

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM GEODÉZIE A KARTOGRAFIE

STUDIJNÍ OBOR GEODÉZIE, KARTOGRAFIE A

GEOINFORMATIKA



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

VYUŽITÍ MAP PRO ANALÝZU VÝVOJE ZÁSTAVBY OBCE

Using maps for analysis of urban development of a municipality

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petr Soukup, Ph.D.

Katedra geomatiky

2019

Eva Frommeltová



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Frommeltová Jméno: Eva Osobní číslo: 458613

Zadávací katedra: Katedra geomatiky

Studijní program: Geodézie a kartografie

Studijní obor: Geodézie, kartografie a geoinformatika

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Využití map pro analýzu vývoje zástavby obce

Název bakalářské práce anglicky: Using maps for analysis of urban development of a municipality

Pokyny pro vypracování:

- pro obec Jasenná (Náchod) zkompletujte existující mapové podklady velkého měřítka
- zpracujte přehled dostupnosti a datace mapových podkladů 20. století
- v souladu s existující metodikou transformujte mapy do jednotného souřadnicového systému a zvektorzujte vybrané prvky (především zástavbu, komunikace a vodní plochy)
- pomocí nástrojů GIS vytvořte analytické mapy zachycující vývoj zástavby v dané obci
- vytvořte také mapu s využitím digitálního modelu terénu a ortofota
- mapy vytiskněte a prezentujte vhodným způsobem interaktivně na webu

Seznam doporučené literatury:

Pešková, Alena - Vývoj obce Řevnice v 19. a 20. století. Bakalářská práce, Fakulta stavební, ČVUT v Praze, Praha 2013.


Gruber, Josef - Vývoj obce Ropice (Frýdek-Místek) - analýzy mapových podkladů. Diplomová práce, Fakulta stavební, ČVUT v Praze, Praha 2016.

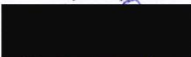
Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Petr Soukup, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 1. 10. 2018

Termín odevzdání bakalářské práce: 13. 1. 2019

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku


Podpis vedoucího práce


Podpis vedoucího katedfy

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

10. 10. 2018
Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Využití map pro analýzu vývoje zástavby obce“ zpracovala samostatně za použití uvedené literatury a pramenů.

Dále prohlašuji, že nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne

.....

Eva Frommeltová

Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucímu práce Ing. Petrovi Soukupovi, Ph.D. za jeho odborné vedení a užitečné rady při zpracování bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Pavlovi Tobiášovi za rady ohledně publikace a za poskytnutí souboru s popisem pravidel pro generování modelů budov. V neposlední řadě bych ráda poděkovala Bc. Zuzaně Šlaufové za její rady týkající se tvorby mapových výstupů.

Abstrakt

Bakalářská práce se věnuje analýze vývoje zástavby obce Jasenná v 19. a 20. století prostřednictvím mapových podkladů z tohoto období. Práce zahrnuje přehled dostupnosti map 20. století a podrobný popis zpracování map. Jedním z výstupů bakalářské práce je digitální model terénu. Výsledky práce jsou prezentovány formou webové aplikace.

Klíčová slova

Obec Jasenná, mapové podklady, vývoj zástavby, vektorizace, georeferencování, ArcMap, DMT, ArcGIS Pro, ArcGIS online, webová aplikace

Abstract

The Bachelor thesis deals with analysis of urban development of a municipality Jasenná in the 19th and 20th century by using base map from this period. The thesis includes overview of map availability from 20th century and detailed description of map processing. One of thesis output is digital terrain model. The results of this thesis are presented in the web application.

Key words

Municipality Jasenná, base maps, urban development, vectorization, georeferencing, ArcMap, DMT, ArcGIS Pro, ArcGIS online, web application

Obsah

| | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| Seznam zkratk | 8 |
| Úvod | 9 |
| 1. Zpracovaná lokalita | 10 |
| 1.1 <i>Geografické informace</i> | 10 |
| 1.2 <i>Obec v současnosti</i> | 10 |
| 1.3 <i>Historie obce</i> | 11 |
| 2. Pracovní postup | 12 |
| 2.1 <i>Popis mapových podkladů</i> | 12 |
| 2.1.1 <i>Získané mapové podklady</i> | 13 |
| 2.1.2 <i>Vytvoření přehledu dostupnosti map 20. století</i> | 13 |
| 2.2 <i>Zpracování mapových podkladů</i> | 14 |
| 2.2.1 <i>Georeferencování</i> | 14 |
| 2.2.2 <i>Vektorizace</i> | 14 |
| 2.2.3 <i>Analýza vývoje zástavby obce</i> | 15 |
| 2.2.4 <i>Tvorba mapových výstupů</i> | 15 |
| 2.3 <i>Vytvoření digitálního modelu terénu</i> | 15 |
| 2.4 <i>Použitý software</i> | 16 |
| 3. Mapové podklady | 17 |
| 3.1 <i>Stabilní katastr</i> | 17 |
| 3.1.1 <i>Císařské povinné otisky</i> | 18 |
| 3.1.2 <i>Originální mapy</i> | 20 |
| 3.1.3 <i>Katastrální mapy evidenční</i> | 21 |
| 3.2 <i>Mapy pozemkového katastru</i> | 22 |
| 3.3 <i>Jednotná evidence půdy</i> | 23 |
| 3.4 <i>Mapy evidence nemovitostí</i> | 23 |
| 3.5 <i>Státní mapy 1 : 5 000</i> | 24 |
| 3.5.1 <i>Státní mapa 1 : 5 000 - hospodářská</i> | 24 |
| 3.5.2 <i>Státní mapa 1 : 5 000 - odvozená</i> | 24 |
| 3.6 <i>Technickohospodářské mapy</i> | 25 |
| 3.6.1 <i>Technickohospodářské mapy 1961-1969</i> | 25 |
| 3.6.2 <i>Technickohospodářské mapy 1969-1981</i> | 26 |
| 3.7 <i>Základní mapy velkého měřítka</i> | 26 |

| | |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| 3.8 Mapa katastru nemovitostí | 26 |
| 3.9 Letecké měřické snímky, ortofoto | 27 |
| 3.9.1 Letecké měřické snímky | 27 |
| 3.9.2 Ortofoto České Republiky | 28 |
| 3.10 ZABAGED – výškopis 3D vrstevnice | 29 |
| 3.11 Dostupnost mapových podkladů 20. století..... | 30 |
| 4. Zpracování mapových pokladů | 33 |
| 4.1 Georeferencování v programu ArcMap | 33 |
| 4.1.1 Přesnost georeferencování | 34 |
| 4.2 Vektorizace v programu ArcMap | 35 |
| 4.3 Kontrola topologie | 37 |
| 4.4 Analýza vývoje zástavby obce..... | 38 |
| 4.4.1 Porovnání všech analyzovaných časových etap..... | 38 |
| 4.4.2 Změny zástavby z hlediska stavební konstrukce..... | 39 |
| 4.5 Tvorba mapových výstupů | 41 |
| 5. Tvorba digitálního modelu terénu | 42 |
| 5.1 Úprava dat..... | 42 |
| 5.2 Tvorba nepravidelné trojúhelníkové sítě..... | 43 |
| 5.3 Vizualizace digitálního modelu terénu..... | 44 |
| 6. Prezentace mapových výstupů na webu | 46 |
| 6.1 Publikace digitálního modelu terénu | 46 |
| 6.2 Tvorba webové scény..... | 47 |
| 6.3 Tvorba webové aplikace | 48 |
| 6.4 Generování 3D budov | 49 |
| Závěr | 51 |
| Použitá literatura a prameny | 53 |
| Seznam obrázků | 55 |
| Seznam tabulek | 56 |
| Seznam příloh..... | 57 |
| Elektronické přílohy | 57 |
| Tištěné přílohy | 57 |

Seznam zkratk

| | |
|---------|---------------------------------------------------------------------------|
| CAD | Počítačem podporované navrhování (<i>Computer Aided Design</i>) |
| CIT | Formát binárních dat |
| ČR | Česká republika |
| ČSR | Československá republika |
| ČÚZK | Český úřad zeměměřický a katastrální |
| DGN | CAD formát (<i>Design</i>) |
| DKM | Digitální katastrální mapa |
| DMP | Digitální model povrchu |
| DMR | Digitální model reliéfu |
| DMT | Digitální model terénu |
| DXF | CAD formát (<i>Drawing Exchange Format</i>) |
| EN | Evidence nemovitostí |
| GIS | Geografický informační systém |
| JEP | Jednotná evidence půdy |
| JPG | Formát rastrových dat (<i>Joint Photographic Group</i>) |
| LMS | Letecké měřické snímky |
| PDF | Přenosný formát dokumentu (<i>Portable Document Format</i>) |
| SHP | Formát pro ukládání vektorových dat pro GIS (<i>Shapefile</i>) |
| S-JTSK | Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální |
| THM | Technickohospodářské mapování |
| TIN | Nepřavidelná trojúhelníková síť (<i>Triangulated Irregular Network</i>) |
| URL | Jednotná adresa zdroje (<i>Uniform Resource Locator</i>) |
| ÚAZK | Ústřední archiv zeměměřictví a katastru |
| VFK | Výměnný formát katastru nemovitostí |
| VGHMÚř | Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad |
| VKM | Výměnný formát katastru nemovitostí |
| WMS | Webová mapová služba (<i>Web Map Service</i>) |
| ZABAGED | Základní báze geografických dat České republiky |

Úvod

Bakalářská práce byla vytvořena v rámci projektu „*Proměna venkovské architektury s důrazem na vývoj v 19. a 20. století*“, který zpracovává vývoj zástavby vybraných obcí v období 19. a 20. století. V této práci byla analyzována obec Jasenná (okres Náchod). Projekt je realizován s podporou Ministerstva kultury ČR v rámci „*Programu aplikovaného výzkumu a vývoje národní a kulturní identity*“ (NAKI II). Identifikační kód projektu je *DG16P02H023*. Na projektu spolupracují Ústav dějin umění Akademie věd České republiky a Katedra geomatiky, Fakulty stavební ČVUT v Praze. [1]

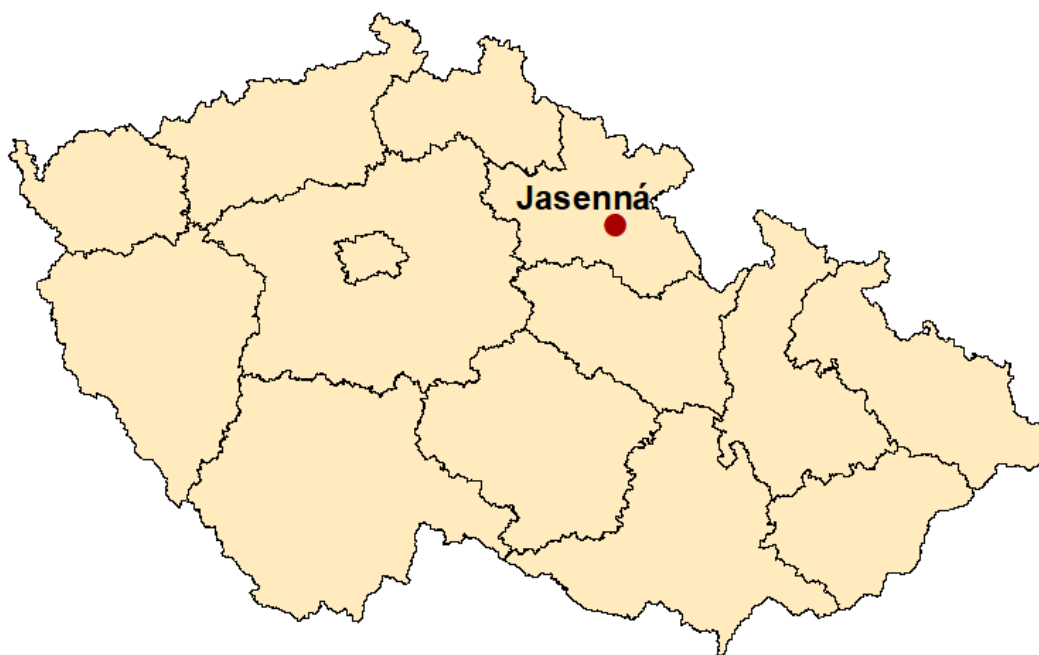
Hlavním cílem projektu je upozornit na hodnoty venkovské architektury. Je zpracováván výzkum, který se zabývá proměnou venkovské architektury v 19. a 20. století. Toto období bylo typické pro své časté sociálně ekonomické změny. Pro projekt byly vybrány obce v jednotlivých krajích ČR. Výzkum je věnován jednotlivým domům i vývoji urbanismu v obcích.

Cílem bakalářské práce bylo přinést přehled o vývoji zástavby obce Jasenná od roku 1840 až do současnosti. Za tímto účelem byly vyhotoveny dva typy mapových výstupů, které byly vytvořeny z dostupných mapových podkladů. První zobrazuje vývoj zástavby v obci mezi jednotlivými časovými etapami. Druhý zkoumá změnu konstrukce staveb mezi dvěma nejstaršími mapovými podklady (1840, 1877). Dalším výstupem práce je digitální model terénu zachycující povrch v rámci katastrálního území Jasenná. Z výstupů bakalářské práce byly vytvořeny webové aplikace.

Bakalářská práce je složena z několika kapitol podrobně popisujících jednotlivé kroky její tvorby. První kapitola je věnována zájmovému území tedy obci Jasenná. Druhá kapitola popisuje pracovní postup bakalářské práce. Třetí pojednává o mapových podkladech a přehledu dostupnosti map 20. století. Čtvrtá kapitola detailně informuje o zpracování mapových podkladů v programu ArcMap. Pátá kapitola je věnována tvorbě digitálního modelu terénu. Šestá obsahuje popis tvorby webových výstupů. V závěru se nachází shrnutí celé práce.

1. Zpracovaná lokalita

V bakalářské práci byl analyzován vývoj zástavby obce Jasenná (okres Náchod). Vývoj byl zkoumán od roku 1840 až do současnosti. V následujících odstavcích jsou uvedeny základní informace o obci.



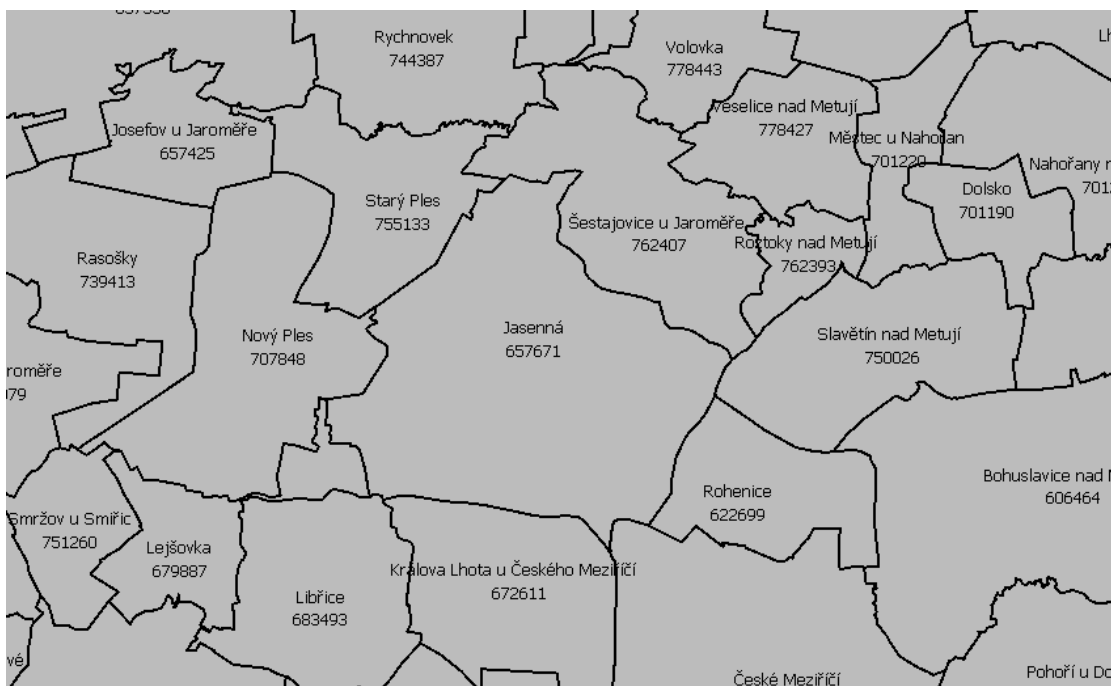
Obr. 1: Jasenná, Zdroj: ArcČR 500

1.1 Geografické informace

Jasenná je největší a nejdelší obcí v okrese Náchod. Leží na území Královéhradeckého kraje. Obec se táhne při silnici III. třídy vedoucí z Jaroměře do Českého Meziříčí, Opočna a Dobrušky. Nejbližším městem je Jaroměř, která je vzdálená cca 8 km. [2]

1.2 Obec v současnosti

Jasenná je dlouhá 4,5 km. Na katastrálním území obce se nachází celkem 12 rybníků a vodních nádrží. Rozloha katastrálního území obce je 1271 ha, z toho je 1118 ha (88 %) orné půdy a zahrad, 18 ha (1,4 %) luk a pastvin, 63 ha (5 %) lesů, 24 ha (1,9 %) zastavěné plochy, 11 ha (0,9 %) rybníků a vod a 37 ha (2,8 %) ostatních ploch. Obec Jasenná má 720 obyvatel. Věkový průměr obyvatelstva je 40 let. [2]



Obr. 2: Katastrální území Jasenná, Zdroj: ČÚZK

1.3 Historie obce

První zmínka o obci pochází z roku 1280, kdy král Václav II. prodal obec Hynku Čeňkovi z Lipé. Ten prodal jasennský statek Reimundovi z Lichtenburgu, který ho prodal císaři Karlovi IV. a ten ho daroval mansionářům u hlavního kostela v Praze. V jejich rukou statek zůstal do roku 1353, kdy jim císař Karel IV. přidělil jiné statky. V roce 1420 daroval Jasennou král Zikmund Lucemburský svému přívrženci Hynkovi z Rotmberka. Dále se Jasenná dostala do rukou Mikuláši ml. Trčkovi z Lípy na Lichtenburce a to v roce 1497. V držení šlechtického rodu Trčků zůstala Jasenná až do roku 1636. Posléze byla připojena k panství Smiřice, jehož součástí byla až do roku 1848, kdy byla Jasenná prohlášena za samostatnou obec.

Nejstarší kulturní památkou obce je kostel sv. Jiří ve středu obce. První písemná zmínka o kostele v Jasenné je z roku 1352. V roce 1508 byl ulit zvon sv. Jiří, který je nejstarší památkou obce, nachází se ve věži chrámu sv. Jiří. [2]

2. Pracovní postup

Obec Jasenná není první obcí, která byla zpracována v rámci projektu „*Proměna venkovské architektury s důrazem na vývoj v 19. a 20. století*“. Tudiž byl již vytvořen postup, který udává, jaké analýzy vývoje zástavby obce mají být provedeny. Také byla již předem daná grafická podoba výsledných map. Metodika tvorby výsledných map byla převzata z dokumentace k projektu a dále z diplomové práce *Vývoj obce Ropice (Frýdek-Místek) - analýza mapových podkladů*. Autorem je Ing. Josef Gruber, jehož práce byla napsána pod vedením Ing. Jindřicha Hodače, Ph.D. z Katedry geomatiky. Za použití dané metodiky byly vyhotoveny dva mapové výstupy. První zachycuje vývoj zástavby obce mezi jednotlivými časovými etapami. Druhý výstup zobrazuje změnu konstrukce budov mezi dvěma nejstaršími mapovými podklady.

Dále byl vytvořen digitální model terénu a webové aplikace, kde jsou prezentovány výstupy práce.

Pro přehlednost bakalářské práce byl postup tvorby rozdělen do několika kroků. V této kapitole budou jednotlivé kroky tvorby teoreticky popsány. V následujících kapitolách je uveden přesný postup vyhotovení práce.

2.1 Popis mapových podkladů

V kapitole je uveden stručný popis mapových podkladů vzniklých ve 20. století, dále jsou zde popsány mapy stabilního katastru, které jsou použity pro tvorbu mapových výstupů. V kapitole se také nachází podkapitola pojednávající o informačních zdrojích, které byly použity při sestavení přehledu dostupnosti map 20. století. Přehled popisovaných map:

- Mapy stabilního katastru
- Mapy pozemkového katastru
- Mapy jednotné evidence půdy
- Mapy evidence nemovitostí
- Státní mapy 1 : 5 000
- Technickohospodářské mapy
- Základní mapy velkých měřítek
- Mapy katastru nemovitostí
- Letecké měřické snímky a ortofoto

2.1.1 Získané mapové podklady

Pro bakalářskou práci byly vyhledávány mapové podklady pro katastrální území Jasenná (číslo katastrálního území: 657671). Zakoupené mapy a jejich poskytovatelé:

- Císařské otisky, Originální mapy, Katastrální mapy evidenční – ÚAZK
- Mapa pozemkového katastru – ČÚZK, vydáno Katastrálním pracovištěm Náchod
- Mapa Evidence nemovitostí – ÚAZK
- SMO-5 první vydání – ÚAZK
- Ortofoto – ČÚZK
- Letecké měřické snímky – VGHMÚř v Dobrušce
- ZABAGED – výškopis 3D vrstevnice - ČÚZK

2.1.2 Vytvoření přehledu dostupnosti map 20. století

Tato kapitola je věnována hlavním informačním zdrojům, které byly použity při vypracování přehledu dostupnosti map 20. století. Mapy byly vyhledávány jednak v rámci celé ČR, následně pak pro katastrální území Jasenná. Vytvořený přehled byl zpracován pomocí tabulek (viz kapitola 3.11).

Přehled dostupnosti map byl zpracován hlavně z informací, které poskytuje na svých webových stránkách ČÚZK, kde je možné si zobrazit, jaké archiválie jsou k dispozici pro určité území. Dále pak k některým mapovým podkladům uvádí jejich základní charakteristiku. Také se zde nachází informace o vývoji katastru na území ČR.

Dalším informačním zdrojem byly stránky ÚAZK, který organizačně patří pod Zeměměřický úřad. Hlavním cílem ÚAZK je shromažďovat a zpřístupňovat výsledky geodetických a kartografických prací, které vznikly na území Čech, Moravy a Slezska. ÚAZK provozuje aplikaci *Vademecum ÚAZK*. *Vademecum* umožňuje strukturou archivu postupně procházet a získávat informace. Také lze mapy vyhledávat podle katastrálního území nebo podle signatury či inventárního čísla. Aplikace je prozatím pouze v testovacím provozu a informace jsou postupně doplňovány. Některé části již teď obsahují skeny archiválií a jejich popis. Vedle aplikace *Vademecum* provozuje archiv také aplikaci *Archivní mapy*, kde je možné určité archiválie procházet pomocí navigační mapy.

Pod záštitou ČÚZK dále funguje stahovací služba *Atom*. Na stránkách stahovací služby jsou dostupná data INSPIRE, potvrzené geometrické plány, Registr územní identifikace, adres a nemovitostí (RÚIAN) a současné katastrální mapy. Je zde katastrální

mapa ve formátech VFK, DGN, DXF a SHP. Stahovací služba Atom je také pouze v testovacím provozu. [3] [4] [5] [6]

2.2 Zpracování mapových podkladů

Zpracování mapových podkladů proběhlo v programu ArcMap (*podrobný popis zpracování viz kapitola č. 4*). Postup zpracování mapových podkladů se dá rozdělit do tří základních kroků:

- Georeferencování
- Vektorizace
- Kontrola topologie

2.2.1 Georeferencování

Jelikož byly použity různé mapové podklady s různými souřadnicovými systémy, bylo nutné nejprve provést tzv. georeferencování. Georeferencováním se rozumí umístění rastrových mapových podkladů do známého referenčního systému. Jako výstupní souřadnicový systém byl zvolen systém S-JTSK. Mapové podklady byly transformovány na současnou katastrální mapu, která je vyhotovena v S-JTSK. Pro georeferencování byly vybrány vhodné identické body. To jsou body, které jsou shodné na obou mapových podkladech (např. roh budovy, u které lze předpokládat, že nebyla přestavěna). Identické body jsou vybírány tak, aby pokud možno pokrývaly souměrně celé zájmové území.

Následně byla vhodně zvolena geometrická transformace. Jako nejvhodnější se ukázala být transformace afinní. Afinní transformaci reprezentují dva posuny, dva úhly otočení a dva měřítkové koeficienty vždy různé pro osu X a Y. Transformační rovnice mají dohromady 6 neznámých, je tedy zapotřebí minimálně 3 identické body, které nesmí ležet v jedné přímce. [7]

2.2.2 Vektorizace

Dále byly rastrové mapové podklady převedeny do vektorové podoby. Tento proces se nazývá vektorizace. Při vektorizaci je vytvářena digitální vektorová prezentace prostorových prvků. Jednotlivé prvky mohou být prezentovány pomocí bodů, linií a ploch (polygonů). Informace o jednotlivých prvcích jsou ukládány do atributové tabulky. Atributová tabulka je „*tabulka obsahující popisné atributy sady geografických*

objektů, zpravidla uspořádaná tak, že každý řádek reprezentuje objekt (vzhled jevu) a každý sloupec reprezentuje jeden atribut“. [8]

Pro ověření správnosti vektorizace byla provedena kontrola topologie, při níž bylo zjištěno, jestli se některé objekty nepřekrývají.

2.2.3 Analýza vývoje zástavby obce

Při analýze vývoje zástavby byly porovnány zvektorizované podoby budov převzaté z jednotlivých mapových podkladů. Byly provedeny dvě analýzy:

- Porovnání všech analyzovaných etap mezi roky 1840, 1877, 1939, 1975, 2018
- Změny zástavby z hlediska stavební konstrukce mezi roky 1840, 1877.

2.2.4 Tvorba mapových výstupů

Jako výstup práce byly vytvořeny dvě mapy, první z nich zobrazuje vývoj zástavby mezi jednotlivými časovými etapami. Mapový výstup obsahuje budovy všech vrstev podkladových map – císařské otisky, originální mapy, katastrální mapy evidenční, letecké měřické snímky, mapu katastru nemovitostí. Budovám z každé podkladové mapy byly nastaveny různé grafické podoby (*viz obrázek č. 23*), aby bylo na první pohled rozlišitelné, ze kterého mapového podkladu jsou budovy převzaté.

Druhá mapa zobrazuje změnu zástavby obce mezi císařskými otisky (1840) a originální mapou (1877). Tento mapový výstup ukazuje, které budovy byly zbourány nebo nově postaveny. Dále také zobrazuje změny konstrukce budov.

Grafická podoba výsledných map byla převzata z již vytvořených mapových výstupů projektu, neboť je žádoucí, aby všechny mapové výstupy měly jednotnou podobu.

2.3 Vytvoření digitálního modelu terénu

Dalším výstupem bakalářské práce je digitální model terénu (*tvorba DMT viz. kapitola č. 5*). DMT byl vytvořen v rozsahu katastrálního území obce Jasenná v programu ArcMap a jeho 3D vizualizace byla vyhotovena v ArcGIS Pro.

DMT je „*digitální reprezentace zemského povrchu v paměti počítače, složená z dat a interpolačního algoritmu, který umožňuje mj. odvozovat výšky mezilehlých bodů*“. [8]

Reprezentace povrchu byla provedena pomocí *Triangulated Irregular Network* (nepravidelná trojúhelníková síť). Tato metoda poskytuje plně definovaný a spojitý model terénu.

TIN je vektorová prezentace souvislého povrchu, je tvořena nepravidelnými trojúhelníky, které mají společnou nanejvýš jednu hranu. Trojúhelníková síť je vytvořena za použití triangulačních algoritmů. [9]

2.4 Použitý software

Pro zpracování bakalářské práce byly využity programy ArcMap verze 10.5.1 a ArcGIS Pro verze 2.2. Pro tvorbu webových aplikací byl použit nástroj ArcGIS Online. Tyto programy vytvořila firma *Esri*, která se zabývá vývojem softwaru určeného pro práci s GIS.

Program ArcMap slouží pro mapové úlohy včetně prostorové analýzy a editaci dat. Nachází se v něm mnoho nástrojů umožňujících zpracování dat a tvorbu nových výstupů.

ArcGIS Pro navíc umožňuje pracovat s několika mapami současně. V prostředí ArcGIS Pro je rovněž možné pracovat jak s 2D tak i s 3D daty. Také umožňuje vyhotovené mapy či vrstvy velice snadno sdílet nebo používat již sdílené vrstvy. [10]

ArcGIS Online je nástroj pro publikaci, prohlížení a sdílení dat. Umožňuje vytvářet interaktivní mapy a aplikace v prostředí internetu. Pro použití aplikace ArcGIS Online není nutná instalace, funguje formou služby v cloudu. Je možné publikovat data ve 2D i ve 3D. Nabízí snadnou tvorbu mapové aplikace, ať už za použití vlastních dat, či připojených pomocí webové služby. [10]

ArcMap byl získán pomocí fakultní licence. Ta umožňuje studentům a zaměstnancům program využívat. Pro práci s nástrojem ArcGIS Online je nutné založit si uživatelský účet. Pro založení účtu přicházely v úvahu dvě možnosti, založení soukromého účtu (pomocí soukromého emailu) či založení účtu prostřednictvím organizace (tedy prostřednictvím licencí ČVUT). Byla zvolena druhá možnost, protože díky tomuto účtu byla získána i licence k programu ArcGIS Pro. Také nástroje, které ArcGIS Online nabízí uživateli se soukromým účtem, jsou omezené.

3. Mapové podklady

V této kapitole jsou popsány mapové podklady využívané pro analýzu vývoje zástavby obce Jasenná:

- Císařské otisky
- Originální mapy
- Katastrální mapy evidenční
- Letecké měřické snímky
- Mapa katastru nemovitostí.

Dále jsou zde uvedeny mapy, pro které byl vyhotoven přehled dostupnosti:

- Katastrální mapy evidenční
- Mapy pozemkového katastru
- Mapy evidence nemovitostí
- Státní mapy 1 : 5 000
- Základní mapy velkého měřítka
- Technickohospodářské mapy
- Mapy katastru nemovitostí.

V předposlední kapitole je uveden popis dat *ZABAGED – výškopis 3D vrstevnice*, které byly použity pro tvorbu DMT. Poslední kapitola je věnována přehledu dostupnosti map 20. století.

3.1 Stabilní katastr

František I. potřeboval zvýšit krytí státních výdajů. Uvědomoval si nedokonalé funkce systému výběru pozemkových daní. Požádal tedy dvorní radu, aby podala návrh úpravy pozemkové daně. Tento návrh se po detailnějším rozpracování a úpravách stal podkladem pro vydání *císařského patentu o pozemkové dani ze dne 23. 12. 1817*.

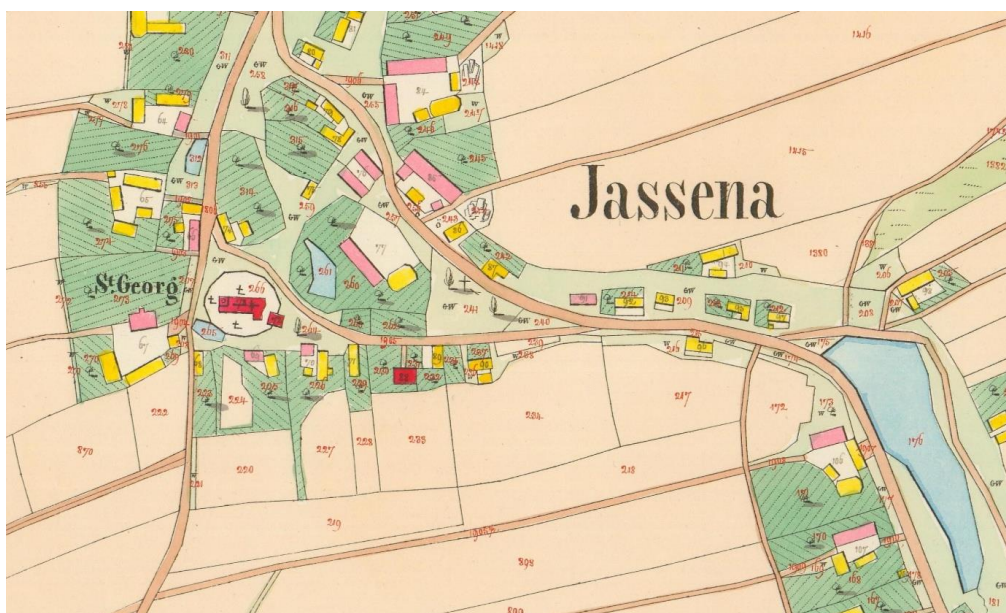
Patent nařizoval, že nově vytvořený katastr (tzv. *stabilní katastr*) bude obsahovat všechny pozemky. Pozemky budou geometricky zaměřeny, zobrazeny, sepsány a popsány. Dále budou rozlišeny podle druhu a využívání. Bude provedeno rozřídění pozemků do jakostních tříd, podle kterých bude stanoven výnos z pozemků, který bude sloužit jako základ stanovení výše pozemkové daně. [11]

Pro mapy stabilního katastru bylo použito Cassiniho zobrazení, které je charakterizováno jako transversální válcové zobrazení ekvidistantní v kartografických polednicích. To upravil Soldner pro potřeby monarchie. Kvůli snížení vlivu zkreslení bylo nutné rozdělit území do několika pásů, z nich každý tvořil samostatný souřadnicový systém, vztážený k vlastnímu počátku. Na území České republiky připadly dva pásy s počátky v trigonometrických bodech Gusterberg (pro Čechy) a sv. Štěpán (pro Moravu). [11] [12]

3.1.1 Císařské povinné otisky

Císařské povinné otisky jsou barevné kopie map stabilního katastru vzniklé v letech 1826-1843. Tyto mapy byly uloženy v Centrálním archivu pozemkového katastru ve Vídni. Po rozpadu Rakousko-Uherské monarchie byly otisky, které obsahovaly území tehdejších českých zemí, předány do Prahy. V současnosti jsou uloženy v Ústředním archivu zeměměřictví a katastru. Císařské otisky zachycují původní stav krajiny bez dodatečného zákresu.

Jedná se o mapy v měřítku 1 : 2 880. Výdejním formátem map je JPG. Císařské otisky pro obec Jasenná jsou datovány k roku 1840. Katastrální území Jasenná je vyobrazeno na sedmi mapových listech. Použity byly pouze tři mapové listy, na kterých se nachází zastavěná část obce. [11] [12]

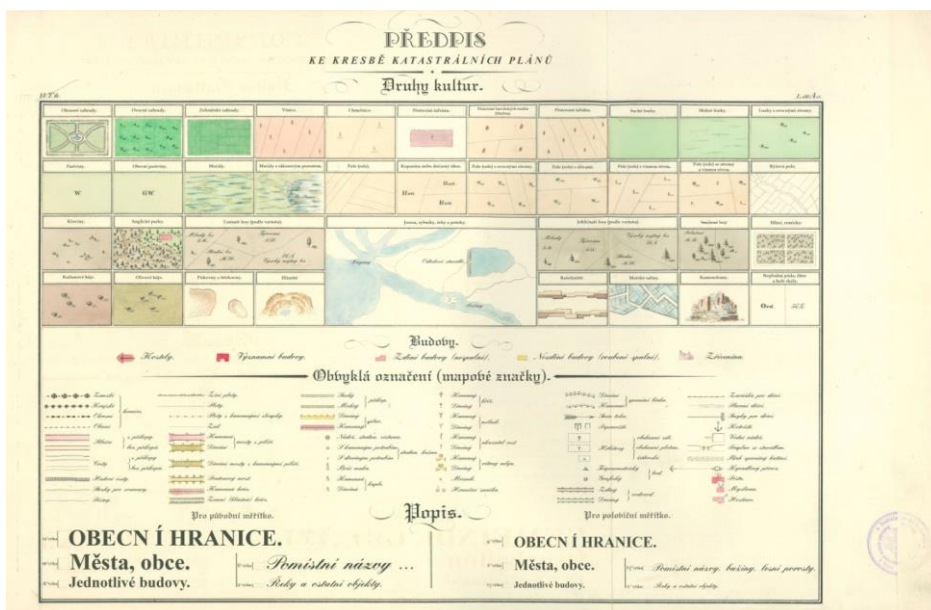


Obr. 3: Ukázka mapy - Císařský otisk, Zdroj: ÚAZK

Různé barvy na mapách jsou využity k rozlišení využití jednotlivých pozemků. Výběr barev je stejný na všech mapách stabilního katastru. S ohledem na zadání práce, zde budou uvedeny pouze barvy vyznačující budovy, vodstvo, komunikace a hranice pozemků. Mapy také obsahují jednotlivé mapové značky. Černou barvou jsou vyobrazeny administrativní hranice, hranice nemovitostí, hranice pozemků, názvy obcí, pomístní názvy, parcelní čísla stavebních parcel a mnoho dalších objektů. Parcelní čísla nestavebních objektů jsou vyznačena červeně. [4] [10] [11]

Další použité barvy a jejich význam:

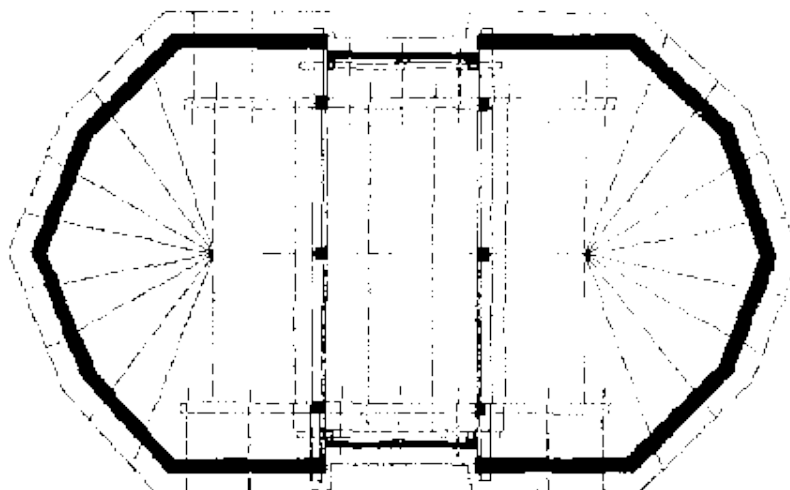
- Červená barva – významné budovy
- Růžová barva – budovy zděné
- Žlutá barva – budovy dřevěné
- Modrá barva – jezera, rybníky, řeky, potoky
- Tmavě hnědá barva – cesty.



Obr. 4: Císařský otisk-legenda, Zdroj: ČÚZK

Kromě tvarově typických budov se v mapě, která zachycuje katastrální území Jasenná, vyskytují budovy s oválným půdorysem. Po konzultaci s pracovníky z Ústavu dějin umění bylo zjištěno, že to jsou tzv. *polygonální stodoly*. Půdorys stodoly je zachycen na obrázku. Tyto stavby se dříve hojně vyskytovaly zejména na Českomoravské vrchovině. [13]

(kresba Sv. Voděra)



www.lidova-architektura.cz

Obr. 5: Půdorys polygonální stodoly, Zdroj: <http://www.lidova-architektura.cz/>

Tyto stodoly měly typicky vysoký krov krytý doškami a nízké obvodové stěny.

(kresba Sv. Voděra)



www.lidova-architektura.cz

Obr. 6: Polygonální stodola, Zdroj: <http://www.lidova-architektura.cz/>

3.1.2 Originální mapy

Originální mapy jsou přímým výsledkem měřických prací při založení stabilního katastru. Byly ručně vykreslené a vybarvené, po jejich dokončení byla vytvořena kopie tzv. *Císařský povinný otisk*. Originální mapy byly používány jako evidenční mapy a byly do nich červeně dokreslovány změny. Originální mapa pro katastrální území Jasenná byla vytvořena roku 1840 a poslední reambulace byla provedena v roce 1877. [11] [12]



Obr. 7: Ukázka mapy – Originální mapa, Zdroj: ÚAZK

3.1.3 Katastrální mapy evidenční

Postupem času stabilní katastr nebyl schopen dostatečně rychle reagovat na změny držby a vlastnictví nemovitostí, takže již nevystihoval skutečný stav. Tato skutečnost byla napravena *Zákonem o evidenci katastru daně pozemkové* ze dne 23. 5. 1883. Zákon měl udržovat celý operát stabilního katastru v souladu se skutečností.

Držitelé pozemků měli za povinnost oznámit veškeré změny danému úředníkovi. Tento úředník musel provést jednou za 3 roky úplnou revizi katastru v přiděleném obvodu. Změny nových skutečností byly v mapě nakresleny červenou barvou. Souřadnicový systém je shodný jako u povinných císařských otisků. [11] [12]



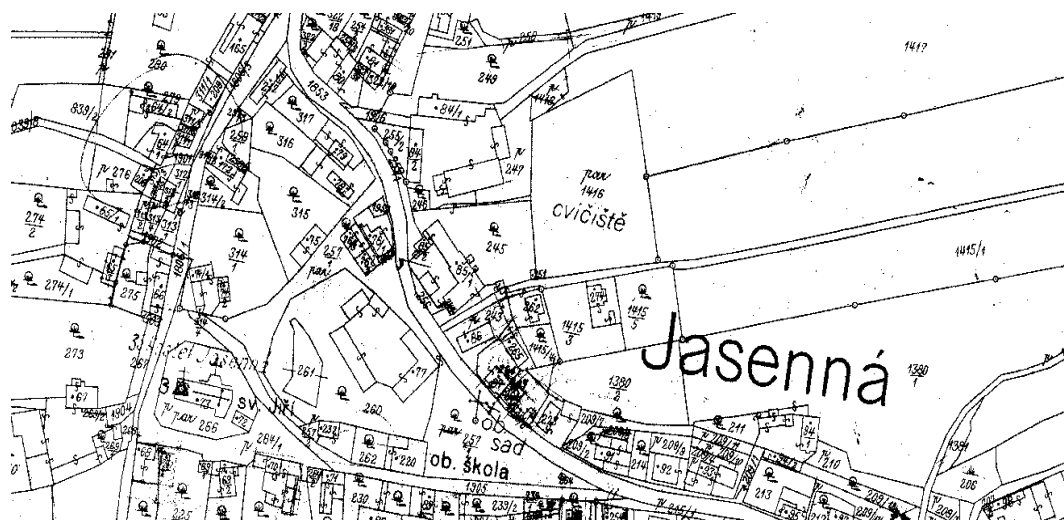
Obr. 8: Ukázka mapy – Katastrální mapa evidenční, Zdroj: ÚAZK

3.2 Mapy pozemkového katastru

Od roku 1928 nabyl účinnost *zákon č. 177/27 Sb. o pozemkovém katastru a jeho vedení (katastrální zákon)*. Pozemkový katastr převzal všechny platný operát stabilního katastru. Byl definován jako geometrické zobrazení, soupis a popis veškerých pozemků v ČSR. Měl se stát katastrem víceúčelovým. Kromě klasických potřeb, jako je například podklad pro vyměřování daní, měl dále sloužit i jako pomůcka pro kartografické a výškové práce, pro technické plánování, pro statické a hospodářské účely a pro ochranu nemovitých památek a mnoho dalšího.

Pro mapové listy pozemkového katastru byla použita měřítko 1 : 2 000, 1 : 1 000 a 1 : 500. Nově byl využit souřadnicový systém *Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK)*, který navrhnul Ing. Křovák. Bylo použito Křovákovo dvojité konformní kuželové zobrazení v obecné poloze. Zobrazovací soustava je řešena tak, aby bylo na území tehdejšího ČSR co nejmenší délkové zkreslení.

Pro každou parcelu byl nově zapsán majitel, výměra, kultura, jakostní třída a také katastrální výtěžek. Pozemkový katastr byl udržován v souladu s reálným stavem. Fungoval bezproblémově až do 2. světové války. Během níž nebyla prováděna dostatečná údržba. [11] [12]



Obr. 9: Ukázka mapy – Mapy pozemkového katastru, Zdroj: ČÚZK

3.3 Jednotná evidence půdy

Po válce pokračovala stagnace prací pro vedení katastru. Státní správa však chtěla mít přehled o skutečném užívání pozemků, tudíž bylo vydáno *vládní usnesení č. 192* ze dne 25. 1. 1956, které ukládalo založení *Jednotné evidence půdy*. Přednostně byly evidovány užívací vztahy k pozemkům. Usnesení vlády ze dne 28. 11. 1956 uložilo založit JEP dvojím způsobem:

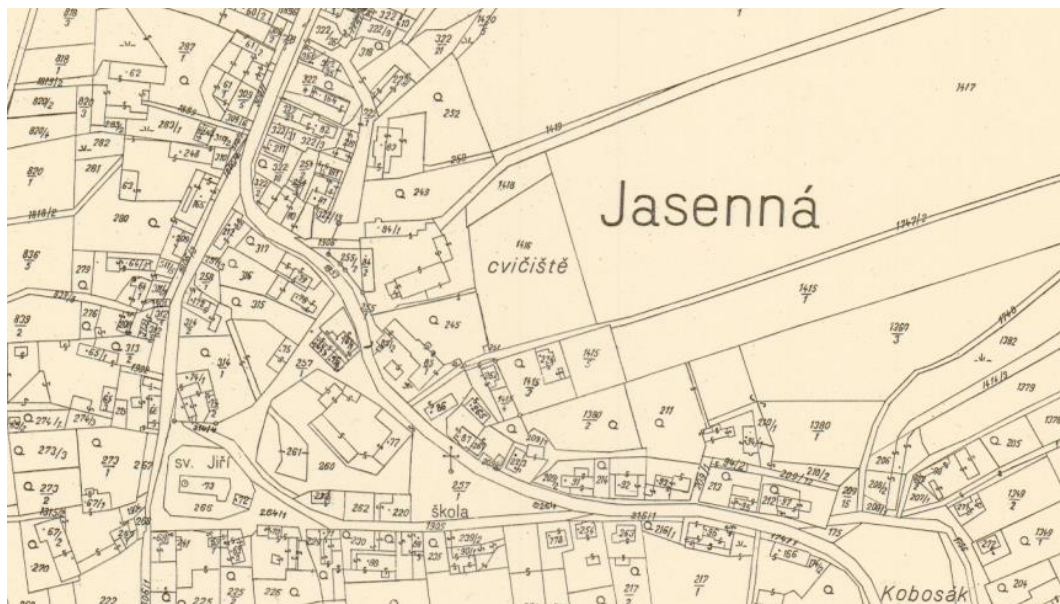
- metoda založená na šetření a měření všech pozemků (obce s převažující socializací půdy)
- metoda přebírající údaje z předchozích akcí.

Do roku 1960 měla být JEP nahrazena úplnými operáty. JEP vytvořila jednotný operát postavený na technických podkladech pozemkového katastru. [11]

3.4 Mapy evidence nemovitostí

Dne 1. 4. 1964 nabyl účinnosti *zákon č. 22/1964 Sb. O evidenci nemovitostí*. EN zachycuje skutečné užívací vztahy k půdě, vlastnické vztahy k nemovitostem a převzala měřický operát JEP. Mapy EN vznikaly buď na základě map JEP nebo z výsledků technickohospodářského mapování (1961-1981) nebo ze Základních map velkého měřítka (*viz další kapitoly*).

Na rozdíl od dřívějších katastrálních map, nejsou mapy EN vyhotoveny jako ostrovní, kde zákres končí na hranici katastrálního území, ale obsah pokrývá celý mapový list. [4] [11]



Obr. 10: Ukázka mapy – Mapa Evidence nemovitostí, Zdroj: ÚAZK

3.5 Státní mapy 1 : 5 000

V této kapitole jsou popsány Státní mapa 1: 5 000 – hospodářská a Státní mapa 1 : 5 000 – odvozená.

3.5.1 Státní mapa 1 : 5 000 - hospodářská

Existuje hned několik státních map velkých měřítek vzniklých v ČR ve 20. století. Již v roce 1946 bylo přistoupeno k tvorbě *Státní mapy 1 : 5 000 – hospodářské*, která vznikala novým mapováním. Jako souřadnicový systém byl použit S-JTSK. Obsahem mapy byl polohopis, výškopis a popis. Vzhledem k pomalému postupu prací bylo v roce 1950 přistoupeno k vyhotovení *Státní mapy 1 : 5 000 – odvozené*. [11]

3.5.2 Státní mapa 1 : 5 000 - odvozená

Mapa vznikla přepracováním dostupných mapových podkladů. Souvisle pokrývá celé území ČR. Je určena pro potřeby plánování a výstavby. Sloužila jako podklad pro tvorbu a obnovu všech map velkých měřítek. Pro tuto mapu bylo použito Křovákovo

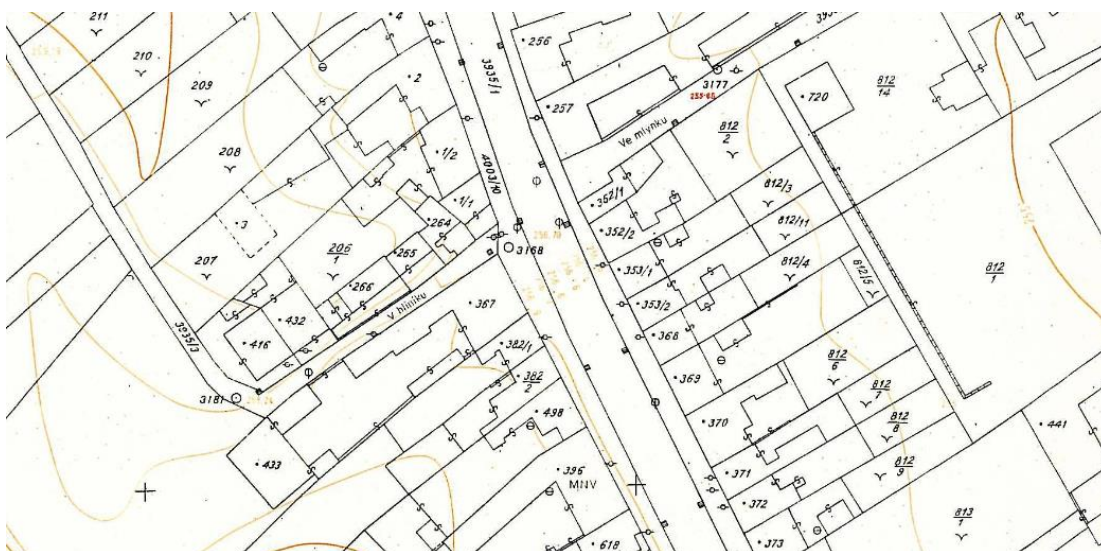
zobrazení. Obsahem stejně jako u Státní mapy 1 : 5 000 – hospodářské je polohopis, výškopis a popis. [11]



Obr. 11: Ukázka mapy – SM5-O, Zdroj: ÚAZK

3.6 Technickohospodářské mapy

Tato kapitola je věnována technickohospodářským mapám, tyto mapy byly vytvářeny v letech 1961-1981.



Obr. 12: Ukázka mapy – THM, Zdroj: ÚAZK

3.6.1 Technickohospodářské mapy 1961-1969

Vládním usnesením č. 43 ze dne 17. ledna 1962 pod názvem „*Návrh usnesení vlády o technickohospodářském mapování pro potřeby národního hospodářství*“ začala tvorba

THM. Principy tvorby, obsah map, měřické metody a další technické podmínky byly stanoveny předpisem „Instrukce pro technickohospodářské mapování v měřítkách 1 : 1 000, 1 : 2 000 a 1 : 5 000“. Tyto mapy byly pořizovány pro technickohospodářské účely. Na rozdíl od katastrálních map obsahují i výškopis.

Jako kartografické zobrazení bylo použito Gauss-Krügerovo konformní zobrazení poledníkových pásů elipsoidu. Souřadnicový systém map je S-42. [11]

3.6.2 Technickohospodářské mapy 1969-1981

Během šedesátých let došlo ke změně technologického procesu tvorby THM, se změnou procesu byla změněna i základní charakteristika map. Byl vydán nový předpis č. S-4/7–1969 nazvaný „Směrnice pro technickohospodářské mapování“. Byl změněn souřadnicový systém, místo S-42 byl použit systém S-JTSK. [11]

3.7 Základní mapy velkého měřítka

Po ukončení tvorby map THM, následovala na základě „Směrnice pro tvorbu Základní mapy ČSSR velkého měřítka - 984210 S/81“ tvorba státních mapových děl měřítek 1 : 1 000 až 1 : 5 000. Do roku 1992 se vyhotovilo přibližně 16 % území ČR. Tato mapa se stala především technickým podkladem měřického operátu EN. Jako souřadnicový systém byl použit S-JTSK. [11]

3.8 Mapa katastru nemovitostí

Po roce 1989 dochází ke změnám společensko-politických podmínek, které zapříčinily změny ve vedení katastrálního operátu. Od 1. 1. 1993 nabyly účinnosti právní předpisy:

- zákon č. 264/1992 Sb., kterým se mění občanský zákoník a některé další zákony,
- zákon č. 265/1992 Sb., o zápisech vlastnických a jiných věcných práv k nemovitostem,
- zákon 344/1992 Sb., o katastru nemovitostí České republiky (katastrální zákon),
- zákon 359/1992 Sb., o zeměměřických a katastrálních orgánech.

Katastr nemovitostí České republiky spojuje funkce bývalé pozemkové knihy a bývalého pozemkového katastru.

Katastrální operát je tvořen třemi částmi:

- soubor geodetických informací (SGI)
- soubor popisných informací (SPI)
- souhrnné přehledy o půdním fondu, dokumentace výsledků šetření a měření, sbírka listin

V současné době je katastrální mapa vedena v elektronické podobě. Digitalizace byla dokončena k datu 31. 12. 2017, kdy bylo vyhotoveno 99,0 % území ČR. Ve zbylých katastrálních územích aktuálně probíhají nebo jsou zahajovány pozemkové úpravy nebo nové mapování. Digitální mapa se vydává v měřítku 1 : 1 000 a v souřadnicovém systému S-JTSK. Katastrální mapa obsahuje polohopis, popis a body polohových bodových polí.

[4] [10] [11]



Obr. 13: Ukázka mapy – Katastrální mapa, Zdroj: ÚAZK

3.9 Letecké měřické snímky, ortofoto

Kapitola pojednává o leteckých měřických snímcích a ortofotu.

3.9.1 Letecké měřické snímky

Letecký měřický snímek je „snímek vyhotovený z letadla nebo jiného letadlového nosiče (bezpilotního, vrtulníku, letadlového modelu) měřickou kamerou“. [8] LMS jsou pořízené centrální projekcí. Centrální projekce je „kartografické zobrazení vznikající středovým promítáním bodů z kulové referenční plochy na zobrazovací rovinu“. [8] Snímky tedy nelze použít k přímému měření polohových vztahů mezi objekty. [4]

Do roku 1989 vznikaly letecké snímky hlavně ve vojenském sektoru, neboť snímkování z letadel a balonů bylo zakázáno. Letecké snímky byly tedy klasifikovány jako přísně tajné. Po roce 1989 došlo k uvolnění a letecké snímky začaly pořizovat i privátní firmy. Nejrozsáhlejší archív vlastní Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad v Dobrušce, kde jsou uloženy snímky vzniklé už v roce 1927. V poválečných letech bylo již snímkování prováděno v pravidelných intervalech. [14]



Obr. 14: Letecký měřický snímek 1975 -Jasenná, Zdroj: VGHMÚř

3.9.2 Ortofoto České Republiky

Ortofoto je „georeferencované ortofotografické zobrazení zemského povrchu“. [4] Ortofoto vytváří fotografický obraz zemského povrchu překreslený tak, aby byly odstraněny posuny obrazu vznikající při pořízení leteckého měřického snímku. Ortofota jsou zdánlivě bežešvá a barevně vyrovnaná.

Od roku 2003 je tvorba ortofota ČR zajišťována Zeměměřickým úřadem ve spolupráci s VGHMÚř. Od roku 2012 probíhá letecké měřické snímkování ČR a tvorba Ortofota ČR ve dvou leté periodě. Ortofota ČR je od roku 2016 vytvářeno s velikostí pixelu 0,20 m. [4]



Obr. 15: Ortofoto ČR-Jasenná, Zdroj: ČÚZK

3.10 ZABAGED – výškopis 3D vrstevnice

Základní báze geografických dat České republiky (*ZABAGED*) je digitální geografický model území České republiky, který je spravován Zeměměřickým úřadem. *ZABAGED* má dvě části polohopisnou a výškopisnou. Výškopisná část obsahuje trojrozměrně vedené prvky terénního reliéfu a je reprezentovaná prostorovými 3D soubory vrstevnic, výškopisnými body terénu a povrchu. ČÚZK nabízí několik výškových datových sad:

- *ZABAGED* – výškopis 3D vrstevnice,
- *ZABAGED* – výškopis grid 10 x 10 m,
- Digitální model reliéfu České Republiky 4. Generace (DMR 4G),
- Digitální model reliéfu České Republiky 5. Generace (DMR 5G),
- Digitální model povrchu České Republiky 1. Generace (DMP 1G),
- Datová sada INSPIRE – Nadmořská výška.

V bakalářské práci byla využita data *ZABAGED* – *Výškopis 3D vrstevnice*. Data obsahují tři typy objektů vrstevnic se základním intervalem 5, 2 nebo 1 m v závislosti na charakteru terénu. Dále obsahuje klasifikované hrany a body, které byly vyhodnoceny

stereofotogrammetrickou metodou. Střední chyba výšky je 0,7-1,5 m v odkrytém a v zalesněném terénu je to 2-5 m. [4] [15]

3.11 Dostupnost mapových podkladů 20. století

Přehled dostupnosti byl zpracován pomocí níže uvedených tabulek. V tabulce č. 1 jsou ve druhém sloupci uvedeny roky, ve kterých byly dané mapy vytvářeny. V dalších sloupcích je zachyceno, jestli je možnost na stránkách ČÚZK mapy zobrazit (sloupec *nahlédnutí*), zda je na nich uvedena charakteristika map (sloupec *popis*) a jestli je zde možnost mapy zakoupit (sloupec *objednání*). Druhá tabulka obsahuje stejné informace s tím rozdílem, že poskytuje přehled o webové aplikaci Vademecum (ÚAZK).

Tab. 1: Přehled dostupnosti mapových podkladů – ČÚZK, Zdroj: ČÚZK

| Mapové podklady | Datace | ČÚZK | | |
|----------------------------------|-------------------|------------|--------------|-------|
| | | nahlédnutí | objednání | popis |
| Katastrální mapy evidenční | 1883-1927 | Ne | Ano | Ano |
| Mapy pozemkového katastru | 1928-1956 | Ne | nutná žádost | Ano |
| Státní mapa 1 : 5 000 - odvozená | 1946-2002 | Ano | Ano | Ano |
| Mapy jednotná evidence půdy | 1956-1964 | Ne | Ne | Ano |
| Mapy evidence nemovitostí | 1964-1993 | Ne | Ano | Ano |
| Základní mapy velkého měřítka | 1981-1992 | Ne | Ne | Ne |
| Technickohospodářské mapy | 1961-1981 | Ne | Ne | Ne |
| Mapy katastru nemovitostí | 1993 – současnost | Ano | Ano | Ano |

Tab. 2: Přehled dostupnosti mapových podkladů – Vademecum, Zdroj: Vademecum ÚAZK

| Mapové podklady | Datace | ÚAZK – Vademecum | | |
|----------------------------------|-------------------|------------------|-----------|-------|
| | | nahlédnutí | objednání | popis |
| Katastrální mapy evidenční | 1883-1927 | Ne | Ano | Ano |
| Mapy pozemkového katastru | 1928-1956 | Ne | Ne | Ano |
| Státní mapa 1 : 5 000 - odvozená | 1946-2002 | některé | Ano | Ano |
| Mapy jednotná evidence půdy | 1956-1964 | Ne | Ne | Ne |
| Mapy evidence nemovitostí | 1964-1993 | Ano | Ano | Ne |
| Základní mapy velkého měřítka | 1981-1992 | Ne | Ne | Ne |
| Technickohospodářské mapy | 1961-1981 | Ne | Ano | Ne |
| Mapy katastru nemovitostí | 1993 – současnost | Ne | Ne | Ne |

Mapy pozemkového katastru jsou uloženy na jednotlivých katastrálních pracovištích. K získání map pozemkového katastru je nutno podat speciální žádost na ČÚZK.

V tabulce č. 3 jsou uvedeny pouze mapové podklady, ke kterým byly nalezeny informace. Je zde uveden formát, ve kterém jsou mapové podklady vydávány (sloupec *Výdejní formát*), v jakém souřadnicovém systému jsou mapy vyhotoveny (sloupec *Souřadnicový systém*) a jejich měřítko (sloupec *Měřítko*).

Tab. 3: Základní informace k získaným mapám, Zdroj: ČÚZK, Vademecum ÚAZK

| Mapové podklady | Výdejní formát | Souřadnicový systém | Měřítko |
|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------|
| Katastrální mapy evidenční | JPG | Gusterberg (Čechy), Svatý Štěpán (Morava a Slezsko) | 1 : 2 880 |
| Mapy pozemkového katastru | CIT | S-JTSK | různé |
| Mapy evidence nemovitostí | JPG | Gusterberg (Čechy), Svatý Štěpán (Morava a Slezsko) | 1 : 2 880 |
| Státní mapa 1 : 5 000 - odvozená | JPG | S-JTSK | 1 : 5 000 |
| Technickohospodářské mapy | nenalezeno | S-42, S-JTSK | 1 : 2 000 1 : 1 000 |
| Mapy katastru nemovitostí | SHP, DGN, DXF, VFK, VKM | S-JTSK | 1 : 1 000 |

V tabulce č. 4 jsou uvedeny informace týkající se mapových podkladů, které byly k dispozici pro tvorbu mapových výstupů bakalářské práce. Tyto mapové podklady obsahují buď část katastrálního území obce Jasenná nebo celé katastrální území. V tabulce je uvedena *datace* mapových podkladů a zda byly nebo nebyly použity pro práci (*sloupec Použity*). V posledním sloupci je uveden *počet mapových listů (snímků)*, dostupných pro vyhotovení práce.

Tab. 4: Mapové podklady Jasenná, Zdroj: ČÚZK, Vademecum ÚAZK

| Mapové podklady – Jasenná | Datace | Použity | Počet mapových listů (snímků) |
|----------------------------------|-----------|---------|-------------------------------|
| Císařské otisky | 1840 | Ano | 3 |
| Originální mapy | 1840-1877 | Ano | 3 |
| Katastrální mapy evidenční | 1902-1939 | Ano | 3 |
| Mapa pozemkového katastru | 1939-1955 | Ne | 1 |
| Mapa evidence nemovitostí | 1963-1967 | Ne | 1 |
| Státní mapa 1 : 5 000 - odvozená | 1953-2001 | Ne | 2 |
| Letecké měřické snímky | 1975 | Ano | 2 |
| Ortofoto | 2016 | Ano | 2 |
| Katastr nemovitostí | 2018 | Ano | 1 |

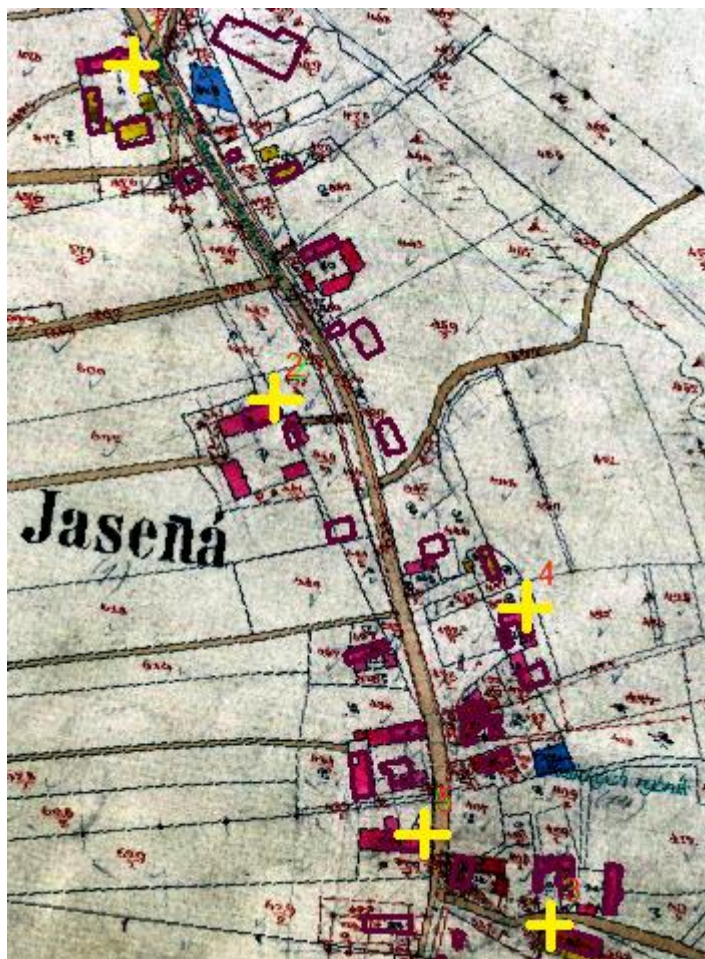
Mapa pozemkového katastru nebyla použita, místo ní byly využity LMS, které mají vhodnější rok vyhotovení. Dalším důvodem je, že do map pozemkového katastru byly dokreslovány změny, které nebyly zaznamenány jinou barvou, jako v případě map stabilního katastru, což činí mapy nepřehlednými. Mapy evidence nemovitostí nebylo možné využít, neboť pro katastrální území Jasenná je k dispozici pouze jeden mapový list, který nezachycuje celou obec. Mapa SMO-5 má nevyhovující měřítko, její měřítko je menší než u ostatních využitých mapových podkladů.

4. Zpracování mapových pokladů

V této kapitole je popsáno zpracování mapových podkladů, které probíhalo v programu ArcMap.

4.1 Georeferencování v programu ArcMap

Pro georeferencování byl použit nástroj *Georeferencing*. Byla zapnuta funkce *Auto Adjust*, která upravuje pozici georeferencovaných dat při každém přidání identického bodu. Po zapnutí tohoto nástroje, byly vybrány vhodné identické body pomocí ikony *Add Control Points*. Nejprve bylo nutné bod označit na mapovém podkladu, který je georeferencován, a potom na katastrální mapě. Stejným způsobem byly umístěny i ostatní identické body.



Obr. 16: Georeferencování – identické body

Po umístění identických bodů byla zobrazena tabulka pomocí ikony s názvem *View Link Table*, kde lze zvolit transformaci. Také v ní lze editovat identické body. Dále je

v tabulce zobrazena celková střední kvadratická chyba *Total RMS Error* a také odchylky pro jednotlivé souřadnice identických bodů. Po dokončení výběru bodů bylo třeba georeferencování uložit, a to pomocí příkazu *Update Georeferencing*.

| Link | X Source | Y Source | X Map | Y Map | Residual_x | Residual_y | Residual | |
|-------------------------------------|----------|-------------|--------------|----------------|--------------|------------|------------|----------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1 | 3832,810879 | -5480,647807 | -628463,530000 | -1031839,100 | -0,700826 | -0,682617 | 0,978326 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2 | 5345,677973 | -5464,542040 | -628090,370000 | -1031893,000 | 3,58419 | 2,45158 | 4,34242 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3 | 3881,745355 | -4130,134663 | -628394,020000 | -1031514,750 | 2,90644 | -0,356207 | 2,92819 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4 | 4411,170234 | -3354,521420 | -628240,180000 | -1031349,620 | -3,12352 | -1,12841 | 3,3211 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 5 | 5400,455120 | -1133,741831 | -627907,710000 | -1030852,300 | -0,229421 | -0,0344853 | 0,231999 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 6 | 4777,750000 | -1893,773661 | -628086,870000 | -1031009,240 | 2,56197 | 1,41028 | 2,92448 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 7 | 5034,718474 | -2431,795167 | -628050,430000 | -1031152,370 | -2,03448 | -1,50128 | 2,52843 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 8 | 3930,651682 | -4602,821990 | -628404,820000 | -1031628,950 | -0,89979 | 1,51302 | 1,76036 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 9 | 5424,467464 | -6187,136562 | -628105,730000 | -1032074,720 | -2,06456 | -1,67187 | 2,65661 |

Obr. 17: Georeferencování – Tabulka identických bodů

Zvolit vhodné rozmístění identických bodů na mapových podkladech pro obci Jasennou bylo obtížné, neboť budovy v obci (vhodné identické body) se nenacházejí rovnoměrně po celém mapovém listu.

4.1.1 Přesnost georeferencování

V následujících tabulkách jsou uvedeny celkové střední kvadratické chyby pro jednotlivé mapové listy.

Tab. 5: Přesnost georeferencování – Císařské otisky

| číslo mapového listu | počet identických bodů | Total RMS Error |
|----------------------|------------------------|-----------------|
| 1 | 7 | 2,97 |
| 3 | 8 | 3,40 |
| 6 | 9 | 4,02 |

Tab. 6: Přesnost georeferencování – Originální mapy

| číslo mapového listu | počet identických bodů | Total RMS Error |
|----------------------|------------------------|-----------------|
| 1 | 4 | 1,84 |
| 3 | 7 | 4,25 |
| 6 | 6 | 6,89 |

Tab. 7: Přesnost georeferencování – Katastrální mapa evidenční

| číslo mapového listru | počet identických bodů | Total RMS Error |
|-----------------------|------------------------|-----------------|
| 1 | 5 | 1,21 |
| 3 | 9 | 2,68 |
| 6 | 5 | 0,90 |

Tab. 8 : Přesnost georeferencování – LMS

| číslo snímku | počet identických bodů | Total RMS Error |
|--------------|------------------------|-----------------|
| 1975_24398 | 8 | 5,53 |
| 1975_24389 | 5 | 2,50 |

4.2 Vektorizace v programu ArcMap

Nejprve byla vytvořena geodatabáze (*File Geodatabase*) a datová sada (*Feature Dataset*). Následně byly vytvořeny třídy prvků (*Feature Class*). Z velké části byly použity prvky, které obsahují polygony (budovy). Byly však použity i třídy prvků, které obsahují body (sakrační památky). Při zakládání byl vybrán souřadnicový systém S-JTSK a přesnost byla ponechána výchozí, což je 0,001 m.

Při vektorizaci byla upravena atributová tabulka tříd prvků, které obsahují budovy. Ke sloupcům, které program ArcMap vygeneruje automaticky:

- *OBJECTID* – obsahuje identifikátor prvku,
- *Shape* - obsahuje informace o geometrii prvku,
- *Shape Length* – obvod prvku,
- *Shape Area* – obsah prvku,

byly přidány další sloupce:

- *Druh* – budova dřevěná nebo zděná
- *Kategorie* – stavby
- *Rok* – datování mapy
- *Poznámka*.

| OBJECTID * | Shape * | Druh | kategorie | rok | Poznámka | Shape Length | Shape Area |
|------------|---------|----------------|-----------|------|----------|--------------|------------|
| 1 | Polygon | budova_zdena | stavby | 1840 | | 62,744345 | 201,6202 |
| 2 | Polygon | budova_drevena | stavby | 1840 | | 46,063438 | 100,65845 |
| 3 | Polygon | budova_drevena | stavby | 1840 | | 63,472599 | 169,4746 |
| 4 | Polygon | budova_zdena | stavby | 1840 | | 57,653095 | 135,24985 |
| 5 | Polygon | budova_drevena | stavby | 1840 | | 46,064846 | 97,21985 |
| 6 | Polygon | budova_zdena | stavby | 1840 | | 53,571793 | 131,12085 |
| 7 | Polygon | budova_drevena | stavby | 1840 | | 50,6038 | 116,17615 |
| 8 | Polygon | budova_zdena | stavby | 1840 | | 37,399316 | 76,2168 |
| 9 | Polygon | budova_drevena | stavby | 1840 | | 78,240348 | 287,1208 |
| 10 | Polygon | budova_drevena | stavby | 1840 | | 48,258051 | 111,6249 |
| 11 | Polygon | budova_drevena | stavby | 1840 | | 67,517861 | 181,1298 |
| 12 | Polygon | budova_zdena | stavby | 1840 | | 38,962383 | 89,30675 |

Obr. 18: Ukázka atributové tabulky

Aby bylo možné vektorizovat, je nutné zapnout funkci *Editor*. Dále byla provedena ruční vektorizace mapových podkladů. Při vektorizaci byla zohledňována současná katastrální mapa. Pokud alespoň přibližně budova svým tvarem, rozměrem a umístěním odpovídala současné katastrální mapě, byla na ní dochycena.

Při vektorizaci map, ze kterých je možno vyčíst, zda budova je dřevěná nebo zděná, byla tato informace uložena do atributové tabulky. Hodnoty, které jsou pro všechny záznamy v atributové tabulce stejné (např. rok), byly vloženy pomocí funkce *Field Calculator*.

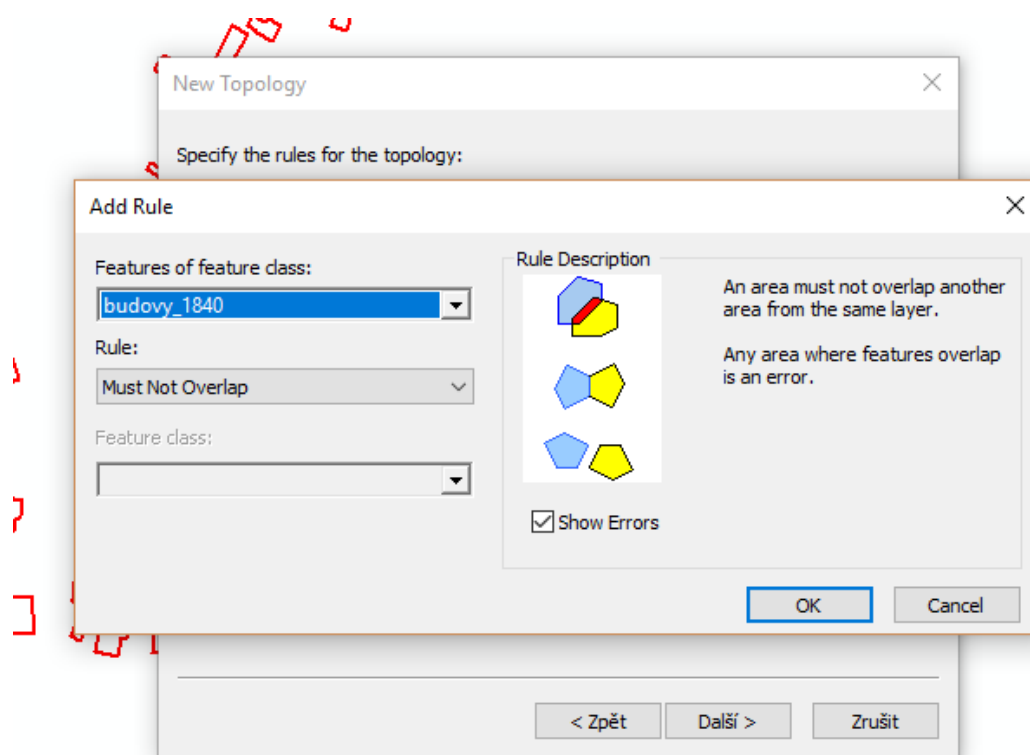
Vektorizace postupovala od nejstaršího mapového podkladu (císařské otisky) k nejnovějšímu (současná katastrální mapa). Když byla dokončena vektorizace císařských otisků, byla data z této vrstvy vyexportována a použita jako výchozí pro vektorizaci dalšího mapového podkladu. Tímto způsobem byl celý proces značně urychlen.

Použitým postupem se předešlo chybám ve vektorizaci. Budovy z různých mapových podkladů se mohou tvarově a polohově mírně lišit. Tato chyba je zapříčiněná nepřesností map, dále i nepřesností, které vznikly při georeferencování. Proto je vektorizace provedena s ohledem na současnou katastrální mapu, která je brána jako nejpřesnější podklad.

Dále byla provedena vektorizace vodstva a silnic. Tyto prvky byly překresleny z nejstaršího mapového podkladu (císařské otisky). Do mapy byly zaneseny drobné sakrální památky.

4.3 Kontrola topologie

Po dokončení vektorizace byla provedena kontrola topologie prostorových dat. Nad dříve vytvořenou datovou sadou prvků bylo zvoleno *New a Topology*, dále byla vybrána vrstva, na které bude provedena kontrola. Bylo vybráno pravidlo *Must not overlap*. Toto pravidlo zajišťuje, že v kresbě nedochází k překrývání dvou a více polygonů. Takto nalezené chyby byly pomocí funkce *Editor* opraveny. Kontrola topologie byla provedena nad všemi třídami prvků, které obsahují polygony. Program ArcMap také automaticky přidává pravidlo *Must be Larger Than Cluster Tolerance*, které dohlíží, aby nedošlo ke zkroucení prvku během provádění validace. Po provedení kontroly topologie byly všechny třídy prvků exportovány do souboru SHP. [16]



Obr. 19: Ukázka kontroly topologie

4.4 Analýza vývoje zástavby obce

Po převedení mapových podkladů do vektorové podoby byla provedena mapová analýza, která má dva hlavní výstupy:

- Porovnání všech analyzovaných etap mezi roky 1840, 1877, 1939, 1975, 2018
- Změny zástavby z hlediska stavební konstrukce mezi roky 1840, 1877

4.4.1 Porovnání všech analyzovaných časových etap

Mapový výstup vycházející z této analýzy obsahuje zástavbu všech vrstev podkladových map – císařské otisky, originální mapy, katastrální mapy evidenční, letecké měřické snímky, mapa katastru nemovitostí. Z císařských otisků (1840) bylo dále převzato vodstvo a komunikace. Ze současné katastrální mapy byla převzata čísla popisná/evidenční, parcely katastru nemovitostí a hranice katastrálního území. Tyto shapefile byly staženy z webové stránky *Atom*.

Tab. 9: Převzaté shapefile ze stahovací služby Atom

| Vrstvy v mapě | Název vrstev z Atomu |
|-------------------------|-------------------------|
| Hranice katastrálního | KATASTRALNI_UZEMI_L.SHP |
| Parcely | PARCELY_KN_P.shp |
| Čísla popisná/evidenční | BUDOVY_DEF.shp |
| Vodstvo | PARCELY_KN_P.shp |
| | PARCELY_KN_DEF.shp |

Ze shapefile *PARCELY_KN_DEF.shp* byly pomocí atributového dotazu (*Select By Attributes*) vybrány definiční body s druhem pozemku vodní plocha. Následně pomocí prostorového dotazu (*Select By Location*) byla vybrána plocha, která obsahuje vodní toky, jezera a rybníky. Vybrané objekty byly exportovány do nové třídy prvků *vodstvo_2018*. Projekt byl následně uložen do ArcMap dokumentu.



Obr. 20: Ukázka části mapy – Mapový výstup prvního typu

4.4.2 Změny zástavby z hlediska stavební konstrukce

V mapách stabilního katastru je možné z barvy výplně budovy poznat, zda jde o budovu zděnou nebo dřevěnou. Právě změnou konstrukce budov se zabývá druhá prováděná analýza. Tato analýza byla provedena srovnáním vektorové podoby císařských otisků (1840) a originálních map (1877).

Nejprve byla použita funkce *Intersect*, která provede průnik obou tříd prvků. Je nutné vymazat průniky budov, které neobsahují stejný objekt, ale pouze objekty, které se překrývají. Po editaci nově vzniklé vrstvy byl v atributové tabulce vytvořen nový sloupec *Změna*, do kterého byla zaznamenána změna budovy. V analýze nastaly tři případy:

- dřevěná budova zůstala dřevěná (*dře-dře*)
- zděná budova zůstala zděná (*zdě-zdě*)
- dřevěná budova se změnila na zděnou (*dře-zdě*).

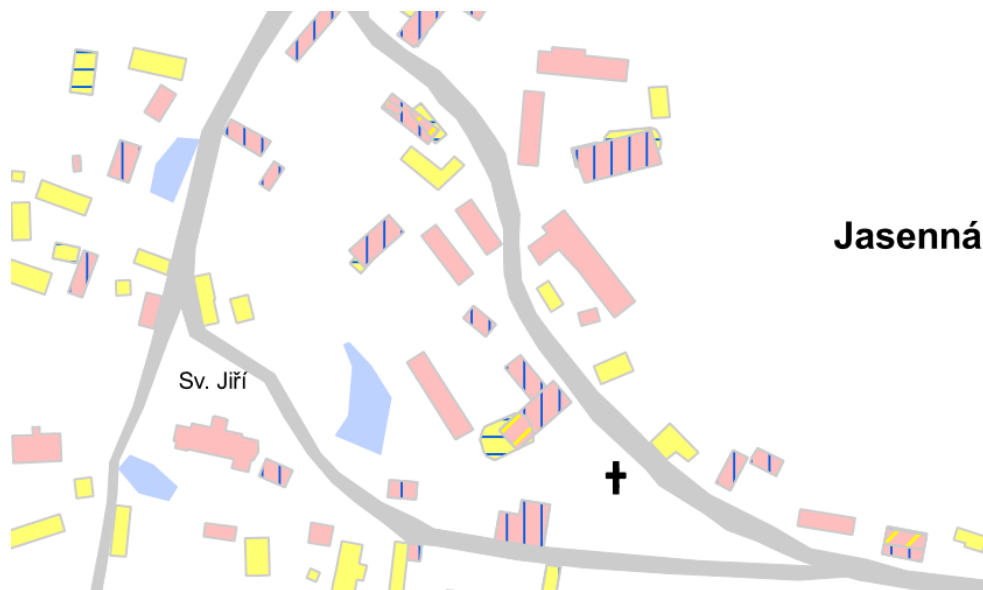
Následně byla třída prvků se změnami rozdělena na tři nové třídy prvků obsahující dřevěné budovy, které zůstaly dřevěné, zděné budovy, které zůstaly zděné, a poslední obsahuje budovy, u kterých došlo ke změně.

Dalším výstupem z této mapové analýzy jsou třídy prvků obsahující nově postavené nebo naopak zbourané budovy. Tyto třídy prvků byly vytvořeny pomocí funkce *Erase*, kde jako vstup (*Input Features*) byla nastavena třída prvků s budovami z císařských

otisků nebo z originálních map. Jako ořezová vrstva (*Erase Features*) byla vložena vrstva se změnami. Vzniklé třídy prvků byly dále rozděleny podle stavební konstrukce:

- zaniklá dřevěná zástavba před rokem 1877
- zaniklá zděná zástavba před rokem 1877
- nově vzniklá dřevěná zástavba po roce 1840
- nově vzniklá zděná zástavba po roce 1840

Projekt byl následně uložen do nového ArcMap dokumentu.



Obr. 21: Ukázka části mapy – Mapový výstup druhého typu

Vývoj zástavby v letech 1840 - 1877

- dřevěná → dřevěná
- dřevěná → zděná
- zděná → zděná

Nově vzniklá zástavba po roce 1840

- budova dřevěná – zaznamenaná pouze mapou z roku 1877
- budova zděná – zaznamenaná pouze mapou z roku 1877

Zaniklá zástavba před rokem 1877

- budova dřevěná – zaznamenaná pouze mapou z roku 1840
- budova zděná – zaznamenaná pouze mapou z roku 1840

Doplňková kresba

- komunikace (1840)
- vodstvo (1840)
- hranice k. ú. Jasenná (1840)
- kapličky, kříže, boží muka (1840 – 1877)

Obr. 22: Ukázka legendy mapy – Mapový výstup druhého typu

4.5 Tvorba mapových výstupů

Po dokončení mapové analýzy bylo nutné oba mapové výstupy doplnit o náležitosti, jako je legenda, tiráž, měřítko a další. Pro doplnění těchto dat je potřebné přepnout pohled z *Data View* na *Layout View*.

Jako první byl nastaven datový rám (*Data Frame*). Vybráním datového rámu a pomocí pravého tlačítka je možné otevřít vlastnosti datového rámu (*Data Frame Properties*). Zde bylo nastaveno měřítko 1 : 2 500 (záložka *Data Frame*), pro obec Jasennou byly vytvořeny dva mapové listy.

Ve vlastnostech datového rámu bylo také nastaveno zobrazení souřadnic kolem výsledného rámu, a to v záložce *Grids – New Grids*. Byl nastaven souřadnicový systém *S-JTSK Krovak EastNorth*. Následně bylo zvoleno *Grids - Convert to Graphics*. Po tomto kroku bylo nutné *Grid* vypnout, jinak by se zobrazoval dvakrát. Další potřebné nástroje pro doplnění náležitostí mapy se nachází v záložce *Insert*:

- *Text* – vložení textu,
- *Legend* – vložení legendy,
- *North Arrow* – vložení severky,
- *Scale Bar* – vložení měřítka,
- *Scale Text* – vložení měřítka, které je vyjádřeno čísly.



Obr. 23: Ukázka legendy mapy – Mapového výstupu prvního typu

Hotová mapa byla exportována do PDF.

5. Tvorba digitálního modelu terénu

Tato kapitola je věnována tvorbě DMT a jeho 3D vizualizaci.

5.1 Úprava dat

Data byla zakoupena ve formátu DGN. Pro zobrazení celého katastrálního území obce Jasenná, musely být zakoupeny čtyři mapové listy (čtyři DGN soubory). Zpracování dat probíhalo v programu ArcMap. Data musela být nejdříve exportována do SHP. Byla založena nová geodatabáze, do níž byly postupně exportovány jednotlivé třídy prvků z DGN. Soubor výškopisu ve formátu DGN obsahuje vrstvu s body, liniemi, polygony a vrstvu obsahující *Multipatch*. Vrstva multipatch nebyla použita, neboť bylo pomocí porovnání atributové tabulky zjištěno, že obsahuje stejná data jako vrstva s polygony.

Dále musela být data roztříděna podle toho, co zobrazují (vrstevnice nebo hrany). V atributové tabulce se nachází sloupec *MsCtlg-ODBC*, který obsahuje čísla od 1 do 10, které reprezentují různé druhy dat:

- Kótovaný bod
- Bod-mřížka
- Horní hrana
- Dolní hrana
- Vrstevnice doplňková
- Most
- Koruna žel. tělesa
- Vrstevnice hlavní
- Vrstevnice zesílená
- Břehovka

Na roztřídění byly použity atributové dotazy (*Select By Atribut*). Všechny záznamy, které obsahují vrstevnice, byly exportovány do nové třídy prvků a pak všechny záznamy, které obsahují ostatní hrany do další třídy prvků. Třídy prvků s body nebyly tříděny.

5.2 Tvorba nepravidelné trojúhelníkové sítě

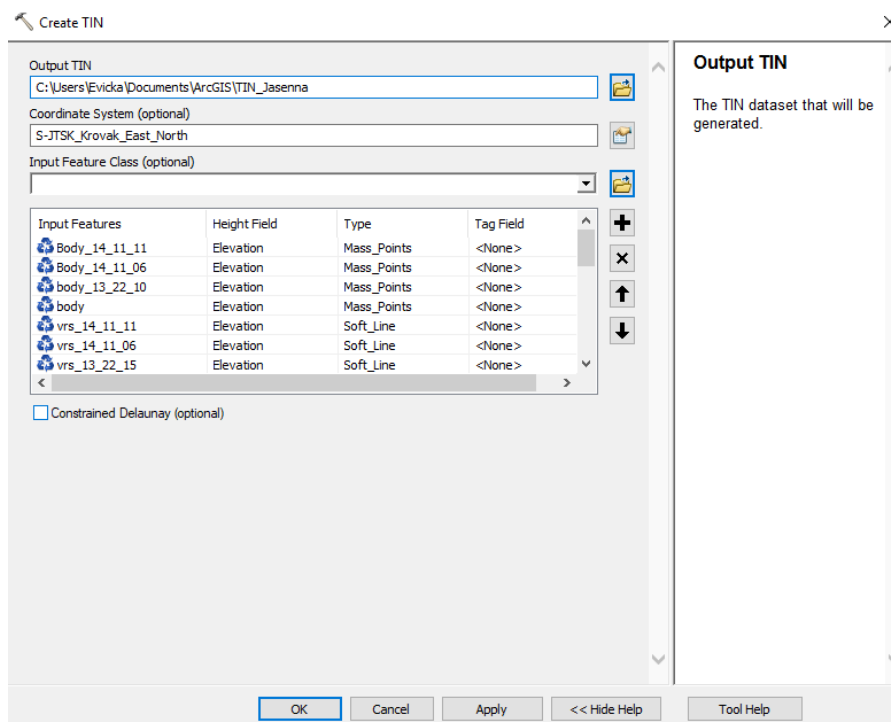
Po přípravě dat mohl být proveden výpočet nepravidelné trojúhelníkové sítě. Aby bylo možné provést výpočet, musí být zapnuta extenze *3D Analyst*. Pro výpočet byla spuštěna funkce *Create TIN*. Jako první je nutné nastavit, kam se vytvořený TIN uloží (*Output TIN*), dále se nastaví souřadnicový systém (*Coordinate System*), pak už následuje vložení vstupních tříd prvků (*Input Feature Class*). Na vstupu mohou být třídy prvků, které obsahují body, linie a polygony. Druhy vstupních dat:

- *Mass points* – výškové body,
- *Hardline or Softline* – spojnice, které ovlivňují tvar terénu,
- *Hardclip or Softclip* – polygony, které ohraničí obvod modelu,
- *Harderase or Softerase* – polygony, které ohraničí oblasti, kde se model nebude vytvářet,
- *Hardreplace or Softreplace* – polygony, u kterých má být výška konstantní.

Hard a *Soft* odlišuje zlomy terénu, tedy rozlišuje, zda se jedná o plynulou či náhlou změnu výšky v oblasti zadaných prvků. [16]

Pro výpočet bylo nastaveno:

- *Mass points* – pro všechny body,
- *Softline* – pro vrstevnice,
- *Hardline* – pro hrany,
- *Softerase* – pro vodní plochy,
- *Softclip* – pro hranici katastrálního území.



Obr. 24: Ukázka funkce *Create TIN*

5.3 Vizualizace digitálního modelu terénu

Vizualizace digitálního modelu terénu proběhla v programu ArcGIS Pro. Nejprve bylo nutné připravit ortofoto, které bylo dále aplikováno na DMT. Zakoupeno bylo pouze ortofoto, které zobrazuje část katastrálního území Jasenná, která je zastavěna. Zbytek území byl doplněn pomocí WMS služby, která byla připojena do programu ArcMap. Byla zvolena prohlížečská služba WMS – Ortofoto, kterou zdarma poskytuje ČÚZK. V katalogu bylo zvoleno *GIS Servers*, vybráno *Add WMS Server a* vložen odkaz. [17]

Části ortofota, které bylo potřeba doplnit, byly exportovány do formátu JPG (*File – Export Map*). Následně byla jednotlivá ortofota spojena pomocí funkce *Create Mosaic Dataset*. Při spojení se rastry barevně sjednotily, takže na výsledném ortofotu není patrné, že vzniklo z více rastrů. Poté byl proveden export z mosaikového datasetu pomocí *Raster To Different Format*, který již obsahuje ortofoto celého katastrálního území Jasenná ve formátu JPG.

V programu ArcGIS Pro verze 2.2. byl vytvořen nový projekt, do kterého byla vložena nová globální scéna (záložka *Insert – New Map – New Global Scene*). Do nově vzniklé

scény byl vložen TIN a nastaven jako *Elevation Surface*. Dále bylo vloženo i ortofoto katastrálního území Jasenná.



Obr. 25: DMT s ortofotem – Katastrální území Jasenná

6. Prezentace mapových výstupů na webu

V této kapitole je popsána publikace výstupů a vytvoření webových aplikací, které byly vyhotoveny prostřednictvím nástroje ArcGIS Online. Vytvořené webové aplikace jsou dostupné z URL adres:

- *Proměna zástavby v části k. ú. Jasenná mezi roky 1840, 1877, 1939, 1975 a 2018:*
<http://ctuprague.maps.arcgis.com/apps/webappviewer3d/index.html?id=034ddaed8a1a4475a3ab027209601525>
- *Zástavba části k. ú. Jasenná v roce 1840:*
<http://ctuprague.maps.arcgis.com/apps/webappviewer3d/index.html?id=2c84afa9cda74e5b82b61bbf82f0c5b0>

6.1 Publikace digitálního modelu terénu

Po vyhotovení vizualizace DMT byla snaha tento výstup publikovat. Publikace byla provedena opět v programu ArcGIS Pro.

Nejprve bylo nutné převést TIN na rastr pomocí funkce *TIN To Raster*, kde bylo potřeba nastavit rozlišení výstupního rastru – *Cell Size* (velikost pixelu), byla zvolena hodnota 5 m. Dále byl změněn souřadnicový systém S-JTSK na WGS84 pomocí funkce *Project Raster*, byla nastavena transformace *S_JTSK_To_WGS_1984_1*. Souřadnicový systém bylo nutno změnit, neboť ve scéně je defaultně nastaven terén *World Elevation 3D* a topografická mapa světa. Ty jsou v souřadnicovém systému WGS84. Tyto dvě vrstvy slouží jako podkladové. Při sdílení *Globální scény* program ArcGIS Pro vyžaduje, aby podkladová vrstva byla zvolena.

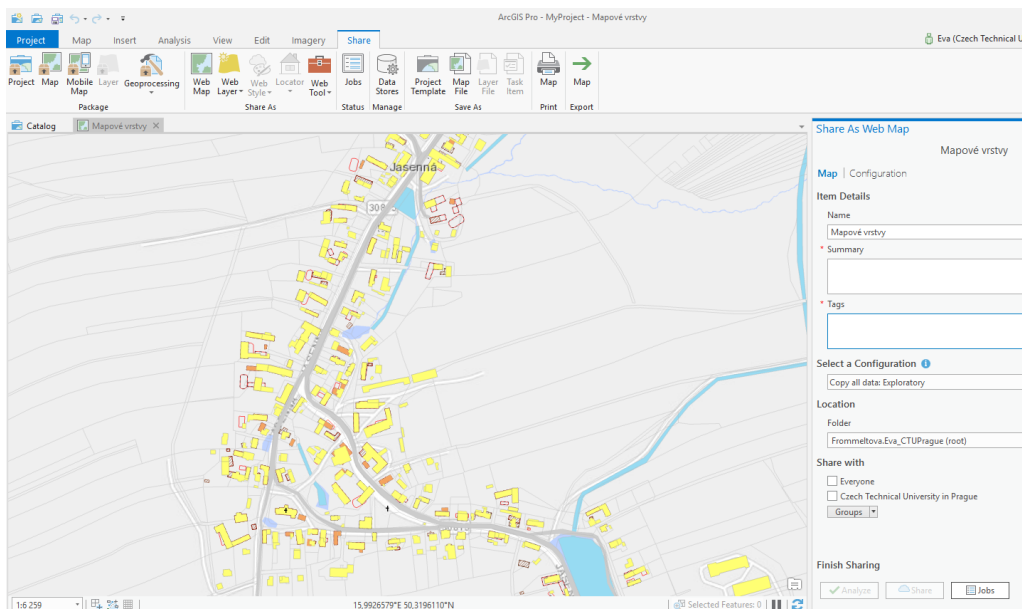
Dále byl nově vzniknutý rastr vložen do scény jako výškový povrch pomocí *Add Data – Elevation Source*. V záložce *Contents* na vrstvě rastru byla pomocí pravého tlačítka rozbalena nabídka a zvoleno *Share As Web Layer*, kde bylo v záložce *Configuration* nastaveno *Tiling Scheme: Same As Basemap*. Po provedení nastavení byla vrstva sdílena.

Publikovaná vrstva byla znovu vložena do scény pomocí *Add Data- Evaluation Source- Portal-My Content*. Následně již byla publikována scéna, která obsahuje vytvořený DMT, ortofoto, World Elevation 3D a topografickou mapu světa. Publikace byla provedena v záložce *Share-Web Scene*.

Tento postup byl konzultován s Ing. Pavlem Tobiášem.

6.2 Tvorba webové scény

Dále bylo zamýšleno publikovat vrstvy, které vznikly vektorizací mapových podkladů (zástavba, komunikace, vodstvo a atd.). V programu ArcMap byl otevřen příslušný *ArcMap Dokument (budovy_lokalita_JasennaA_1)*, z kterého byl vytvořen „mapový balíček“ (*Share as – Map Package*). Tento soubor byl importován do programu ArcGIS Pro (záložka *Insert – Import Map*), kde byla provedena publikace. Před samotnou publikací byl změněn souřadnicový systém S-JTSK na WGS84 pomocí funkce *Feature Class to Feature Class (transformace S_JTSK_To_WGS_1984_1)*. Následně byly vrstvy publikovány pomocí funkce *Web Map*, která se nachází na záložce *Share*.



Obr. 26: Ukázka ArcGIS Pro – publikace vrstev

Dále se tvorba konečné podoby webové aplikace přesunula do nástroje ArcGIS Online, kde byly v obsahu nalezeny publikované vrstvy. Tyto vrstvy byly otevřeny v *Prohlížeči scén (Otevřít v prohlížeči scén)*. Zobrazí se okno s návrhem scény, kde je možné danou scénu upravovat v záložce *Návrhář*.

V *Návrhář* je možné provést změny v nastavení scény (*změna jména vrstev, nastavení legendy atd.*) U vrstvy *čísla popisná/evidenční* bylo nutné změnit symboliku prvku. Po publikaci se tato vrstva zobrazuje jako body bez popisků. Bylo tedy provedeno nastavení ve *Stylu vrstvy*, kde bylo vypnuto zobrazování bodů a zapnuto zobrazování *Popisků*.



Obr. 27: Ukázka ArcGIS Online – webová scéna

Je zde také možnost připojit další vrstvy pomocí tlačítka *Přidat vrstvy*. Buď je možné přidat vrstvy, které jsou obsaženy v obsahu účtu nebo je možné přidat vrstvu pomocí zadání *URL adresy*. Tímto způsobem byly do scény vloženy vrstvy *3D webová služba DMR 5G* (s rozlišením 2m) a prohlížečská služba *Esri ArcGIS Server-Ortofoto ČR*, které zdarma poskytuje ČÚZK. Služby jsou dostupné na webových stránkách ČÚZK. [18][19]

Po úvaze bylo přistoupeno k použití DMR 5G místo vlastního DMT. Důvodem je časová náročnost tvorby DMT. Pro účely projektu je jednodušší použít DMR 5G, který je snadno přístupný pro celou ČR. Takže je zde možnost celkem snadného a rychlého vyhotovení 3D scény obcí, které již byly pro projekt zpracovány. Navíc je to možné provést bez dokoupení výškových dat.

6.3 Tvorba webové aplikace

Na úvodní straně vytvořené scény je nabídka *Vytvořit webovou aplikaci*. Tvorba je možná *Pomocí šablony* nebo pomocí *WebAppBuilder*, který byl použit pro bakalářskou práci. V návrhu aplikace je možné zvolit vzhled a funkce aplikace. Na první záložce byl vybrán *Motiv* (vzhled aplikace). Druhá záložka obsahuje nastavení *Scény*, ze které je aplikace vytvářena. Další záložka obsahuje nastavení ovládacích prvků (*Widgetů*) a na poslední záložce *Atribut* je možné změnit logo, nadpis nebo podnadpis.

Zvolené ovládací prvky (*Widgety*):

- *Domov* – vrátí pohled na výchozí
- *Přiblížit/Oddálit*
- *Navigovat* – naklánění a otáčení modelu
- *Denní světlo* – možnost nastavit hodinu a den, kdy se na model díváme
- *Galerie podkladových map* – možnost změnit podkladovou mapu
- *Legenda*
- *Měření* – možnost odměřovat z mapy, buď plochy nebo délky
- *Seznam vrstev* – možnost vypínat a zapínat jednotlivé vrstvy
- *Obnovit orientaci kompasu*
- *Celá obrazovka*
- *Hledat*

Po dokončení vzhledu aplikace byl v nastavení zvolen *Účel (Konfigurovatelné)* a aplikace byla sdílena (*Sdílena-Kdokoli*). V tomto nastavení si aplikaci může otevřít kdokoli pomocí výše uvedené adresy URL.



Obr. 28: Ukázka ArcGIS Online – webová aplikace

6.4 Generování 3D budov

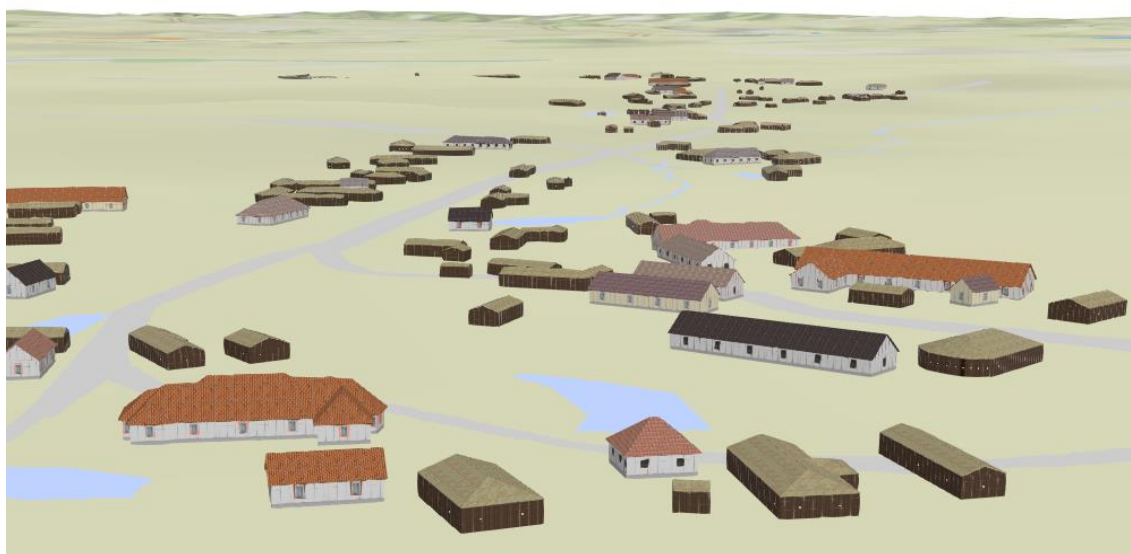
Díky Ing. Pavlu Tobiášovi, který poskytl tzv. *Rule Package* a návod na použití, mohly být vytvořeny 3D modely domů.

Rule Package byl vytvořený v programu *CityEngine* od společnosti *Esri*. Program *CityEngine* je 3D modelovací software, který dokáže z 2D geografických dat pomocí parametrických pravidel vytvořit 3D simulaci zastavěné oblasti. *Rule Package* je komprimovaný soubor obsahující kompilované *CityEngine* pravidlo (*CityEngine rule*) a prostředky související s jeho používáním. [10] [16]

Domy byly vytvořeny na vrstvě *zástavby 1840*, která obsahuje půdorysy budov z císařských otisků. Do atributové tabulky byla vložena informace, jestli je budova *spalná*, *nespalná* nebo *významná*. Na prostorových modelech domů je tedy patrné, jestli jsou dřevěné nebo zděné. Konkrétní podoba domů je však smyšlená. Do scény byla připojena *3D webová služba DMR 5G (Insert-Connections-New ArcGIS Server)* a nastavena jako *Elevation Surface*. [18]

Samotné vygenerování modelů domů bylo provedeno v programu *ArcGIS Pro* použitím funkce *Features From CityEngine Rules*, kde byl jako *Rule Package* použit již zmiňovaný soubor od Ing. Pavla Tobiáše. Aby bylo možné scénu publikovat, musela být vytvořena nová třída prvků budov. To bylo provedeno pomocí funkce *Layer 3D to Feature Class*. Následně byla celá scéna publikována a byla vytvořena webová aplikace stejným způsobem jako v přechozím případě.

Modely budov jsou místy „ponořené“ do terénu. Tento drobný nedostatek se nedá v programu *ArcGIS Pro* opravit.



Obr. 29: Ukázka modelů budov

Závěr

Hlavním cílem bakalářské práce bylo vytvoření přehledu o vývoji zástavby v obci Jasenná v 19. a 20. století. Za tímto účelem vznikly dva mapové výstupy. První výstup zobrazuje proměnu zástavby mezi jednotlivými časovými etapami. Druhý zobrazuje proměnu zástavby z hlediska změny konstrukce budov mezi dvěma nejstaršími obdobími. Mapové výstupy byly exportovány do PDF, kde je možné zapínat a vypínat jednotlivé vrstvy. Každá vrstva obsahuje budovy z jednoho mapového podkladu, což přináší přehled o tom, kolik budov nově vzniklo nebo bylo zbouráno, či bylo přestavěno. Mapové výstupy byly vyhotoveny i v tištěné podobě. Dále se předpokládá publikace mapových výstupů na webových stránkách projektu.

Dalším cílem bakalářské práce bylo vytvoření digitálního modelu terénu, který měl být propojen s ortofotem. Tento výstup vytváří celkovou představu o vzhledu katastrálního území Jasenná. DMT a ortofoto byly publikovány na webu, ale nebyly použity při tvorbě výsledné webové aplikace. Vytvořený DMT s ortofotem byl nahrazen 3D webovou službou DMR 5G a prohlížečcí službou Ortofoto ČR, které zdarma poskytuje ČÚZK. Tento způsob byl zvolen z důvodu jeho jednoduchosti a rychlosti provedení. Velkou výhodou 3D webové služby DMR 5G je její volná dostupnost pro celou ČR. Tímto způsobem mohou být jednoduché webové aplikace vytvořeny i pro ostatní obce, které jsou již zpracovány v rámci projektu.

První typ mapového výstupu byl dále prezentován pomocí webové aplikace „*Proměna zástavby v části k. ú. Jasenná mezi roky 1840, 1877, 1939, 1975 a 2018*“, která obsahuje vrstvy zástavby všech podkladových map, dále obsahuje 3D webovou službu DMR 5G a Ortofoto ČR. V aplikaci je možnost měnit podkladovou mapu, dále zapínat a vypínat jednotlivé vrstvy. Obsahuje nástroje pro měření vzdáleností, plochy a pro regulaci denního světla. Stejným způsobem by bylo možné vytvořit i aplikaci, která by obsahovala vrstvy z výstupu „*Proměna zástavby v části k. ú. Jasenná mezi roky 1840 a 1877 z hlediska stavební konstrukce*“.

Se stejnými funkcemi byla vytvořena ještě jedna aplikace a to „*Zástavba v části k. ú. Jasenná v roce 1840*“. Ta obsahuje prostorové modely budov, které jsou vytvořeny na základě vrstvy obsahující půdorys zástavby z císařských otisků. Na modelu budov je

patrné, jestli jsou budovy dřevěné nebo zděné. Jejich konkrétní vzhled je smyšlený. Vytvořená aplikace však přináší nový pohled na prostorové uspořádání obce v roce 1840.

Cíle bakalářské práce považuji za splněné. Tato práce mi přinesla nový rozhled v oblasti práce s programy ArcGIS Pro a ArcGIS Online. Myslím si, že dané téma by se ještě dalo dále rozvíjet. Například by bylo možné do webové aplikace přidat fotky zajímavých budov z obce.

Použitá literatura a prameny

- [1] Venkovská architektura 19. a 20. století. *Venkov* [online]. [cit. 2019-01-05].
Dostupné z: <http://venkov.fsv.cvut.cz/projekt/index.html>
- [2] Oficiální stránky obce Jasenná. *Obec-jasenna* [online]. 2018 [cit. 2018-11-19].
Dostupné z: <https://www.obec-jasenna.cz/>
- [3] Vademecum Ústředního archivu zeměměřictví a katastru, *Vademecum* [online].
Bach systems, 2018 [cit. 2018-11-19]. Dostupné z:
<http://uazk.cuzk.cz/vademecum/>
- [4] Český úřad zeměměřický a katastrální. *ČÚZK* [online]. Praha 8, 2018 [cit. 2018-11-19]. Dostupné z: <https://www.cuzk.cz>
- [5] Archivní mapy [online]. Praha 8: Zeměměřický úřad [cit. 2018-12-28]. Dostupné z: <https://archivnimapy.cuzk.cz/uazk/pohledy/archiv.html>
- [6] Atom. *Stahovací služby Atom* [online]. Praha 8, 2016 [cit. 2018-11-28]. Dostupné z: <http://atom.cuzk.cz/>
- [7] SKOŘEPA, Zdeněk. *Geodézie 4*. 1. vyd. V Praze: ČVUT, 2014. 131 s. ISBN 978-80-01-05481-9
- [8] Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí. Slovník VÚGTK [online]. [cit. 2018-12-14]. Dostupné z:
<http://www.vugtk.cz/slovník/index.php>
- [9] TIN. *Wikipedia* [online]. [cit. 2018-12-29]. Dostupné z:
https://en.wikipedia.org/wiki/Triangulated_irregular_network
- [10] Arc Data *Praha* [online]. [cit. 2018-11-28]. Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/>
- [11] HUML, Milan a Jaroslav MICHAL. *Mapování 10*. Vyd. 2. přeprac. Praha: ČVUT, 2005. 319 s. ISBN 80-01-03166-7.
- [12] BUMBA, Jan. *České katastry od 11. do 21. století*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. 190 s. ISBN 978-80-247-2318-1.
- [13] Lidová architektura. *Lidova-architektura* [online]. [cit. 2018-11-27]. Dostupné z:
<http://www.lidova-architektura.cz/>
- [14] PAVELKA, Karel. *Fotogrammetrie 1*. Vyd. 1. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2009. 200 s. ISBN 978-80-01-04249-6.

- [15] Katalog objektů ZABAGED® [online]. Praha, 2016 [cit. 2018-12-14]. Dostupné z: http://knihovna.vugtk.cz/record/193088/files/KATALOG_OBJEKTU_ZABAGED_2016.pdf.
- [16] ArcGIS for Desktop [online]. [cit. 2018-12-29]. Dostupné z: <http://desktop.arcgis.com/en/>
- [17] Prohlížeč služba WMS – Ortofoto [online]. ČÚZK [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSservice.aspx
- [18] 3D webová služba DMR 5G [online]. ČÚZK [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: <http://ags.cuzk.cz/arcgis/rest/services/3D/dmr5g/ImageServer>
- [19] Prohlížeč služba Esri ArcGIS Server – Ortofoto ČR [online]. ČÚZK [cit. 2019-01-06]. Dostupné z: http://ags.cuzk.cz/arcgis/rest/services/ortofoto_wm/MapServer

Seznam obrázků

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Obr. 1: Jasenná, Zdroj: ArcČR 500..... | 10 |
| Obr. 2: Katastrální území Jasenná, Zdroj: ČÚZK..... | 11 |
| Obr. 3: Ukázka mapy - Císařský otisk, Zdroj: ÚAZK | 18 |
| Obr. 4: Císařský otisk-legenda, Zdroj: ČÚZK..... | 19 |
| Obr. 5: Půdorys Polygonální stodoly, Zdroj: http://www.lidova-architektura.cz/ | 20 |
| Obr. 6: Polygonální stodola, Zdroj: http://www.lidova-architektura.cz/ | 20 |
| Obr. 7: Ukázka mapy – Originální mapa, Zdroj: ÚAZK..... | 21 |
| Obr. 8: Ukázka mapy – Katastrální mapa evidenční, Zdroj: ÚAZK | 22 |
| Obr. 9: Ukázka mapy – Mapy pozemkového katastru, Zdroj: ČÚZK | 23 |
| Obr. 10: Ukázka mapy – Mapa Evidence nemovitostí, Zdroj: ÚAZK | 24 |
| Obr. 11: Ukázka mapy – SM5-O, Zdroj: ÚAZK..... | 25 |
| Obr. 12: Ukázka mapy – THM, Zdroj: ÚAZK | 25 |
| Obr. 13: Ukázka mapy – Katastrální mapa, Zdroj: ÚAZK..... | 27 |
| Obr. 14: Letecký měřický snímek 1975 -Jasenná, Zdroj: VGHMÚř | 28 |
| Obr. 15: Ortofoto ČR-Jasenná, Zdroj: ČÚZK | 29 |
| Obr. 16: Georeferencování – identické body..... | 33 |
| Obr. 17: Georeferencování – Tabulka identických bodů | 34 |
| Obr. 18: Ukázka atributové tabulky | 36 |
| Obr. 19: Ukázka kontroly topologie | 37 |
| Obr. 20: Ukázka části mapy – Mapový výstup prvního typu..... | 39 |
| Obr. 21: Ukázka části mapy – Mapový výstup druhého typu | 40 |
| Obr. 22: Ukázka legendy mapy – Mapový výstup druhého typu..... | 40 |
| Obr. 23: Ukázka legendy mapy – Mapového výstupu prvního typu..... | 41 |
| Obr. 24: Ukázka funkce <i>Create TIN</i> | 44 |
| Obr. 25: DMT s ortofotem – Katastrální území Jasenná | 45 |
| Obr. 26: Ukázka ArcGIS Pro – publikace vrstev..... | 47 |
| Obr. 27: Ukázka ArcGIS Online – webová scéna | 48 |
| Obr. 28: Ukázka ArcGIS Online – webová aplikace | 49 |
| Obr. 29: Ukázka modelů budov..... | 50 |

Seznam tabulek

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tab. 1: Přehled dostupnosti mapových podkladů – ČÚZK, Zdroj: ČÚZK | 30 |
| Tab. 2: Přehled dostupnosti mapových podkladů – Vademecum, Zdroj: Vademecum ÚAZK.... | 30 |
| Tab. 3: Základní informace k získaným mapám, Zdroj: ČÚZK, Vademecum ÚAZK | 31 |
| Tab. 4: Mapové podklady Jasenná, Zdroj: ČÚZK, Vademecum ÚAZK | 32 |
| Tab. 5: Přesnost georeferencování – Císařské otisky..... | 34 |
| Tab. 6: Přesnost georeferencování – Originální mapy..... | 34 |
| Tab. 7: Přesnost georeferencování – Katastrální mapa evidenční..... | 35 |
| Tab. 8 : Přesnost georeferencování – LMS..... | 35 |
| Tab. 9: Převzaté shapefily ze stahovací služby Atom..... | 38 |

Seznam příloh

Elektronické přílohy

Obsah DVD disku:

- Vektorové vrstvy ve formátu SHP (*1_Vektorove_vrstvy*)
- Projekty z programu ArcMap (*2_Projekty*)
- Mapové výstupy v PDF (*3_Mapove_vystupy*)
- Tvorba TIN v programu ArcMap (*4_Tvorba_TIN*)
- Vizualizace DMT v programu ArcGIS Pro (*5_DMT*)
- Modely budov v programu ArcGIS Pro (*6_Modely_budov*)
- Mapové podklady (*7_mapové_podklady*)
- Bakalářská práce v PDF (*8_BP_Frommeltova*)

Tištěné přílohy

- Proměna zástavby (půdorysné dispozice budov) v části k. ú. Jasenná mezi roky 1840, 1877, 1939, 1975 a 2018 – A1
- Proměna zástavby v části k. ú. mezi roky 1840 a 1877 z hlediska stavební konstrukce – A2
- Proměna zástavby (půdorysné dispozice budov) v části k. ú. Jasenná mezi roky 1840, 1877, 1939, 1975 a 2018 -B1
- Proměna zástavby v části k. ú. mezi roky 1840 a 1877 z hlediska stavební konstrukce – B2