komunikace, které jsou rovněž navrženy jako prvky povrchu.

2,5D - linie se souřadnicí H tvoří osu přejezdu. Je nutno zachovat i liniovou vrstvu z důvodu nutnosti tvorby síťového grafu komunikací, např. pro publikaci INSPIRE datové sady (téma Dopravní sítě).

Získání výškových souřadnic:

V případě povrchové i liniové varianty musí souřadnice H bodů podjezdu souhlasit se souřadnicemi H navazujících úseků komunikací, které prochází podjezdem průběžně. Obojí se určí z povrchu DMR 5G.

2.3.3.8 Tunel

Způsob vedení v DB:

3D objekt se souřadnicemi H u dolní i horní hrany. Tento objekt bude procházet skrz terén, musí mít tedy v geometrii zaznamenány souřadnice horního i dolního povrchu.

2,5D linie se souřadnicí H tvoří osu tunelu. Je nutno zachovat i liniovou vrstvu z důvodu nutnosti tvorby síťového grafu komunikací, např. pro publikaci INSPIRE datové sady (téma Dopravní sítě). Bude kopírovat linii komunikace v místě, kde prochází terénem.

Získání výškových souřadnic:

Souřadnice H koncových bodů podjezdu musí souhlasit se souřadnicemi H navazujících úseků komunikací, které prochází podjezdem průběžně. Obojí se určí z povrchu DMR 5G. V případě pozemní komunikace lze souřadnice H horní strany tunelu lze přibližně odvodit z doporučení pro

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

projektování tunelů pozemních komunikací z normy ČSN 73 7507 (2013). Odhad je možné provést i na základě doporučených návrhových kategorií komunikací navazujících na tunel. V případě železničního tunelu je možné vyjít z normy ČSN 73 7508 (2002).

Pro vytvoření linie (osy tunelu) spojujícího komunikace skrze terén je nutné identifikování koncových bodů linie tunelu zanesené v ZABAGED®. Koncovým bodům jsou interpolovány výšky z povrchu TIN DMR 5G. Souřadnice H koncových bodů tunelu musí souhlasit se souřadnicemi H navazujících úseků komunikací. Dalším krokem je lineární interpolace zbývajících bodů mezi koncovými body.

Způsob vizualizace v prohlížeči:

Koncept zpracování je zde stejný, jako v případě mostů nebo podjezdů, nicméně zatímco stanovení šířky a interpolování výšek silniční komunikace je možné provést na základě doporučených návrhových kategorií, u železnic je situace složitější. Jelikož v ZABAGED® je železniční trať vyjádřena jedinou linií, ačkoliv souběžný průběh kolejí existuje ve většině případů (je vedeno jako atribut počtu kolejí), není možné interpolovaný úsek (při předpokladu vedení osy uprostřed tunelu) jednoznačně napojit na navazující železnice tak, aby to odpovídalo reálné situaci. Lze tedy pouze vytvořit objekt pro tuto jedinou linii. Protože ale vede linie železniční tratě občas v ose kolejí a občas mezi nimi, tak dochází i k občasným skokovým změnám výšek.

Doporučení pro projektování tunelů pozemních komunikací jsou ukotvena v ČSN 73 7507 (2013) s návazností na projektování silnic a dálnic podle ČSN 73 6101 (2004). Pro dvoupruhové obousměrné tunely (různé kategorie cest a silnic) se pohybuje šířka komunikace v mezích 9,5 – 12,5 m. Pro dvoupruhové jednosměrné tunely (různé kategorie dálnic, rychlostních silnic a silnic vyšší kategorie) se pohybuje šířka daného směru mezi 9,5 – 12 m. Součástí normy je i doporučené výškové vedení trasy tunelu. Výstavba železničních tunelů se řídí ČSN 73 7508 (2002).

Zpracovatelského procesu se účastní pouze objekty, které mají návaznost na zpracovávané úseky výše uvedených pozemních komunikací. Pro umístění objektů do 3D je potřeba nejprve interpolovat linie ze svých koncových bodů, které jsou zase interpolovány z povrchu TIN DMR 5G. Následně je vytvořena obalová zóna podle atributů návrhové kategorie a dále přisouzena výška, na jejímž základě následuje vytažení (extrudování) objektu do plného 3D tvaru. Výsledný objekt tedy prostupuje terénem TIN DMR 5G.

2.3.3.9 Parkoviště, odpočívka; Obvod letištní dráhy; Letiště; Osa letiště

Způsob vedení v DB: 2,5D – povrch, linie nebo bod se souřadnicí H.

Získání výškových souřadnic:

Přiřazení výšek probíhá z povrchu TIN interpolovaného z bodů DMR 5G.

2.3.3.10 Stožár lanové dráhy

Způsob vedení v DB: 2,5D - bodový symbol se souřadnicí H v základně objektu.

Získání výškových souřadnic:

Tento typ náleží do skupiny zbývajících typů objektů, které jsou uvedeny na konci této kapitoly a které je doporučeno vést ve 2,5D a přiřadit jim souřadnici H z DMR 5G. Ač jde o objekty s

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

převažující výškou, tak nedoporučujeme výšku samotného objektu ukládat do atributu, jak je navrženo u typu Tovární komín apod.

V bodech LLS nejsou stožáry většinou identifikovatelné. Bylo by nutné výšku každého stožáru zjišťovat metodami fotogrammetrie, což by si vyžádalo značné množství času i pracovních prostředků. Proto nedoporučujeme určovat výšku tohoto typu objektu.

2.3.3.11 Heliport

Způsob vedení v DB: 2,5D – bodový objekt se souřadnicí H.

Získání výškových souřadnic:

Tento typ je velmi podobný, jako jiné typy navrhované pro 2,5D. Jedinou změnou je to, že souřadnice H objektu se nezískává z DMR 5G ale z DMP 1G. Důvod je ten, že typ Heliport může být umístěn i na povrch budovy.

2.3.4 Rozvodné sítě a produktovody

2.3.4.1 Stožár elektrického vedení

Způsob vedení v DB: 2,5D - bodový symbol se souřadnicí H v základně objektu. Výška objektu bude uložena v atributu.

Nově doporučené atributy a jejich zdroj:

typ stožáru - správce přenosové sítě

výška objektu - odhad na základě typu stožáru, fotogrammetrie

Získání výškových souřadnic:

Souřadnice H dolního bodu objektu (výška základny) bude odvozena z terénu DMR 5G. Výška samotného objektu by mohla být získána z bodů v DMP 1G, ale podle testů tam většinou nejsou. Další možností je odhadnout výšku sloupu podle jeho typu. Ten je nutné získat od správce přenosové sítě. Pokud ani to není možné, pak je nutné použít metody fotogrammetrie. Tato poslední varianta by však byla velmi náročná časově i personálně, vzhledem k počtu existujících objektů Stožár elektrického vedení.

2.3.5 Vodstvo

2.3.5.1 Vodní tok

Způsob vedení v DB: 2,5D - liniový symbol se souřadnicí H

Získání výškových souřadnic:

Liniový typ objektu zahrnuje osy vodních toků. Souřadnice H jim je možné přiřadit z DMR 5G. ČÚZK však má již vyvinutý způsob pro vytváření 3D údolnic a břehových čar. Doporučujeme proto použít postup vytvořený ČÚZK a takto vytvořenými daty postupně nahrazovat stávající linie vodních toků na celém území.

Způsob vizualizace v prohlížeči:

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

Z důvodu vizualizace ve 3D prohlížeči by bylo vhodnější vést vodní toky coby plochy místo pouhých linií os. Toky širší než 5 metrů jsou však vedeny i plošně v typu objektu Vodní plocha. Užší toky, které jsou obsaženy pouze v typu Vodní tok, je možné znázornit linií osy vodního toku, které bude přiřazena vhodná síla linie.

2.3.5.2 Akvadukt, shybka

Způsob vedení v DB: 2,5D - linie se souřadnicí H získanou z DMR 5G. Doporučujeme zachovat coby liniový prvek a nepřevádět na povrch.

Získání výškových souřadnic:

Linie tohoto typu objektu získávají souřadnice H z DMR 5G.

Liniový typ objektu Akvadukt je funkcí i vzhledem podobný typu Most, proto by mohl být řešen postupem navrženým pro typ Most. Avšak vesměs jde o akvadukt malý, v bodech LLS neidentifikovatelný, pak je možné tento objekt do 3D nevést a ponechat ve stávajícím stavu, podobně jako typ Lávka.

Liniový typ objektu Shybka je veden po povrchu nebo např. po dně toku. Teoreticky se může nalézat i pod povrchem interpolovaným z DMR 5G. Přesto zní návrh přiřadit typu Shybka souřadnici H z DMR G. Pokud by se v praxi zjistilo, že to není vhodné, pak by bylo patrně nutné vyčlenit samostatný typ Shybka a ponechat ho zcela bez souřadnice H.

2.3.5.3 Vodní plocha

Způsob vedení v DB: 2,5D - plošný symbol se souřadnicí H

Získání výškových souřadnic:

Plošný typ objektu zahrnuje přirozené i umělé vodní nádrže, ale i toky širší než 5 metrů. Souřadnice H vodní plochy bude odvozena ze souřadnice H příslušného objektu Břehová čára.

2.3.6 Vegetace a povrch

2.3.6.1 Lesní půda se stromy

Způsob vedení v DB: 2,5D - polygon umístěný na povrchu DMR 5G se souřadnicí H v základně objektu. Výška vegetace pro každý polygon bude uložena v atributu.

Nově doporučené atributy a jejich zdroj:

- výška vegetace - průměrná nebo modální hodnota nDMP (rozdíl DMP 1G a DMR 5G) v ploše daného prvku.
- typ lesa – ÚHUL – vyčleňují listnatý, jehličnatý, smíšený les a pak také navíc les mladý (do 8 m výšky)

Získání výškových souřadnic:

Zpracování vegetace podobně jako zpracování budov vychází z metodiky zpracování DMP 1G. Jedná se především o vegetaci označenou jako typ objektu 6.07 Lesní půda se stromy, ačkoliv vzrostlé stromy se podle modelu DMP nacházejí i uvnitř jiných typů objektů.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

Při zpracování jsou odstraněny z tohoto typu prvky zpracováváné jiným způsobem. Proto jsou z vegetace vyřiznuty oblasti komunikací, mostů, vodních ploch a budov. Pod označením „budovy“ je zde myšleno sloučení vrstev budov v DKM, budov jednotlivých a bloků budov v ZABAGED® a oblastí klasifikovaných v datech LLS jako budova neboli oblastí, kde byla ponechána původní hustota bodů na střešních pláštích.

Výška vegetace h je získána jako normalizovaný digitální model povrchu (rozdíl výšek bodů DMP 1G od povrchu DMR 5G). Rozdíl by měl podle zpracovatelského procesu pro tvorbu DMP 1G a DMR 5G vycházet kladný, nicméně díky lineární interpolaci a typu úložné struktury (TIN) je možné se setkat i s minimálními zápornými rozdíly. Výšková proměnlivost takto vypočtených rozdílů je v rámci typu Lesní půda se stromy značná.

Pro určení vegetace odpovídající typu Lesní půdy se stromy, a tedy určení území, kde se vyskytují vzrostlé stromy a rychle rostoucí dřeviny, je dále stanovena minimální mez výškového rozdílu bodů 8 m. Body splňující minimální výškový rozdíl jsou agregovány do polygonů v souladu s aktuálně nastavenými parametry ZABAGED® (jsou vymezovány pouze plochy o minimální šířce 10 m a minimální ploše 2000 m²). Přiřazení základních výšek těmto polygonům je založeno na umístění polygonů na povrch DMR 5G. Výška lesa je stanovena pro každý polygon jako aritmetický průměr normalizovaného digitálního modelu povrchu (rozdílů výšek bodů DMP od DMR).

Tímto způsobem je ale výška vegetace přiřazena jen části původního typu Lesní půda se stromy. Pro zbývající část ploch Lesní půdy se stromy, které nejsou vyčleněny podle výše zmíněného postupu, je navrženo přiřazení základních výšek umístěním polygonu na povrch a stanovení výšky stromů na 4 m. Protože může dojít vlivem agregace bodů ke spojení vegetace v místech úzkých komunikací, mostů a podobně, je nezbytné provést ještě jednou odmazání všech v úvodu zpracovávání zmíněných vrstev ze vzniklé vrstvy polygonů a následně i odstranění oblastí s menší než minimální velikostí 2000 m².

2.3.6.2 Významný nebo osamělý strom, lesík; Liniová vegetace

Způsob vedení v DB: 2,5D – linie nebo bod se souřadnicí H v základně objektu.

Získání výškových souřadnic:

Přiřazení souřadnice H probíhá z povrchu TIN interpolovaného z bodů DMR 5G. Teoreticky by bylo možné sice použít stejný způsob jako u typu Lesní plocha s vegetací – zjistit výšku pomocí nDMP, případně pomocí metod fotogrammetrie kdyby nebyly vhodné body LLS k dispozici. Body z LLS pro tyto objekty jsou však často odfiltrovány, takže automatické zjištění výšky není možné. Zjišťovat výšky u všech objektů těchto typů metodami fotogrammetrie by zase bylo pravděpodobně velmi náročné na pracovní sílu i čas.

2.3.7 Terénní reliéf

2.3.7.1 Skalní útvary

V interním dokumentu ČÚZK Tvorba významných čar a bodů terénní kostry s využitím dat leteckého laserového skenování (Axmanová, Pressová 2015) je poznámka, že "zpřesněním skalních útvarů se zabývá pilotní projekt, jehož závěry budou stanoveny v roce 2015". Testování během projektu nenašlo vhodný způsob pro určení výšky tohoto typu objektu.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

Určité možnosti jsou popisovány v disertační práci Topografické mapování skalních útvarů s využitím dat leteckého laserového skenování (Lysák 2016) nebo v diplomové práci Možnosti využití dat laserového skenování k aktualizaci tvarů georeliéfu (Paleček 2015).

2.3.8 Zbývající typy objektů vedené s přiřazenou souřadnicí H

Zbývá množství typů objektů, které nemají v textu výše uveden žádný postup pro získání výšky a pro vedení v databázi ve třetím rozměru a které ani nemají postup pro své řešení navržen v dokumentu Tvorba významných čar a bodů terénní kostry s využitím dat leteckého laserového skenování (Axmanová, Pressová 2015). Většinu těchto zbývajících typů objektů doporučujeme vést ve 2,5D přičemž nejsou zavedeny žádné nové atributy. Nejde totiž o klasické výškové objekty, tudíž udržovat přesnou relativní výšku objektu v atributu není efektivní.

Způsob vedení v DB: 2,5D – povrch, linie nebo bod se souřadnicí H v základně objektu.

Získání výškových souřadnic:

Přiřazení souřadnice H probíhá z povrchu TIN interpolovaného z bodů DMR 5G.

Platí pro následující typy objektů:

- Ostatní plocha v sídlech
- Ústí šachty, štoly
- Povrchová těžba, lom
- Usazovací nádrž
- Kůlna, skleník, fóliovník
- Skládka
- Větrný mlýn
- Rozvalina, zřícenina
- Mohyla, pomník, náhrobek
- Kříž, sloup kulturního významu
- Hřbitov
- Areál účelové zástavby
- Doplnková linie
- Definiční bod adresního místa
- Bunkr
- Škola – definiční bod
- Pošta – definiční bod
- Čerpací stanice pohonných hmot – definiční bod
- Meteorologická stanice – definiční bod
- Pěšina
- Křižovatka mimoúrovňová
- Křižovatka úrovňová
- Uzlový bod silniční sítě
- Přívoz
- Kolejiště
- Železniční stanice, zastávka

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

- Tramvajová dráha
- Definiční bod náměstí
- Brod
- Silnice ve výstavbě
- Areál železniční stanice, zastávky
- Elektrárna
- Rozvodna, transformovna
- Dálkový produktovod, dálkové potrubí
- Přečerpávací stanice produktovodu
- Zdroj podzemních vod
- Rozvodnice
- Přístaviště
- Plavební komora
- Bažina, močál
- Hranice správní jednotky a katastrálního území
- Definiční bod správního celku
- Maloplošné zvláště chráněné území
- Velkoplošné zvláště chráněné území
- Dobývací prostor
- Chráněné ložiskové území
- Hranice užívání půdy
- Orná půda a ostatní dále nespecifikované plochy
- Chmelnice
- Ovocný sad, zahrada
- Vinice
- Trvalý travní porost
- Lesní půda s křovinatým porostem
- Lesní půda s kosodřevinou
- Okrasná zahrada, park
- Lesní průsek
- Rašeliniště
- Pomocná hranice užívání
- Hranice geomorfologické jednotky
- Sesuv půdy, suť
- Vstup do jeskyně

2.3.9 Zbývající typy objektů vedené bez přiřazené souřadnice H

Zbývajícím typům objektů není vhodné přiřadit souřadnici H ani interpolací z DMR 5G nebo DMP 1G, ani je vést coby 3D objekt. Tyto objekty se v reálu nenalézají na povrchu země, jsou buď pod jeho povrchem nebo nad ním a není jim možné přiřadit souřadnici H z bodů LLS. Tyto body doporučujeme ponechat ve 2D a převést je do nového datového modelu beze změn.

- Dopravníkový pás

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

- Metro - část typu objektu je vedena po povrchu, zde by mohla být přiřazena souřadnice H z DMR 5G, ale není výhodné kvůli tomu dělit tento typ na dva typy.
- Stanice metra
- Lanová dráha, lyžařský vleč
- Elektrické vedení

2.4 NÁVRH METOD VIZUALIZACE 3D DAT ZABAGED®

Rozvoj webových technologií v posledních letech umožnil zobrazování 3D prostorových dat většímu počtu uživatelů. Přes veškerý technologický rozvoj, kterým webové technologie prošly, se dosud nepodařilo vyvinout zcela multiplatformní webovou technologii pro vizualizaci 3D grafiky. Vzhledem k existenci řady technologií pro 3D vizualizaci, které se vyznačují různými vlastnostmi, je nutné tyto technologie zhodnotit a srovnat. Teprve toto srovnání může významně napomoci při výběru technologie použité pro implementaci vlastní aplikace. Na základě technického pokroku a posunů v chápání kartografie směrem ke geovizualizaci vymezují MacEachren a Kraak (2001) dílčí úkoly, jimiž by se měl zabývat další vývoj a výzkum v této oblasti. Z hlediska 3D vizualizace je z těchto výzkumných směrů podstatné zejména zkoumání nových technologií, ověřování jejich potenciálu pro mapování a kartografickou vizualizaci, identifikace jejich limitů a navrhování nových vyjadřovacích prostředků pro tyto technologie. Stručná analýza použití mapových znaků při 3D vizualizaci a srovnání webových technologií pro 3D vizualizaci prostorových dat je proto předmětem této kapitoly.

2.4.1 Kartografické znaky při 3D vizualizaci

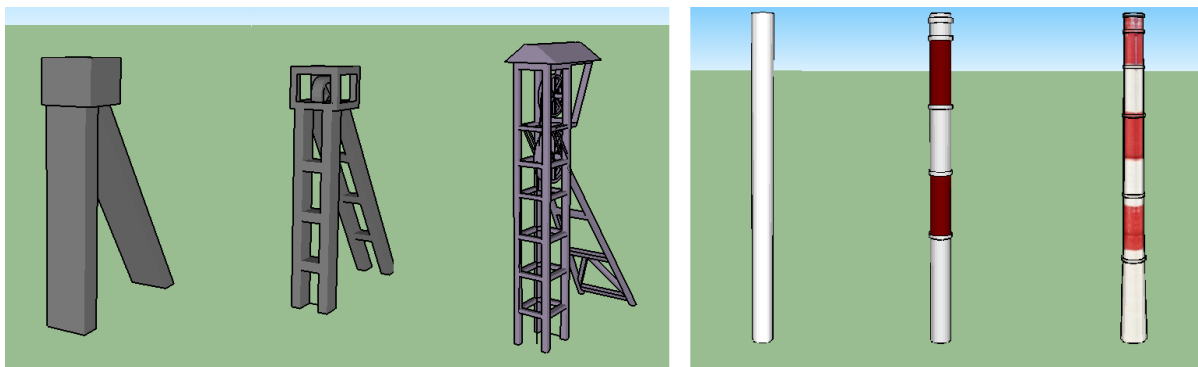
Vstupní geometrická data při 3D kartografické vizualizaci prostorových lze rozdělit na bodová, liniová, plošná (povrchy) a objemová (tělesa). Tato prostorová data a jim přiřazené charakteristiky (atributy) lze znázorňovat s využitím různých typů kartografických metod. Kartografické vyjadřovací metody používané při 3D vizualizaci vycházejí z metod typických pro 2D kartografickou vizualizaci. Jejich možnosti jsou však často rozšířeny o další grafickou proměnnou – výšku. Základní typologie 3D kartografických vyjadřovacích metod vychází z dělení, jenž pro klasickou 2D kartografii používá například Kaňok (1999).

V případě 3D vizualizace rozšířených a do 3D podoby transformovaných dat ZABAGED® jde u většiny prvků této databáze zejména o prezentaci jejich lokalizačních a kvalitativních údajů. Kvalitativní údaje dávají informaci o poloze, existenci a významu znázorňovaného objektu či jevu. Umožňují tak jeho identifikaci. Kaňok (1999) rozděluje způsoby vkládání kvalitativních dat do map následovně:

- metoda bodových (figurálních) znaků,
- metoda liniových (čarových) znaků,
- metoda plošných (resp. ve 3D povrchových) znaků.

Protože jsou zde popisovány způsoby používané při 3D vizualizaci, je nutné přidat ještě metodu objemových znaků. Je však potřeba zdůraznit, že rozdíly mezi znaky objemovými a ostatními třemi skupinami jsou poměrně neostré. Samotné bodové i liniové znaky totiž mohou být jak 2D, tak 3D (a v tom případě mají určitý objem), objemové znaky jsou navíc v GIS vyjadřovány hraniční reprezentací, kdy je vizualizován pouze povrch tělesa.

Bodový znak (také bývá označován jako mimo-měřítkový) je prostředek, který umožňuje v určitém místě vizualizace vyjádřit vlastnost vybraného jevu. Bodové znaky se do 3D scén umísťují pomocí svého definičního (vztažného) bodu (Kaňok 1999). Ve 3D scénách je vztažným bodem nejčastěji střed podstavy, méně často pak geometrický střed znaku. Nevýhodou použití bodových znaků při 3D vizualizaci může být jejich překrytí jiným znaky (zejména objemovými). Haeberling (2005) dále uvádí, že bodové znaky mohou být neproporčně zvětšeny oproti znakům liniovým a plošným, ale jejich vzhled (barevný odstín) by neměl být příliš dominantní.



Obr. 8: Varianty 3D bodových znaků s různou mírou abstrakce (vlevo: těžní věž, vpravo: tovární komín).

Koncept level of abstraction (LoA), který definuje Semmo et al. (2012), udává míru prostorového i tematického rozčlenění (podrobnosti) obsahu celého 3D modelu a zahrnuje nejen geometrickou, ale i vizuální podrobnost jednotlivých 3D mapových znaků. Petrovic a Masera (2006) zmiňují, že geometrické (abstraktní) 3D znaky jsou vhodnější spíše pro prezentaci antropogenních objektů (např. památky, kostely nebo vysílače). Objekty přírodního původu (např. stromy, keře) je vhodnější prezentovat realističtějšími znaky.

Liniové, plošné a objemové znaky jsou vzájemně rozlišeny barvou nebo vnitřní strukturou, tedy texturou. Textura může být realistická nebo zjednodušená a unifikovaná - dle míry abstrakce (LoA) konkrétní vizualizace (viz výše). Z kvantitativních údajů je v našem případě znázorňována především nadmořská výška, která je prezentována pomocí modelu reliéfu, jenž tvoří zároveň podklad, vůči kterému jsou umísťovány ostatní znaky. Většina znaků je umísťována přímo na terén, některé se však v realitě nacházejí nad (např. věžovitá nástavba na budově) nebo pod ním (např. tunel), proto jsou i v rámci 3D vizualizace umístěny obdobně.

2.4.2 Metodika hodnocení technologií pro 3D vizualizaci prostorových dat

Pro srovnání a výběr technologií pro 3D vizualizaci prostorových dat je velmi vhodná metoda heuristického hodnocení. Heuristické hodnocení (heuristická analýza) je diagnostická metoda, ve které experti zastávají roli méně zkušeného uživatele a snaží se popsat případné problémy, které vznikají v systému nebo uživatelském rozhraní pro uživatele. Principem této metody je vytvoření sady heuristik použitelnosti a následné hodnocení uživatelského rozhraní na jejich základě. Tato metoda spočívá v tom, že malá skupina hodnotitelů (expertů) zkoumá určité rozhraní (např. uživatelské) a posuzuje ho v souladu se zásadami použitelnosti. Tato metoda byla v postupu

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

přípravy metodiky zvolena zejména z důvodu její jednoduchosti, nízké ceny a časové náročnosti. Proto je také jednou z nejpoužívanějších metod testování použitelnosti webových aplikací nebo uživatelských prostředí obecně (Komárková, 2008; Komárková a kol., 2010).

Heuristické hodnocení často využívá rozčlenění jednotlivých heuristik na tzv. funkční (functional requirements) a mimo-funkční (non-functional requirements) požadavky. Funkční požadavky specifikují nároky na funkčnost systému. Popisují tedy požadované služby systému (Kanisová, Müller, 2007). Mimo-funkční požadavky specifikují určité vlastnosti daného systému (aplikace), případně podmínky omezující fungování tohoto systému. Mimo-funkční požadavky jsou tak jistou množinou příkazů a zákazů, které souvisejí s provedením hodnoceného řešení (Kanisová, Müller, 2007).

Pro hodnocení webových nástrojů pro 3D vizualizaci je žádoucí rozdělit funkční požadavky do dvou kategorií:

- Povinné – nástroj (technologie) musí podporovat tuto funkci, pokud ji nepodporuje, je vyřazena z dalšího hodnocení
- Volitelné – pokud nástroj (technologie) podporuje danou funkci je ohodnocena předem daným počtem bodů

Mezi povinné funkční požadavky jsou v našem případě zařazeny funkce související s načítáním a zobrazováním různých typů 3D dat, konkrétně:

- Načtení vlastního (podrobného) modelu terénu
- Načtení vlastních textur na modelu terénu (např. ortofoto)
- Načtení vlastních 3D modelů (např. budov)
- Načtení vlastních 3D znaků (např. pro stromy)
- Načtení vlastních plošných vektorových dat (povrchů)
- Načtení vlastních liniových vektorových dat
- Načtení vlastních bodových vektorových dat
- Podpora dlaždic, LoD či jiných způsobů načítání rozsáhlých prostorových dat

Mezi volitelné funkční požadavky řadíme:

- Interaktivní pohyb 3D scénou (pomocí myši)
- Ovládání pomocí klávesnice
- Neinteraktivní (pomocí funkčních tlačítek – např. zobrazení celé scény)
- Zobrazení nápovědy
- Zobrazení atributů vybraného prvku
- Zobrazení souřadnic
- Zobrazení severky (nebo jiného prvku pro podporu orientace ve 3D scéně)
- Měření vzdálenosti
- Měření ploch

Pozn.: prakticky všechny výše zmíněné funkční požadavky lze poměrně jednoduše a efektivně zjistit z existujících 3D vizualizací (z dostupných příkladů a z dokumentací).

Pro hodnocení mimo-funkčních požadavků byl využit kvalitativní přístup. Důvodem je zejména obtížnost převodu takových charakteristik, jako jsou např. licence nebo rozšiřitelnost, pod kterou je daný nástroj šířen, na bodové hodnocení. Z mimo-funkčních požadavků je vhodné hodnotit zejména:

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

- Přístupnost - podpora v různých webových prohlížečích a na různých platformách (s tím souvisí také programovací jazyk, jenž je využit pro implementaci)
- Výkonost – je ji možné testovat pomocí aplikací jako je např. jMeter
- Výkon – rychlost odpovědi – MB za sekundu
- Kapacita – počet zodpovězených požadavků za sekundu
- Rozšiřitelnost – existence a funkcionálna API (Application Programming Interface)
- Interoperabilita – podpora standardů pro prostorová data (např. WMS, WFS)
- Cena – licence, pod kterou je daný nástroj nebo technologie šířena

Pozn.: kromě výkonosti lze všechny zmíněné mimo-funkční požadavky poměrně jednoduše a efektivně zjistit z existujících 3D vizualizací (z dostupných příkladů a z dokumentací). U výkonosti to sice lze teoreticky provést také, ale bude problematické srovnání jednotlivých technologií – každá testovaná vizualizace bude jiná (s jiným rozsahem nebo jinou podrobností dat).

2.4.3 Přehled technologií pro 3D vizualizaci prostorových dat

Komerční technologie pro 3D vizualizaci geografických dat jsou:

- ArcGIS Online
- City Engine Web Viewer
- MyVR
- Geospatial Portal 2016
- BlomURBEX 3D
- Glob3
- Google Earth plug-in

Zdarma dostupné technologie pro 3D vizualizaci geografických dat:

- NASA World Wind
- Web World Wind (NASA World Wind for JavaScript)
- Cesium
- Open Layers 3 + Cesium
- OpenWebGlobe
- XNavigator
- WebGL Earth

2.4.4 Výsledky hodnocení technologií pro 3D vizualizaci prostorových dat

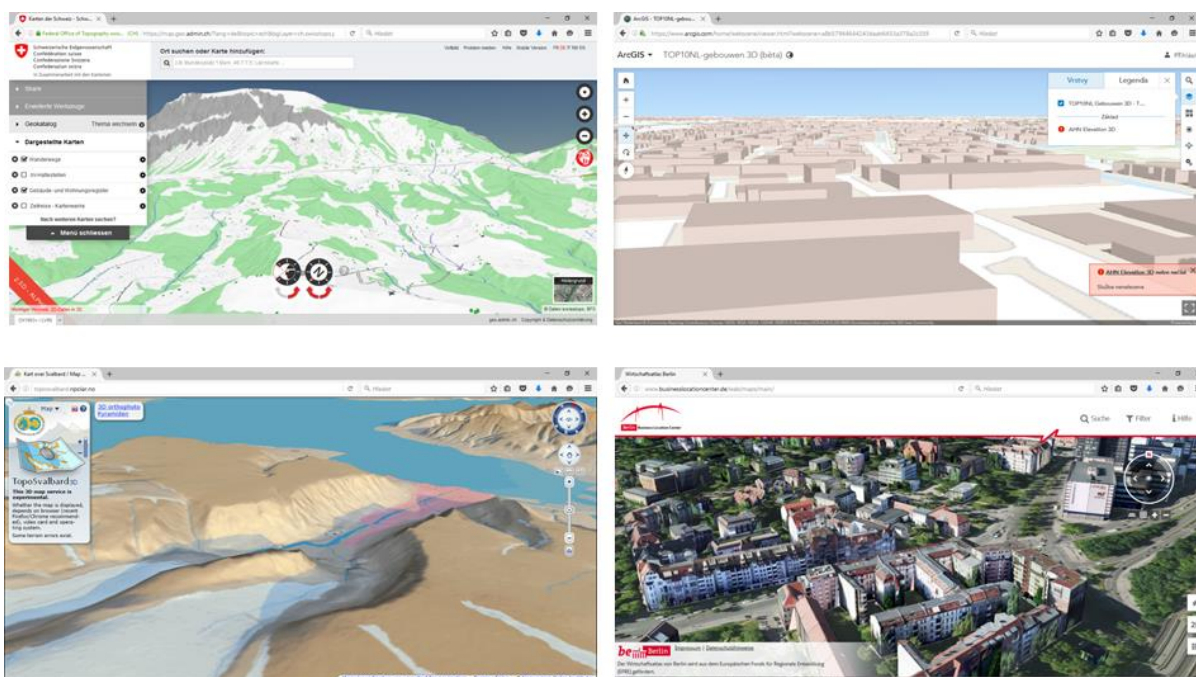
Výsledky heuristického hodnocení jsou prezentovány v příloze 6. Příloha má i informativní charakter, protože obsahuje přehledné shrnutí hlavních vlastností jednotlivých technologií.

Řadu řešení, která byla použita jako podklad pro hodnocení, lze klasifikovat z rozličných hledisek. Z pohledu této metodiky, která se věnuje návrhu řešení pro vizualizaci 3D prostorových dat na území celého státu, je důležitý zejména rozsah zobrazovaných území. V příloze uvedené příklady zobrazují území od bloku několika budov až po území celého státu (např. Švýcarsko – <http://map.geo.admin.ch>; Nizozemí – <https://www.arcgis.com/home/webscene/viewer.html?webscene=a8b57944644243daab6453a378a2c359>) nebo poměrně rozsáhlých území (např. Svalbard - <http://toposvalbard.npolar.no/>; město

Berlín - <http://www.businesslocationcenter.de/wab/maps/main>). Z hlediska zaměření této metodiky jsou významná zejména řešení, která zobrazují právě území většího rozsahu.

Výše uvedené příklady (i další obdobné příklady) se vyznačují následujícími vlastnostmi:

- Dostupná národní řešení obsahují pouze model reliéfu pokrytý texturou nebo budovy na úrovni podrobnosti LoD 1.
- Podrobnější 3D modely (texturované budovy, zobrazování atributů prvků) obsahují aplikace zobrazující menší území.
- Pro zobrazování 3D modelů rozsáhlých území je důležitá podpora načítání objemných dat (např. podpora dlaždic nebo level of detail - LoD).
- Nejčastěji podporované standardy prostorových dat jsou WMS (případně WMTS) pro textury a KML pro 3D modely (např. budov).
- Nejčastěji využitým programovacím jazykem je JavaScript a technologie pro vykreslování 3D grafiky WebGL, pro technologie které jsou založeny na instalovaném zásuvném modulu je Java.
- Aplikace obsahují poměrně často pouze prvky k ovládání (navigaci), další funkcionalita (např. měření vzdáleností či ploch) je poměrně vzácná.
- User interface (UI) jednotlivých aplikací jsou často založeny na přechodu mezi 2D a 3D režimem.
- Prvky (tlačítka, vizualizace orientace) pro ovládání 3D scény, ani jejich umístění v rámci UI nejsou nijak standardizované a značně se v jednotlivých aplikacích liší.
- Poměr využívaných technologií z hlediska licencí (komerční vs. open source) je poměrně vyrovnaný.
- Rozšiřitelnost a modifikovatelnost jednotlivých technologických řešení často umožňují API (Application Programming Interface), počet funkcí v nich nabízených se však poměrně značně liší.



Obr. 9: Ukázky grafického rozhraní a míry detailu pro analyzované aplikace.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

2.4.5 Závěry hodnocení technologií pro 3D vizualizaci prostorových dat a související doporučení

Situace mezi webovými technologiemi je značně proměnlivá (díky změnám mezi jednotlivými verzemi technologií). Heuristické hodnocení odpovídá stavu v září 2016. Kupříkladu u technologie OpenWebGlobe vzniká v současné době nová verze, u technologie XNavigator nebyly dostupné funkční příklady a zásuvnému modulu Google Earth plug-in by měla končit podpora s koncem roku 2016.

Povinné funkční požadavky heuristického hodnocení splnily následující technologie: ArcGIS Online, MyVR, Geospatial Portal (verze 2016), Cesium, OpenWebGlobe, NASA World Wind a XNavigator. Další hodnocené technologie neumožňovaly načtení některé geometrie prostorových dat, za důležitou funkci bylo považováno zejména načítání vlastních podrobných 3D modelů terénu.

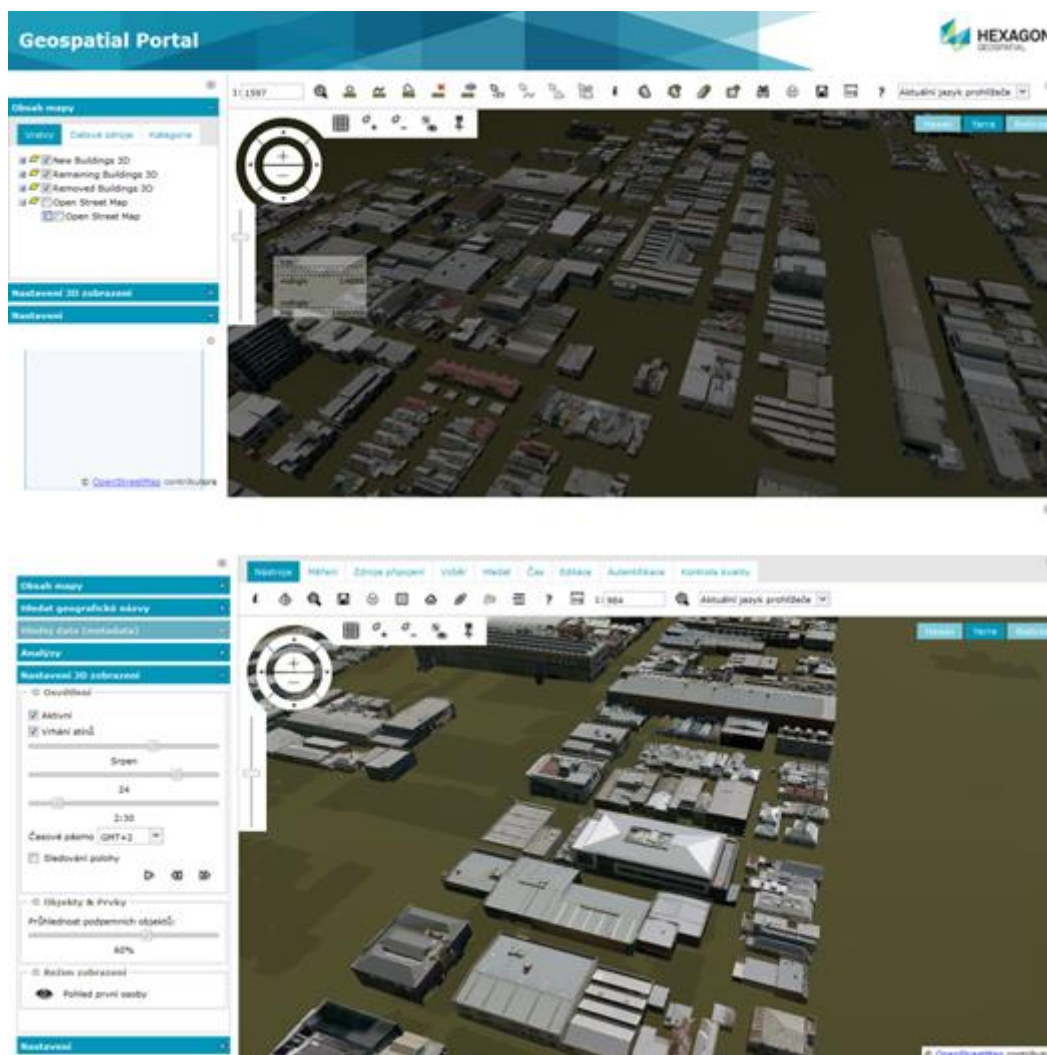
Důležitým aspektem jsou licence jednotlivých technologií a také skutečnost nakolik jsou dané technologie závislé na řešeních třetích stran. Přehled jednotlivých licencí a závislosti je uveden v příloze 6. Z hlediska standardizované architektury se jako vhodné metody vizualizace dat uživatelům se při zobrazení prvků ZABAGED® jeví technologie podporující OGC mapové služby. Další, pokročilou možností vhodnou spíše pro významné, vymykající se objekty (nebo areály), je využití jejich 3D modelů, pokud takové v ZABAGED® budou, nebo je bude možné z dat ZABAGED® připravit.

Využití OGC mapových služeb spočívá ve vytvoření WFS služby s jednotlivými prvky Katalogu ZABAGED® (Pressová, Krejčová 2016) jako mapovými vrstvami. A jejich zobrazení v klientovi mapových služeb podporujícím 3D zobrazení. Lze zobrazovat data vedená ve 3D a též data vedená ve 2D s uvedením třetího rozměru (výšky nebo hloubky) v atributu. V případě zobrazení třetího rozměru na základě výšky v atributu je zobrazení limitované půdorysem vedeným v ZABAGED® a nelze zohlednit např. typy střech příslušných staveb, podchody, terasy a podobně.

Většina hodnocených technologií je implementována v jazyce JavaScript, některé technologie pak v jazyce Java. Většinu uvedených technologií lze tak modifikovat a doplňovat o další funkcionalitu, protože mají k dispozici API.

Z hlediska uživatelského rozhraní se jako nevhodnější jeví webové technologie umožňují následující funkcionalitu (s klesající prioritou):

- Navigace a její podpora (např. zobrazení severky)
- Přepínání vrstev, nastavení průhlednosti
- Zobrazování atributů prvků, vyhledávání
- Případně také měření vzdáleností, nastavení osvětlení 3D scény



Obr. 10: Příklad (mock-up) rozhraní a rozmístění ovládacích panelů pro 3D vizualizace.

Z výsledků heuristického hodnocení vyplývá, že pro zobrazování 3D prostorových dat ZABAGED® se jako vhodné jeví následující technologie:

- ArcGIS Online
- MyVR
- Geospatial Portal 2016
- Cesium
- OpenWebGlobe
- NASA World Wind

Konkrétní technologická implementace pro vizualizaci rozšířeného datového modelu s odpovídající funkcionalitou je dokumentována v samostatné příloze 9.

2.5 KVALITA DAT

Terminologický výkladový slovník pro potřeby realizace Akčního plánu Strategie rozvoje infrastruktury pro prostorové informace v České republice do roku 2020 (Šíma a kol., 2016), tzv.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

GeoInfoStrategie, definuje kvalitu jako „*souhrn znaků produktu, které jsou relevantní pro jeho schopnosti uspokojovat stanovené nebo předpokládané potřeby*“. Tato definice kvality vychází z normy ČSN P ISO/TS 19104 (2010). Uvedenou definici následně rozvíjí norma ČSN ISO 19157 (2015), jež se explicitně věnuje problematice kvality geografických dat. Obecně lze říci, že kvalita geografických dat je založena na míře naplnění uživatelských požadavků pro práci s danou datovou sadou.

Hlavními důvody k hodnocení kvality geografických dat jsou vyšší možnosti užití, sdílení a integrace těchto dat. Proto je vhodné, aby kvalita geografických dat byla měřena konzistentně způsobem, který umožní porovnat jednotlivé datové sady z hlediska jejich kvality. Zásadní je proto definice měř, jimiž se kvalita geografických dat má prokazovat. V českém odborném prostředí se pro tyto účely používá norma ČSN ISO 19157 (2013), která nahradila a zrušila předcházející normy ČSN ISO 19113 (2004) a ČSN ISO 19114 (2005). ČSN ISO 19157 explicitně definuje tzv. prvky kvality geografických dat včetně měř pro jejich hodnocení. Na ČSN ISO 19157 navazuje ISO 19158 (2012) s názvem Quality assurance of data supply, zatím bez českého ekvivalentu.

V ČSN ISO 19157, resp. ISO 19158, jsou zohledněny dva odlišné pohledy, a to pohled producenta geografických dat (v tomto případě ČÚZK, resp. ZÚ) na straně jedné a pohled uživatele na straně druhé. Oba pohledy se potkávají v metadatech, jak definuje Šíma a kol. (2016) datech popisujících a dokumentujících data. Přitom je zásadní rozlišovat úroveň vytváření a vedení kvality dat, která může být na úrovni datové sady, typů prvků⁴, až po instance prvku⁵. Metodika prezentovaná v tomto dokumentu nahlíží na problematiku primárně z pohledu producenta geografických dat, přičemž aplikuje relevantní pasáže standardizačního rámce.

Na základě výše uvedeného si tato kapitola klade tři hlavní cíle:

1. Analyzovat stávající stav hodnocení kvality geografických dat u datové sady ZABAGED®.
2. Analyzovat legislativní a technické požadavky kladené na datovou sadu ZABAGED® v relevantních legislativních a navazujících dokumentech v kontextu ČSN ISO 19157, resp. ISO 19158.
3. Navrhnout hodnocení a vedení kvality geografických dat vybraných prvků datové sady ZABAGED®.

2.5.1 Analýza stávajícího stavu

Pro analýzu stávajícího stavu (ke dni 8. června 2016) byly využity dva primární dostupné zdroje informací, a to Pressová, Krejčová (2016) a metadata k datové sadě ZABAGED® dostupná na Geoportálu ČÚZK (<http://geoportal.cuzk.cz>) a Národním geoportálu INSPIRE (<http://geoportal.gov.cz>). Jako sekundární zdroj informací byly využity konzultace ze zástupci ČÚZK, ZÚ, VÚGTK, ale také zpětná vazba takřka desítky uživatelů datové sady ZABAGED® v České republice.

Na základě výše uvedených zdrojů je možné konstatovat, že kvalita geografických dat je v datové sadě ZABAGED® intenzivně řešeným aspektem, nicméně její dokumentace v objektivně vnímatelné podobě je pro uživatele omezená.

Na úrovni datové sady ZABAGED® se pro polohopisnou i výškopisnou složku (popisované samostatnými metadatovými záznamy) uvádí:

⁴ Podle ČSN ISO 19157 označováno jako “typů vzhledů”.

⁵ Podle ČSN ISO 19157 označováno jako “instance vzhledu”.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

- **Vyjádření o (ne)souladu s požadavky vycházejícími z evropské směrnice č. 2007/2/ES INSPIRE (2007), resp. Nařízením Komise (EU) č. 1089/2010 ze dne 23. listopadu 2010, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/2/ES, pokud jde o interoperabilitu sad prostorových dat a služeb prostorových dat,**
 - tento aspekt kvality geografických dat „pouze“ konstatuje, že datová sada ZABAGED® nenaplnuje všechny požadavky kladené oběma výše zmíněnými legislativami, případně tento aspekt kvality geografických dat nebyl hodnocen;
- **Hodnocení úplnosti pokrytí území České republiky u hlediska polohopisné a výškopisné složky,**
 - kde je indikováno 100% pokrytí pro polohopisnou složku a výškopis ve formě 3D vrstevnic, gridu 10 × 10 m a Digitálního modelu reliéfu České republiky 4. generace harmonizovaného podle INSPIRE (DMR 4G),
 - 59,48% pokrytí území ČR pro Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G),
 - 59,43% pokrytí území ČR pro Digitální model povrchu České republiky 1. generace (DMP 1G).
- **Vyhodnocení úplné střední chyby výšky v odkrytém terénu**
 - 0,3 metru u Digitálního modelu reliéfu České republiky 4. generace (DMR 4G),
 - 0,18 metru u Digitálního modelu reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G);
- **Vyhodnocení úplné střední chyby výšky v zalesněném terénu**
 - 1 metr u Digitálního modelu reliéfu České republiky 4. generace (DMR 4G),
 - 0,3 metru u Digitálního modelu reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G);
- **Vyhodnocení úplné střední chyby výšky pro přesně vymezené objekty (budovy)**
 - 0,4 metru pro Digitální model povrchu České republiky 1. generace (DMP 1G),
- **Vyhodnocení úplné střední chyby výšky pro objekty přesně neohrazené (lesy a další prvky rostlinného pokryvu)**
 - 0,7 metru pro Digitální model povrchu České republiky 1. generace (DMP 1G)

Z pohledu normy ČSN ISO 19157 (2015), resp. ISO 19158 (2012), můžeme shrnout, že v datové sadě ZABAGED® jsou aktuálně užívané následující tři prvky kvality dat (v závorce je vždy uveden konkrétní termín z anglické verze EN ISO 19157 (2013)):

- Doménová bezespornost (DQ_DomainConsistency),
- Úplnost – Vynechání (DQ_CompletenessOmission),
- Polohová přesnost – Polohová přesnost mřížových dat (DQ_GriddedDataPositionalAccuracy).

Kvalita geografických dat je v datové sadě ZABAGED® dále hodnocena na úrovni typů prvků ve formě geometrické přesnosti na úrovni typů prvků. Podle Pressová, Krejčová (2016) „Geometrická přesnost“ vyjadřuje hodnotu střední polohové chyby daného typu objektu. Existuje 5 úrovní přesnosti A, B, C, D, E:

- **Úroveň A** odpovídají objekty, určené přímo správcem objektu v souřadnicích (geodetické body).
- **Úroveň B** je přiřazena objektům, jejichž poloha je v území jednoznačně určitelná (např. budovy, komunikace) a střední polohová chyba dosahuje hodnoty do 5 m.
- **Úroveň C** odpovídá nižší přesnosti (např. hranice kultur) s hodnotou střední polohové chyby do 15 m.
- **Úroveň D** odpovídá nízké přesnosti (např. obtížně identifikovatelné hranice bažin), s hodnotou střední polohové chyby do 30 m.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

- **Úroveň E** se vztahuje k objektům nejnižší přesnosti, jejichž přesnost dosahuje velice proměnných hodnot (např. objekty, které nejsou v terénu patrné, jsou převzaté z tematických map měřítka 1:50 000, příp. 1:100 000 - rozvodnice nebo hranice geomorfologických jednotek).

Tyto úrovně přesnosti byly definované v počátcích tvorby ZABAGED®. V současnosti díky zpřesňování polohy prvků fotogrammetrickými metodami, používáním ortofotomap s vysokým rozlišením a využíváním dat z leteckého laserového skenování, je postupně zvyšována přesnost objektů zařazených především do úrovní B a C.“

U každého typu prvku je následně jednoznačně stanovena geometrická přesnost, tj. polohová přesnost z pohledu ČSN ISO 19157 (2015), resp. ISO 19158 (2012). Na nižších úrovních než je typ prvků, jako například instance prvku, není kvalita geografických dat dokumentována. A to i přesto, že na tzv. produkční lince datové sady ZABAGED® jsou další aspekty kvality geografických dat zjistitelné.

2.5.2 Legislativní a technické požadavky

Datová sada ZABAGED® je adresována jak národní, tak mezinárodní legislativou. Jako základ této kapitoly byla vybrána legislativa vycházející z evropské směrnice 2007/2/ES (INSPIRE), jelikož její hodnocení kvality geografických dat je založeno přímo na EN ISO 19157. Konkrétní přehled prvků kvality geografických dat vyžadovaných legislativními, ale i technickými dokumenty v návaznosti na směrnici 2007/2/ES INSPIRE (2 2007) je uveden v Tab. 2. INSPIRE směrnice je do českého právního prostředí transponována Zákonem č. 123/1998 Sb. (123 1998). Relevantní pasáže normy ČSN ISO 19157 jsou uvedeny v jednotlivých datových specifikacích k příslušnému INSPIRE tématu prostorových dat. Vzhledem k tomu, že tyto pasáže neobsahují bližší specifikaci či konkretizaci oproti uvedené normě, nejsou součástí Tab. 2 (jednalo by se o duplicitu).

Tab. 2: Přehled prvků kvality geografických dat podle normy ČSN ISO 19157 vyžadovaných legislativními, ale i technickými dokumenty v návaznosti na směrnici 2007/2/ES INSPIRE (2 2007). Užitá terminologie následuje v maximální možné míře Dokumentaci metadatového profilu ČÚZK (http://geoportal.cuzk.cz/%28S%28uvt4a5qzmnmvbnabizb4rz55%29%29/Dokumenty/Dokumentace_metadatoveho_profilu_CUZK.pdf).

| Prvek kvality geografických dat (anglický název) | | Definice | Úroveň hodnocení (zkratka INSPIRE tématu prostorových dat) |
|--|--|--|--|
| Úplnost (DQ_Completeness) | <i>Přidání (DQ_CompletenessCommission)</i> | Data přítomná v množině dat a přebývající nad popsanou oblast. | datová sada (HY, TN, EL); typ prostorového prvku (HY, LC) |

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

| | | | |
|--|--|--|---|
| | <i>Vynechání</i> (DQ_CompletenessOmission) | Data v množině dat vůči předepsané oblasti chybějící. | datová sada (HY, TN, EL); typ prostorového prvku (HY, LC, EL) |
| Logická bezespornost (DQ_LogicalConsistency) | <i>Konceptuální bezespornost</i> (DQ_ConceptualConsistency) | Dodržení pravidel konceptuálního schématu. | datová sada (LC); typ prostorového prvku (HY, TN, EL, LC); instance prostorového prvku (HY, TN, EL, LC) |
| | <i>Doménová bezespornost</i> (DQ_DomainConsistency) | Dodržení příslušnosti hodnot do hodnotových domén. | typ prostorového prvku (HY, EL); instance prostorového prvku (HY, EL, LC) |
| | <i>Formátová bezespornost</i> (DQ_FormatConsistency) | Stupeň, v jakém jsou data uložena podle fyzické struktury množiny dat popsané oblastí. | datová sada (TN, EL, LC); typ prostorového prvku (LC) |
| | <i>Topologická bezespornost</i> (DQ_TopologicalConsistency) | Správnost explicitně zakódovaných charakteristik topologických vlastností množiny dat popsaných oblastí. | datová sada (HY, TN, EL); typ prostorového prvku (HY, EL); instance prostorového prvku (LC) |
| Polohová přesnost (DQ_PositionalAccuracy) | <i>Absolutní nebo vnější přesnost</i> (DQ_AbsoluteExternalPositionalAccuracy) | Přimknutost vykázaných hodnot | datová sada (TN, EL); typ prostorového |

| | | | |
|--|---|---|---|
| | | souřadnic k hodnotám, které jsou pokládány za správné nebo jsou správné. | prvku (EL); instance prostorového prvku (HY, EL, LC) |
| | <i>Polohová přesnost mřížových dat (DQ_GriddedDataPositionalAccuracy)</i> | Přimknutost polohových hodnot mřížových dat k hodnotám, které jsou pokládány za správné nebo jsou správné. | typ prostorového prvku (EL); instance prostorového prvku (EL) |
| | <i>Relativní nebo vnitřní přesnost (DQ_RelativeInternalPositionalAccuracy)</i> | Přimknutost relativních poloh vzhledů jevů v oblasti k jejich příslušným relativním polohám, které jsou pokládány za správné nebo jsou správné. | datová sada (HY); typ prostorového prvku (HY); instance prostorového prvku (HY, LC) |
| Tematická přesnost (DQ_ThematicAccuracy) | <i>Správnost klasifikace (DQ_ThematicClassificationCorrectness)</i> | Porovnání tříd přiřazených ke vzhledům jevů nebo jejich atributů k univerzu diskurzu. | datová sada (TN); instance prostorového prvku (LC) |
| | <i>Nekvantitativní správnost atributů (DQ_NonQuantitativeAttributeAccuracy)</i> | Přesnost nekvantitativních atributů. | datová sada (HY); typ prostorového prvku (HY) |
| | <i>Přesnost kvantitativních atributů</i> | Přesnost kvantitativních | datová sada (HY); typ |

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

| | | | |
|--|------------------------------------|-----------|---|
| | (DQ_QuantitativeAttributeAccuracy) | atributů. | prostorového prvku (HY); instance prostorového prvku (LC) |
|--|------------------------------------|-----------|---|

V návaznosti na INSPIRE legislativu je možné konstatovat, že datová sada ZABAGED® by měla obsahovat prvky kvality dat uvedené v Tab. 2 pro následující témata prostorových dat:

- Vodstvo (HY),
- Dopravní sítě (TN),
- Nadmořská výška (EL),
- Krajinné pokrytí (LC).

Jak je patrné z Tab. 2, požadavky na jednotlivé prvky kvality dat datové sady ZABAGED® nejsou jednotné napříč všemi tématy. Rozdílné prvky kvality dat jsou vyžadovány v rozdílných INSPIRE tématech prostorových dat. Navíc některá INSPIRE témata prostorových dat vyžadují hodnocení identického prvku kvality dat na rozdílné úrovni. Například „Absolutní nebo vnější přesnost“ má být hodnocena na úrovni datové sady⁶ u prvků dopravních sítí, na úrovni instance prostorového prvku (instance vzhledu) u prvků vodstva, na úrovních typu prostorového prvku (typu vzhledu) a instance prostorového prvku (instance vzhledu) u prvků nadmořské výšky a na úrovni instance prostorového prvku (instance vzhledu) v případě prvků krajinného pokrytí. Je proto jasné, že pro splnění INSPIRE legislativy je nutné měřit kvalitu dat odlišně pro jednotlivé prostorové prvky. Měření kvality dat u datové sady ZABAGED® přitom musí být na nejnižší vyžadované úrovni, ze které bude následně odvozena hodnota pro vyšší úroveň hodnocení, tj. od instance prostorového prvku (instance vzhledu), přes typ prostorového prvku (typ vzhledu) až po úroveň datové sady (množiny dat).

Zároveň lze dodat, že aktuálně vedené prvky kvality dat v databázi ZABAGED®, tj. Doménová bezspornost (DQ_DomainConsistency), Úplnost – Vynechání (DQ_CompletenessOmission) a Polohová přesnost – Polohová přesnost mřížových dat (DQ_GridDEDDataPositionalAccuracy) nenaplnují dostatečně požadavky vycházející ze směrnice INSPIRE. Tyto požadavky můžeme vesměs označit za technické, protože jediné legislativně závazné požadavky na kvalitu dat vycházející ze směrnice INSPIRE se týkají topologické bezspornosti v případě síťových dat. Primárně se v kontextu datové sady ZABAGED® jedná pouze o INSPIRE téma prostorových dat dopravní sítě. Sumárně řečeno, technické požadavky INSPIRE v případě datové sady ZABAGED® definují měření 12 prvků kvality dat z celkových 16 základních prvků definovaných v ČSN ISO 19157, resp. ISO 19158. Relevantní nejsou pouze Přesnost měření času (DQ_AccuracyOfATimeMeasurement), Časová bezspornost (DQ_TemporalConsistency), Časová platnost (DQ_TemporalValidity) a Prvek použitelnosti (DQ_UsabilityElement).

Z dalších legislativ, které se datové sady ZABAGED® dotýkají, můžeme například jmenovat Územně analytické podklady definované Stavebním zákonem (Zákon č. 183/2006 Sb.), Digitální technickou mapu obce definovanou místními vyhláškami v souladu s ČSN 01 3410 (2014). Mapy velkých

⁶ Podle ČSN ISO 19157 označováno jako “množina dat”.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

měřitek či Registr fyzické (pasivní) infrastruktury Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/61/EU z 15. května 2014 o opatřeních ke snížení nákladů na budování vysokorychlostních sítí elektronických komunikací (61 2014), jež je právě transponována do českého právního prostředí. Sumárně všechny výše zmíněné iniciativy nemají legislativně definované jednotné požadavky na kvalitu dat. Navíc datové sady (množiny dat) vytvářené na základě těchto legislativ jsou ve většině případů deriváty (z) datové sady ZABAGED®. Z těchto důvodů jsou další legislativy mimo šíři záběru tohoto dokumentu.

2.5.3 Návrh hodnocení a vedení kvality

Na základě interních diskuzí se zadavatelem, tuzemských i zahraničních analýz a konzultací, byl vytvořen následující návrh hodnocení a vedení kvality databáze ZABAGED®. Tento návrh byl zpracován na základě stávajícího standardizačního rámce, zejména ČSN ISO 19157, s primárním cílem co nejdůkladněji popsat relevantní aspekty kvality databáze ZABAGED®. Protože se jedná o iterační vývoj, mohou být v budoucnu ze strany zadavatele upřesněny jednotlivé aspekty vytváření a hodnocení jednotlivých prvků kvality dat, zejména s ohledem na finanční náročnost. Vzhledem k rozsahu projektu není možné v této studii ověřit aplikovatelnost navrhovaných měřitelů kvality dat. Níže uvedený text je proto určen pro navazující výzkum (mimo tento projekt), který na reprezentativním vzorku prostorových dat ověří aplikovatelnost navržených konceptů včetně stanovení rozsahu reprezentativních vzorků. Jednotlivé míry hodnocení kvality dat v databázi INSPIRE přináší Tab. 3 níže.

Tab. 3: Návrh měřitelů kvality podle ČSN ISO 19157 a souvisejících aspektů pro vedení a hodnocení kvality dat v databázi ZABAGED®.

| Prvek kvality geografických dat (anglický název) | | Navrhovaná míra kvality dat a související aspekty vedení a hodnocení kvality dat | Úroveň hodnocení (zkratka INSPIRE tématu prostorových dat) |
|--|--|--|--|
| Úplnost (DQ_Completeness) | <i>Přidání (DQ_CompletenessCommission)</i> | Data přítomná v množině dat a přebývajících nad popsanou oblast doporučujeme hodnotit pouze jako vyjádření, zda (či nikoli) databáze ZABAGED® obsahuje data nad její plánovaný rámec. V případě (ne)prebývajících dat se tak vyplňují hodnoty "true"/"false" míry kvality dat <i>Tabulka D.1 - Nadbytečná položka</i> (indikace, že položka je v datech zastoupena ne/korektně). Prvek kvality geografických dat <i>Přidání</i> se tak uvádí na úrovni typu prostorového prvku dané INSPIRE tematiky s tím, že je | datová sada (HY, TN, EL); typ prostorového prvku (HY, LC) |

| | | | |
|--|---|---|---|
| | | následně agregován na úrovni datové sady podle INSPIRE tematiky. | |
| | <i>Vynechání (DQ_CompletenessOmission)</i> | <p>Data v množině dat vůči předepsané oblasti chybějící doporučujeme hodnotit z hlediska poměru chybějících položek (v množině dat či vzorku) vůči množině/vzorku předpokládaným. Pro takové uvedení doporučujeme míru kvality dat <i>Tabulka D.7 - Poměr chybějících položek</i>, u které se procentuálně uvádí poměr chybějících položek. Příkladem v tomto směru může být imaginární stav, kdy databáze ZABAGED® má o 5% instancí typu objektu "vodopád" méně, než je obor úvah (universum diskurzu).</p> <p>Jako způsob zjišťování této informace doporučujeme využít zpětné vazby od uživatelů, případně obohacené o hodnotu vnitřní revize průběžných kontrol (tj. kolik prvků vrátil supervisor operátorům). Celkově lze také hovořit o expertním odhadu, který je založen na zpětné vazbě uživatelů a poměru interně zjištěných vynechaných prvků.</p> <p>Příslušná informace se zjišťuje na úrovni typu prostorového prvku dané INSPIRE tematiky s tím, že je následně agregován na úrovni datové sady podle INSPIRE tematiky.</p> | datová sada (HY, TN, EL); typ prostorového prvku (HY, LC, EL) |
| Logická bezspornost (DQ_Logical Consistency) | <i>Konceptuální bezspornost (DQ_Conceptual Consistency)</i> | <p>Dodržení pravidel konceptuálního schématu, ve smyslu hodnocení kvality prvků hodnocené databáze, je v případě databáze ZABAGED® hodnocením dvou pohledů na obsah dat této databáze. Jeden z pohledů konceptuální bezspornosti je pohled na obsah primární datové sady vytvářené několika různými technologiemi, kdy v koncovém sloučení obsahu databáze je vyžadována a kontrolována topologická a logická jednoznačnost výsledku.</p> <p>Druhý pohled na konceptuální bezspornost je pohled na data odvozená od vlastní databáze, což je pohledem na data</p> | datová sada (LC); typ prostorového prvku (HY, TN, EL, LC); instance prostorového prvku (HY, TN, EL, LC) |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | <p>kartograficky přetvořená do podoby výsledného kartografického produktu Základní mapy 1:10 000.</p> <p>Oba tyto pohledy na konceptuální schéma jsou však zatíženy faktem, že obsah vlastních prvků databáze je definován zadavatelem, výrobcem a distributorem v jedné právnické osobě. Z tohoto důvodu je možné hodnotit konceptuální bezespornost pouze vůči obsahu schváleného schématu, tedy vyjádření (ne)shody jednotlivých entit databáze s pravidly konceptuálního schématu této databáze.</p> <p>Z důvodů výše uvedených lze pak konstatovat, že výsledná hodnota výroku o kvalitě má pravdivostní hodnotu "true" (pravda) do doby než do konceptuálního schématu přibude další položka, která se stane v době své akceptace okamžitě a zároveň položkou, která je ve shodě s konceptuálním schématem (vice versa při vyjmutí položky z obsahu databáze). Při stanovení hodnocení počtu položek, které (ne)jsou ve shodě s pravidly konceptuálního schématu, je (z výše uvedeného pohledu) nutné hodnotit všechna pravidla a to ať přímo nebo nepřímo popsaná. Jako hodnotící logicko-hierarchickou strukturu lze použít křížovou tabulku prvků databáze. Popis přípustnosti všech stavů vzájemného umístění prvků databáze (bodů, čar, ploch a jejich atributů) v rámci jejich dotyku, duplikace, tolerance přesnosti, překrytu a logické návaznosti těchto prvků (včetně korků a postupů generalizace) je pak vstupem a základem pro hodnocení jak poměru souladů a nesouladů s pravidly konceptuálního schématu, tak hodnocením z obou pohledů Konceptuální bezespornosti vlastní databáze a jejího kartografického vyjádření ve formě mapy 1 : 10 000.</p> <p>Základní míru tedy počet chyb v obou dílech lze stanovit za vhodného použití <i>Tabulky D.10 až D.13</i> normy ČSN ISO 19157. V</p> | |
|--|--|--|--|

| | | |
|--|--|--|
| | <p>případě trojdimenzionálního vyjádření prvků databáze ZABAGED® (byť jen některých prvků databáze) je nutné v křížové tabulce prvků tuto skutečnost akceptovat a přesně popsat vazby a hodnocení konceptuální bezspornosti. Výchozími dokumenty pro tuto práci je vhodné použít Upřesnění objektů ZABAGED® z 16.7.2015 a Katalogu objektů ZABAGED®.</p> | |
| <p><i>Doménová bezspornost (DQ_DomainConsistency)</i></p> | <p>Dodržení příslušnosti hodnot do hodnotových domén doporučujeme hodnotit pouze jako vyjádření, zda (či nikoli) databáze ZABAGED® (resp. instance prostorového prvku) je/není ve shodě s doménou hodnot. Tato problematika úzce souvisí se zásadami sběru dat, z kartografického pohledu označovaného jako tzv. hodnocení cenů. Touto cestou můžeme například definovat, zda 5 vodních objektů generalizovaných do jednoho na úrovni datového modelu ZABAGED® je z hlediska modelování správný, tj. považujeme jej za odpovídající realitě.</p> <p>Pro takové uvedení doporučujeme míru kvality dat <i>Tabulka D.14 - Neshoda s doménou hodnot</i>. Pomocí této míry kvality dat je pomocí hodnot "true"/"false" možné vyjádřit (ne)shodu (instance) typu prostorového prvku ve shodě s doménou hodnot.</p> <p>Na základě diskuze se zadavatelem jsme došli ke konsensu, že tento prvek kvality dat nelze vždy objektivně vyplnit. Doporučujeme proto neuvádět plošně pro všechny instance prostorového prvku tento prvek kvality dat, ale pouze pro instance prvků zkontrolované při interní revizi zapsat hodnotu "true" u míry kvality dat <i>Tabulka D.14 - Neshoda s doménou hodnot</i>.</p> | <p>typ prostorového prvku (HY, EL); instance prostorového prvku (HY, EL, LC)</p> |
| <p><i>Formátová bezspornost (DQ_FormatConsistency)</i></p> | <p>Stupeň, v jakém jsou data uložena podle fyzické struktury množiny dat popsané oblastí doporučujeme hodnotit pouze na</p> | <p>datová sada (TN, EL, LC); typ</p> |

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

| | | | |
|--|--|--|---|
| | <i>sistency)</i> | úrovni tzv. konfliktů fyzické struktury. Vzhledem k tomu, že produkční i výměnné formáty databáze ZABAGED® jsou explicitně stanoveny a dodržovány, pokud víme, nedochází ke konfliktům s fyzickou strukturou množiny dat. Proto navrhuje statické vyplnění hodnoty “false” míry kvality dat <i>Tabulka D.19 - Konflikty fyzické struktury</i> (vyjadřující, že neexistují konflikty s fyzickou strukturou). | prostorové ho prvku (LC) |
| | <i>Topologická bezespornost (DQ_Topologica /Consistency)</i> | <p>Správnost explicitně zakódovaných charakteristických topologických vlastností množiny dat popsaných oblastí je třeba hodnotit z pohledu dvojrozměrné (2D) i navrhované třírozměrné (3D) databáze. Hlavní nevýhodou ČSN ISO 19157 v tomto směru je absence konceptu 3D topologie.</p> <p>2D</p> <p>Obecně doporučujeme relativní (poměrové) vyjádření chyb v těch případech, kdy je to možné, tj. konkrétně využití následujících měř kvality dat:</p> <p><i>Tabulka D.23 - Poměr vadných spojení bod-křivka</i> (počet vadných uzlů spojení k počtu předpokládaných spojovacích uzlů);</p> <p><i>Tabulka D.24 - Počet chybějících spojení z důvodu nedotažení</i> (celkový počet položek v datové množině, které se v rámci zadané tolerance z důvodu nedotažení nespojí);</p> <p><i>Tabulka D.25 - Počet chybějících spojení z důvodu přetažení</i> (celkový počet položek v datové množině, které se v rámci parametrizované tolerance z důvodu přetažení nespojí);</p> <p><i>Tabulka D.26 - Počet neplatných ploch štěrbin</i> (celkový počet všech položek v množině dat, které jsou neplatnými plochami štěrbin);</p> <p><i>Tabulka D.27 - Počet chyb neplatných sebeprůseků</i> (celkový počet položek v datech, které protínají sebe sama v rozporu</p> | datová sada (HY, TN, EL); typ prostorové ho prvku (HY, EL); instance prostorové ho prvku (LC) |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | | <p>s pravidly);</p> <p><i>Tabulka D.28 - Počet neplatných sebepřekryvů</i> (celkový počet položek v datech, které překrývají sebe sama v rozporu s pravidly).</p> <p>Bohužel jednoduché stanovení, zda daná datová sada je/není topologicky konzistentní podle dané míry kvality dat, není podle ČSN ISO 19157 možné.</p> <p>3D</p> <p>- Správnost topologických vlastností, byť by jen část prvků databáze ZABAGED® byla vyjádřena jako trojdimenzionální prvky, bude nutně vyvolávat požadavky na kontrolu kvality stran prostorových vztahů prostorově umístěných bodových, čárových a „plošných“ objektů databáze. Pro hodnocení topologické bezspornosti v 3D prostoru budoucí databáze je nutné vytvořit a aplikovat nová pravidla pro umístění bodů, čar, ploch a objektů v prostoru. Tato pravidla lze vytvořit na základě křížové tabulky všech prvků databáze a popisů příslušných pravidel (počátkem pro sestavení velmi pravděpodobně bude Upřesnění objektů ZABAGED® z 16.7.2015 a Katalogu objektů ZABAGED®). Tvorba těchto pravidel však musí po provedení automatizovaných (naprogramovaných) postupů kontrol prostorových objektů databáze (i s objekty které by zůstaly ve 2D) umožnit akceptovat (a vložit do databáze) stavy, které se jsou vráceny programem jako chyby k odstranění, ale které jsou realitou v terénu (asi nikdy nebudeme schopni vyřešit všechna prostorová pravidla v příslušných hierarchických posloupnostech tak, aby bylo postiženo 100% všeho co v reálném světě existuje). Při sestavení těchto pravidel (a následného určení množství topologických chyb a bezsporností) je nutné stanovit základní pravidlo, kterým je - zda se prvky v rámci 3D</p> | |
|--|--|---|--|

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

| | | | |
|--|--|---|--|
| | | <p>databáze mohou nebo nemohou překrývat. Jde tedy prakticky o odpověď na otázku typu: “Může se překrývat obvod budovy (mapovaný po obvodu střešního pláště – „po okapu“) s obvodem areálu křovin (mapovaným polohově po nejširším obvodu „rozsahu“ křovin)?” Pokud bude odpověď na tuto základní otázku ano (výsledkem bude, že popíšeme stav reálného světa velmi přesně a přiblížíme se v klasifikaci správnosti velmi blízko jeho vyjádření) je potřebné do výše navrhované sestavy pravidel zahrnout i toto základní pravidlo o reálném překrytu objektů, respektive z pohledu databáze prvků. Sestavení těchto pravidel pak má za následek požadavek na definování minimálního výškového odstupu jednotlivých prvků databáze a tyto odstupy musí být řešeny mezi všemi prvky navzájem. Důvodem tohoto pravidla je nevyločení hodnocení reálných stavů jako například křížení nadzemního el. vedení s vodou kdy výškový rozdíl mezi hladinou a vodičem (spojnicí závěsných bodů) není menší jak 8m – při konzervativním přístupu k absolutní hodnotě chyb určení jednotlivých prvků v hodnotě nadmořské výšky jednotlivých prvků databáze (při napětí 1kV až 35kV). Úplný rozpis a vlastní stanovení pravidel prostorového (3D) křížení prvků není považováno za předmět tohoto dokumentu.</p> | |
| <p>Polohová přesnost (DQ_PositionalAccuracy)</p> | <p><i>Absolutní nebo vnější přesnost (DQ_AbsoluteExternalPositionalAccuracy)</i></p> | <p>Za absolutní polohu, vůči které lze porovnávat údaje databáze ZABAGED® jsou geodetická měření do kódu kvality 5. Přimknutost vykázaných hodnot souřadnic k hodnotám, které jsou pokládány za správné nebo jsou správné je vhodné (v případě databáze ZABAGED®) v rámci celé datové sady rozdělit podle metody vzniku daného prvku. Z rozdělení geometrických přesností prvků podle Katalogu objektů ZABAGED® z roku 2014 je patrné, že úrovně přesnosti vyplývají z původních metod a postupů sběru dat pro ZABAGED®, kdy byly</p> | <p>datová sada (TN, EL); typ prostorového prvku (EL); instance prostorového prvku (HY, EL, LC)</p> |

| | | |
|--|---|--|
| | <p>kombinovány podklady geodetické, fotogrammetrické (jednosnímkové, stereoskopické), vektorizace dat z ortofot, metody kartografické a přebírání dat s neproověřenou charakteristikou přesností (rozvodí převzatá z Dibavod atd.). V současné době lze předpokládat, že postupně většina prvků bude polohově určena metodami fotogrammetrickými a charakteristiky přesnosti jednotlivých prvků databáze se významně zvýší ze současných většinových 5m v poloze na hodnotu přibližně 80cm. Sjednocení celkové absolutní přesnosti geometricky jasně definovaných prvků ze skupin kategorie objektů 1. až 4 a 8. je předpokladem pro úspěšné zahájení vedení databáze ZABAGED® ve 3D.</p> <p>V současné době lze tedy použít pravidla pro hodnocení polohové a výškové přesnosti uvedená v <i>Tabulce D.35 až D.53</i> normy ČSN ISO 19157 (respektive <i>D.29 až D.34</i>) pouze v pohledu a separátně podle jednotlivých prvků databáze ZABAGED®. V případě tvorby databáze ve 3D a postupného sjednocení úrovně přesnosti ve výše uvedených skupinách bude následně možné hodnotit stejnými kritérii celou datovou sadu.</p> | |
| <p><i>Polohová přesnost mřížových dat (DQ_GridgedDataPositionalAccuracy)</i></p> | <p>Přimknutost polohových hodnot mřížových dat k hodnotám, které jsou pokládány za správné nebo jsou správné doporučujeme hodnotit pomocí míry kvality dat <i>Tabulka D.29 - Střední hodnota nejistot polohy</i> udávající ve 2D (resp. 3D) rozdíly v ose X a Y (a Z) polohu uvedenou v mřížových (gridových) datech oproti naměřeným datům v terénu, která jsou považována za odpovídající skutečné hodnotě pro vybraný vzorek dat.</p> <p>Jak již bylo zmíněno výše, definice reprezentativních vzorků představuje prostor pro navazující výzkum.</p> | <p>typ prostorového prvku (EL); instance prostorového prvku (EL)</p> |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|---|-------------------|------|--|--|----------------|--|---|---|---|------|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------------------|---|---|---|----|---|
| | <i>Relativní nebo vnitřní přesnost (DQ_RelativeInternalPositional Accuracy)</i> | Přimknutost relativních poloh vzhledů jevů v oblasti k jejich příslušným relativním polohám, které jsou pokládány za správné nebo jsou správné lze hodnotit identicky jako přimknutou absolutní a popisem se prakticky shoduje s popisem absolutní přesnosti uvedeným výše. Rozdíl je v tom že se počítají hodnoty odchylek mezi různými prvky (vzhledy) databáze. V současném stavu databáze ZABAGED® při tomto testování relativní (vzájemné) přesnosti polohy nebo výšky je potřeba ke každému takovému to hodnocení doložit interpretační komentář ve kterém budou počáteční charakteristiky jednotlivých prvků a uvedeny jejich absolutní chyby. | datová sada (HY); typ prostorového prvku (HY); instance prostorového prvku (HY, LC) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tematická přesnost (DQ_ThematicAccuracy) | <i>Správnost klasifikace (DQ_ThematicClassificationCorrectness)</i> | <p>Porovnání tříd přiřazených ke vzhledům jevů (prvkům) nebo jejich atributů k univerzu diskurzu doporučujeme hodnotit relativně, tj. Pomocí <i>Tabulky D.65 - Matice chybných klasifikací</i>. Ta indikuje konkrétní případy nesprávně klasifikovaných položek třídy, jak ukazuje tabulka níže.</p> <table border="1" data-bbox="646 1220 1161 1886"> <tr> <td></td> <td colspan="4">Třída množiny dat</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">Skutečná třída</td> <td></td> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>Suma</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>7</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>S u m a</td> <td>9</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>20</td> </tr> </table> <p>Tento způsob hodnocení správnosti klasifikace je na jedné straně neúplnější, na</p> | | Třída množiny dat | | | | Skutečná třída | | A | B | C | Suma | A | 7 | 2 | 1 | 10 | B | 1 | 2 | 2 | 5 | C | 1 | 1 | 3 | 5 | S u m a | 9 | 5 | 6 | 20 | datová sada (TN); instance prostorového prvku (LC) |
| | Třída množiny dat | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Skutečná třída | | A | B | C | Suma | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A | 7 | 2 | 1 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | B | 1 | 2 | 2 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | C | 1 | 1 | 3 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | S u m a | 9 | 5 | 6 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | <p>straně druhé nejvíce náročný pro tvůrce dat. Jako způsob zjišťování této informace doporučujeme využít zpětné vazby od uživatelů, případně obohacené o hodnotu vnitřní revize (tj. kolik instancí prvků vrátil supervisor při namátkových kontrolách operátorům). Celkově lze také hovořit o expertním odhadu, který je založen na zpětné vazbě uživatelů a poměru interně zjištěných nesprávných klasifikací prvků.</p> <p>Příkladem nesprávné klasifikace může být železnice klasifikovaná jako silnice.</p> | |
| | <p><i>Nekvantitativní správnost atributů (DQ_NonQuantitativeAttributeAccuracy)</i></p> | <p>Přesnost nekvantitativních atributů doporučujeme hodnotit pomocí <i>Tabulky D.68 - Počet nesprávných hodnot atributů</i>.</p> <p>Rovněž v tomto případě doporučujeme využít zpětné vazby od uživatelů, případně obohacené o hodnotu vnitřní revize (tj. kolik instancí prvků vrátil supervisor při namátkové kontrole operátorům). Celkově lze také hovořit o expertním odhadu, který je založen na zpětné vazbě uživatelů a poměru interně zjištěných nesprávných klasifikací prvků.</p> <p>Příkladem počtu nesprávných hodnot atributů může být silnice II. třídy nesprávně uvedená v databázi jako III. třída.</p> | <p>datová sada (HY); typ prostorového prvku (HY)</p> |
| | <p><i>Přesnost kvantitativních atributů (DQ_QuantitativeAttributeAccuracy)</i></p> | <p>Přesnost kvantitativních atributů doporučujeme obdobně jako v předchozích případech hodnotit pomocí <i>Tabulky D.71 - Nejistota hodnot atributů na 68,3% hladině významnosti</i>. Stanovení reprezentativních vzorků představuje prostor pro navazující výzkum.</p> <p>Příkladem nejistoty hodnot atributů na 68,3% hladině významnosti je uvedení šířky vodního toku 2,15 metru.</p> | <p>datová sada (HY); typ prostorového prvku (HY); instance prostorového prvku (LC)</p> |

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

2.5.4 Návrh nových atributů kvality dat na úrovni instance vzhledu (prvku) a lomového bodu

Na základě legislativních a technických požadavků (viz kapitoly 2.5.1, 2.5.2 a 2.5.3) na straně jedné a analýzy databáze ZABAGED® na straně druhé, jsme došli k identifikaci a definici konceptu kvality dat na nejdetailnějších úrovních. Těmi jsou v tomto případě úroveň instance vzhledu (prvku) a lomového bodu. Zatímco úroveň instance vzhledu (prvku) je zahrnuta v normě ČSN ISO 19157 i INSPIRE specifikacích dat, úroveň lomových bodů v této normě, resp. technických návodech, pro svoji detailnost již uvažována není. Níže jsou proto uvedeny dva návrhy konceptu kvality dat, samostatně pro každou ze zmiňovaných úrovní. U obou návrhů jsou konzistentně uváděny dvě skupiny prvků kvality dat:

- ty, které autorský kolektiv navrhuje nově udržovat ve formě atributů (kvality dat) v databázi ZABAGED® a
- ty, které autorský kolektiv nedoporučuje udržovat v databázi ZABAGED® včetně zdůvodnění.

2.5.4.1 Kvalita dat na úrovni instance vzhledu (prvku)

Vzhledem k legislativním i odborným požadavkům, ale také technickým i ekonomickým možnostem databáze ZABAGED® doporučujeme uvádět nově navíc následující atributy odpovídající jednotlivým prvkům kvality dat:

- **DQ_LOG_BEZ** jako atribut s kardinalitou 0..1 odpovídající prvku kvality dat *Logická bezespornost (DQ_LogicalConsistency) - Konceptuální bezespornost (DQ_ConceptualConsistency)*. Tento atribut nabývá tří hodnot:
 - v souladu,
 - v nesouladu,
 - nehodnoceno.

Výchozí hodnotou je „nehodnoceno“, dokud se při auditu ve vybraném územním vzorku na hladině významnosti 95% při prvotvorbě, resp. při rozdílu mezi prvotvorbou a aktualizací, neprokáže změna stavu. Jinými slovy, výchozí hodnota “nehodnoceno” či “NULL” (v databázovém pojetí) proto nezvyšuje chybovost u takových měř kvality dat.

- **DQ_DOM_BEZ** jako atribut s kardinalitou 0..1 odpovídající prvku kvality dat. *Logická bezespornost (DQ_LogicalConsistency) - Doménová bezespornost (DQ_DomainConsistency)*. Tento atribut nabývá tří hodnot:
 - v souladu,
 - v nesouladu,
 - nehodnoceno.

Výchozí hodnotou je „nehodnoceno“, dokud se při auditu ve vybraném územním vzorku na hladině významnosti 95% při prvotvorbě, resp. při rozdílu mezi prvotvorbou a aktualizací, neprokáže změna stavu. Jinými slovy, výchozí hodnota “nehodnoceno” či “NULL” (v databázovém pojetí) proto nezvyšuje chybovost u takových měř kvality dat.

- **DQ_POS_AA, DQ_VERT_AA, DQ_POS_RA, DQ_VERT_RA** jako atributy odpovídající prvku kvality *Polohová přesnost (DQ_PositionalAccuracy)*.

Technologická vsuvka pro hodnocení kvality dat stran polohové a výškové přesnosti prvku jako jedné entity (plochy, objektu, linie a bodu): legislativní předpisy zabývající se kvalitou dat (norma ČSN ISO 19157) hodnotí polohovou a výškovou přesnost dat v kapitole D. 4, avšak samostatně pro polohu a výšku a odděleně pro hodnocení absolutní a relativní přesnosti prvků, tedy kvality dat z pohledu přesnosti. Prakticky tedy nenalezneme přímou odpověď na hodnocení kvality dat z hlediska přesnosti pro 3D objekty s výjimkou velmi všeobecného hodnocení kvality prostorové polohy 3D v tabulkách D. 29 a 30. Není tedy komplexně řešena problematika hodnocení kvality přesnosti dat ve 3D, současně pro kvalitu dat ve složce poloha prvku a výška prvku a především jeho dílčích částech (jakoby jedna entita nemohla mít různé výšky - obvod budovy na úrovni okapu může mít několik výšek).

Vzhledem k tomu, že navrhované úpravy stávající ZABAGED® vedou ke kombinaci objektů 2D a 3D v jedné databázi, je nutné rozdělit hodnocení kvality vůči jednotlivým prvkům a jejich vzájemným polohám podle jejich dimenzí. Mimo tento pohled je nutné před stanovením hodnocení prostorové, polohové a výškové přesnosti a to jak absolutní, tak relativní definovat základní vlastnosti 3D objektů navzájem a 3D objektů vůči objektům, které v DB zůstanou dvojdimenzionální. Aby tedy bylo možné definovat kvalitativní parametry pro hodnocení kvality prostorové polohy, musíme odpovědět na otázky:

1. Připustíme, aby existovaly v DB stavy, kdy se dva 3D objekty vzájemně kříží nebo překrývají (například křížení dvou estakád nadzemních komunikací, prostorový překryv dvou 3D budov v půdorysném pohledu)?
2. Připustíme křížení a překrytí jiných prostorových 3D objektů s bodovými nebo liniovým prvky?

Teprve potom co tyto otázky budou zodpovězeny (a tím bude a priori stanoveno co je chybový stav v křížení nebo překrytí ploch, objektů, linií a bodů a bude řečeno, že více objektů může mít stejné polohové souřadnice a liší se pouze výškou a vzájemnou prostorovou návazností objektů a rovněž bude definováno, že nebude žádných prostorových ploch bez prvků – prostorová topologická čistota) bude možné stanovit hodnoty parametrů kvality v ukazateli prostorové, polohové a výškové přesnosti **při prvotvorbě DB**.

Při předpokladu, že budou obě otázky zodpovězeny kladně, bude nutné vypracovat křížovou tabulku všech prvků, tedy prostorových ploch, 3D objektů, 2D a 3D linií a 2D a 3D bodů vzájemně a pro každý existující vztah budou muset být určeny cenzy a limity pro vyjádření vzájemných prostorových, plošných a výškových tolerancí pro prvotvorbu DB a hodnocení jejich absolutní a relativní přesnosti. Vzhledem k tomu že, většina prvků DB bude ale přejata z DB stávající, dojde velmi pravděpodobně k naplnění reálných atributů přesnosti jednotlivých prvků DB až při obnově nebo aktualizaci prvků obsažených v současné databázi do výsledné podoby DB 2D + 3D dat.

Norma ČSN ISO 19157 (2015) zároveň vyjadřuje polohovou, resp. výškovou přesnost, jako vzdálenost mezi měřenou polohou a tou, která je považována za odpovídající skutečné hodnotě. V praxi tak lze zvolit postupy jak měření v terénu, tak i vzhledem k podkladu (například jiná mapa), který je považován za odpovídající skutečné hodnotě. V obou případech však míry *Polohové přesnosti (DQ_PositionalAccuracy)* podle ČSN ISO 19157 neumožňují jednoznačné přiřazení třídy přesnosti, jak je tomu například u ČSN 01 3410 (2014). Na základě toho se doporučuje uvádět explicitní hodnoty polohové, resp. výškové

přesnosti v metrech formou reálného čísla oproti měřením v terénu. Součástí navazujícího výzkumu by měla být specifikace výběru reprezentativního vzorku měření včetně formy měření (měření v terénu, fotogrammetrie atp.). Bez znalosti celé množiny dat není možné toto rozhodnutí učinit (pro úplnost, řešitelé projektu měli k dispozici prostorová data v rozsahu výběru Středočeského kraje).

Konkrétní význam navržených atributů *Polohové přesnosti (DQ_PositionalAccuracy)* je následující:

- **DQ_POS_AA** bude pak jako atribut odpovídající pro prvek kvality dat *Absolutní nebo vnější přesnost (DQ_AbsoluteExternalPositionalAccuracy)*. Pro absolutní přesnost bude nabývat hodnot od 0,01 do XY[m], kde XY je mezní hodnota polohové přesnosti prvků vstupujících do DB.
Současné hodnocení polohové přesnosti třídami A až E je možné zachovat, ale vzhledem k tomu, že u více jak 80% prvků DB není tento atribut u prvků uveden se jeví vhodnější přidělovat hodnotu absolutní polohové přesnosti na základě technologie, kterou byl (bude) vzhled (prvek) mapován – geodeticky z práce v bodových polích 0,03m, geodeticky z údajů z katastru 0,14m, stereofotogrammetrickým vyhodnocením ze snímků s GSD=18cm 0,28m, vektorizací ortofot 0,40m, převzetím z kartografických podkladů (1 až 50m), odhadem, atd. v průběhu aktualizace DB). Pro hodnocení kvality prvku se doporučuje použít tabulku D. 50 normy ČSN ISO 19157.
- **DQ_VERT_AA** bude pak atributem odpovídající kvality dat absolutní výškové přesnosti vzhledu (prvku) a bude jako jednorozměrná veličina nabývat hodnot od 0,01 do Z[m], kde Z je mezní hodnota výškové přesnosti jednotlivých prvků vstupujících do DB. Konkrétní hodnotu se doporučuje stanovit vůči jednotlivým prvkům DB statistickým hodnocením každého typu prvků DB, který Z složku geometrie obsahuje podle postupů uvedených v tabulce D. 43 normy ČSN ISO 19157 výběrem. Vlastní porovnání je nutné u jednoho konkrétního prvku provádět v případě plošného nebo liniového prvku nad jeho lomovými body, nelze hodnotit výškopisnou kvalitu dat průměrnou hodnotou Z daného prvku. Porovnání výšek a hodnocení kvality dat v DB v Z složce je vhodné mimo nejpresněji určených výškových bodů (nivelací 0,01cm) použít jako referenční pouze geodetická měření, která budou vůči ostatním technologiím určeným k pořízení údajů o výškových informacích prvků DB (stereofotogrammetrie, laserové letecké skenování, atd.) použity jako kontrolní.
- **DQ_POS_RA** bude pak jako atribut odpovídající prvku kvality dat *Relativní nebo vnitřní přesnost (DQ_RelativeInternalPositionalAccuracy)*. Tento prvek kvality dat používá stejnou množinu měř kvality dat jako DQ_POS_AA a rozdíl spočívá pouze v metodě hodnocení, která se doporučuje odvodit od tabulky D.55 ČSN ISO 19157.
- **DQ_VERT_RA** bude pak jako atribut odpovídající pro kvalitu dat relativní výškové přesnosti. Tento prvek kvality dat používá stejnou množinu měř kvality dat jako DQ_VERT_AA a rozdíl spočívá pouze v metodě hodnocení, která se doporučuje odvodit od tabulky D.54 ČSN ISO 19157.
- **DQ_SPRAV_K, DQ_NESPR_K a DQ_K_POPIS** jako atributy odpovídající prvku kvality dat *Tematická přesnost (DQ_ThematicAccuracy) - Správnost klasifikace (DQ_ThematicClassificationCorrectness)*. Všechny tři atributy slouží pro správné vyplnění Matice chybných klasifikací podle ČSN ISO 19157 (viz Tab. 3 v kapitole 2.5.3). Význam navržených atributů je následující:

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

- **DQ_SPRAV_K** s kardinalitou 0.. N obsahující informaci o chybně klasifikovaných instancích vzhledů (prvků) v rámci téže třídy množiny dat,
 - **DQ_NESPR_K** s kardinalitou 0..N obsahující informaci o chybně klasifikovaných instancích vzhledů (prvků) mezi jednotlivými třídami množiny dat,
 - **DQ_K_POPIS** s kardinalitou 0..N s uvedením volného popisu vztahujícímu se k chybné klasifikaci.
- **DQ_NEKV_K** jako atribut s kardinalitou 0..1 odpovídající prvku kvality dat Tematická přesnost (DQ_ThematicAccuracy) - Nekvantitativní správnost atributů (DQ_NonQuantitativeAttributeAccuracy). Tento atribut nabývá tří hodnot:
 - v souladu,
 - v nesouladu,
 - nehodnoceno.

Výchozí hodnotou je „nehodnoceno“, dokud se při interní revizi/zpětné uživatelské vazbě neprokáže změna stavu.

- **DQ_KVANT_K** jako atribut s kardinalitou 0..1 odpovídající prvku kvality dat Tematická přesnost (DQ_ThematicAccuracy) - Přesnost kvantitativních atributů (DQ_QuantitativeAttributeAccuracy). Tento atribut nabývá tří hodnot:
 - v souladu,
 - v nesouladu,
 - nehodnoceno.

Výchozí hodnotou je „nehodnoceno“, dokud se při interní revizi/zpětné uživatelské vazbě neprokáže změna stavu.

Na základě provedených analýz naopak nedoporučujeme vést následující prvky kvality dat jako atributy na úrovni instance vzhledu (prvku):

- *Úplnost (DQ_Completeness) – Přidání (DQ_CompletenessCommission)* nelze stanovit jinak než kvalifikovaným odhadem na základě objektivních podkladů v omezeném vzorku dat. Těmito objektivními podklady jsou zejména interní revize a uživatelská zpětná vazba. Nicméně i tak zůstáváme na úrovni vyjádření nejistoty, jež má svoji vypovídací hodnotu na úrovni typu vzhledu (prvků) nebo celé databáze ZABAGED®. Naopak na úrovni instance vzhledu (prvku) nemá tento prvek kvality dat vypovídací hodnotu, navíc není explicitně vyžadován INSPIRE specifikacemi dat.
- *Úplnost (DQ_Completeness) – Vynechání (DQ_CompletenessOmission)* rovněž nelze stanovit jinak než kvalifikovaným odhadem na základě objektivních podkladů v omezeném vzorku dat. Těmito objektivními podklady jsou zejména interní revize a uživatelská zpětná vazba. Nicméně i tak zůstáváme na úrovni vyjádření nejistoty, jež má svoji vypovídací hodnotu na úrovni typu vzhledu (prvků) nebo celé databáze ZABAGED®. Naopak na úrovni instance vzhledu (prvku) nemá tento prvek kvality dat vypovídací hodnotu, navíc není explicitně vyžadován INSPIRE specifikacemi dat.
- *Logická bezspornost (DQ_LogicalConsistency) - Formátová bezspornost (DQ_FormatConsistency)* nemá vypovídací hodnotu na nižší úrovni, než je distribuční jednotka databáze ZABAGED®. Z tohoto

důvodu nedoporučujeme udržovat tuto informaci jako atribut databáze ZABAGED®, navíc není (až na INSPIRE tematiku LC) explicitně vyžadován INSPIRE specifikacemi dat.

- *Logická bezespornost (DQ_LogicalConsistency) – Topologická bezespornost (DQ_TopologicalConsistency)*, která je ohodnocením aplikační logiky nad konceptuálním datovým modelem. Z tohoto důvodu nedoporučujeme vést informace o topologické bezespornosti na úrovni instance vzhledu (prvku).

2.5.4.2 Kvalita dat na úrovni lomových bodů

Vzhledem k technickým i ekonomickým možnostem databáze ZABAGED® doporučujeme uvádět nově navíc následující atributy odpovídající jednotlivým prvkům kvality dat:

Technologická vsuvka pro hodnocení kvality dat stran polohové a výškové přesnosti jednotlivých lomových bodů prvku (plochy, objektu a linie): V případě hodnocení polohové a výškové kvality jednotlivých lomových bodů prvku (dále vertex) vyznačujících prostorový obvod prvku se doporučuje vytvořit pouze jedno kritérium kvality polohové a výškové přesnosti a to absolutní. Tedy pro každý vertex obvodu prvku by byla stanovena odpovídající polohová a výšková přesnost pracovníkem, který vertex vytvoří a vloží do databáze. Postup by tak reflektoval identické postupy a kritéria, které jsou uvedena v DQ_POSIT_AA a DQ_HORIZ_AA a reflektující ale skutečnost, že tato hodnocení jsou vztažena k jednotlivým vertexům prvku.

Vzhledem k výše uvedenému se doporučuje uvádět na úrovni lomového bodu následující atributy reflektující prvek kvality dat Polohová přesnost (*DQ_PositionalAccuracy*):

- **DQ_POVRX_AA** bude jako atribut odpovídající kvalitě dat absolutní přesnosti jednotlivého vertexu a bude nabývat hodnot od 0,01 do XY[m], kde XY je mezní hodnota polohové přesnosti vertexů vstupujících prostřednictvím prvku (jako výsledné entity z vertexů složených) do dB. Pro hodnocení kvality vertexů se doporučuje použít tabulku D. 50 normy ČSN ISO 19157, kdy referenční údaj bude změřen významně přesnější technologií než při vlastním sběru dat do dB.
- **DQ_VERRX_AA** bude pak atributem odpovídající kvality dat absolutní výškové přesnosti jednotlivého vertexu a bude jako jednorozměrná veličina nabývat hodnot od 0,01 do Z[m]. Pro hodnocení výškové kvality vertexů se doporučuje použít tabulku D. 43 normy ČSN ISO 19157, kdy referenční údaj bude změřen významně přesnější technologií než při vlastním sběru dat do dB.

Na základě provedených analýz naopak nedoporučujeme vést následující prvky kvality dat jako atributy na úrovni lomového bodu:

- *Úplnost (DQ_Completeness) – Přidání (DQ_CompletenessCommission)* nelze stanovit jinak než kvalifikovaným odhadem na základě objektivních podkladů v omezeném vzorku dat. Těmito objektivními podklady jsou zejména interní revize a uživatelská zpětná vazba. Nicméně i tak zůstáváme na úrovni vyjádření nejistoty, jež má svoji vypovídací hodnotu na úrovni typu vzhledu (prvků) nebo celé databáze ZABAGED®. Naopak na úrovni lomového bodu nemá tento prvek kvality dat vypovídací hodnotu.
- *Úplnost (DQ_Completeness) – Vynechání (DQ_CompletenessOmission)* rovněž nelze stanovit jinak než kvalifikovaným odhadem na základě objektivních podkladů v omezeném vzorku dat. Těmito objektivními podklady jsou zejména interní revize a uživatelská zpětná vazba. Nicméně i tak zůstáváme na úrovni vyjádření nejistoty, jež má svoji vypovídací hodnotu na úrovni typu vzhledu

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

(prvků) nebo celé databáze ZABAGED®. Naopak na úrovni lomového bodu nemá tento prvek kvality dat vypovídací hodnotu.

- *Logická bezespornost (DQ_LogicalConsistency)* - Formátová bezespornost (*DQ_FormatConsistency*) nemá vypovídací hodnotu na nižší úrovni, než je distribuční jednotka databáze ZABAGED®. Z tohoto důvodu nedoporučujeme udržovat tuto informaci jako atribut lomového bodu v databázi ZABAGED®.
- *Logická bezespornost (DQ_LogicalConsistency)* – Topologická bezespornost (*DQ_TopologicalConsistency*), která je ohodnocením aplikační logiky nad konceptuálním datovým modelem. Z tohoto důvodu nedoporučujeme vést informace o topologické bezespornosti na úrovni lomového bodu.
- *Tematická přesnost (DQ_ThematicAccuracy)* - Správnost klasifikace (*DQ_ThematicClassificationCorrectness*) je primárně aplikována v normě ČSN ISO 19157 pro úroveň instance vzhledu (prvku). Teoreticky je možné přenést tento koncept také na úroveň lomových bodů. V takovém případě by bylo možné identifikovat lomové body, jež byly chybně určeny jako součást jiné instance vzhledu (prvku), než (předpokladaně) správně náleží. Nicméně autorský kolektiv došel ke konsenzu, že takové chyby jsou odhalitelné i prostřednictvím aplikační logiky například formou topologických pravidel. Pokud by u zadavatele převládł jiný názor, je možné přenést koncept Správnosti klasifikace podle ČSN ISO 19157 také na úroveň lomových bodů.
- *Tematická přesnost (DQ_ThematicAccuracy)* - Nekvantitativní správnost atributů (*DQ_NonQuantitativeAttributeAccuracy*) se explicitně vztahuje pouze k atributům, tj. není relevantní pro úroveň lomových bodů.
- *Tematická přesnost (DQ_ThematicAccuracy)* - Přesnost kvantitativních atributů (*DQ_QuantitativeAttributeAccuracy*) se explicitně vztahuje pouze k atributům, tj. není relevantní pro úroveň lomových bodů.

Výše navržené atributy jsou rovněž součástí návrhu UML konceptuálního modelu zachyceném v kapitole 2.7.

Z technického hlediska je doporučeno vést všechny navržené atributy pro úroveň hodnocení instance vzhledu (prvku) u všech typů objektů ZABAGED®. Toto doporučení vychází ze základní premisy souladu s technickými požadavky, tzv. specifikacemi dat, vycházejícími ze směrnice 2007/2/ES INSPIRE (2 2007). Jak je patrné z analytické kapitoly 2.5.2, většina prvků kvality dat definovaných v technických požadavcích INSPIRE se vztahuje na velmi rozdílné typy objektů ZABAGED®. Z hlediska uživatelské vstřícnosti je proto vhodnější vést navržené prvky kvality dat konzistentně u všech typů objektů ZABAGED®. Koncept představený v kapitolách 2.5.3 a 2.5.4 s takovou technickou realizací počítá. Pokud to bylo podle ČSN ISO 19157 možné, jsou jednotlivé míry kvality dat postaveny tak, aby indikovaly míru nesplnění. Hodnota “neohodnoceno” či “NULL” proto nezvyšuje chybovost u takových měř kvality dat.

2.6 NÁVRH VIZUALIZACE KVALITY DAT

Předložené návrhy vizualizace kvality dat vycházejí z následujících požadavků v zadání projektu, kde je mimo jiné uvedeno, že mezi dílčí cíle patří:

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

- Vytvořit metodiku řízení kvality a získávání, ukládání a vedení parametrů kvality (polohové, prostorové, časové, případně jiné datovým prvkům adekvátní parametry kvality k objektům databáze) a jejich částem **až do úrovně lomových bodů**, která bude v souladu s EN ISO 19157.
- Aplikace (software) umožňující vizualizaci dat inovovaného datového modelu databáze ve 3D s využitím některého z existujících výškopisných produktů DMR 4G, DMR 5G nebo DMR 1P. Aplikace současně umožní vizualizaci atributů **polohové kvality jednotlivých bodů** grafické části ZABAGED®, a to textovým vyjádřením a vyjádřením grafickým.

V rámci zpracování nabídky bylo specifikováno, že výsledné třídy přesnosti budou zobrazeny vhodnou grafickou proměnnou (barva, textura, velikost) pro jednotlivé kategorie objektů, případně pro jednotlivé prvky (pokud budou k dispozici odpovídající data). Srozumitelnost navržené vizualizace geometrické přesnosti bude testována na koncových uživateli. Textové vyjádření přesnosti bude k dispozici jako součást metadat.

2.6.1 Současný stav vizualizace kvality

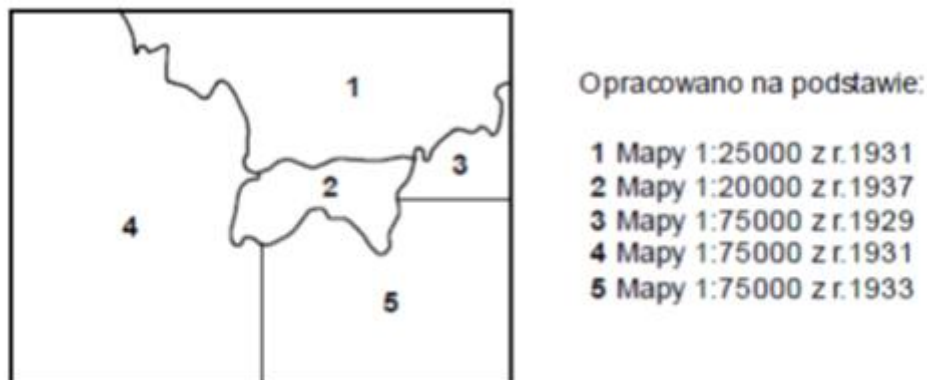
MacEachren (1992) se systematicky zabýval možnostmi kartografické vizualizace kvality dat a navrhl 3 základní metody finální prezentace:

- Srovnávací mapy (maps compared) – jak pro zvolený atribut, tak pro vyjádření jeho kvality jsou vytvořeny samostatné mapy.
- Kombinované mapy (maps combined) – jak zvolený atribut, tak jeho kvalita jsou znázorněny na jedné mapě za využití vhodných grafických proměnných (viz dále). Jedná se vlastně o bivariační mapy využívající kombinace dvou proměnných.
- Využití interaktivního exploračního nástroje, který umožní snadnou manipulaci způsobů vizualizace jak pro atribut, tak pro jeho kvalitu. V originále autor navrhuje využití interaktivní sekvence, kde se budou střídát vizualizace atributu a jeho kvality.

Francouzský kartograf Bertin (1967) při studiu grafické sémiologie dospěl k názoru, že kartografické znaky tvoří specifický grafický systém. Za základní grafický prostředek považuje skvrnu - tedy bodový znak, u které definoval šest proměnných (základních optických vlastností – tvar, velikost, barvu, intenzitu, hustotu, orientaci) a přiřadil jim pět charakteristik – asociaci, disasociaci, selekci, ordinalitu a proporcionalitu, které ovlivňují logiku jejich užití. Je třeba si položit otázku, jak jednotlivé grafické proměnné (s možnými doplňky a modifikacemi) lze logicky provázat s různými druhy datové kvality. Vhodnost využití jednotlivých proměnných navrhnul a utřídil MacEachren (1992) a zároveň upozornil na možná úskalí při nesprávném použití grafické proměnné. Hlavní rozdíl tkví zejména v logické asociaci vhodných grafických proměnných s odpovídající ordinárním/kvantitativním a nominálním/kvalitativním typem vizualizovaných datových proměnných. Velikost a odstín jsou nejvhodnější pro vizualizaci kvality kvantitativních proměnných. Na druhé straně barva, tvar a částečně orientace je využitelná pro kvalitu v případě nominálních proměnných. Textura, navzdory tomu, že ji lze kvantifikovat, je nejvhodnější pro binární klasifikaci „kvalitní“ x „nekvalitní“, již lze použít pro ve zvláštních případech pro oba typy dat.

Drecki (2009) se ve své rozsáhlé studii o kartografických metodách vizualizace a současných výzvách v oblasti vizualizace kvality vrátil také k tradičním metodám vyjadřování kvality dat. Zmiňuje zejména diagramy spolehlivosti, popisy znaků a využití specifických znaků pro vyjádření nejistoty. Diagramy spolehlivosti (Obr. 11) byly obvykle umístěny jako mimorámový údaj a obsahovaly informace o období sběru data a původního mapování, použitých postupech,

podkladových datech a případně o procesu revize mapy, či rozdílných zdrojích využitých k tvorbě mapy samotné.



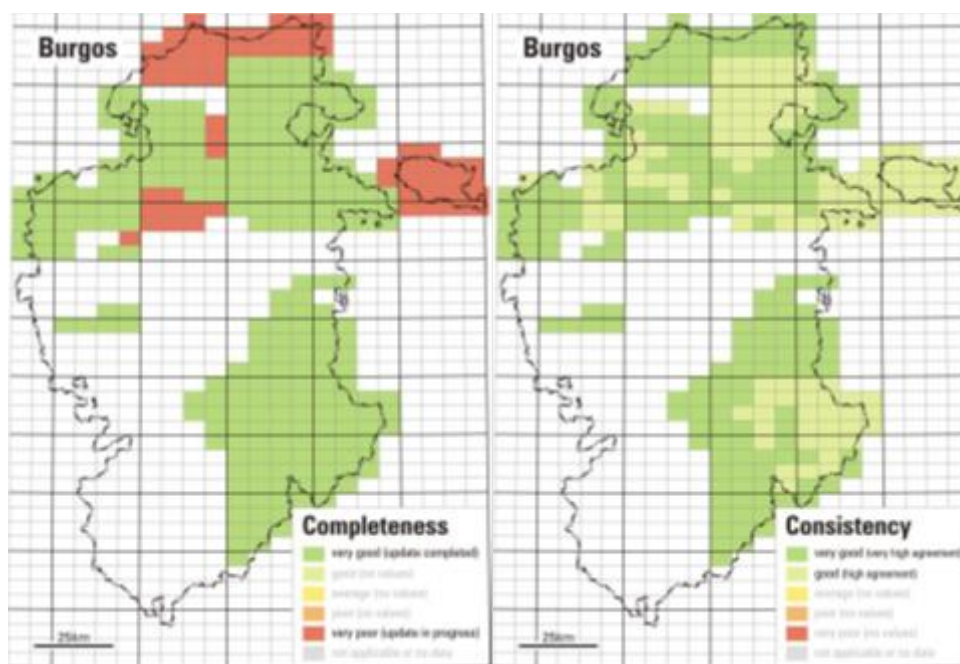
Obr. 11: Diagram spolehlivosti ukazující zdrojová data a datum jejich vzniku (stáří). Upraveno podle Drecki (2009).

Drecki a Maciejewska (2005) se pokusili o praktický přístup k vizualizaci kvality pomocí propojení typologie vizualizace kvality s kategoriemi jakosti (kvality dat) na příkladu map velkých měřítek. Jako základ experimentu sloužila vybraná oblast mapovaná v měřítku 1:10 000, která z pohledu ČR odpovídá základní mapě v podobě ZABAGED®. Vzhledem k tomu, že vizualizace kvality byla primárně určena novým uživatelům z prostředí veřejné správy, bylo rozhodnuto použít snadno pochopitelnou, kompaktní a relevantní vizualizaci v podobě pěti stupňové kvalitativní škály používající modifikovanou škálu dopravního semaforu (Obr. 17). Ze stejného důvodu se autoři rozhodli použít srovnávací mapy (ve smyslu MacEachren 1992), kdy mapy kvality jsou doplňkové k základním mapám jevu, které zůstávají v původní podobě.



Obr. 12: Ukázka kvalitativní škály pro vyjádření jednotlivých prvků kvality datových sad.

Uvedená klasifikace včetně odpovídajícího popisu klasifikace je potom přiřazena všem kategoriím kvality na úrovni jednotlivých mapových listů. Vizuálně dostupná informace tak vlastně odpovídá metadatovému popisu kvality na úrovni mapových listů, či vybraných měř kvality, které jsou k dispozici pro jednotlivé mapové listy.

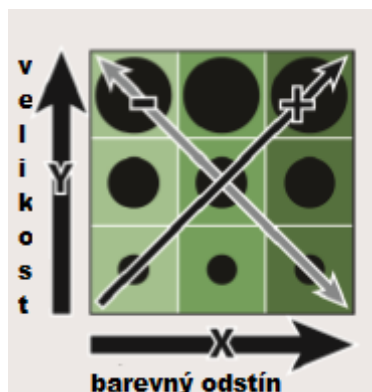


Obr. 13: Ukázka vizualizace kvality dat pro vybrané ukazatele kvality na úrovni mapových listů (upraveno podle Drecki a Maciejewska 2005).

Zvolený přístup je důležitý zejména svou relativní jednoduchostí, rychlou pochopitelností a tím pádem využitelností i pro nové uživatele a dále návazností na existující kategorie kvality. Zjevným omezením uvedeného přístupu je nemožnost vizualizace kvality na úrovni datového prvku či lomového bodu.

Inspirací pro vizualizaci kvality dat může být také projekt mapy znázorňující vizuálně odlišně kvalitu jednotlivých katastrálních hranic vzniklý na ČÚZK (Souček a Bartoš 2011). V samotné datové specifikaci směrnice INSPIRE je doporučeno, aby polohová kvalita byla pro zastavěné městské oblasti maximálně 1 metr a pro oblasti venkovské a zemědělské maximálně 2,5 metru (INSPIRE Datová specifikace „Katastrální parcely“, INSPIRE TWG CP 2009). V českém případě byly hranice parcel pro zjednodušení rozděleny na 2 typy (přesné/méně přesné). Pro potřeby INSPIRE se pak těmto hranicím přiřadí střední chyba, která vychází z přesnosti vstupních bodů, přesnosti transformace a přesnosti případného rozdělení kružnic na linie. Poslední jmenovaná chyba přitom souvisí s odlišným datovým modelem stávajícího katastru, který využívá více základních geometrických prvků a mezi nimi i oblouky, které je nutné při převodu do specifikace INSPIRE nahradit lomenými liniemi kopírujícími co nejdříve daný oblouk. Takovýto přístup k vizualizaci katastrálních hranic v závislosti na jejich kvalitě přímo souvisí s případnou schopností uživatelů dat katastru s takto odlišně zobrazenou informací efektivně pracovat.

K další diskusi je otevřená otázka bivariační vizualizace kvality dat. Uvedená možnost přichází do úvahy tehdy, když bychom kombinovali například velikost znaku (znázorňující polohovou kvalitu) a barevný odstín pro hierarchickou úroveň, která bude určovat, jak moc se na informaci o kvalitě dá spolehnout na základě datové granularity (prvek, typ prvku, datová sada). Příklad bivariační škály je uveden na Obr. 14.



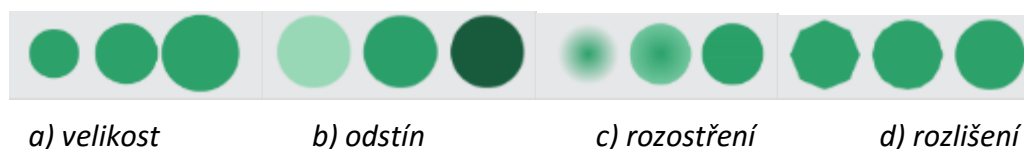
Obr. 14: Ukázka bivariační škály pro vyjádření kvality dat na rozdílných prostorových úrovních

2.6.2 Prvky kvality dat a možnosti jejich vizualizace prostřednictvím grafických proměnných

Na základě požadavků vyplývajících ze zadání byla řešena pouze vizualizace vybraného parametru/prvku kvality, a to polohové přesnosti (DQ_PositionalAccuracy) respektive jejího vybraného parametru (míry - viz předchozí kapitola). Kategorizace kvality vychází v prvním kroku ze stávajících kategorií ZABAGED® užívajících označení A – E a grafické proměnné pro vizualizaci kvality budou navrženy tak, aby umožnily případné doplnění či vypuštění počtu kategorií kvality – přesnosti.

Jak bylo uvedeno v předchozí kapitole, některá INSPIRE témata prostorových dat vyžadují hodnocení identického prvku kvality dat na rozdílné úrovni. Například „Absolutní nebo vnější přesnost“ má být hodnocena na úrovni datové sady u prvků dopravních sítí, na úrovni instance prostorového prvku u prvků vodstva, na úrovních typu prostorového prvku a instance prostorového prvku u prvků nadmořské výšky a na úrovni instance prostorového prvku v případě prvků krajinného pokrytí. Nejčastěji tedy na úrovni instance prostorového prvku.

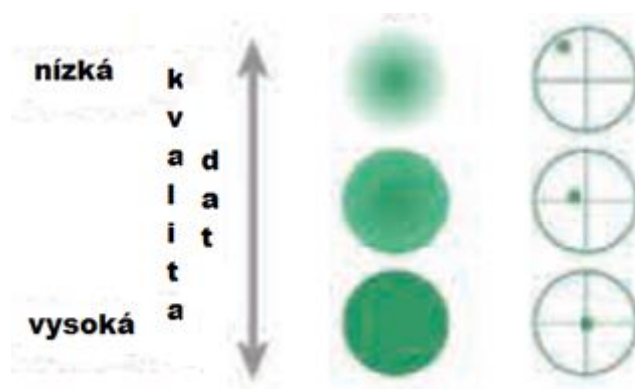
Z hlediska využití grafických proměnných je na základě empirických studií (Roth 2012) k vyjádření kvality dat vhodné užití velikosti a barevného odstínu, případně speciálních grafických proměnných jakými je rozostření (fuzziness či crispness) či rozlišení (resolution).



Obr. 15: Příklad vizualizace kvality pro tři odlišné kategorie při užití vybraných grafických proměnných. Vysvětlení v textu. Zdroj: Roth (2012)

V rozsáhlém uživatelském testu jednotlivých grafických proměnných pro vizualizaci kvality prokázal MacEachren et al. (2012) skutečnost, že nejlépe hodnocené jsou proměnné rozostření a umístění (viz Obr. 15). Vysoce hodnocené byly také proměnné odstín, velikost a průhlednost. Uvedené výsledky však byly dosaženy pouze na samostatných znakových sadách a neodráží vztah figura – pozadí, čili je nutné uvedené závěry ověřit na mapovém poli za použití odpovídajících proměnných. Jednoznačně vyzněly také preference uživatelů směrem k abstraktním znakům založeným na

jednoduchých geometrických tvarech. Navíc je potřeba vzít do úvahy odlišné kulturní prostředí a kartografické zvyky v zemi autorů.



Obr. 16: Ukázka výsledků dvou grafických proměnných s nejvyšším stupněm intuitivnosti interpretace podle MacEachren et al. (2012).

2.6.3 Návrh vizualizace kvality dat pro ZABAGED®

Na základě výše uvedených doporučení grafických proměnných a přístupů k vizualizaci byl proveden výsledný návrh, který je z praktického hlediska ovlivněn následujícími faktory:

- požadované prvky a míry kvality – na základě zadání předpokládáme pouze polohovou přesnost (respektive geometrickou přesnost z pohledu zadání projektu) a jí příslušející míry;
- úrovně instance pro požadované míry – prostorový prvek, datová sada, typ prostorového prvku;
- počet kategorií vybrané míry – 3 - 5.

Uvedené faktory lze vzájemně kombinovat. V prvním kroku byly navrženy bodové znaky využívající jedné grafické proměnné. Výhodou bodového znaku je, že jej lze využít jak pro odlišení kvality na úrovni jednotlivých uzlových bodů prostorového prvku (viz požadavek výzvy), tak pro kategorizaci kvality na úrovni datové sady či typu prostorového prvku, a to například při zobrazení legendy (Obr. 17).



Obr. 17: Možnosti využití vizualizace kvality data na úrovni lomových bodů a v rámci legendy na úrovni typu prostorového prvku či datové sady.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

V první fázi byly navrženy dvě varianty vizualizace kvality dat:

1. Užití vybraného geometrického znaku (kruh, čtverec, šestiúhelník) s proměnlivou velikostí. Výhodou je srozumitelnost i pro laické uživatele (asociace velikosti tvaru a úrovně kvality), nevýhodou může být konkrétní identifikace kvality v případě více jak tří kategorií. Pokud zůstane v platnosti stávajících pět kategorií polohové kvality, je potřeba zvolit odpovídající krok pro změnu kategorie a ověřit schopnost uživatelů dané kategorie správně identifikovat.
2. Užití modifikované barevné škály dopravního semaforu. Výhodou je poměrně snadná asociace základních tří barev s kvalitou (červená = nízká kvalita, zelená = vysoká kvalita), problémy mohou nastat při zvýšení počtu barev na 4 – 5, kdy uživatelé mohou obtížně asociovat barevné tóny pro přechodové kategorie.

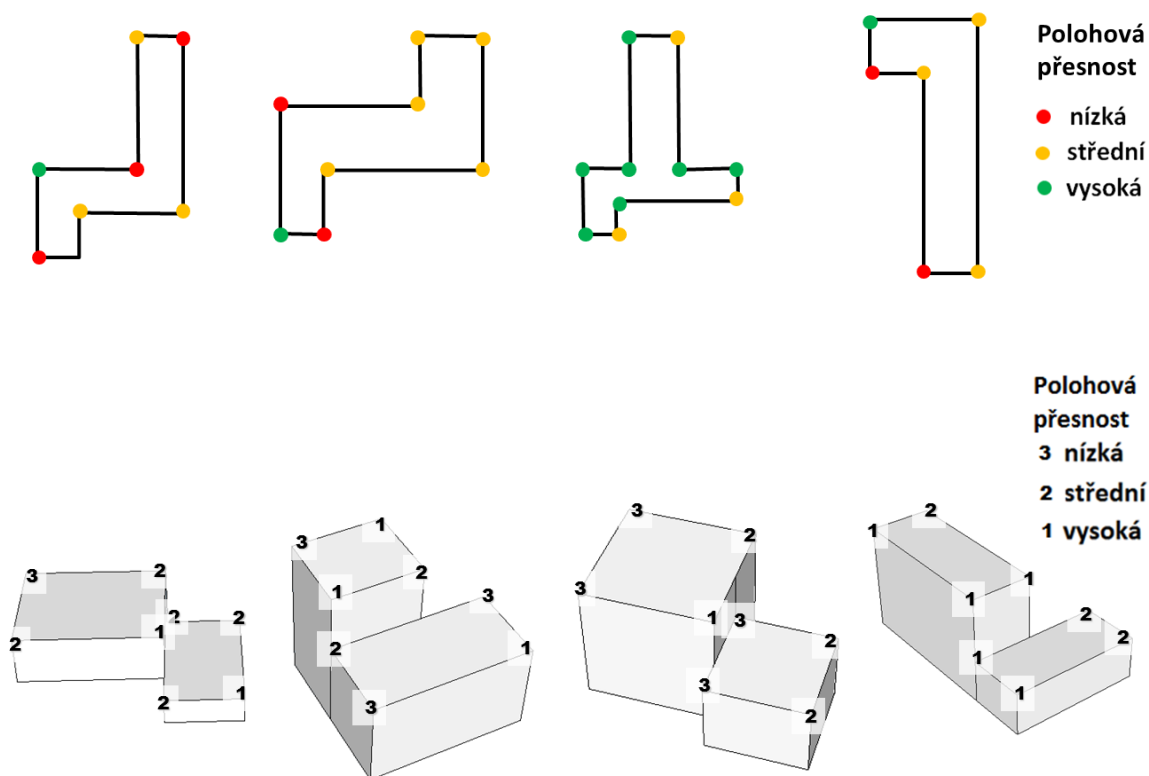
Navržené alternativy vizualizace kvality dat byly po konzultaci se zadavatelem podrobeny jednoduchému funkčnímu testování obou variant s cílem posoudit schopnost jejich čtení a užití koncovými uživateli.

2.6.4 Návrh testování alternativní vizualizace kvality

Funkční testování vizualizace kvality představuje přístup, kdy v rámci testu jsou testovány dvě alternativy vizualizace kvality, a to vždy pro tři odlišné kategorie kvality (nízká, střední a vysoká), přičemž obě testované varianty umožňují rozšíření na pět kategorií v případě nutnosti. Vzhledem k tomu, že v současné době nejsou v ZABAGED® vedeny datové prvky s dostupnou mírou kvality (polohová přesnost), byly pro testování využity virtuální data budov ve 2D a 3D, aby byla použita obecná využitelnost a schopnost uživatelů interpretovat kvalitu dat a zajistit jejich intuitivní vizualizaci. Typy testovaných úloh vycházely jednak z existující taxonomie kartografické interakce (rozpoznání, srovnání, interpretace) a dále z nejčastěji předpokládaných uživatelských úkonů.

Test byl navržen jako vnitroskupinový (všichni respondenti budou řešit stejné úlohy) a byl rozdělen do tří oddílů. V úvodním oddíle byly představeny respondentům oba typy alternativní vizualizace kvality dat, avšak bez vysvětlující legendy, a uživatelé byli požádáni, aby asociovali kategorii kvality a zvolený vyjadřovací prostředek (příklad - zelená barva = vysoká kvalita dat). Cílem oddílu bylo zjistit míru intuitivity použité škály. V následujícím oddíle byly představeny celkem 3 úlohy s alternativní vizualizací budov a respondenti byli požádáni, aby seřadili budovy podle polohové přesnosti. Úlohy byly prezentovány ve 2D i ve 3D s cílem zjistit případné rozdíly a problémy ve 3D vizualizaci a interpretaci dat. Závěrečný oddíl byl zaměřen na zjištění subjektivních preferencí alternativních vizualizací kvality a případné připomínky k použitým metodám.

Vzhledem k možnosti vizualizovat nejenom kvalitu 2D dat, ale také 3D dat, bylo ustoupeno od užití geometrického znaku s proměnlivou velikostí, a to z toho důvodu, že ve většině 3D vizualizačních klientů jsou využity perspektivní pohledy zobrazující prvky dále od uživatele jako menší a tím pádem zkreslující případné užití grafické proměnné velikosti. Na základě studie využitelnosti vizualizace kvality pro 3D data (Jones 2011) byla proto zvolena jiná možnost, a to užití textu v podobě kategorií 1, 2, 3. Obě varianty mají kromě předpokládané srozumitelnosti pro uživatele také navíc konceptuální výhodu snadné vizuální agregace z úrovně lomového bodu do úrovně prvku či skupiny prvků v případě změny měřítka. Příklady použitých grafických stimulů jsou uvedeny na Obr. 18.



Obr. 18: Ukázky užitých grafických stimulů pro vizualizaci polohové přesnosti: barevná škála (nahore), číselná řada (dole).

Respondenty testu byla experimentální skupina zaměstnanců Zeměměřického úřadu v Praze (10 osob) a kontrolní skupiny studentů 4. ročníku oboru Geoinformatika a kartografie na Masarykově univerzitě. Byly vytvořeny dvě varianty testu s odlišným pořadím stimulů (barva, čísla respektive čísla, barva) pro první dva oddíly (intuitivnost vizualizace a určení objektu s nejvyšší kvalitou). Uvedené alternace měla zamezit závislosti na pořadí užitých vizualizací a napomoci zobecnění výsledků.

2.6.5 Výsledky testu

Z 20 respondentů jich 15 úspěšně ukončilo test včetně závěrečného dotazníku, další 2 vyplnili většinu testu (jejich výsledky se započítávají), 3 testeři byli neúspěšní z důvodu programové nekompatibility. Do závěrů je počítáno 17 úspěšných průchodů testem.

Na základě základní sumární statistiky lze konstatovat, že pro obě škály se uživatelské preference výrazně liší. Pro barevnou škálu byla všemi respondenty zvolena zelená barva jako intuitivní pro vysokou přesnost. Uvedené konstatování platí bez ohledu na pořadí škály intuitivnosti a skupinu respondentů. U číselné škály je však intuitivní pořadí voleno různě. Ze 17 respondentů, kteří na otázku odpověděli, volilo 10 variantu, kdy 1 znamená vysokou přesnost, 7 volilo obráceně. U jednotlivých skupin se projevil rozdíl - v kontrolní skupině studentů volilo 5 z 8 variantu, kdy 1 znamená vysokou přesnost. Pro experimentální skupinu zaměstnanců ZÚ naopak zvolili tento postup pouze 2 a většina přisoudila vyšší kvalitu obrácené číselné řadě, tedy číslu 3. Chybovost odpovědí je minimální, což je vzhledem k základnímu konceptu testu očekávaný výsledek. Ve všech řádně realizovaných testech je jediná chyba.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

Dále byly sledovány a analyzovány časy potřebné ke správné odpovědi. Variabilita časů je vysoká, přičemž platí, že první odpověď trvá vždy nejdéle, bez ohledu na to, zda je první škálou z barev nebo čísel. Poté rychlost odpovědí roste. Uvedený efekt lze přičíst postupnému učení a také faktu, že nebyly realizovány zácvičné úlohy. U skupiny, která začínala škálou číselnou, jsou poměrně velké rozdíly mezi oběma škálami. Když tester určí kvalitu složité budovy nebo 3D budovy číslem, tak barvou zvládne stejnou úlohu podstatně rychleji. U skupiny, která začínala škálou barevnou, nejsou tyto rozdíly tak velké. Jakmile tester určí kvalitu pomocí barvy, tak stejná úloha pomocí číselné škály mu někdy zabere méně času, někdy ale více. V obou případech byly úlohy s barevnou škálou řešeny rychleji.

V závěrečném dotazníku dala většina respondentů subjektivně přednost barevné škále (16 ze 17) a pouze jeden tester označil obě vizualizace za stejně vhodné. Barevná škála byla vždy hodnocena lépe i v případě hodnocení objektů s různou mírou složitosti (16 ze 17). V případě složitějších 3D objektů byla číselná škála hodnocena ve čtyřech případech známkami 4 a 5, tedy jako nevhodná. V subjektivním hodnocení není na významný rozdíl mezi testery ze ZÚ a kontrolní skupinou studentů.

Na základě výše uvedených skutečností lze shrnout výsledky testu následovně:

- Respondenti dávali subjektivně přednost barevné škále a také ji rychleji vyhodnocovali.
- Respondenti intuitivně přiřazovali zelené barvě nejvyšší a červené barvě nejnižší míru přesnosti.
- Rychlost vyhodnocení míry přesnosti rychle stoupá se zkušeností.
- S výjimkou reakční doby nebyl rozdíl mezi studenty a zaměstnanci ZÚ.

Závěry potvrdily vhodnost užití barevné škály jako konceptuální základ vizualizace kvality. Návrh aplikačního využití a zavedení pro vybrané prvky ZABAGED® je nastíněn v následující kapitole.

2.6.6 Návrh rámce vizualizace kvality pomocí fitness for use

V předchozích kapitolách byly popsány doporučené prvky kvality, jejich hierarchie a navrhované míry určené k jejich ohodnocení. Následně byly analyzovány možnosti užití grafických proměnných pro vizualizaci prvků kvality, otestována jejich srozumitelnost a užitnost a doporučeno užití barevného tónu pro vizualizaci úrovně kvality. Níže je uveden návrh rámce vizualizace kvality založený na principu „fitness for use“ (vhodnost užití prostorových dat pro určitý účel).

ISO definice kvality zdůrazňuje, že míra kvality se vždy pojí s určitým zamýšleným užitím. Zatímco pro určitý účel mohou být prostorová data vyhovující (vizualizace komunikací na podkladové mapě), pro jiný účel vyhovovat nebudou (síťová analýza). Podstatu problému vystihuje přístup „fitness for use“, který indikuje, že produkt či služba odpovídá uživatelsky definovanému účelu. Tato metoda hodnocení kvality dat využívá existující indikátory kvality (založené v navrhovaném případě na ISO 19157) a umožní nastavit jejich vhodnou kombinaci pro určité užití. Pro samotné hodnocení a jeho následnou vizualizaci navrhuje využití konceptuálního přístupu Devillers et al. (2005). Jedná se o kombinaci navržených prvků kvality a jejich měř a prostorové (geometrické) granularity (datová sada – typ prostorového prvku – instance prostorového prvku – lomové body). Přístup je dokumentován na Obr. 19.

| Kategorie objektů | Typ objektu | Polohová a výšková přesnost | Úplnost | Logická bezespornost | Tematická přesnost |
|---------------------------------------|---|-----------------------------|---------|----------------------|--------------------|
| Sídla, hospodářské a kulturní objekty | 1.02 Budova jednotlivá nebo blok budov | 10 m | 100% | V soulad | V souladu |
| | 1.03 Věžovitá nástavba na budově, věžovitá stavba ostatní | | | | |
| | ... | | | | |
| Komunikace | 2.01 Silnice, dálnice | 1 m | 95% | Nehodnoceno | Nehodnoceno |
| | 2.02 Ulice | | | | |
| Rozvodné sítě a produktovody | ... | | | | |
| Vodstvo | | | | | |
| Územní jednotky | | | | | |
| Vegetace a povrch | | | | | |
| Terénní reliéf | | | | | |
| Geodetické body | | | | | |

| Kategorie objektů | Polohové přesnosti (DQ_PositionalAccuracy) | | | |
|---------------------------------------|--|------------|-----------|------------|
| | DQ_POS_AA | DQ_VERT_AA | DQ_POS_RA | DQ_VERT_RA |
| Sídla, hospodářské a kulturní objekty | | | | |
| Komunikace | | | | |
| Rozvodné sítě a produktovody | | | | |
| ... | | | | |

| Kategorie objektů | Typ objektu | Prvek | Polohová a výšková přesnost | Úplnost | Logická bezespornost | Tematická přesnost |
|-------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------------|---------|----------------------|--------------------|
| Komunikace | 2.01 Silnice, dálnice | Silnice, dálnice 001 | | | | |
| | | Silnice, dálnice 002 | | | | |
| | | Silnice, dálnice 003 | | | | |
| | | Silnice, dálnice 004 | | | | |
| | | Silnice, dálnice 005 | | | | |
| | | Silnice, dálnice 006 | | | | |
| | | ... | | | | |

Obr. 19: Příklad rozkladu explicitního posouzení kvality prostorových dat. Horní tabulka představuje základní úroveň (kombinace kategorie objektů a základních prvků kvality); prostřední tabulka dokumentuje možnost posouzení polohové přesnosti pomocí konkrétních měř; dolní tabulka ukazuje možnost popisu prvků kvality na úrovni jednotlivých prvků.

Uživatel si na základě dostupných prvků kvality prostorových dat může zvolit vhodné rozmezí (např. polohové přesnosti, respektive jejich měř kvality) a vybrat data vyhovující jeho účelu. Pro kvalitu dat lze následně zvolit také vizualizaci jak v binárním tvaru (vyhovuje = zelená, nevyhovuje = červená), tak ve více kategoriích vhodnosti (vyhovuje = zelená, vyhovuje s podmínkou = oranžová, nevyhovuje = červená). Vizualizace kvality se tak stává explicitní a parametry určující vhodnost k užití lze stanovit.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

Navrhovaný přístup pro základní bázi topografických dat v Nizozemí TOP10NL uvádí Vullings et al. (2015). Z praktického hlediska lze dále podotknout, že použití explicitního přístupu zlepšuje možnosti komunikace mezi tvůrci prostorových dat a jejich uživateli. Zatímco uživatelé jsou nuceni si ujasnit své požadavky, seznámit se s dostupnými ukazateli kvality a zvolit jejich kombinaci a prostorovou úroveň, tvůrci dat získávají zpětnou vazbu o aktuálních požadavcích uživatelů a uživatelských prioritách. Implementace a konkrétní využití přístupu je dokumentováno na pilotním území v kapitole 3.

2.7 Návrh rozšířeného datového modelu ZABAGED® v UML

Návrh datového modelu je proveden formou logického datového modelu, který obsahuje typy prvků sdružené do kategorií, jejich vybrané atributy (způsob výběru je popsán níže) a vazby mezi typy prvků. Návrh inovovaného logického datového modelu ZABAGED® je vytvořen v podobě entitně relačního diagramu (ERD) včetně popisu jeho hlavních prvků. Kvůli přehlednosti je rozdělen do dvou úrovní:

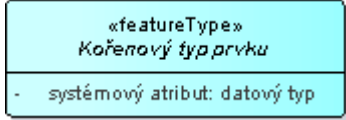

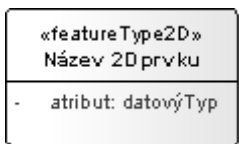
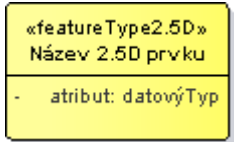
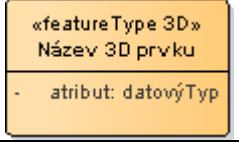
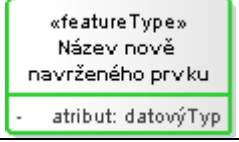
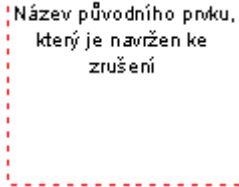
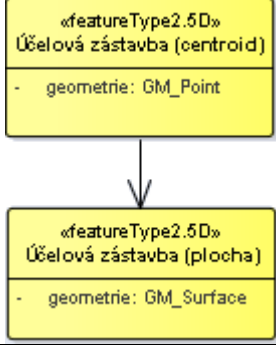
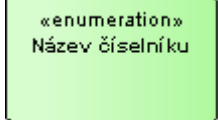
- První úroveň (diagram „Přehled“) znázorňuje „Kořenový typ prvku“ se systémovými atributy, které jsou děděny všemi typy prvků a dále typ prvku „Kvalita dat“, který je specializací Kořenového typu prvku a obsahuje atributy určující kvalitu dat na úrovni typů prvků. Atributy Kvality dat jsou děděny podřízenými typy prvků rozdělenými do tematických kategorií užívaných i ve stávajícím datovém modelu ZABAGED®:
 - Sídla,
 - Komunikace,
 - Rozvodné sítě a produktovody,
 - Vodstvo,
 - Územní jednotky a chráněná území,
 - Vegetace a povrchy,
 - Terénní reliéf,
 - Geodetické body.

Všechny kategorie (kromě výše jmenovaných jde ještě o kategorii správního členění „Základní soubor hranic“ a speciální kategorii „ZABARAK“) jsou uvedeny v první úrovni diagramu a odkazují na diagramy znázorňující podřízené typy prvků.

- V druhé úrovni jsou tedy vytvořeny diagramy typů prvků po jednotlivých kategoriích. U typů prvků jsou uvedeny pouze atributy:
 - určující typ geometrie (rozlišují se geometrické typy GM_Point, GM_Curve a GM_Surface)
 - a atributy, které jsou nějakým způsobem změněny oproti stávajícímu datovému modelu - jsou navrženy ke zrušení nebo jde o nově navržené atributy.

Diagramy jsou vytvářeny v prostředí modelovacího nástroje Enterprise Architect. Prvky diagramu jsou rozlišeny barevně, jednak podle typu dimenze (2D, 2,5D a 3D), jednak v závislosti na tom, zda jde o změny oproti stávajícímu datovému modelu. Tab. 4 popisuje základní prvky použité v diagramech.

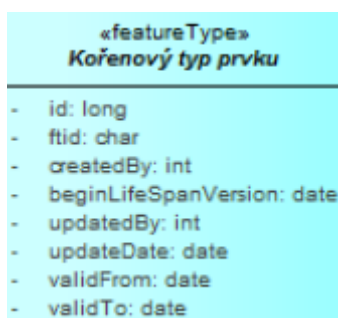
Tab. 4: základní prvky použité v diagramech UML.

| Prvek diagramu | Popis |
|---|--|
|  | Modrou barvou je znázorněn Kořenový typ prvku obsahující systémové atributy. |
|  | Bílou barvou s nadpisem „Category“ jsou znázorněny kategorie typů prvků, které odkazují na diagramy podřízených typů prvků v druhé úrovni návrhu datového modelu. |
|  | Bílou barvou s nadpisem „featureTpye2D“ jsou znázorněné typy prvků, které zůstávají i v navrhovaném datovém modelu jako 2D prvky. |
|  | Žlutou barvou s nadpisem „featureTpye2.5D“ jsou znázorněné navrhované 2.5D typy prvků. |
|  | Oranžovou barvou s nadpisem „featureTpye3D“ jsou znázorněné navrhované 3D typy prvků. |
|  | Zelenou lemovkou jsou zvýrazněny všechny nově navržené typy prvků, které nejsou součástí stávajícího datového modelu ZABAGED. |
|  | V obdélníku znázorněném červenou přerušovanou čarou jsou uvedeny názvy původních typů prvků navržených ke zrušení. V rámci nich jsou pak znázorněny navrhované nové typy prvků. |
|  | Objekty spojené naznačenou vazbou jsou ve vztahu (jednosměrné) asociace (typicky je to číselníková vazba nebo vazba mezi centroidem plochy a odpovídající plochou). Násobnost není na této úrovni řešena. Pokud je vazba znázorněna červenou čarou, jde o vazbu navrženou ke zrušení. |
|  | Světle zelenou barvou s nadpisem „enumeration“ jsou znázorněny číselníky. Jde buď o nově navržené číselníky, nebo o stávající číselníky, které mají jakýkoliv vztah k navrhovaným změnám. |

2.7.1 Způsob vedení časové složky

Součástí návrhu rozšířeného datového modelu je také nový způsob vedení časové složky. Stávající způsob historizace změn dat ZABAGED® je v implementační rovině založen na komponentě Workspace manager, která je součástí DB Oracle, a která podporuje nejen historizaci, ale i práci v dlouhých transakcích, v tzv. změnových řízeních. V rámci změnových řízení probíhá aktualizace dat a teprve až po kontrole zpracování dat jsou data „zplatněna“ do cílové databáze. Jedná se o poměrně specifickou implementaci, proto je v následující části prezentován obecnější návrh, který může být aplikován při jakékoliv implementaci.

Při potvrzení jakékoliv změny prvku, ať už jde o jeho popisnou část nebo jeho geometrii nebo při smazání prvku či vytvoření nového prvku, vznikne nová verze celého záznamu s datem, které určuje, odkdy je prvek platný (validFrom). Pokud dochází k modifikaci nebo ke smazání prvku, k původní platné verzi záznamu je doplněno datum, do kdy byla předešlá verze záznamu platná (validTo). Zároveň je uložena informace o typu změny (opType). Ta nabývá hodnot: „U“ = updated (změněn stávající prvek) nebo „D“ = deleted (smazán stávající prvek) nebo u nových prvků „I“ = inserted (vložen nový prvek).



Obr. 20: Ukázka vedení časové složky v UML modelu.

Databázové dotazy probíhají buď do právě platných dat, nebo mohou být aplikovány databázové dotazy s podmínkou určující čas platnosti, které vyhledávají data platná v daný časový okamžik. Jednak to umožňuje zobrazovat data ve stavu, v jakém byla v daném čase v minulosti, jednak se toho využívá při exportu změnových dat, který umožňuje exportovat změny (typu insert, update, delete) nastalé v určitém zvoleném období. Za toto období se exportují data historizovaná a právě platná. Každý exportovaný prvek si nese atributy poslední provedené operace, počátku a konce platnosti. Exportují se všechny změny jednoho prvku, které byly provedeny a uvedeny v platnost v exportovaném období včetně dat již smazaných (opType = D).

Kompletní změnový UML model rozšířeného datového modelu ZABAGED® je uveden v příloze 4 a jeho popis je v příloze 5.

3. PŘÍPADOVÁ STUDIE

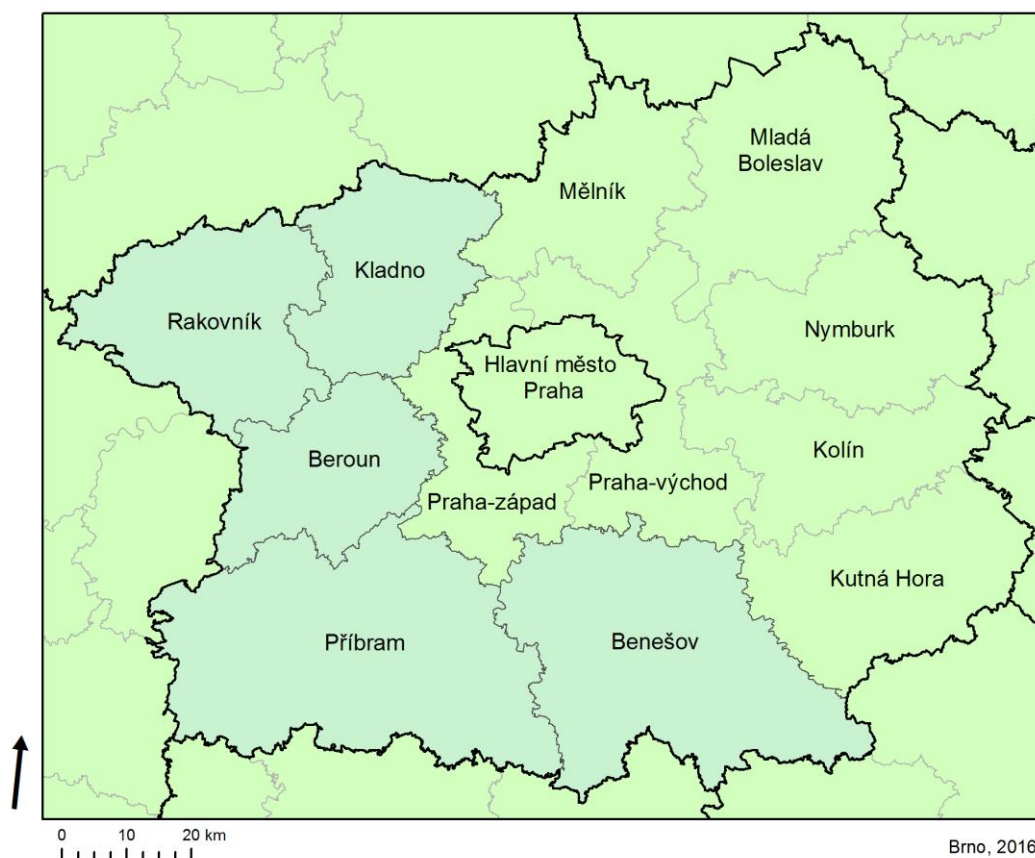
Postupy a doporučení uvedené a testované v kapitole 2 byly v závěrečné fázi projektu implementovány na pilotním území v rozsahu přesahujícím požadovaných 5000 km².

3.1 POPIS VYBRANÉHO ÚZEMÍ

Pro praktické testování postupů navržených v metodice bylo zvoleno území pěti okresů Středočeského kraje - Benešov, Beroun, Kladno, Příbram a Rakovník, celková plocha zmíněného území je 5444 km² (viz Obr. 21).

Na celém zmíněném území byla k dispozici následující data:

- Digitální model reliéfu 4. generace (DMR 4G)
- Digitální model reliéfu 5. generace (DMR 5G)
- Digitální model povrchu 1. generace (DMP 1G)
- Základní báze geografických dat ZABAGED® - výškopis
- Základní báze geografických dat ZABAGED® - polohopis
- Naklasifikovaná bodová data z leteckého laserového skenování



Obr. 21: Území vybraných pěti okresů v rámci Středočeského kraje.

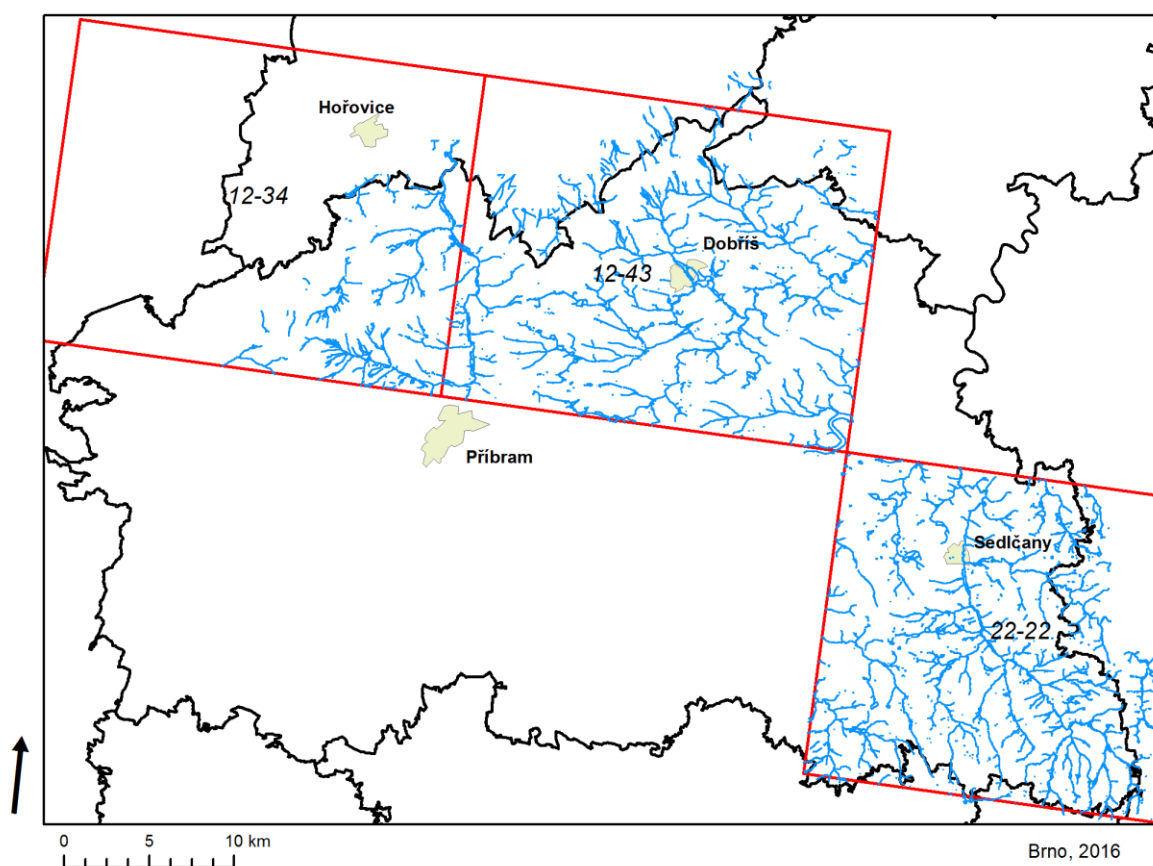
Kromě toho byla získána i další data, která jsou k dispozici pouze na části zmíněného území. Tato data byla využita k analýze, zda mohou vylepšit výsledky navržených postupů, pokud by byla k dispozici na celém území:

Zpřesněné stavební objekty ZABAGED® (ZABARAK) - tato data byla na zvoleném území k dispozici pouze v okrese Příbram.

3D břehovky a údolnice - tato data byla k dispozici jen na části zvoleného území - jen v rámci některých mapových listů Základní mapy ČR 1 : 50 000. Z těchto mapových listů byly využity ty, které ležely na území okresu Příbram, aby bylo možno tato data použít zároveň s daty ZABARAK (viz Obr. 22).

Významné čáry a body terénní kostry s přiřazenou výškou - tato data jsou k dispozici ve stejné oblasti (stejných mapových listech) jako data 3D břehovek a údolnic.

Vymezení budov z leteckého laserového skenování - tato data byla získána za okres Příbram, aby je bylo možno kombinovat s dvěma předešlými typy dat.



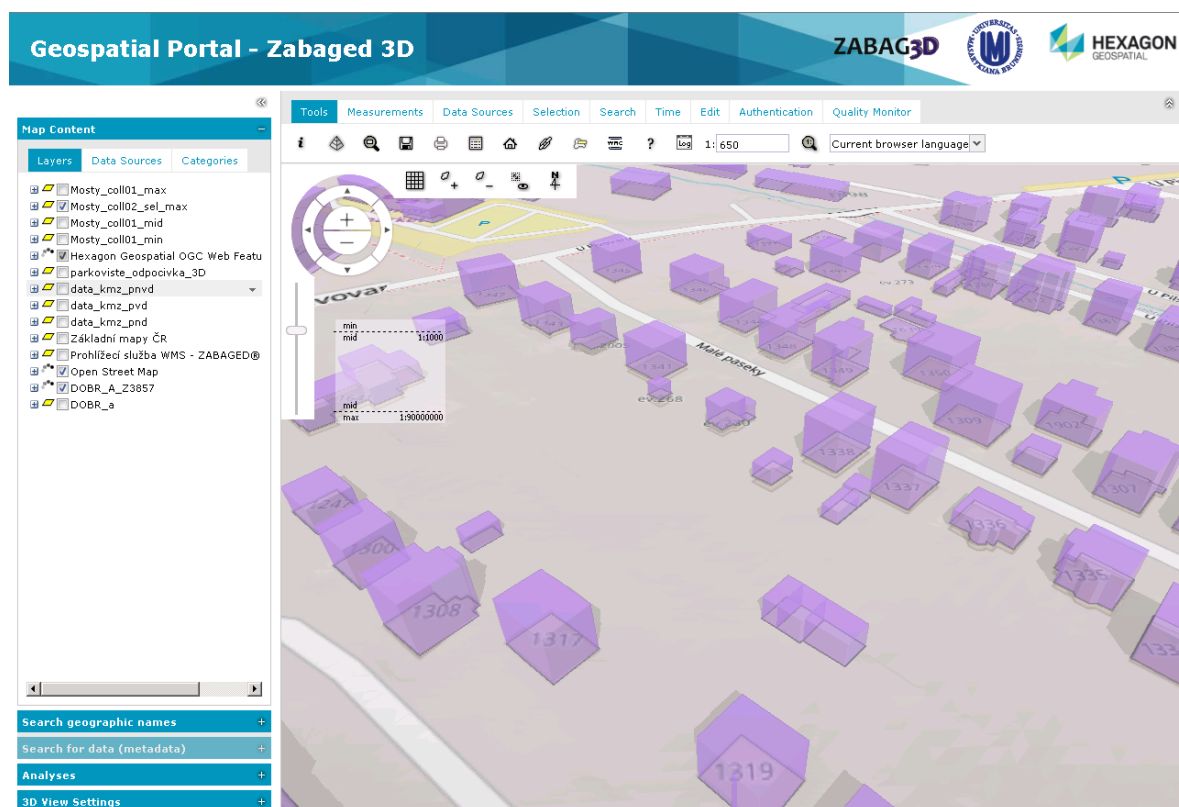
Obr. 22: Oblast tří mapových listů Základní mapy ČR 1 : 50 000 se zpracovanými daty 3D břehovek a údolnic a jejich poloha v rámci okresu Příbram. Data významných čar a bodů terénní kostry jsou k dispozici ve stejné oblasti.

Pro prověření možnosti provázání dat ZABAGED® na geografické podklady na lokální úrovni byla získána ukázka dat Digitální mapy města z území města Kladna - výřez o rozměrech 2x2 km. Našemu týmu ji pro účely projektu bezplatně poskytl Magistrát města Kladna. Město Kladno nám bylo doporučeno partnerem projektu - společností Hexagon. Podrobný popis dat a jejich testování je v příloze 3.

3.2 UKÁZKY VIZUALIZACE VYBRANÝCH PRVKŮ ZABAGED®

Postupy detailně popsány a testované v kapitole 2.3 a příloze 1 byly na pilotním území převedeny do rozšířeného datového modelu a vizualizovány v prostředí klienta vytvořeného v rámci projektu. Finální verzi klienta včetně dokumentace lze najít na adrese: **BUDE DOPLNĚNO**

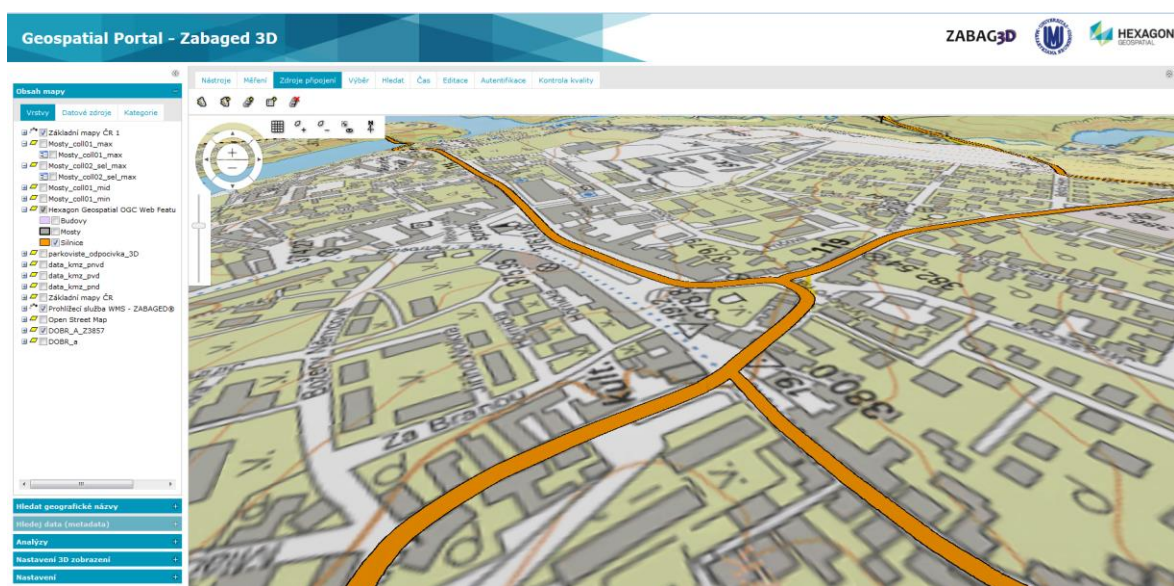
Následující obrázky pouze stručně dokumentují ukázky vybraných prvků ZABAGED® vizualizovaných ve 3D.



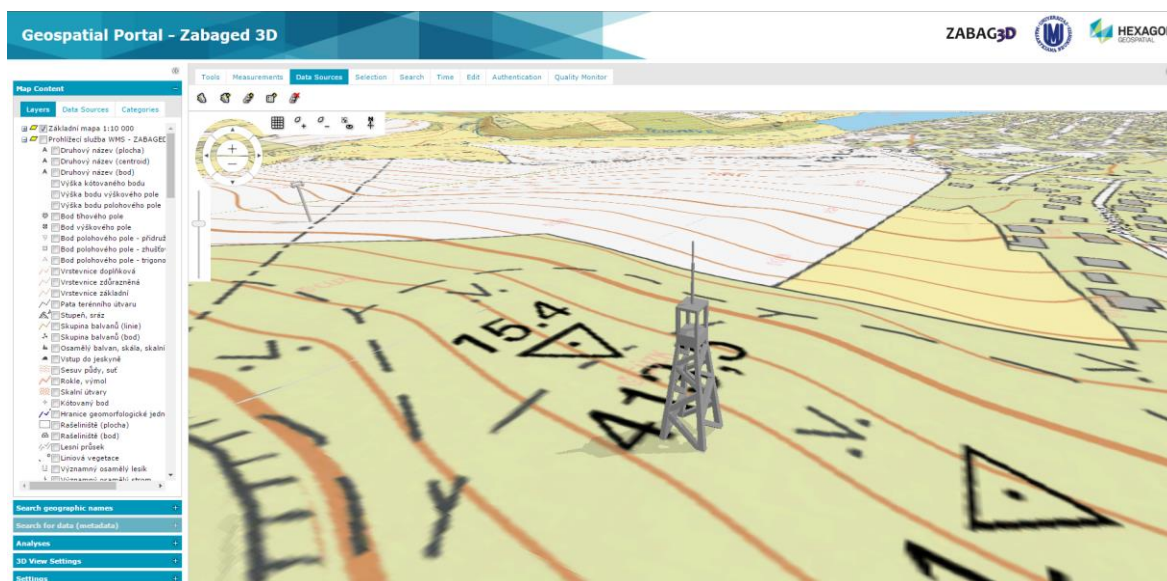
Obr. 23: Budovy v LoD1 na terénu.



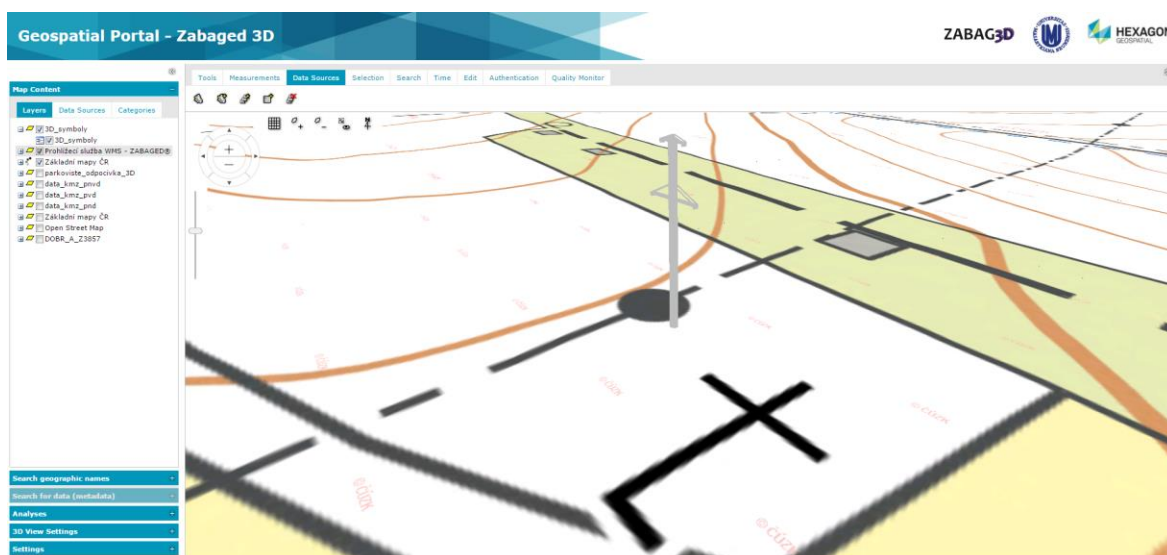
Obr. 24: Ukázka 3D znaků zobrazených na původní topografické mapě.



Obr. 25: Komunikace na terénu.



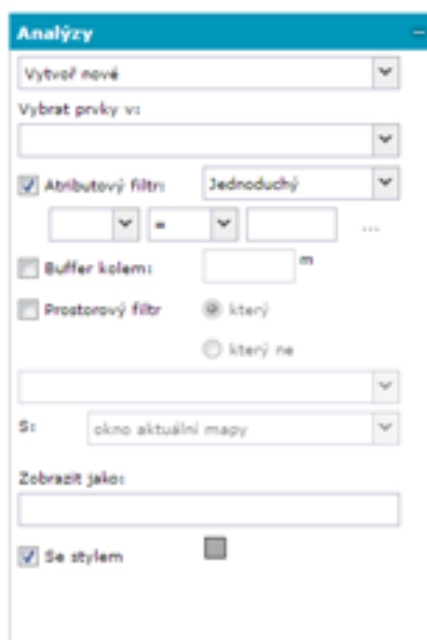
Obr. 26: Rozhledna.



Obr. 27: Stožár elektrického napětí.

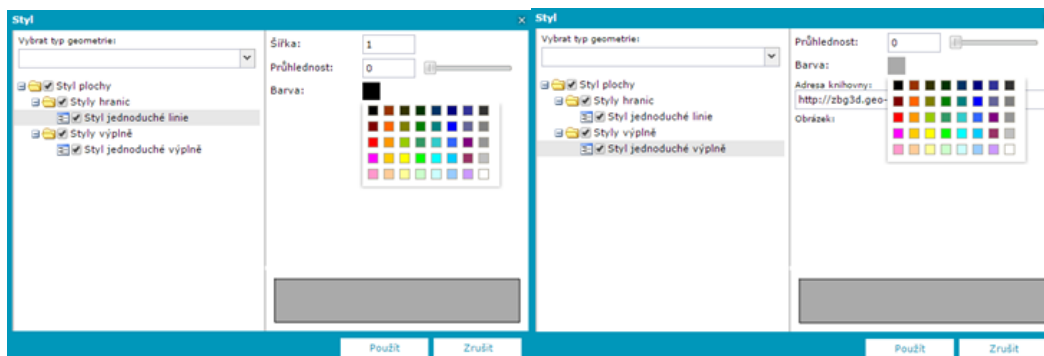
3.3 IMPLEMENTACE UŽIVATELSKY VOLENÉ VIZUALIZACE KVALITY PROSTOROVÝCH DAT

Na základě výsledků funkčního testu byl koncept popsán v kapitole 2.6.6 implementován pro prvky budovy a ověřena možnost uživatelsky definované vizualizace kvality dat. Pro vizualizaci kvality je využita funkcionality klienta pro vytváření atributových dotazů (Obr. 28).



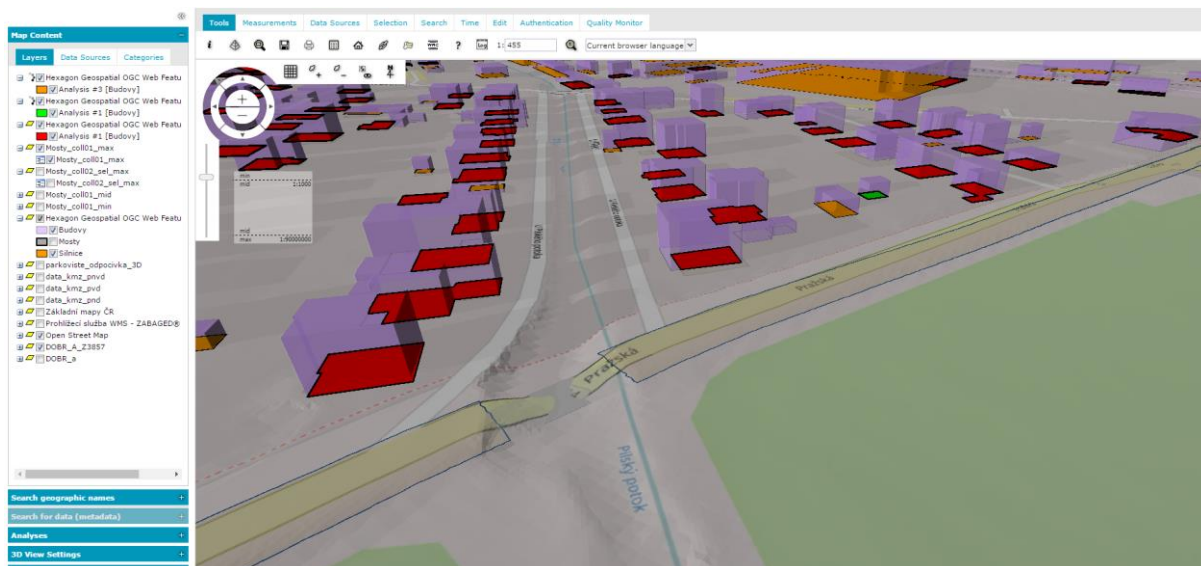
Obr. 28: Uživatelské rozhraní klienta pro tvorbu atributových dotazů.

Pro vybranou třídu (budovy) je následně aplikována analýza atributu a zvolena barva pro styl hranice a výplně (Obr. 29) v souladu s konceptem popsáním v kapitole 2.6.6.



Obr. 29: Uživatelské nastavení barvy linie (vlevo) a výplně (vpravo) pro vizualizaci prvků kvality.

Výsledná vizualizace kvality na základě uživatelem zvolených kritérií je zobrazena na Obr. 30. Jednotlivé kategorie či míry kvality lze přitom ovládat samostatně a provádět s nimi další operace.



Obr. 30: Ukázka uživatelské vizualizace kvality - budovy jsou odlišeny podle způsobu získání informací o výšce.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

4. SHRNU TÍ A DOPORU ČENÍ

Hlavním úkolem této metodiky byl **návrh inovovaného datového modelu** databáze ZABAGED® tak, aby výsledný geografický model vyhovoval pro publikaci dat v měřítku 1 : 5 000. **Inovovaný datový model ZABAGED®** je i na základě zahraničních zkušeností (kap. 1.5) **navržen jako kombinovaný** - vybrané typy objektů (Budovy, Tunely) budou vedeny ve 3D, geometrie zbývajících bude ponechána ve stávajícím stavu. Většina objektů bude rozšířena o atributovou informaci o výšce a vedena ve 2,5D. Výšková informace je získávána automatizovanou cestou z externích atributů nebo z dat leteckého laserového skenování. Návrh na vedení jednotlivých typů objektů v novém datovém modelu ZABAGED® je popsán v kap. 2.3. Jednotlivým typům objektů je navržen způsob získávání jejich výšky a postup pro jejich vizualizaci v prostředí pro 3D vizualizaci dat ZABAGED®.

Testování převodu objektů do nového datového modelu proběhlo na vybraném pilotním území. (kap. 3.1). Při testech byly **zhodnoceny vybrané zdroje prostorových dat a jejich vhodnost pro doplnění inovovaného modelu ZABAGED®** - územně analytické podklady (kap. 2.1.2), RÚIAN (kap. 2.1.3), Digitální technická mapa (kap. 2.1.4), Registr pasivní infrastruktury (kap. 2.1.5) a projektová dokumentace stavby (kap. 2.1.6). Podrobné výsledky testů dat z jednotlivých zdrojů jsou v přílohách 2, 3, 7 a 8. **Testování převodu** vybraných typů **objektů** do nového datového modelu popisuje příloha 1.

Výsledný **datový model** je popsán na konceptuální úrovni v **podobě UML** změnového modelu (kap. 2.7 a podrobně v přílohy 4 a 5). Jeho součástí je i **podpora vedení časové složky** prostorové informace umožňující publikaci změnových dat (kap. 2.7.1).

V rámci řešení projektu byla vytvořena **aplikace umožňující pilotní vizualizaci 3D prostorových dat inovovaného datového modelu** (kap. 2.4). Pro implementaci aplikace byla využita technologie Geospatial Portal vyvíjená společností HEXAGON, která vyhověla požadavkům heuristického hodnocení dostupných webových technologií a nabízí funkcionalitu obvyklou pro obdobné řešení. Popis **heuristického testování** je v příloze 6 a popis samotné vytvořené aplikace je v příloze 9. Při tvorbě pilotní aplikace byla nejen transformována testovací data ZABAGED® (zejména s využitím dat DMR 5G a DMP 1G), ale byly také navrženy symboly pro vybrané objekty s bodovou geometrií (kap. 2.4.1).

Úkolem bylo také vytvořit **metodiku řízení kvality a získávání, ukládání a vedení parametrů kvality**. Metodika předkládá v kap. 2.5 ucelený koncept řízení, získávání a správy kvality dat podle normy ČSN ISO 19157. Jako takový explicitně navrhuje a definuje 11 prvků kvality dat pro úroveň instance vzhledu (prvku) a 2 atributy pro úroveň lomových bodů (kap. 2.5.4). Celkem 13 prvků kvality dat je dále rozpracováno prostřednictvím konkrétních měř kvality dat pro aspekty polohové, výškové a časové přesnosti (v absolutním i relativním vyjádření), ale také otázky konceptuální a doménové bezespornosti, správnosti klasifikace i nekvantitativní správnosti atributů. Koncept kvality dat se odráží v návrhu logického modelu prezentovaného prostřednictvím UML diagramu tříd i technických doporučením pro implementaci.

V návaznosti na výše uvedené zásady řízení a správy kvality prostorových dat byly **navrženy, otestovány a následně implementovány přístupy k vizualizaci kvality** (kapitola 2.6.1). Na základě analýzy literatury (kap. 2.6.1) byly vybrány alternativní přístupy k vizualizaci (kap. 2.6.3), které byly otestovány (kap. 2.6.4) na dvou skupinách uživatelů (experimentální - zaměstnanci ZÚ a kontrolní - studenti MU). Výsledky testů (kap. 2.6.5) potvrdily funkční vhodnost užití barevného tónu pro

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

vizualizaci kvality, a to jak v 2D, tak v případě rozšíření vizualizace na 3D. Pro konkrétní vizualizaci prvků kvality byla dále prezentována metoda “fitness for use”, která ponechává volbu konkrétní vizualizace prvků a měr kvality na uživateli (kap. 2.6.6). V rámci implementace rozšířeného datového modelu na pilotním území bylo dokumentováno užití pro prvek budovy (kapitola 3.3).

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

5. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

2,5D – 2,5 dimenze

2D – 2 dimenze

3D – 3 dimenze

AGILE – Association of Geographic Information Laboratories in Europe – sdružení akademických pracovišť v Evropě zabývajících se problematikou geoinformatiky

AIS – Agendový informační systém

API – Application Programming Interface

CityGML – City Geography Markup Language

ČSN – Česká technická norma

ČSÚ – Český statistický úřad

ČTÚ – Český telekomunikační úřad

ČÚZK – Český úřad zeměměřický a katastrální

DB/dB – Database

DGN – Design (file format)

DKM – Digitální katastrální mapa

DMP 1G – Digitální model povrchu České republiky 1. generace

DMR 4G – Digitální model reliéfu České republiky 4. generace

DMR 5G – Digitální model reliéfu České republiky 5. generace

DQ – Data Quality

DTM – Digitální technická mapa

EL – Elevation

ERD – Entita relačního diagramu

EuroSDR – European Spatial Data Research Network

GIS – Geographic information system

GSD – Ground Sample Distance

HY – Hydrography

INSPIRE – Infrastructure for spatial information in Europe

ISKN – Informační systém katastru nemovitostí

ISO – International Organization for Standardization

ISÚI – Informační systém územní identifikace

ISZR – Informační systém základních registrů

KML – Keyhole Markup Language

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

KODA – Komínová databáze
 LC – Land cover
 LLS – Letecké laserové skenování
 LoA – Level of abstraction
 LoD – Level of Detail
 MPO – Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky
 MU – Masarykova univerzita
 MV – Ministerstvo vnitra
 MyVR – My Virtual Reality
 NASA – National Aeronautics and Space Administration
 nDMP – normalizovaný digitální model povrchu
 NDVI – Normalized difference vegetation index
 NTDB – National Topographic Database
 OGC – Open Geospatial Consortium
 ORP – Obce s rozšířenou působností
 RPI/RFI – Registr pasivní/fyzické infrastruktury
 RÚIAN – Registr územní identifikace, adres a nemovitostí
 SCR – Sustainable Consumption Roundtable
 SGM – Semi Global Matching
 SJTSK – Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
 TIN – Triangulated irregular network
 TN – Transport networks
 ÚAP – Územně analytické podklady
 ÚHÚL – Ústav pro hospodářskou úpravu lesů
 UI – User interface
 UML – Unified Modeling Language
 VGI – Volunteered Geographic information
 VYK – výkres, vnitřní formát systému Kokeš od firmy Gepro
 WebGL – Web Graphics Library
 WFS – Web Feature Service
 WMS – Web Map Service
 WMTS – Web Map Tile Service
 XML – Extensible Markup Language

XSD – XML Schema Definition

ZABAGED® – Základní báze geografických dat České republiky

ZABARAK – zpřesněná vrstva budov databáze ZABAGED®

ZČU – Západočeská univerzita

ZÚ – Zeměměřický úřad

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

6. LITERATURA

Směrnice:

- 61 (2014) Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/61/EU ze dne 15. května 2014 o opatřeních ke snížení nákladů na budování vysokorychlostních sítí elektronických komunikací
- 2 (2007) Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/2/ES ze dne 14. března 2007 o zřízení Infrastruktury pro prostorové informace v Evropském společenství (INSPIRE)

Zákony:

- 111 (2009) Zákon č. 111/2009 Sb. o základních registrech
- 123 (1998) Zákon č. 123/1998 Sb. o právu na informace o životním prostředí
- 183 (2006) Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
- 200 (1994) Zákon č. 200/1994 Sb. o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením

Vyhlášky:

- 31 (1995) Vyhláška 31/1995 Českého úřadu zeměměřického a katastrálního, kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením
- 233 (2010) Vyhláška č. 233/2010 Sb. o základním obsahu technické mapy obce
- 499 (2006) Vyhláška 499/2006 Sb. ze dne 10. listopadu 2006 o dokumentaci staveb Ministerstvo pro místní rozvoj stanoví podle § 193 zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
- 500 (2006) Vyhláška č. 500/2006 Sb. o územně analytických podkladech, územně plánovací dokumentaci a o způsobu evidence územně plánovací činnosti

Normy:

- ČSN P ISO/TS 19104 (2010) Geografická informace – Terminologie.
- ČSN 01 3410 (2014) Mapy velkých měřítek - Základní a účelové mapy.
- ČSN 01 3411 (1989) Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky.
- ČSN ISO 19113 (2004) Geografická informace - Zásady jakosti.
- ČSN ISO 19114 (2005) Geografická informace – Postupy hodnocení jakosti.
- ČSN ISO 19157 (2015) Geografická informace - Kvalita dat.
- ČSN 73 6101 (2004) Projektování silnic a dálnic.
- ČSN 73 6108 (2016) Lesní dopravní síť.
- ČSN 73 6110 (2006) Projektování místních komunikací.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

ČSN 73 6201 (2008) Projektování mostních objektů

ČSN 73 7507 (2013) Projektování tunelů pozemních komunikací.

ČSN 73 7508 (2002) Železniční tunely.

ISO 19157 (2013) Geographic information -- Data quality.

ISO 19158 (2012) Geographic information -- Quality assurance of data supply.

Další publikace:

ALTI3D (2016) Internetový portál SwissTopo. [on-line]. Dostupné z: https://shop.swisstopo.admin.ch/en/products/height_models/alti3D

AOS3 (2010) Atlas of Switzerland 3 [1 DVD]: Atlas der Schweiz/Atlas de la Suisse/Atlante della Svizzera/Atlas of Switzerland 3. Swiss Federal Office of Topography, Wabern 2010.

AOSO (2016) Atlas of Switzerland – online. [on-line]. Dostupné z: <http://www.atlasderschweiz.ch/portfolio/aps/>

AXMANOVÁ, J., PRESSOVÁ, J. (2015) Tvorba významných čar a bodů terénní kostry s využitím dat leteckého laserového skenování. Zeměměřický úřad.

BERTIN, J. (1967|1983) Semiology of graphics: Diagrams, networks, maps, Madison, WI, University of Wisconsin Press.

BOL, D., GRUS, M., LAAKSO, M. (2016) Crowdsourcing And VGI in National Mapping Agency's Data Collection. Proceedings, 6th International Conference on Cartography and GIS, 13-17 June 2016, Albena, Bulgaria ISSN: 1314-0604, Eds: Bandrova T., Konecny M.

BRÁZDIL, K. a kol. (2015) Koncepce rozvoje zeměměřictví na léta 2015 až 2020. Geodetický a kartografický obzor 61/103, 2015, č. 7, s. 137-146.

BUILD3D2 (2016) Internetový portál SwissTopo. [on-line]. Dostupné z: <https://shop.swisstopo.admin.ch/en/products/landscape/build3D2>

ČÚZK – TERMINOLOGICKÁ KOMISE (2016) Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí. [on-line]. Dostupné z: <http://www.vugtk.cz/slovník/>

DEVILLERS, R., BÉDARD, Y., JEANSOULIN, R. (2005) Multidimensional Management of Geospatial Data Quality Information for its Dynamic Use Within GIS. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol. 71, No. 2, February 2005, pp. 205–215.

DRECKI, I. (2009) Representing geographical information uncertainty: cartographic solutions and challenges. ICA proceedings, Moskva, 13 p.

DRECKI, I., MACIEJEWSKA, I. (2005) Dealing with uncertainty in large-scale spatial databases. ICA proceedings, A Coruna, 11 p.

DUŠÁNEK, P. (2015) Technická zpráva k digitálnímu modelu povrchu 1. generace (DMP 1G). [on-line]. Dostupné z: http://geoportal.cuzk.cz/Dokumenty/TECHNICKA_ZPRAVA_DMP_1G.pdf

ESRI (1996) Automation of Map Generalization - The Cutting-Edge Technology. [on-line]. Dostupné z: http://downloads.esri.com/support/whitepapers/ao_/mapgen.pdf

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

GOODCHILD, M. F. (2007) Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), pp. 211-221.

GRÖGER, G., KOLBE, T. H., NAGEL, C., HÄFELE, K-H. (2012) OGC City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard Open Geospatial Consortium Inc. [on-line]. 2012 [cit. 28. listopadu 2016]. Dostupné z: <http://www.opengeospatial.org/standards/citygml>

HAEBERLING, C. (2005) Cartographic Design principles for 3D Maps – A Contribution to Cartographic Theory [on-line]. [cit. 6. 8. 2013]. Dostupné z: http://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2005/htm/pdf/oral/TEMA3/Session%206/CHRISTIAN%20HAEBERLING.pdf

INSPIRE TWG Cadastral Parcels (2009) D2.8.I.6 INSPIRE Data Specification on Cadastral Parcels – Guidelines

JAKOBSSON, A., ILVES, R. (2016) Reinventing the national topographic database, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLI-B4, pp. 733-736, doi:10.5194/isprs-archives-XLI-B4-733-2016.

JARZABEK-RYCHARD, M., BORKOWSKI, A. (2016) 3D building reconstruction from ALS data using unambiguous decomposition into elementary structures. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, vol. 118, pp. 1-12.

JONES, K.(2011) Communicating Perceived Geospatial Data Quality of 3D Objects in Virtual Globes, MSc. thesis, Memorial University of Newfoundland, 122 p.

KANISOVÁ, H., MÜLLER, M. (2007) UML srozumitelně. 2. vydání. Brno: Computer Press. 176 s. ISBN 80-251-1083-4.

KAŇOK, J. (1999) Tematická kartografie. 1. vydání. Ostrava: Ostravská univerzita. 318 s. ISBN 80-7042-781-7.

KOMÁRKOVÁ, J. (2008) Kvalita webových geografických informačních systémů. Pardubice: Univerzita Pardubice. 127 s.

KOMÁRKOVÁ, J., SEDLÁK, P., HUB, M. SLAVÍKOVÁ, V. (2010) Využití heuristik pro hodnocení použitelnosti webových GIS aplikací. In: *Geografie pro život ve 21. století: Sborník příspěvků z XXII. Sjezdu České geografické společnosti*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2010, s. 321-324. ISBN 978-80-7368-903-2.

LYSÁK, J. (2016) Topografické mapování skalních útvarů s využitím dat leteckého laserového skenování. Disertační práce. Univerzita Karlova

MACEACHREN, A. M. (1992) Visualizing uncertain information. *Cartographic Perspectives*, 13, 10-19.

MACEACHREN, A. M., KRAAK, M. J. (2001) Research Challenges in Geovisualization [on-line]. Dostupné z: <http://people.plan.aau.dk/~lbo/SIM/visagenda.pdf> [cit. 26. 10. 2016]

MACEACHREN, A. M., ROTH, R. E., O'BRIEN, J., LI, B., SWINGLEY, D. & GAHEGAN, M. (2012) Visual semiotics & uncertainty visualization: An empirical study. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 18, 2496-2505.

MMR (2015) Standard sledovaných jevů pro územně analytické podklady obcí. Metodický návod k příloze č. 1, část A, vyhlášky č. 500/2006 Sb., o územně analytických podkladech, územně

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

plánovací dokumentaci a způsobu evidence územně plánovací činnosti, ve znění vyhlášky č. 458/2012 Sb.

MOONEY, P., MORLEY, J. (2014) Crowdsourcing in National Mapping. EuroSDR publication no. 64, 33 s. [on-line]. Dostupné z: http://www.eurocdr.net/sites/default/files/uploaded_files/eurocdr_no64_d.pdf

OGC (2011) OpenGIS Implementation Standard for Geographic information - Simple feature access - Part 1: Common architecture. Open Geospatial Consortium Inc. [on-line]. Dostupné z: <http://www.opengeospatial.org/standards/sfa>

PALEČEK, V. (2015) Možnosti využití dat laserového skenování k aktualizaci tvarů georeliéfu [online]. [cit. 2016-01-19]. Diplomová práce. Masarykova univerzita, [on-line]. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/357477/prif_m/

PETROVIC, D., MASERA, P. (2006) Analysis of User's Response on 3D Cartographic Presentations [on-line]. [cit. 24. 10. 2016] Dostupné z: http://www.mountaincartography.org/publications/papers/papers_bohinj_06/16_Petrovic_Masera.pdf

PRESSOVÁ, J., KREJČOVÁ, J. (2016) Katalog objektů ZABAGED® verze 3.0, Praha, 2016.

RADĚJ, K. a kol. (2011) Koncepce rozvoje oborů zeměměřictví a katastru nemovitostí v podmínkách České republiky pro období 2012-2016. Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, Praha, 138 s.

ROSCHLAUB, R., BATSCHIEDER, J. (2016) An INSPIRE-konform 3D building model of Bavaria using cadastre information, Lidar and image matching. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLI-B4, 747-754, doi:10.5194/isprs-archives-XLI-B4-747-2016, 2016.

ROTH, R. E. (2012) Cartographic interaction primitives: Framework and synthesis. *The Cartographic Journal*, 49, 376-395.

SEMMO, A., TRAPP, M., KYPRIANIDIS, J. E., DÖLLNER, J. (2012) Interactive Visualization of Generalized Virtual 3D City Models using Level-of-Abstraction Transitions. [on-line]. [cit. 25. 10. 2016]. Dostupné z: http://www.hpi.uni-potsdam.de/fileadmin/hpi/FG_Doellner/publications/2012/STKD12/asemmo-eurovis2012.pdf

SIEBER, R., SEREBRYAKOVA, M., SCHNÜRER, R., HURNI, L. (2016) Atlas of Switzerland Goes Online and 3D Concept, Architecture and Visualization Methods. In: *Progress in Cartography* (eds. Gartner, G., Jobst, M., Huang, H.), 171-184, Springer International Publishing. DOI 10.1007/978-3-319-19602-2_11.

SOUČEK, P., BARTOŠ, J. (2011) Nový grafický klient v Nahlížení do katastru nemovitostí.

In: RŮŽIČKA, J., PEŠKOVÁ, K. (eds.): *Proceedings – Symposium GIS Ostrava 2011*, Ostrava, 5 s.

STOTER, J., van den BRINK, L., BEETZ, J., LEDOUX, H., REUVERS, M., JANSSEN, P., PENNINGA, F., VOSSSELMAN, G., ELBERINK, S. O. (2013) Three-dimensional modeling with national coverage: case of The Netherlands, *Geo-spatial Information Science*, 16:4, 267-276, DOI: 10.1080/10095020.2013.866619, 2013.

STOTER, J., STREILEIN, A., PLA, M., BAELLA, B., CAPSTICK, D., HOME, R., ROENSDORF, C., LAGRANGE, J. P. (2013) Approaches of national 3D mapping: research results and standardisation in practice, *ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, II-2/W1, 269-278, doi:10.5194/isprsannals-II-2-W1-269-2013, 2013.

| | |
|--------------------------|--|
| Projekt TAČR TB05CUZK001 | Certifikovaná metodika pro inovaci a vedení Základní báze geografických dat (ZABAGED®) |
|--------------------------|--|

STOTER, J., VALLET, B., LITHEIN, T., PLA, M., WOZNIAK, P., KELLENBERGER, T., STREILEIN, A., ILVES, R., LEDOUX, H. (2016) State-of-the-art of 3D national mapping in 2016, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLI-B4, 653-660, doi:10.5194/isprs-archives-XLI-B4-653-2016, 2016.

ŠÁRA, P., VALENTA, Z. (2015) Pracovní postup zpřesňování stavebních objektů. Verze 1.2 k 1. 10. 2015, Zeměměřický úřad, 64 s.

ŠÍMA J. (2016) Terminologický výkladový slovník pro potřeby realizace Akčního plánu Strategie rozvoje infrastruktury pro prostorové informace v České republice do roku 2020. [on-line]. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/soubor/terminologicky-slovník-geoinfostrategie-pdf.aspx>

TLM (2016) The Topographic Landscape Model TLM. Internetový portál SwissTopo. [on-line]. Dostupné z: <https://www.swisstopo.admin.ch/en/knowledge-facts/topographic-landscape-model.html>

TLM3D (2016) Internetový portál SwissTopo. [on-line]. Dostupné z:

<https://shop.swisstopo.admin.ch/en/products/landscape/tlm3D>

TMTBD (2016) Topographic maps TBD. Webové stránky polské národní mapovací agentury - Head Office of Geodesy and Cartography (GUGiK). [on-line]. Dostupné z: <http://www.geoportal.gov.pl/en/dane/baza-danych-objektow-topograficznych-bdot>

VOSELMAN, G., ELBERINK, S. O., STOTER, J., XIONG, B. (2015) From Nationwide Point Clouds to Nationwide 3D Landscape Models, Photogrammetric Week '15 Dieter Fritsch (Ed.) Wichmann/VDE Verlag, Belin & Offenbach, 2015.

VULLINGS, W., BULENS, J., RIP, F. I., BOSS, M., MEIJER, M., HAZEU, G., STORM, M., (2015) Spatial Data Quality: What do you mean? 18th AGILE Conference on Geographic Information Science, 9-12 June 2015 Lisbon, Portugal. [on-line]. Dostupné z:

http://www.agileonline.org/Conference_Paper/cds/agile_2015/shortpapers/87/87_Paper_in_PDF.pdf

7. PŘÍLOHY

- 1 TESTOVÁNÍ PŘEVODU TYPŮ OBJEKTŮ DO NOVÉHO DATOVÉHO MODELU
- 2 TESTOVÁNÍ VYTVÁŘENÍ 3D MODELU PODLE STAVEBNÍ DOKUMENTACE
- 3 TESTOVÁNÍ MOŽNOSTÍ VYUŽÍT DIGITÁLNÍ TECHNICKOU MAPU PRO ROZŠÍŘENÝ DATOVÝ MODEL ZABAGED®
- 4 NÁVRH ROZŠÍŘENÉHO DATOVÉHO MODELU ZABAGED® V UML
- 5 POPIS ROZŠÍŘENÉHO DATOVÉHO MODELU ZABAGED®
- 6 SROVNÁVACÍ TABULKA VIZUALIZAČNÍCH METOD A NÁSTROJŮ PRO ROZŠÍŘENÝ DATOVÝ MODEL ZABAGED®
- 7 SROVNÁVACÍ TABULKA PRVKŮ DTM A ZABAGED®
- 8 SROVNÁVACÍ TABULKA PRVKŮ ÚAP A ZABAGED®
- 9 POPIS VYTVOŘENÉ WEBOVÉ APLIKACE