

**Univerzita Palackého v Olomouci**  
**Přírodovědecká fakulta**  
**Katedra geoinformatiky**

**SROVNÁNÍ PROSTOROVÉ REPREZENTACE  
ADRESNÍCH BODŮ – GRID/AREÁLY**

**Bakalářská práce**

**Hana ZAJÍCOVÁ**

**Vedoucí práce: RNDr. Jaroslav BURIAN, Ph.D.**

**Olomouc 2017**  
**Geoinformatika a geografie**

## **ANOTACE**

Práce se zaměřuje na prostorové srovnání adresních bodů metodou gridu a areálovou metodou v administrativních jednotkách. Jejím hlavním cílem je zhotovit vizualizace adresních bodů a porovnat výše zmíněné metody. Pro vybraná testovací území navrhnout a otestovat různé velikosti a tvary gridu, stanovit vhodné jednotky administrativního členění a vybrat atributy adresních bodů, které budou agregovány. Dalším cílem je zhodnocení vhodnosti a doporučení optimální metody pro vizualizaci statistických dat.

Pro tři testovací území byl proveden přepočít šestí statistických atributů. Přepočít byl zhotoven do dvou tvarů a pěti velikostí gridu a čtyř různých jednotek administrativního členění.

Výsledkem práce jsou vizualizace všech příkladů přepočtených dat. Tyto vizualizace jsou v digitální podobě dostupné v projektu ArcGIS Pro přiloženém na nosiči DVD. Dalšími výsledky jsou porovnání jednotlivých metod a závěrečné doporučení o využití. Vybrané příklady jsou ve formě map přiloženy v tištěné podobě. Výsledky jsou prezentovány na informačním posteru a na webových stránkách bakalářské práce.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

grid; administrativní jednotky; srovnání; vizualizace

Počet stran práce: 62

Počet příloh: 17 (z toho 8 volných a 9 vevázaných)

## **ANNOTATION**

This thesis focuses on the spatial comparison of address points visualization with grid method and areal method in administrative units. The main goal is to create a visualization of the address points, compare the above stated methods and then suggest and test various sizes and shapes of the grid for selected testing areas. This will be done on selected and aggregated attributes from the address points dataset. The next aim of the thesis is to evaluate the suitability of both methods and recommend the optimal methods for visualization of the statistical data.

An aggregation of six statistical attributes was made for the three testing areas. The aggregation of the information was made for two shapes and five sizes of grid structure and also four types of administrative units.

The result of the work is the visualization of all aggregated data. These visualizations are available in digital form in the ArcGIS Pro project which is a part of the DVD appendix. Another result is the comparison of both methods and the final recommendation about their usage. Selected example maps were printed and enclosed. The results are presented on the poster and the website about the thesis.

## **KEYWORDS**

grid; administrative units; comparison; visualization

Number of pages: 62

Number of appendixes: 17

**Prohlašuji, že**

- bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval(a) samostatně a uvedl(a) jsem všechny použité podklady a literaturu.

- jsem si vědom(a), že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo,

- beru na vědomí, že Univerzita Palackého v Olomouci (dále UP Olomouc) má právo nevydělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užívat (§ 35 odst. 3),

- souhlasím, aby jeden výtisk bakalářské práce byl uložen v Knihovně UP k prezenčnímu nahlédnutí,

- souhlasím, že údaje o mé bakalářské práci budou zveřejněny ve Studijním informačním systému UP,

- v případě zájmu UP Olomouc uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít výsledky a výstupy mé bakalářské práce v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona,

- použít výsledky a výstupy mé bakalářské práce nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem UP Olomouc, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly UP Olomouc na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Olomouci dne

Hana Zajícová

---

podpis autora

Děkuji vedoucímu práce RNDr. Jaroslavu BURIANOVÍ, Ph.D. za cenné rady, podněty a připomínky při vypracování práce. Dále děkuji mé rodině a přátelům za podporu po celou dobu mého studia.

Na závěr děkuji Katedře geoinformatiky za poskytnutá data.

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Hana ZAJÍCOVÁ**  
Osobní číslo: **R14514**  
Studijní program: **B1301 Geografie**  
Studijní obor: **Geoinformatika a geografie**  
Název tématu: **Srovnání prostorové reprezentace adresních bodů -  
grid/areály**  
Zadávací katedra: **Katedra geoinformatiky**

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

Cílem diplomové práce je provést srovnání prostorové prezentace adresních bodů pomocí klasické areálové metody (administrativní hranice) a pomocí gridové sítě. Studentka využije pro zpracování vrstvu adresních bodů označovanou jako "Statistické budovy (vchody k bytům)". Na testovacím území bude nejprve otestována vhodná velikost a tvar gridové sítě a bude navržen postup převodu adresních bodů jak do gridu tak do areálů. V případě potřeby bude pro tento převod sestaven v prostředí GIS nástroj usnadňující celý postup výpočtu. Následně bude pro území celé České republiky proveden přepočít zvolených témat (např. počet obyvatel, stáří budovy, počet pater, atd.) a výsledky budou vhodným způsobem zvizualizovány a porovnány. Součástí práce bude také zhodnocení vhodnosti jednotlivých metod. Studentka vyplní údaje o všech datových sadách, které vytvořil nebo získal v rámci práce, do Metainformačního systému katedry geoinformatiky a současně vytvoří zálohu údajů ve formě validovaného XML souboru. Celá práce (text, přílohy, výstupy, zdrojová a vytvořená data, XML soubor) se odevzdá v digitální podobě na CD (DVD) a text práce s vybranými přílohami bude odevzdán ve dvou svázaných výtiscích na sekretariát katedry. O diplomové práci studentka vytvoří webovou stránku v souladu s pravidly dostupnými na stránkách katedry. Práce bude zpracována podle zásad dle Voženílek (2002) a závazné šablony pro diplomové práce na KGI.

Rozsah grafických prací: dle potřeby

Rozsah pracovní zprávy: max. 50 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Šablona KGI pro psaní bakalářských a magisterských prací

Diplomové práce řešené na KGI a jiných geoinformatických pracovištích v ČR  
VOŽENÍLEK, V.: Diplomové práce z geoinformatiky, Vydavatelství UP,  
Olomouc, 2002, 60 s.

Webové stránky Českého statistického úřadu a Eurostatu

Příspěvky z konference European Forum for Geostatistics 2012

Volčko, Z. (2011): Využití anonymizovaných dat pro hodnocení suburbanizace.  
Univerzita Palackého v Olomouci, diplomová práce.

Balk, D., Yetman, G., Sherbinin, A. (2010): Construction of Gridded Population  
and Poverty Data Sets from Different Data Sources. E Proceedings of European  
Forum for Geostatistics Conference.

GEOSTAT 1A Representing Census data in a European population grid (2011).  
Final report.

Deichmann, U., Balk, D., Yetman, G. (2001): Transforming Population Data for  
Interdisciplinary Usages: From census to grid

Rosina, K., Hurbánek, P., Atkinson, P. (2012): Priestorová dezagregácia  
populačných dát s využitím máp krajinnej pokrývky a nepriepustnosti povrchu.  
Sborní příspěvků GIS Ostrava 2012.

Horák, J. (2012): Gridded register-based data for detail spatio-temporal  
monitoring and modelling. Vision of data harmonisation and integration.  
European Forum for Geostatistics 2012

Tammilehto-Luode, M., Tammisto, R. (2012): Production processes for  
a harmonised european population grid. European Forum for Geostatistics 2012

Rosina, K., Hurbánek, P., Atkinson, P. (2012): Top-down population density  
grid based on European land monitoring service. European Forum for  
Geostatistics 2012

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Jaroslav Burian, Ph.D.

Katedra geoinformatiky

Datum zadání bakalářské práce: 15. června 2016

Termín odevzdání bakalářské práce: 5. května 2017

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI  
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA  
KATEDRA GEOINFORMATIKY  
17. listopadu 50, 771 46 Olomouc

-1-

L.S.

prof. RNDr. Ivo Frébort, CSc., Ph.D.  
děkan

prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc.  
vedoucí katedry

V Olomouci dne 15. června 2016

# OBSAH

<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....</b>	<b>X</b>
<b>ÚVOD .....</b>	<b>X</b>
<b>1 CÍLE PRÁCE.....</b>	<b>11</b>
<b>2 METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ.....</b>	<b>12</b>
2.1 Použité metody .....	12
2.2 Použitý software a data .....	14
2.3 Postup zpracování.....	14
<b>3 REŠERŠE STUDOVANÉ LITERATURY .....</b>	<b>16</b>
3.1 Metoda GRIDU.....	16
3.2 Možnosti software .....	22
3.2.1 Možnosti generování buněk .....	22
3.2.2 Možnosti statistického přepočtu dat.....	27
<b>4 ZPRACOVÁNÍ A PŘÍPRAVA DAT .....</b>	<b>29</b>
4.1 Zpracování dat a výběr atributů .....	29
4.2 Testovací území .....	30
4.3 GRID .....	31
4.4 Administrativní jednotky .....	34
4.5 Přepočet dat (agregace) .....	34
<b>5 VIZUALIZACE .....</b>	<b>38</b>
5.1 Vizualizace v GRIDU .....	39
5.2 Vizualizace v administrativních jednotkách .....	41
<b>6 SROVNÁNÍ METOD.....</b>	<b>43</b>
6.1 Hodnocení tvaru gridu .....	43
6.2 Hodnocení velikosti gridu.....	46
6.3 Hodnocení metod.....	48
<b>7 VÝSLEDKY .....</b>	<b>57</b>
7.1 Vizualizace .....	57
7.2 Srovnání metod a doporučení použití .....	58
<b>8 DISKUZE.....</b>	<b>60</b>
<b>9 ZÁVĚR .....</b>	<b>62</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE</b>	
<b>PŘÍLOHY</b>	



## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

<b>Zkratka</b>	<b>Význam</b>
CIESIN	Center for International Earth Science Information Network
ČSÚ	Český statistický úřad
EFGS	European Forum for Geography and Statistics
ESRI	Environmental System Research Institute
GIS	geografický informační systém
GPW	The Gridded Population of the World
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in Europe
NUTS	Nomenclature des Unites Territoriales Statistiques
SEDAC	Socioeconomic Data and Applications Center
SHP	Shapefile
SLDB	Sčítání lidu, domů a bytů

## ÚVOD

Adresní místo budovy je takové místo v terénu, kterému lze ve vztahu k budově jednoznačně přiřadit adresu. Toto místo je reprezentováno ve formě adresního bodu. Adresní bod je volen tak, aby svojí polohou co nejlépe vystihoval adresní místo (ČSÚ, 2016). Tato vizualizace je však při zobrazení celého území ČR ve středním či malém měřítku velmi nepřehledná. V roce 2010 Eurostat a EFGS (European Forum for Geography and Statistics) představil statisticky založený grid o velikosti mřížky  $1 \times 1$  km pokrývající území celé Evropské unie. Tato iniciativa byla zaměřená na rozvoj společných směrnic pro shromažďování a sestavování statistik členských zemí EU o sčítání lidu v roce 2011. Hlavními výhodami a důvody proč přepočítávat statistické informace do gridu je jeho neměnnost v čase, snadné porovnávání stejně velkých území, integrace s ostatními vědeckými daty. Velikost gridu může být vybírána v závislosti na velikosti studovaného území (Eurostat, 2016). Na území Španělska a Portugalska byl Eurostatem vytvořený populační grid  $1 \times 1$  km porovnáván s počtem obyvatel v administrativních jednotkách NUTS 3 (Nomenclature des Unites Territoriales Statistiques 3). Tyto jednotky odpovídají velikostem území našich krajů, nejsou tedy porovnatelné s velikostí standardizovaného  $1 \times 1$  km gridu. Protože statistické informace mohou být vizualizovány v administrativních oblastech až do úrovně základních sídelních jednotek, mohou být gridové sítě a administrativní jednotky porovnávány v podobných úrovních podrobnosti.

# 1 CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce je provést srovnání prostorové prezentace adresních bodů pomocí klasické areálové metody (administrativní hranice) a pomocí gridové sítě. Pro zpracování přepočtu prostorových informací již zmíněnými metodami je využita vrstva adresních bodů označovaná jako „Statistické budovy (vchody k bytům)“. Na testovacích územích Zlínský kraj a obec s rozšířenou působností Zlín (ORP Zlín) bude ověřena vhodná velikost a tvar gridové sítě. V rámci areálů budou testovány tři resp. čtyři úrovně podrobnosti. Následně bude navržen postup převodu adresních bodů do gridu a do administrativních jednotek. Pro automatizaci celého procesu převodu bude sestaven nástroj v prostředí GIS. Na závěr bude pro území celé České republiky proveden přepočet zvolených témat (počet obyvatel, počet bytů, počet podlaží, výměra zástavby) a výsledky budou vizualizovány a porovnány v rámci všech testovaných území. Součástí práce bude také zhodnocení vhodnosti jednotlivých metod.

Výsledky práce doporučí nejvhodnější metodu vizualizace statistických prostorových informací v rámci testovaných území.

## 2 METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ

V rámci práce byla použita především analytická metoda agregace, pomocí které byla data shlukována resp. přepočítávána do buněk sítě a jednotek administrativního členění. Nedílnou součástí práce byly vizualizační metody. Metoda gridu dle Klaudy (2016) představuje novodobý fenomén reprezentace statistických dat. Vizualizace areálovou metodou v jednotkách administrativního členění je jedním z nejpoužívanějších způsobů prezentace statistických dat.

### 2.1 Použité metody

#### Areálová metoda

Areálová metoda, jinak také metoda plošných znaků, je jedna z nejpoužívanějších metod kartografického zpracování tematického obsahu. Charakteristiku a parametry popisuje Voženílek, Kaňok a kol. (2011). Podle autorů může být plošný znak použit ke znázorňování prostorových jevů několika způsoby:

- jako samostatný vyjadřovací prostředek v areálové metodě,
- jako součást složitějších vyjadřovacích prostředků v různých metodách (kartogram, kartografická anamorfóza, dasymetrická metoda, tečková metoda aj.).

Areálovou metodou mohou být prezentovány kvalitativní i kvantitativní informace. Metodou je vyjadřováno velké množství jak socioekonomických, tak i fyzicko-geografických jevů. Většina zejména socioekonomických jevů je vztažena k administrativním jednotkám daného území, metoda však umožňuje stanovení územních celků na základě výskytu sledovaného jevu, jehož hranice může být proměnlivá nebo nejednoznačná (například klimatické oblasti).

Jak uvádí autoři, areálová metoda může být použita jako součást složitějších vyjadřovacích prostředků v různých metodách. Nejpoužívanější takovou metodou je kartogram, umožňující kvantitativní srovnání jednotlivých dílčích územních celků, popřípadě regionalizaci jevu. Podstatou této metody je vyjádření jevu relativními hodnotami tak, aby byly dílčí územní celky srovnatelné, kvantitativní data musí být proto přepočtena na jednotku plochy dílčího územního celku, např. počet obyvatel na jeden km<sup>2</sup>. Může nastat situace, kdy nemá smysl přepočítávat jev na jednotku plochy, pro tento způsob vyjádření kvantity se používá označení pseudokartogram. Pseudokartogramy je možné používat pouze v případě, že dílčí územní celky mají přibližně stejné velikosti ploch, na které se vyjadřovaný kvantitativní jev přepočítává. Existuje mnoho druhů kartogramů, resp. pseudokartogramů, ale doporučuje se vyjadřovat pouze relativní hodnoty přepočtené na plochu dílčích územních celků. Dle Voženílek, Kaňok a kol. (2011) se podle počtu znázorňovaných jevů rozlišují kartogramy jednoduché a složené, podle způsobu interpretace jevu strukturní, tečkové, čárové a pseudoprostorové.

## **Metoda gridu**

Grid, neboli pravidelná polygonová síť, může být považována za zvláštní druh areálové metody. Vybrané území zanedbává administrativní hranice a je rozděleno pomocí pravidelné mřížky na stejně velké buňky, nepodléhá tedy časově a územně proměnlivé administrativní struktuře. Buňky mohou být různých tvarů – například čtverce, trojúhelníky nebo hexagony. Tím, že je síť pravidelná, jsou všechny jednotky vzájemně srovnatelné. Umožňuje také hierarchizaci prostorové prezentace a její přesnosti tím, že lze volit různou velikost buňky při zachování pravidelnosti sítě. Informace se do buněk sítě přiřazují metodami agregace/disagregace nebo jejich vzájemnou kombinací. (Klauda, 2016)

## **Agregace (bottom-up přístup)**

Jedná se o nejjednodušší metodu přiřazování statistických informací do buněk sítě a zároveň poskytující nejlepší výsledky. Metoda je založena na přesně adresně lokalizovaných datech, například na základě populačního sčítání (Klauda, 2016). Dle autorů Chainey a Radcliffe (2013) je cílem agregace potlačení vlivů náhodných efektů u dat s vysokým rozlišením, které by znesnadnily analýzy a interpretace, snadnější identifikace trendů a vazeb. Agregace je také významným nástrojem anonymizace dat. Agregace je rovněž základem k definování OLAP, neboli Online Analytical Processing (Teorey et al. 2006). Doporučená nejnižší agregační jednotka podle geometrického vymezení je buňka 100x100m. Vyššími agregačními jednotkami jsou buňky 500x500 m, 1 x 1 km a 5 x 5 km. Nejnižší agregační jednotka podle administrativního uspořádání je část obce. Vyššími agregačními jednotkami jsou obec, obec s rozšířenou působností, okres, kraj a stát. Další možností provádění prostorové agregace dat je jádrové vyhlazení. Jádrové vyhlazení představuje specifickou techniku, kterou lze využít pro dosažení agregace dat v území, i když její metodické principy jsou odlišné od běžných agregací (Horák et al. 2010).

## **Disagregace (top-down přístup)**

Metoda je procesně náročnější a používá se při absenci přesně geokódovaných dat. Dle Flowerdew et al. (1991) a Horáka et al. (2003) je disagregace označení pro rozdělení nebo rozklad celku na menší části. Prostorová disagregace pak pracuje s prostorovými prvky, jako jsou např. plochy ohraničené hranicemi (státy, kraje, obce atd.). Je-li tedy potřeba zjistit hodnotu nějakého statistického ukazatele pro dílčí část takovéto oblasti, jejíž hodnotu neznáme, na základě hodnoty pro původní oblasti jako celku, je třeba využít metod prostorové disagregace k odhadu nové dílčí hodnoty (cit v Starý, 2012). Statistická data dostupná pro nejnižší administrativní jednotky mohou být použita v kombinaci s doplňkovými prostorovými daty. Pro předpoklad rozložení zástavby mohou být zahrnuta data o využití území a krajinného pokryvu nebo letecké či satelitní snímky (Eurostat, 2016).

## 2.2 Použitý software a data

Zpracování dat, přepočítání a předběžná vizualizace proběhla v prostředí ArcGIS Pro ve verzi 1.3.0. Pro generování gridové sítě v ArcGIS, byla použita extenze Repeating Shapes jehož součástí je skript Generate Tesselation. Tento nástroj umožňuje tvorbu mřížek o různé velikosti, úhlu a tvaru pro vybrané studované území. Autorem extenze je Jeff Jenness, wildlife biologist a GIS analytik společnosti Jenness Enterprises se sídlem v USA. První verze extenze byla vydána v srpnu roku 2006, nejnovější verze 1.5.152 byla vydána v listopadu roku 2012 (Jenness, 2012). Skript je v softwaru ArcGIS Pro 1.3.0 zařazen do základního balíčku nástrojů. Přepočítání dat do buněk a administrativních jednotek byl proveden pomocí skriptu Summarize Within, umožňující shrnutí hodnot daných atributů v území. Sumarizace v území umožňuje součet a průměr hodnot, výpočet maximální a minimální hodnoty a směrodatné odchylky a to pro více atributů zároveň. Pro potřeby práce byl využit součet a průměr hodnot. Za účelem automatizace a zjednodušení byl v prostředí Model Builderu vytvořen nástroj pro přepočítání statistických dat. Pro statistické zpracování dat, tvorbu tabulek a grafů byl použit tabulkový software Microsoft Excel 2016 a databázový program Microsoft Access 2016. Vybrané mapové vizualizace byly zpracovány v trial verzi grafického editoru Adobe Illustrator CS6.

Jako primární data byla v práci využita vrstva adresních bodů „Statistické budovy (vchody k bytům)“. Tento datový soubor byl katedře geoinformatiky UPOL poskytnut ČSÚ (Českým statistickým úřadem). Referenčním zdrojem dat je základní registr RÚIAN (Registr územní identifikace, adres a nemovitostí). Data jsou platná k 1. dubnu 2016 a jsou kompletní z cca 99,1 % z celkového evidovaného počtu. Vrstva, pokrývající celou Českou republiku, obsahuje celkem 2 815 224 adresních bodů. Z 63 atributů bylo pro přepočítání použito šest atributů, a to:

- počet všech podlaží budovy,
- počet bytů v budově, vchodu,
- počet evidovaných obyvatel v budově,
- počet obyvatel v budově dle SLDB 2011 – obvyklý pobyt,
- počet obyvatel v budově dle SLDB 2011 – trvalý pobyt,
- zastavěná plocha budovy v m<sup>2</sup>.

Pro potřeby vizualizace v administrativních jednotkách byly využity vrstvy Administrativního členění z digitální vektorové databáze ArcČR® 500 verze 3.3 poskytované firmou ARCDATA Praha, s.r.o. zdarma.

## 2.3 Postup zpracování

Samotnému zpracování předcházelo studium řešené problematiky. Byly nastudovány konkrétní příklady využití metody gridu, možnosti tvorby gridových struktur a možnosti statistického přepočítání dat. Také byly nastudovány některé dosavadní vizualizace

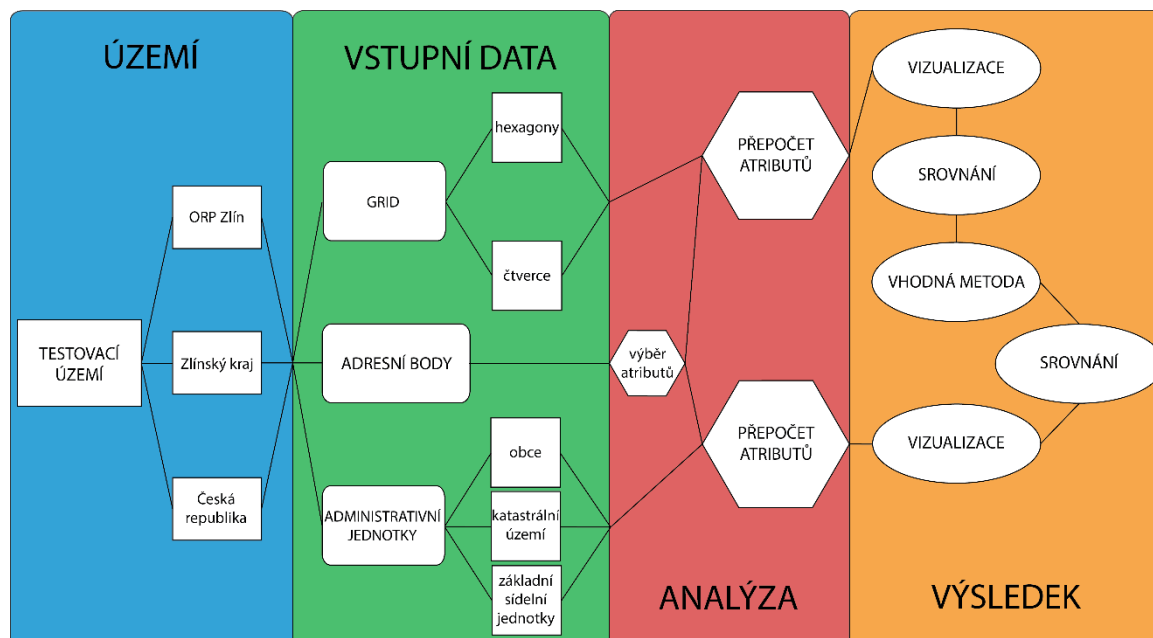
adresních bodů v České republice i v zahraničí. Na schématu (Obr. 2.3.1) je graficky popsán průběh práce.

Vzhledem k charakteru tématu, nebylo samotné srovnávání prováděno pouze pro celé území České republiky, ale také zvlášť pro území Zlínského kraje a ORP Zlín. Hlavním tématem práce bylo srovnání a vizualizace adresních bodů ve formě gridu a areálovou metodou. Nejprve byly stanoveny velikosti a tvary buněk, do kterých bude přepočít proveden a samotné gridové vrstvy vygenerovány. V rámci areálové metody byla zvolena vizualizace v administrativních jednotkách, byly stanoveny konkrétní administrativní jednotky, pro které bude přepočít proveden. Zároveň byly vybrány atributy k finální agregaci. Samotný postup a výběr je popsán v kapitole 4.

Byla tak vybrána tři testovací území, pro něž byly vygenerovány gridy o dvou tvarech a pěti velikostech a vybrány čtyři administrativní jednotky, pro které byl zvlášť proveden přepočít adresních bodů. Ty byly autorce poskytnuty Katedrou geoinformatiky ve formátu Esri Shapefile (SHP) v podobě bodové vrstvy.

Výsledkem je 320 mapových výstupů, které jsou dostupné v mapovém projektu přílohy číslo 15 a dále 5 tištěných mapových výstupů, obsahujících konkrétní vizualizace za účelem samotného srovnávání a 6 příkladných vizualizací. Vlastní srovnání jednotlivých metod a konkrétní příklady jsou předmětem kapitol 5 a 6.

Na závěr byla sepsána textová část práce, byl zhotoven informační poster a byly vytvořeny webové stránky reprezentující výsledky práce. Součástí práce jsou také obrázky, grafy a tabulky.



Obr. 2.3.1 Grafické schéma postupu práce.

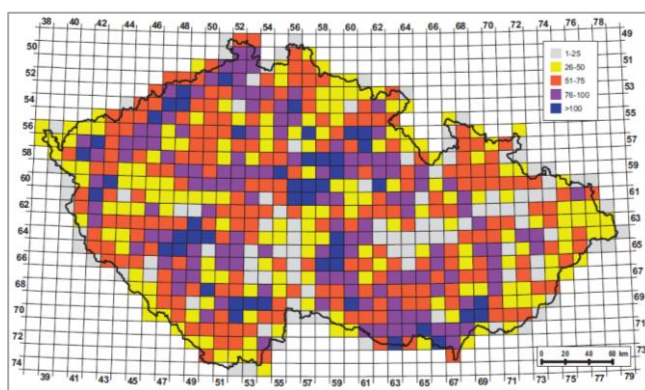
### 3 REŠERŠE STUDOVANÉ LITERATURY

Řešení práce předcházelo studium porovnávaných metod, možnosti a použití software při tvorbě gridových struktur, přepočtu statistických informací. Na základě rešerše literatury byly vybrány parametry gridu vstupující do přepočtu a nástroje.

#### 3.1 Metoda GRIDU

Grid, neboli pravidelná polygonová síť, může být považována za zvláštní druh areálové metody. Dle Klaudy (2016) představuje grid nový fenomén v kontextu požadavků na statistické výstupy. Území je rozděleno pomocí mřížky na stejně velké územní celky – buňky, které mají jednoznačný identifikátor a k nimž jsou přiřazeny zpravidla agregované statistické údaje. Statistické informace se do sítě buněk přiřazují dvojím způsobem. První metodou je agregace prostorově detailních statistických dat (down-top nebo také bottom-up). Jde o metodu nejjednodušší a zároveň poskytující nejlepší výsledky, kdy typicky jsou na vstupu adresně lokalizovaná data. Nejsou-li podrobnější statistická data k dispozici, lze použít metodu disagregace (top-down), která je již procesně náročnější. Obě metody lze vzájemně kombinovat. Výsledkem je pak hybridní model grid (Klauda, 2016).

Vizualizace metodou gridu má v současné době hojného využití ve studiích různého zaměření. Česká společnost ornitologická započala v roce 2014 mapování rozšíření všech druhů ptáků hnízdících na území Česka a jejich absolutní a relativní početnost. Mapování probíhá v základních kvadrantech představujících 10 minut zeměpisné délky a 6 minut zeměpisné šířky. Přibližné rozměry kvadrantu jsou  $11,2 \times 12$  km. Prezentace průběžných výsledků je vizualizovaná ve stejné gridové síti (Obr. 3.1.1). Mapování probíhá po dobu čtyř let do roku 2017, jeho výsledkem bude Atlas rozšíření ptáků v letech 2014–2017 (Vermouzek et al., 2014).

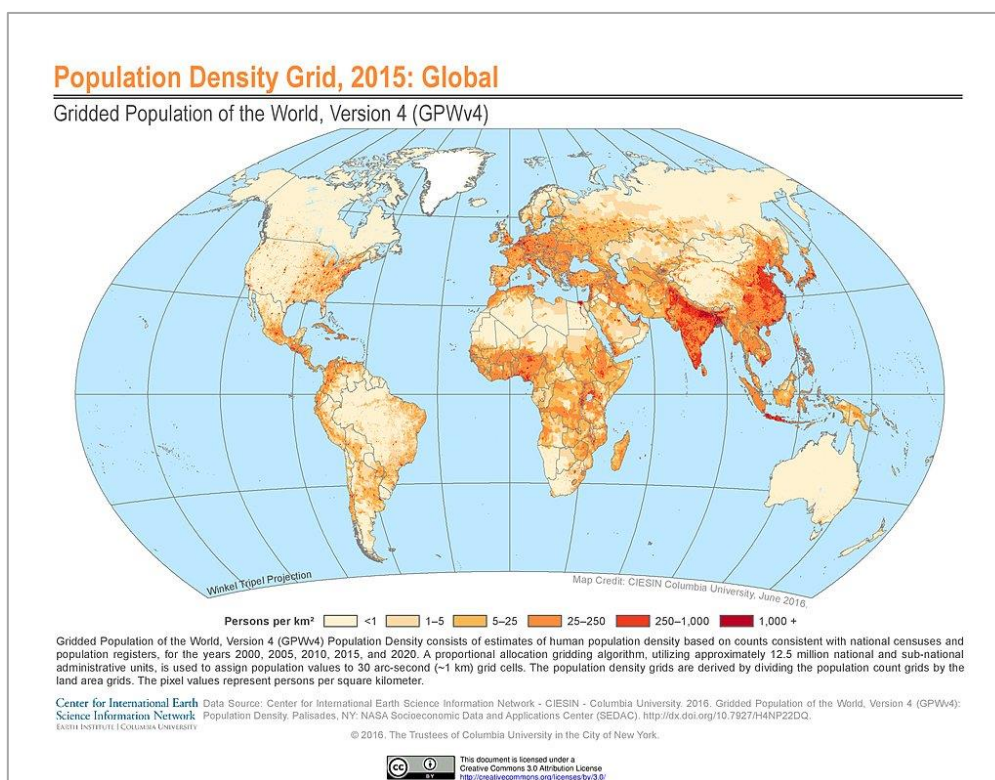


Obr. 3.1.1 Počet zjištěných druhů v základních kvadrátech s prokázáním a pravděpodobným hnízděním (zdroj: periodikum Ptačí svět 2/2016).

Metoda gridu má velký potenciál při vizualizaci zejména statistických dat, které pak slouží ke studiu časových změn a v dnešní době zejména porovnávání v rámci Evropské unie. Ačkoliv se jedná o fenomén dnešní doby, již v roce 1995 vznikla iniciativa GPW (The

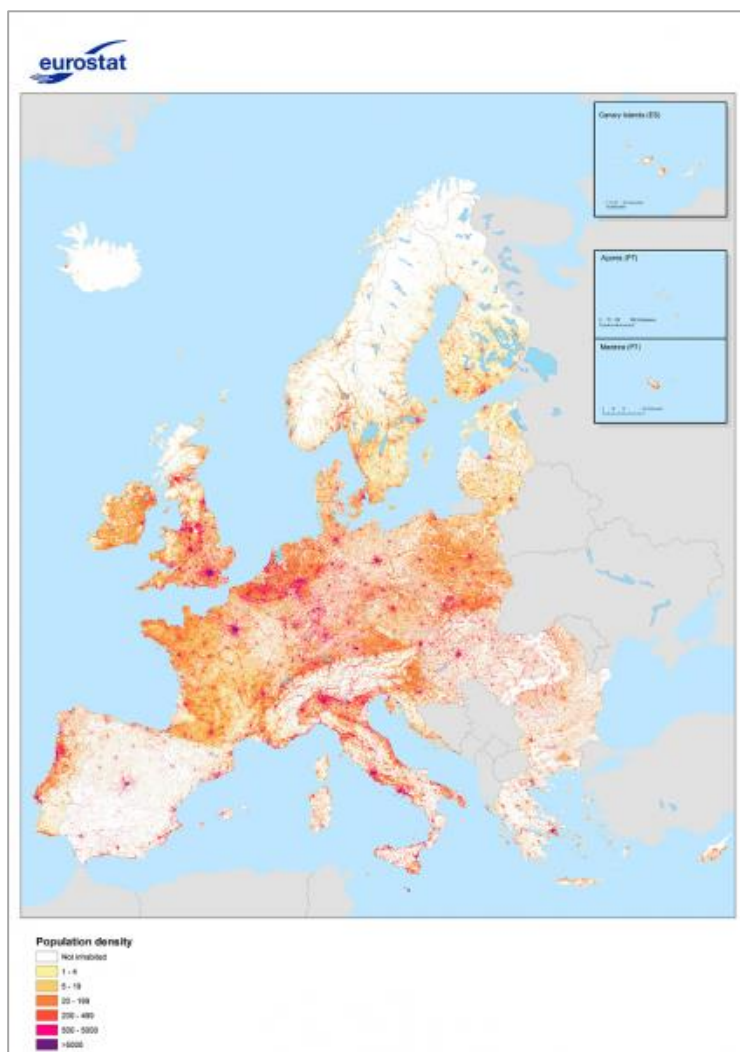


Gridded Population of the World) financovaná Národním úřadem pro letectví a kosmonautiku (NASA) pod kontraktem pro obnovení provozu centra SEDAC (Socioeconomic Data and Applications Center) v centru CIESIN (Center for International Earth Science Information Network) na Kolumbijské univerzitě. Základním vstupem pro první verzi bylo sčítání lidu a odpovídající zeměpisné hranice. Pro nejnovější verzi GPWv4 byly vstupní údaje shromažďovány v nejdetailejším rozlišení dostupném ze sčítání lidu, které proběhlo mezi lety 2005 – 2014. Protože vstupní data pocházela z různých let, byla extrapolována do pěti klíčových let 2000, 2005, 2010, 2015 a 2020, pro které byl proveden populační odhad pro každý kilometr čtvereční na zemi. Mřížka nejnovější verze GPWv4 má výstupní rozlišení 30 úhlových vteřin (cca jeden km u rovníku). Data GPW jsou otevřeně dostupná pod licencí Creative Commons Attribution 4.0 International License. Výhodou GPW je možnost interakce s jinými daty, jako je například krajinný pokryv. Gridy jsou k dispozici pro počet obyvatel, hustotu obyvatel (Obr. 3.1.2), očištěný počet obyvatel, očištěnou hustotu obyvatel, plochu území, vodní plochu a indikátory kvality dat. Dodatečně v nové verzi zahrnuje i základní demografické charakteristiky (věk a pohlaví) a městské/venkovské označení. Tyto gridy umožňují uživateli nahlédnout na mnoho demografických přehledů, jako jsou např. starší populace ve venkovských oblastech, děti školního věku nebo ženy v plodném věku. Přehledy základních demografických charakteristik v gridu mohou rozšířit užitečnost GPW v oblasti urbanizace, migrace nebo plánování pro případ katastrof (Doxsey-Whitfield, a další, 2015).



Obr. 3.1.2 Globální hustota obyvatel v gridu, v roce 2015 dle verze GPWv4 (zdroj: <http://sedac.ciesin.columbia.edu/>).

V roce 2006 Eurostat a EFGS (European Forum for Geography and Statistics) představil v rámci projektu GEOSTAT statisticky založený grid o velikosti mřížky  $1 \times 1$  km pokrývající území celé Evropské unie pro referenční rok 2006. Dvanáct Evropských zemí poskytlo statistická data do úrovně adresního místa, kde pro každý kilometr čtvereční byla data agregována. Pro zbývajících 18 datasetů, kde neexistují souřadnice nebo adresy, byla data disagregována, což s sebou nese množství problémů.



Obr. 3.1.3 GEOSTAT populační grid 2011 (zdroj: <http://ec.europa.eu/eurostat>).

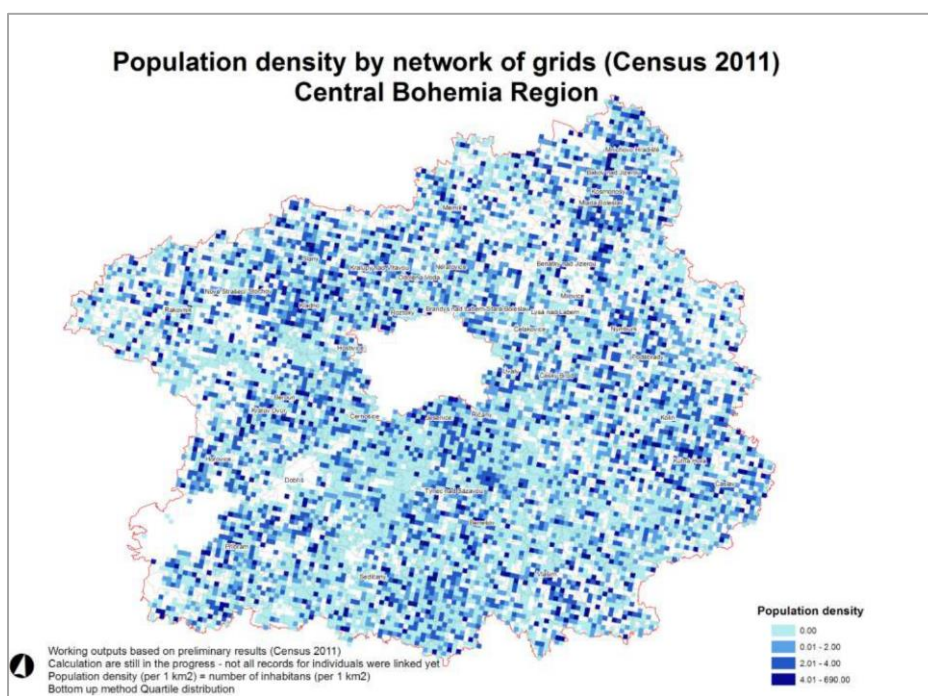
Tato iniciativa byla zaměřená na rozvoj společných směrnic pro shromažďování a sestavování statistik členských zemí EU o sčítání lidu pro rok 2011. Tato prostorová soustava je standardizována pro gridovou síť  $1 \times 1$  km (Obr. 3.1.3) dle INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) směrnic a pro souřadnicový systém ETRS89 Lambertova azimutálního stejnoplochého zobrazení. Na území Španělska a Portugalska byl Eurostatem vytvořený populační grid  $1 \times 1$  km porovnáván s počtem obyvatel v administrativních jednotkách NUTS3. Tyto jednotky odpovídají velikostem území krajů České Republiky, nejsou tedy porovnatelné s velikostí standardizovaného  $1 \times 1$  km gridu (Eurostat, 2016). Hlavními výhodami a důvody proč přepočítávat

statistické informace do gridu je dle Eurostatu (2016) jeho neměnnost v čase, snadné porovnávání stejně velkých území, integrace s ostatními vědeckými daty a fakt, že velikost gridu může být vybírána v závislosti na velikosti studovaného území.

Využití geostatistických dat, jejich vizualizace a metody byly předmětem konference Evropského fóra pro geostatistiku, která se konala 24.–26. října 2012 v Praze.

Udržalová (2012) ve své prezentaci představila práci Českého statistického úřadu. Zaměřila se na historii a vývoj geoinformační infrastruktury v České republice, kde popsala technické možnosti, legislativní nařízení a hlavní přednosti. Představila zde dokument chystaný ministerstvem vnitra České republiky „Strategie 2020“ jinak také Evropa 2020. Jedná se o strategii navazující na Lisabonskou strategii i2010. Stanovuje vizi pro dosažení vysoké úrovně zaměstnanosti, ekonomiky s nízkou produkcí uhlíku, produktivity a sociální soudržnosti v EU (MVCR, 2012). Na závěr rozebrala přístup ke statistickým informacím a registrům v České republice. Zmínila zde, že velký potenciál geoinformačních technologií je v oblasti veřejných databázích, statistických registrech a populačním sčítání.

Kraus (2012) popisuje bottom-up (Obr. 3.1.4) a top-down metody. Porovnává jejich využití při vizualizaci výsledků ze Sčítání lidu, domů a bytů v roce 2011 (SLDB 2011). Zaměřuje se zejména na převod statistických dat do gridu pomocí top-down metody. Definuje index intenzity prostorové variability přepočtu statistických dat do gridové sítě.

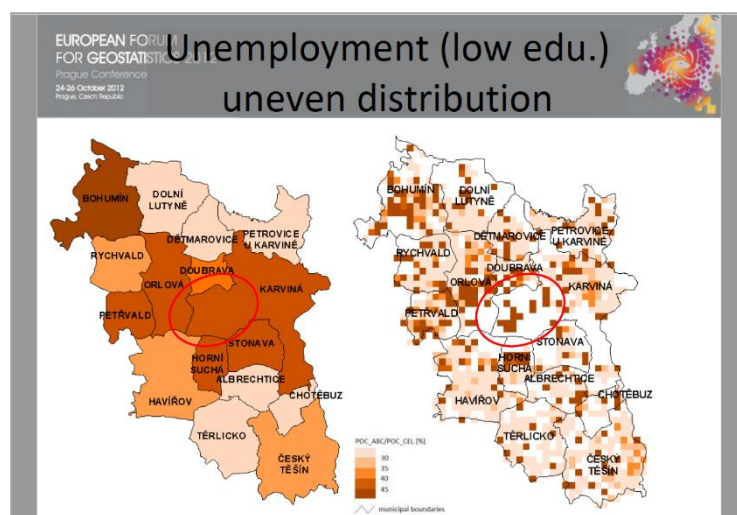


Obr. 3.1.4 Hustota obyvatel v gridu na základě SLDB 2011 dle Krause, 2012 (Zdroj: <https://www.czso.cz/staticke/efgs/efgs2012.nsf/i/presentations>).

Rosina, Hurbánek, & Atkinson (2012) se ve své prezentaci zaměřili na typy top-down disagregačních metod, výhody a nevýhody těchto metod, jejich použití a příklady použití. Při využití dasymetrických disagregačních metod jsou používána pomocná data,

například OpenStreetMap, Urban Atlas, data o využití území a krajinném pokryvu nebo data z nočních pozorování. Prezentace vycházela z jejich studie, ve které představují jako řešení disagregaci populačních dat s využitím map krajinného pokryvu a nepřístupnosti povrchu na území Slovenska a částí Rakouska.

Horák (2012) prezentuje hlavní problémy při harmonizaci a agregaci statistických prostorových dat do gridu a dále využití gridu oproti administrativním jednotkám pro detailnější monitoring sociálních problémů jako je např. nezaměstnanost (Obr. 3.1.5).

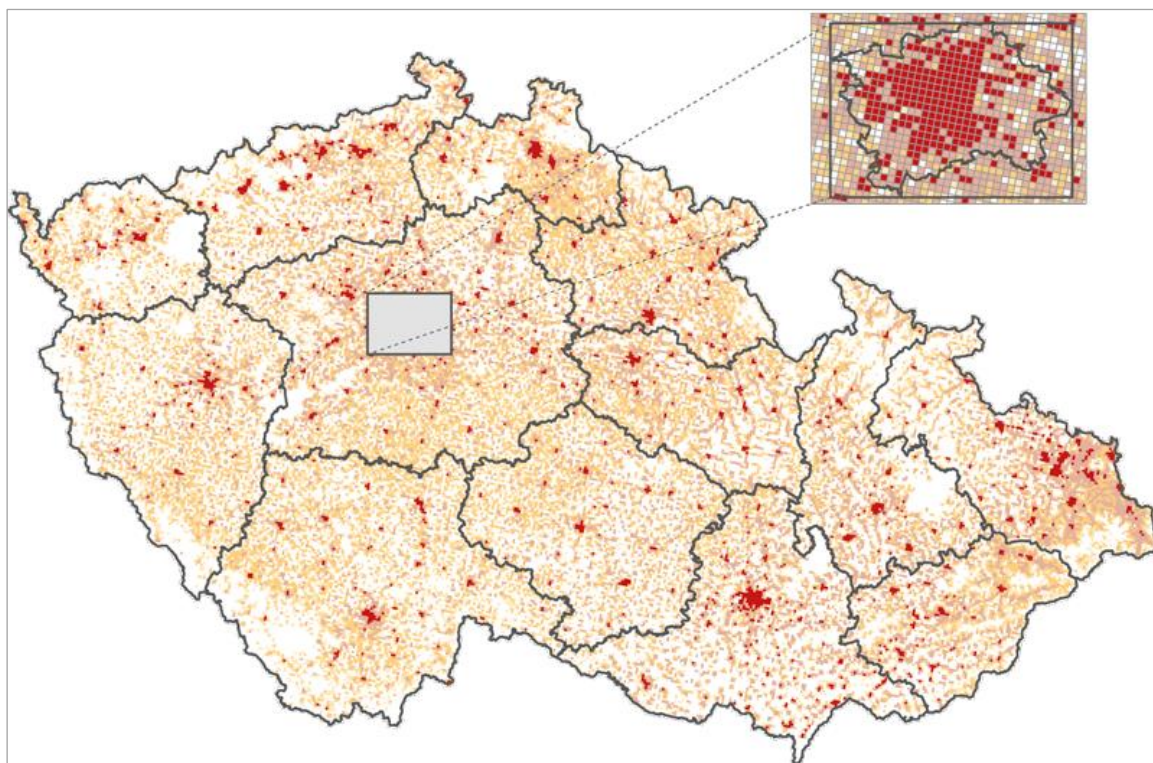


Obr. 3.1.5 Porovnání nezaměstnanosti východního Slezska v gridu a v areálu dle Horáka (2012) (zdroj: <https://www.czso.cz/staticke/efgs/efgs2012.nsf/i/presentations>).

Donedávna byla statistická data vztažena k území pouze formou zařazení do administrativních, či podrobnějších statistických územních celků, nyní je už velké množství statistických dat vztaženo až do úrovně adresy (Klauda, 2016). Adresní místo budovy je takové místo v terénu, kterému lze ve vztahu k budově jednoznačně přiřadit adresu. Toto místo je reprezentováno ve formě adresního bodu. Adresní bod je volen tak, aby svojí polohou co nejlépe vystihoval adresní místo (ČSÚ, 2016).

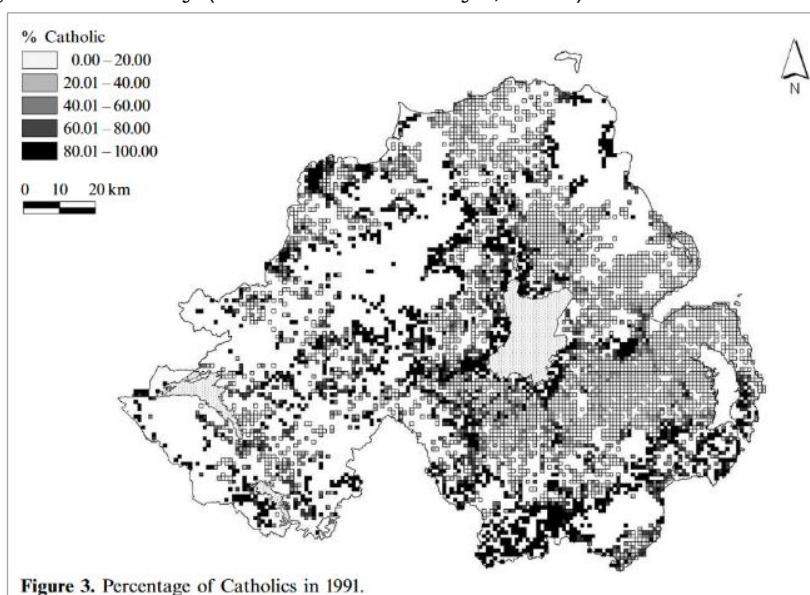
S adresně orientovaným sběrem dat je možno se setkat při celoplošném populačním sčítání, výběrových šetřeních v domácnostech, agrocenzu, statistickém šetření o kolaudaci budov a bytů či ve statistických registrech. Jde především o demografické, sociální a zemědělské údaje a technicko-ekonomické charakteristiky budov. Data je možno dále obohacovat o údaje z administrativních zdrojů, jimiž jsou základní registry veřejné správy nebo katastr nemovitostí (Klauda, 2016). ČSÚ se v letech 2013–2014 aktivně podílel na projektu GEOSTAT 1B, jehož výsledkem je harmonizovaný pan-evropský grid na území České republiky o velikosti buňky  $1 \times 1$  km (Obr. 3.1.6). Metody agregace a disagregace jsou aplikované na datech ze SLDB 2011 (Klauda, 2016).





Obr. 3.1.6 Počet obvykle bydlících osob v ČR – v gridové síti o rozlišení 1 km<sup>2</sup> (zdroj: ČSÚ, SLDB 2011).

Celosvětově existuje množství analýz a výstupů vycházejících z populačního sčítání. Příkladem je práce Severoirských geografů Iana G Shuttlewortha a Christophera D Lloyda řešící otázku, zda dochází k populačním změnám a rezidenční segregaci v Severním Irsku. Na základě populačního sčítání mezi lety 1971 a 2001 jsou ve čtvercové mřížce o velikosti buňky 1 km<sup>2</sup> (Obr. 3.1.7), pokrývající všechny osídlené části Severního Irsku, vizualizovány časové změny (Shuttleworth & Lloyd, 2009).



Obr. 3.1.7 Procentuálního zastoupení katolíků v Severním Irsku v roce 1991 (zdroj: Shuttleworth & Lloyd, 2009).

## 3.2 Možnosti software

Dnešní technologie nabízejí při tvorbě buněk a statistických souhrnech více různých možností. Byly vybrány některé nástroje, které byly testovány a nakonec použity pro potřeby práce.

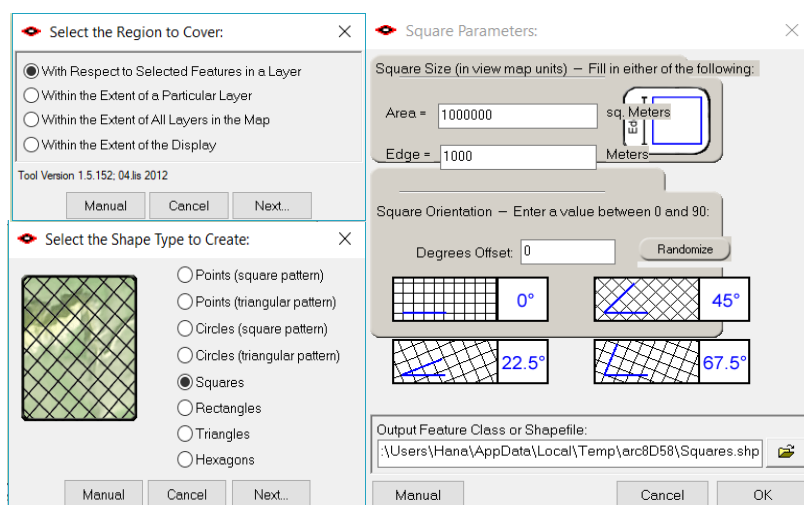
### 3.2.1 Možnosti generování buněk

#### Repeating Shapes

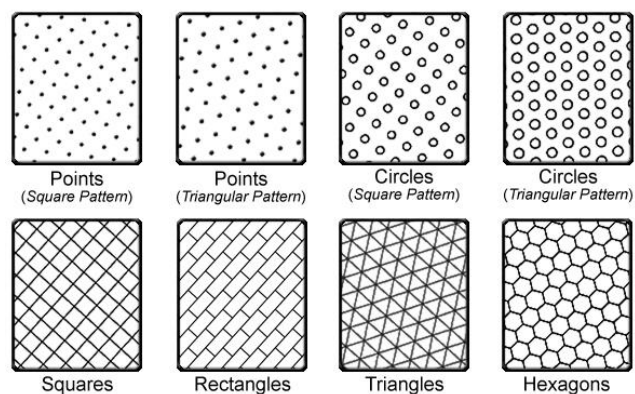
Repeating Shapes je volně stažitelná extenze jejíž součástí je skript Generate Tessellation. Tento nástroj umožňuje tvorbu mřížek o různé velikosti, úhlu a tvaru pro vybrané studované území. Rozsah může být definován jako (Obr. 3.2.1.1) aktuální zobrazované okno, dle všech vrstev v projektu, dle konkrétní vrstvy nebo jako označená část ve vrstvě. Buňky mohou mít tvar (Obr. 3.2.1.2) hexagonu, čtverce, pravoúhelníku, trojúhelníku, kolečka nebo bodu a mohou být generovány v jakékoliv orientaci. Velikost buněk musí být definována v metrech nebo metrech čtverečních. Časová náročnost je individuální v závislosti na rozsahu a velikosti buňky. Skript je stabilní a při náročnějších operacích proběhne až do konce.

Autorem extenze je Jeff Jenness, wildlife biologist a GIS analytik společnosti Jenness Enterprises se sídlem v USA. První verze extenze byla vydána v srpnu roku 2006, nejnovější verze 1.5.152 byla vydána v listopadu roku 2012. Extenze existuje ve verzích pro ArcGIS 9.x a pro ArcGIS 10.x a vyžaduje ArcView stejné verze. Pracuje na všech licenčních stupních ArcGIS for Desktop (Jenness, 2012).

Skript je v softwaru ArcGIS Pro zařazen do základního balíčku nástrojů, ale má omezenější funkcionalitu. Umožňuje pouze tvorbu buněk čtvercového, hexagonového a trojúhelníkového tvaru. Neumožňuje nastavení orientace buněk, ale může být definován souřadnicový systém. Vzhledem k potřebám práce je skript v softwaru ArcGIS Pro dostačující.



Obr. 3.2.1.1 Rozhraní skriptu Generate Tessellation z extenze Repeating Shapes.

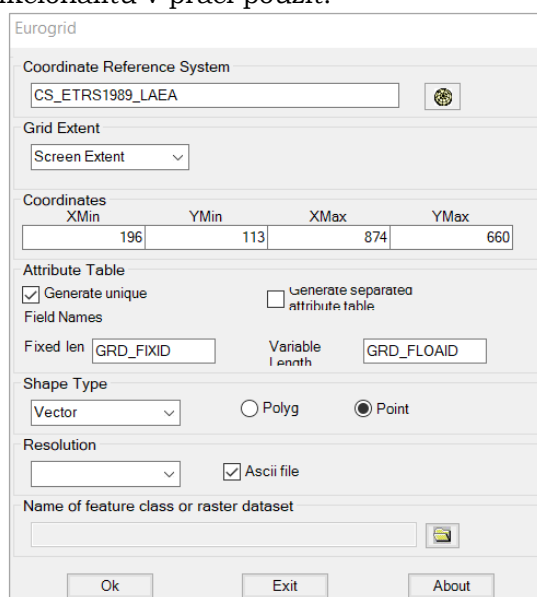


Obr. 3.2.1.2 Možnosti nastavení tvarů v extenzi Repeating Shapes (zdroj: Jeff Jenness).

## Grid Tool

Nástroj Grid tool nebo také Eurostat grid generation tool for ArcGIS byl navržen pro ArcGIS 10 a umožňuje tvorbu rastrových či vektorových gridových buněk různé velikosti vyhovující normám INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe). Nástroj Grid tool byl využit na generování gridové sítě 1km<sup>2</sup> při projektu GEOSTAT. Gridová síť může být využita pro jakoukoliv tematiku. EFGS zároveň bezplatně poskytuje gridovou síť každé země EU o velikosti buňky 1 km<sup>2</sup> čtvercového tvaru a zprostředkovává otevřená data některých zemí jejichž součástí jsou statistické gridy různých velikostí (EFGS, nedatováno).

Nástroj Grid tool umožňuje na vstupu (Obr. 3.2.1.3) definovat souřadnicový systém jež je defaultně nastaven na CS\_ETRS1989\_LAEA. Dále umožňuje nastavit rozsah jako výchozí okno, souřadnicemi nebo dle označené části vrstvy. Další důležité parametry jsou rozlišení buňky, kde je přednastaveno celkem 20 velikostí a výchozí typ buď rastr nebo vektor. Atributovou tabulku lze generovat separovaně. Prakticky se podařilo nástroj spustit, ale na výstupu je z neznámého důvodu pouze jedna buňky. Nástroj proto nebyl pro svou omezenou funkcionalitu v práci použit.

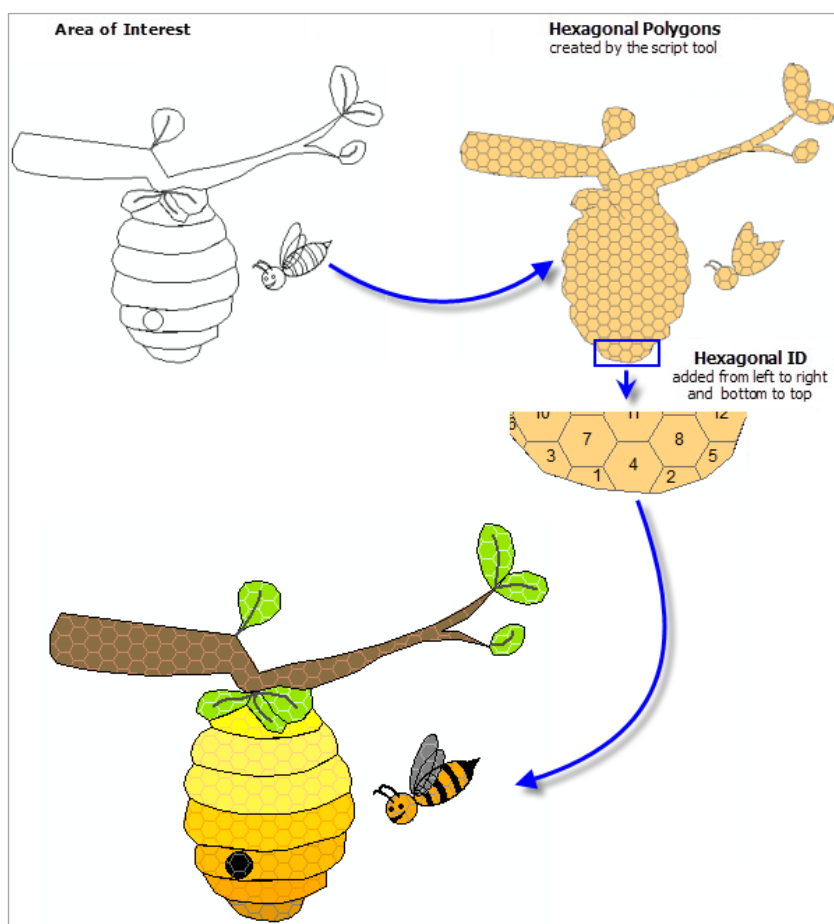


Obr. 3.2.1.3 Rozhraní nástroje Grid tool.

## Create Hexagons

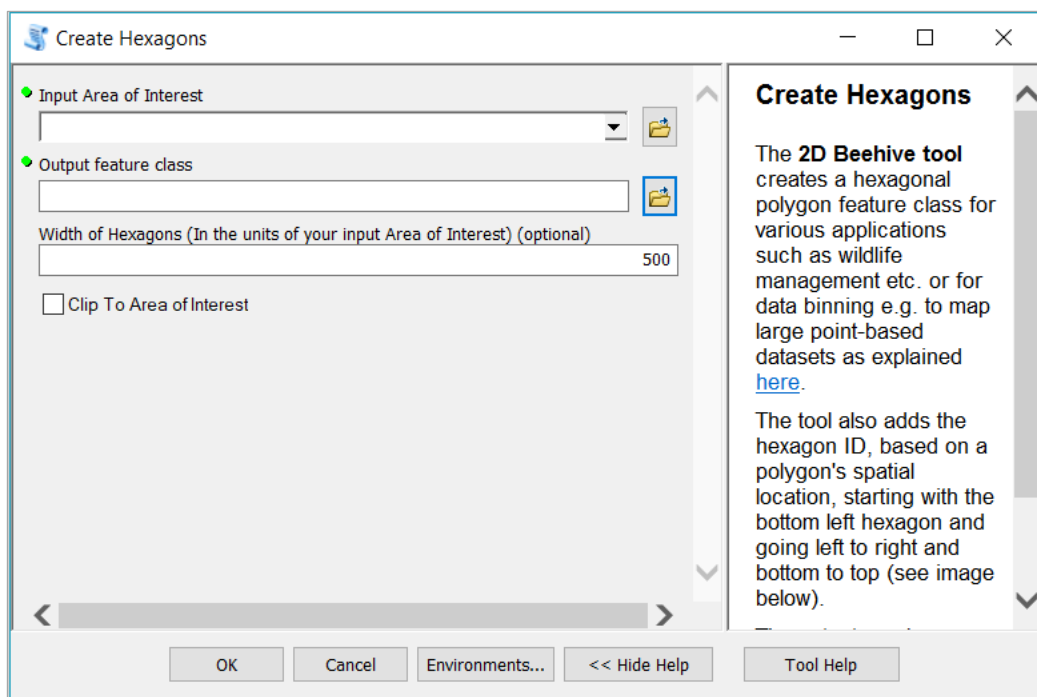
Jak už napovídá název, nástroj Create Hexagons nebo také 2D Beehive tool slouží k tvorbě hexagonální polygonové struktury jakékoliv zájmové oblasti. Nástroj rovněž přidá unikátní ID založené na prostorovém umístění, začínající u spodní levé buňky a pokračující zleva doprava od spodu nahoru (viz Obr. 3.2.1.4). Výstup může být oříznut podle zájmové oblasti. Nástroj má velmi jednoduché rozhraní (3.2.1.5), kde je nutné na vstupu zadat zájmovou vrstvu definující rozsah, nastavit výstup a velikost buňky. Možnost ořezu je dobrovolná. Nástroj byl publikován v červenci 2012 a jeho autorem je uživatel Shitij Mehta. Skript vyžaduje minimálně verzi ArcGIS 10.1 a licenci úrovně Advanced (Mehta, 2014).

Nástroj byl otestován na vrstvě malého území (ORP Zlín), byly vyzkoušeny různé velikosti buněk i varianta s oříznutím vrstvy, ale skript byl vždy předčasně ukončen chybovou hláškou. I přes nedokončení skriptu vytvořil nástroj celkem sedm průběžných souborů, z nichž jeden připomínal nedokončenou hexagonovou síť. Kvůli nefunkčnosti nebyl nástroj v práci využit.



Obr. 3.2.1.4 Schéma postupu zpracování skriptu (zdroj: Shitij Mehta).



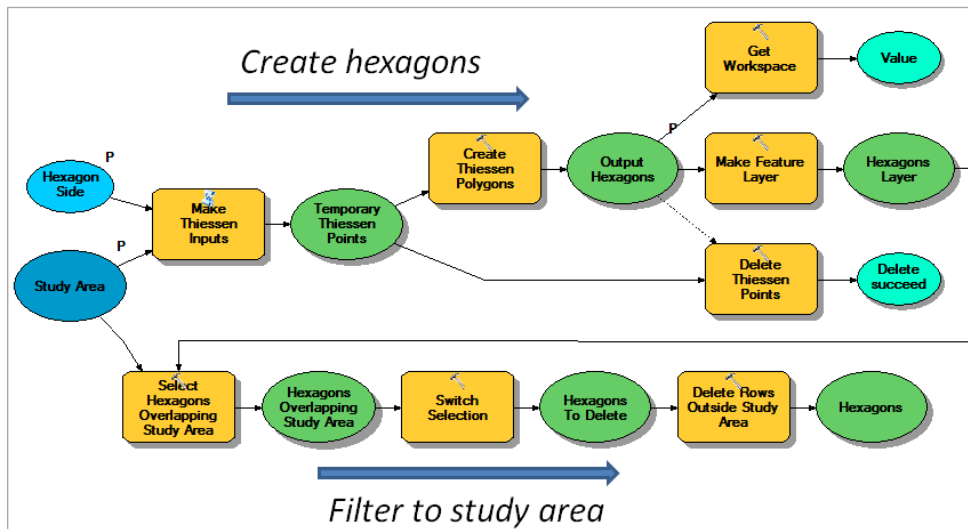


Obr. 3.2.1.5 Rozhraní nástroje Create Hexagons.

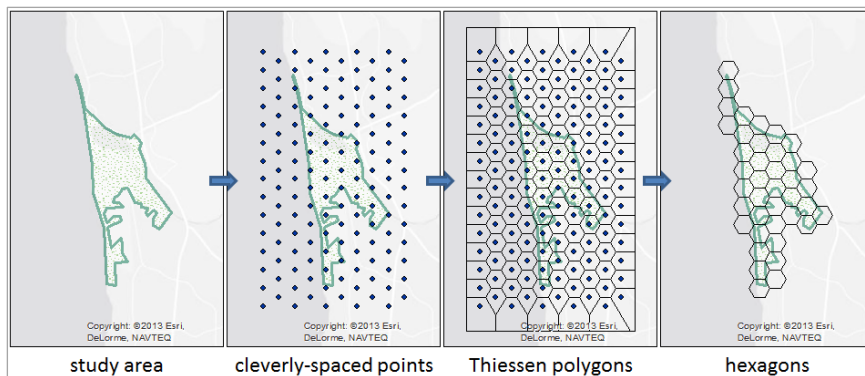
### Create Hexagon Tessellation

Nástroj Create Hexagon Tessellation má podobnou funkcionalitu jako výše zmíněný nástroj. Slouží k tvorbě hexagonové struktury překrývající studovanou oblast. Nástroj byl vytvořen v prostředí Model Builderu (Obr. 3.2.1.6) kombinací unikátního skriptu a standartních nástrojů ArcGIS. Vytvořený model je poměrně jednoduchý, používá skript pro tvorbu plata bodů, které jsou rozmístěny tak, že při spuštění nástroje Create Thiessen Polygons, budou generovány pravidelné šestiúhelníky (Obr. 3.2.1.7).

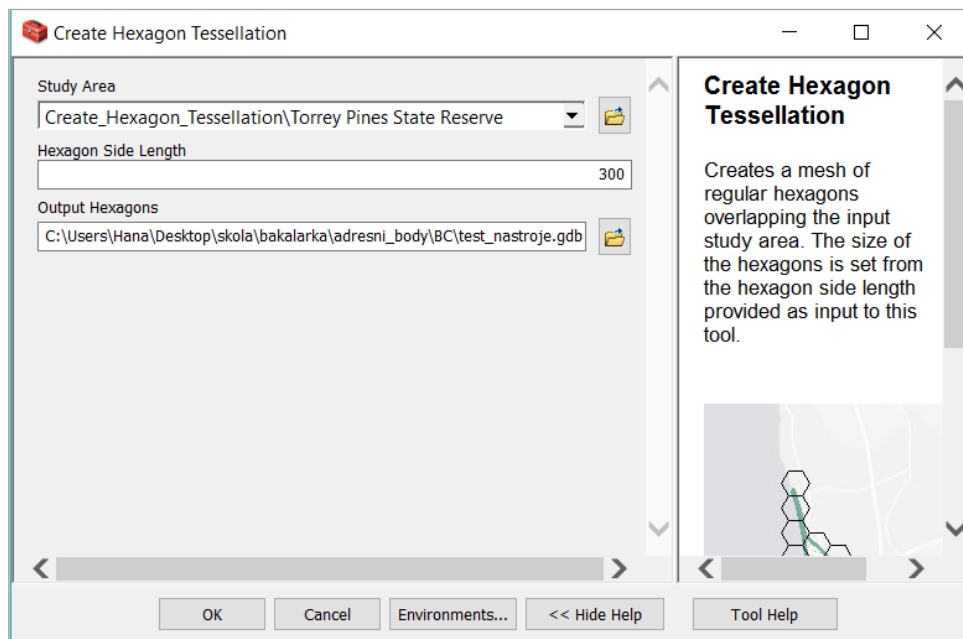
Autorem nástroje je Tim Whiteaker, researcher na The University of Texas v Austinu a byl publikován v roce 2013. Je vyžadována verze ArcGIS 10.1 a vyšší a licenční stupeň Advanced. Nástroj je volně dostupný pod Berkley Software Distribution license (Whiteaker, 2013). Rozhraní nástroje je poměrně jednoduché, zahrnuje definování vstupu a výstupu a nastavení velikosti buňky (Obr. 3.2.1.8). Nástroj byl otestován na stejné vrstvě jako předchozí nástroj a funguje bezproblémově. Časová náročnost závisí na rozsahu území a na velikosti buňky. I přes dobrou funkcionalitu nebyl nástroj nakonec použit.



Obr 3.2.1.6 Schéma nástroje vytvořený v Model Builderu (zdroj: Tim Whiteaker).



Obr. 3.2.1.7 Grafické schéma postupu zpracování skriptu (zdroj. Tim Whiteaker).

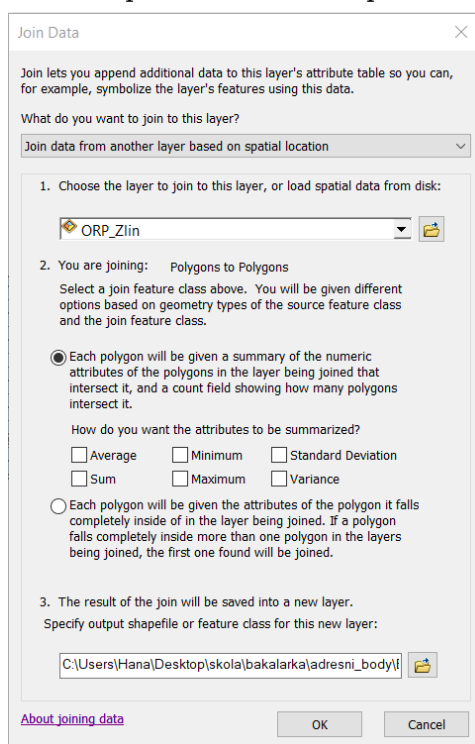


Obr. 3.2.1.8 Rozhraní nástroje Create Hexagon Tessellation.

## 3.2.2 Možnosti statistického přepočtu dat

### Join Data

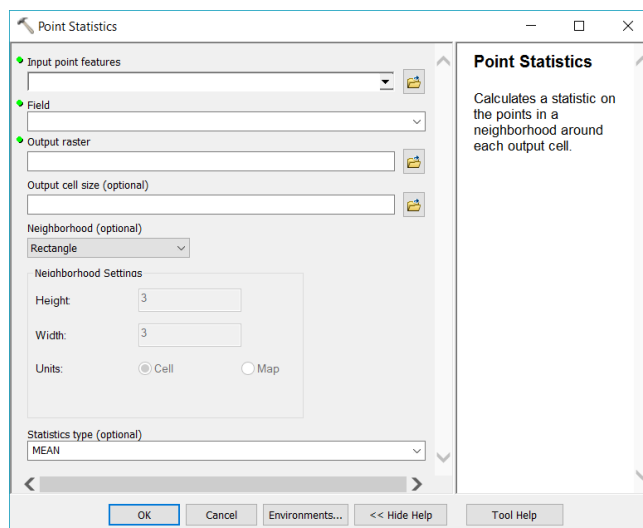
Nástroj Join Data from another layer based on spatial location je jednoduchý nástroj pro statistický souhrn dat z jiné vrstvy. Nástroj je dostupný v rámci základní funkcionality ArcGIS for Desktop. Je nutné definovat souhrnnou vrstvu jejíž hodnoty budou na základě prostorového umístění přiřazovány původní vrstvě (Obr. 3.2.2.1). Hodnoty mohou být agregovány jako součet hodnot, průměr hodnot, minimální a maximální hodnota nebo jako směrodatná odchylka a rozptyl. V rámci přepočtu mohou být použity všechny metody a vždy jsou provedeny pro všechny atributy agregované vrstvy. Potřebné atributy nelze selektovat, proto dochází k nárůstu informací, které nepotřebujeme. Nástroj proto není příliš efektivní a v práci nebyl použit.



Obr. 3.2.2.1 Rozhraní nástroje Join Data.

### Point Statistics

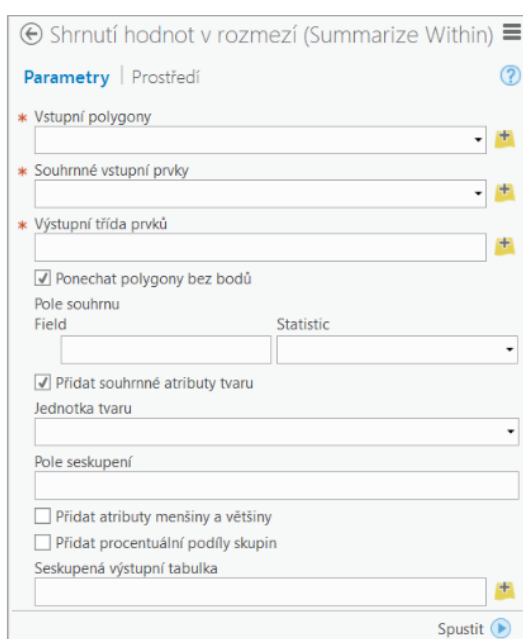
Nástroj Point Statistics je dostupný v základním balíčku nástrojů ArcGIS for Desktop, vyžadující licenci Spatial Analyst. Nástroj počítá vybrané statistiky ze vstupní vrstvy bodů z definovaného sousedství každé buňky (Esri, 2017). Ze vstupní vrstvy je nutné definovat atribut, pro který budou statistiky počítány (Obr. 3.2.2.2). Dále musí být nastavena výstupní velikost buňky a definované okolí ze kterého budou statistiky počítány. Vzhledem k tomu, že výstupní vrstvou je rastr nelze tak přepočet provést zároveň pro více atributů a statistik. Nástroj umožňuje celkem 10 statistických výpočtů a to průměrná hodnota, majoritní a minoritní hodnota, maximální a minimální hodnota, median, rozptyl, směrodatnou odchylku, rozsah a součet hodnot. Vzhledem k povaze nástroje, nebyl v práci využit.



Obr. 3.2.2.2 Rozhraní nástroje Point Statistics.

### Summarize Within

Nástroj Summarize Within je dostupný v základním balíčku nástrojů softwaru ArcGIS Pro. Skript umožňuje překrýt polygonovou vrstvu jinou vrstvou a tím sumarizovat počet bodů, délku linií či plochu polygonů v rámci každého polygonu a vypočítat statistiky polí atributů těchto prvků v rámci polygonů (Esri, 2017). Uživatel může definovat vstupní polygony (Obr. 3.2.2.3), souhrnné vstupní prvky a výstupní třídy prvků a může si vybrat, zda chce ponechat polygony bez bodů. Důležitou součástí je možnost výběru polí souhrnu a výběr statistických funkcí a to průměr, součet, směrodatná odchylka nebo minimální a maximální hodnota. Podstatná jsou fakta, že skript umožňuje v rámci jednoho souhrnu provést přepočítání pro více atributů zároveň a souhrnné vrstvy musí být číselné, text a ostatní datové typy nejsou podporovány. Vzhledem k funkcionalitě a efektivnosti byl nástroj v práci použit pro statistický přepočítání informací.



Obr. 3.2.2.3 Rozhraní nástroje Summarize Within.

## 4 ZPRACOVÁNÍ A PŘÍPRAVA DAT

Vlastnímu srovnání metod předcházelo zpracování primárních dat a výběr atributů. Vzhledem k charakteru studované tematiky, byla definována testovací území, pro které byl proveden přepočítání a výsledná srovnání. Klíčové bylo stanovení velikostí a tvarů buněk, které musely být vygenerovány a výběr administrativních jednotek. Nakonec byl proveden přepočítání vybraných atributů do stanovených buněk a administrativních jednotek.

### 4.1 Zpracování dat a výběr atributů

Nejprve byla provedena analýza primárních dat, tedy datasetu adresních bodů s názvem „Statistické budovy (vchody k bytům)“. Bodová vrstva obsahovala celkem 2 809 711 adresních bodů a 63 atributů. Po důkladnější analýze bylo zjištěno, že u celkem 1 988 563 záznamů (71 %) bylo v atributu NAZ\_OBEC, neboli název obce, chybně uvedeno město Choceň, kterému má náležet pouze 2 334 adresních bodů (ČÚZK, 2017). Většina těchto záznamů obsahovala u velké části atributů pouze nulové hodnoty. Bylo tak evidentní, že se jedná o chybná data, nevhodná k práci tohoto charakteru. Proto vedoucí práce zažádal o nová data, která byla Českým statistickým úřadem obratem poskytnuta.

Nově poskytnutá data již obsahovala relativně správné informace, zahrnující celkem 2 815 224 bodů a 63 atributů. Po podrobnější analýze nevykazovala data hrubé chyby podobného charakteru. Zjištěnými vadami, bylo ale velké množství nulových hodnot u téměř poloviny atributů, dále hodnota 87 152 m<sup>2</sup> zastavěné plochy adresního bodu v obci Květnice a počet 93 podlaží budovy obce Chotěvice.

V další kroku byly stanoveny atributy, které budou přepočítávány do buněk a administrativních jednotek. Po důkladnější analýze atributů a konzultaci s vedoucím práce bylo vybráno celkem šest atributů, které budou do ploch přepočítávány a jejichž vizualizace budou na závěr porovnávány. Kompletní názvy zvolených atributů jsou:

- počet všech podlaží budovy (POCPODBUD),
- počet bytů v budově, vchodu (SUM\_BYT),
- počet evidovaných obyvatel v budově (BUDOBYEV),
- počet obyvatel v budově dle SLDB 2011 – obvyklý pobyt (BUDOBYOSL),
- počet obyvatel v budově dle SLDB 2011 – trvalý pobyt (BUDOBYTSL),
- zastavěná plocha budovy v m<sup>2</sup> (ZASTPLOBUD).

Prostřednictvím zkratk, uvedených za názvem atributu v závorce, bude dále v textu na atributy odkazováno.

U vybraných atributů je graficky znázorněno (Obr. 4.1.1) zjištěné procentuální zastoupení nulových hodnot pro uvedení kompletnosti dat. Počet všech podlaží budovy zahrnuje jak podzemní, tak i nadzemní podlaží budovy, proto také nemůže nabývat nulových hodnot, pro potřeby práce je však toto zastoupení nulových hodnot

zanedbatelné. U procentuálního zastoupení nulových hodnot atributů o počtu bytů a počtu obyvatel nelze ověřit správnost, protože lze předpokládat, že ne v každé budově se nachází byty nebo zde nutně musí žít lidé. Naopak budova nemůže v případě zastavěné plochy nabývat nulových hodnot, proto byl tento atribut pouze doplňkový a nebyl brán v úvahu v rámci výsledného porovnávání.



Obr. 4.1.1 Grafické znázornění procentuálního zastoupení nulových hodnot vybraných atributů (zdroj grafika: Freepik <http://www.freepik.com/>).

## 4.2 Testovací území

S ohledem na charakter studované tematiky nebylo testování prováděno pouze pro území celé České republiky. Jelikož se jedná o velké území – 78 867 km<sup>2</sup> (OSN, 2014) a v rámci menších celků by mohlo srovnání posuzovaných metod proběhnout různě, byly proto navíc vybrány dílčí územní celky Zlínský kraj a ORP Zlín.

Zlínský kraj, který se se svou rozlohou 3 963 km<sup>2</sup> řadí ke krajům střední až menší velikosti, zaujímá 5 % České republiky. Celkovou výměru zabírá z téměř 50 % zemědělská půda a ze 40 % lesní půda. K 1. 1. 2016 zde žilo 584 676 obyvatel a hustota zalidnění byla 149 obyvatel/km<sup>2</sup>, což významně převyšovalo republikový průměr (Krajský úřad Zlínského kraje, 2016).

ORP Zlín je z hlediska počtu obyvatel největším správním obvodem Zlínského kraje a hustota obyvatel (283 obyvatel/km<sup>2</sup>) je druhá nejvyšší ze všech ORP v kraji. Ve správním obvodu je nejvyšší podíl městského obyvatelstva (80 %) a kromě dvou měst zahrnuje 28 obcí. Svou velikostí (350 km<sup>2</sup>) se podílí necelými devíti procenty na rozloze kraje a má nepravidelný protáhlejší tvar (ČSÚ, Krajská správa ČSÚ ve Zlíně, 2014).

V rámci vybraných testovacích území byl proveden přepočítaných atributů adresních bodů. Pro Zlínský kraj bylo zhotoveno 13 přepočtů, stejně tak pro ORP Zlín. Pro území celé České republiky bylo přepočtů provedeno 14.

## 4.3 GRID

Důležitou částí práce byl výběr gridových struktur, do kterých byl přepočítaných proveden. Gridová struktura představuje mřížku, kde jsou základním stavebním prvkem tzv. buňky, představující nejmenší, dále zpravidla nedělenou prostorovou jednotku. Buňky obsahují hodnoty zastupující zkoumaný jev dané lokality a reprezentují hodnotu pro celou oblast buňky (Rapant, 2006). Klíčové bylo stanovení dvou hlavních parametrů gridu a to tvar a velikost buňky.

### Tvar buněk

Dle Rapanta (2006) by buňka gridu měla splňovat následující dvě podmínky:

- měla by být nekonečně opakovatelná v rovině,
- měla by být nekonečně rozložitelná na menší buňky stejného tvaru.

Splnění první podmínky zajišťuje, že lze gridem reprezentovat rovinnou oblast libovolné velikosti. Toto pravidlo splňují buňky tvaru trojúhelníku, rovnoběžníku a šestiúhelníku. Druhá podmínka dovoluje hierarchické uložení dat a splňují ji pouze trojúhelník a rovnoběžník. Obecně nejpoužívanější je čtvercová buňka.

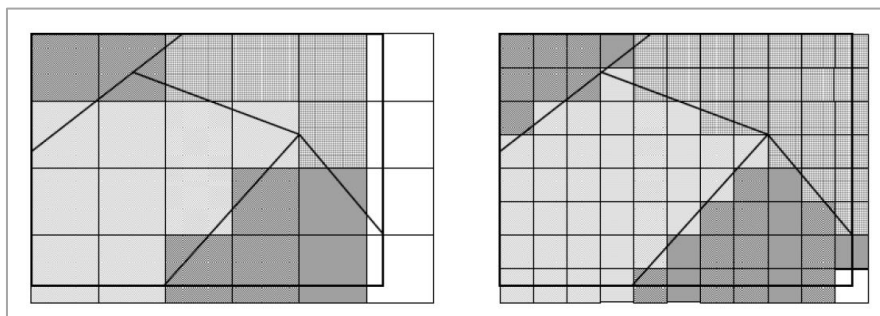
Skript Generate Tessellation nabízí vytvoření gridových struktur tvaru čtverce, šestiúhelníku a trojúhelníku. V rámci práce byly vybrány dva tvary, které jsou v současné době nejběžněji používané. Jsou to buňky tvaru (upraveno dle Rapant, 2006):

- čtverce (square)
  - můžou být rozděleny na menší pole stejného tvaru,
  - mají jednotnou orientaci,
  - jsou kompatibilní s datovými strukturami programovacích jazyků používaných pro tvorbu GIS software,
  - jsou kompatibilní s mnoha zařízeními pro vstup a výstup dat,
  - jsou kompatibilní s kartézským souřadnicovým systémem,
- šestiúhelníku (hexagon)
  - středy všech sousedních polí jsou od středu daného pole stejně vzdálené,
  - mají jednotnou orientaci.

Trojúhelníkový tvar byl dle Volčka (2011) označen za nejméně vhodný. Protože trojúhelníkové sítě vykazovaly velké přesahy a neschopnost kopírovat hranice, nebyl v práci využit.

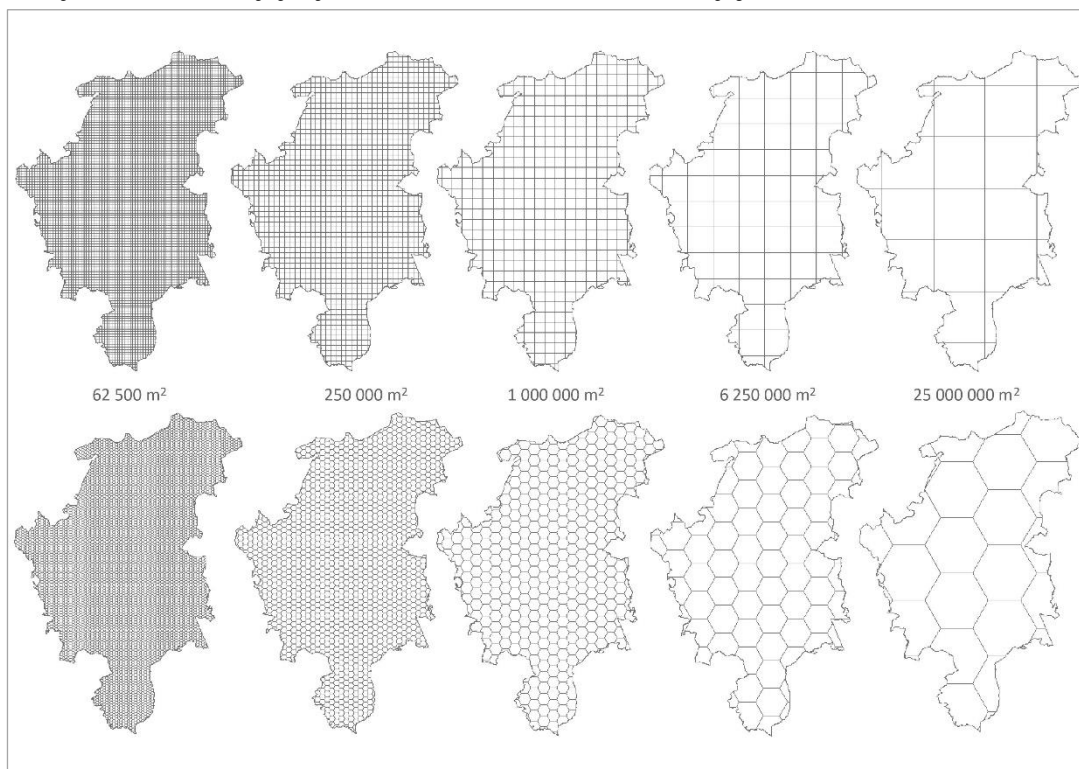
### Velikosti buněk

Další důležitým parametrem, který ovlivňuje výslednou reprezentaci zájmové oblasti je velikost buňky gridu. Obecně platí, že čím menší je buňka, tím přesněji lze zachytit průběh hranic studovaného území. Platí také fakt, že čím menší velikost buňky, tím se zvětší nároky na paměťový prostor (Rapant, 2006). Rozdílná reprezentace jevu v závislosti na velikosti buněk je znázorněna na Obr. 4.3.1.



Obr. 4.3.1 Vliv velikosti buňky rastru na výslednou reprezentaci zájmové oblasti v GIS (zdroj: Rapant, 2006).

Stanovení testovaných velikostí byl velmi zásadní krok, proto bylo na základě studované literatury a po konzultaci s vedoucím práce vybráno celkem pět velikostí buněk. Jako referenční hodnota byla označena plocha čtverce odpovídající délce strany 250, 500, 1000, 2500 a 5000 metrů. Plochy buněk tak odpovídají velikostem 62 500, 250 000, 1 000 000, 6 250 000 a 25 000 000 metrů čtverečních pro čtverce i hexagony. Při výběru byly otestovány i další velikosti buněk, ale protože je cílem porovnat více rozdílných velikostí, byly výše uvedené velikosti stanoveny jako ideální.



Obr. 4.3.2 Stanovené velikosti buněk ve čtvercové a hexagonové struktuře.



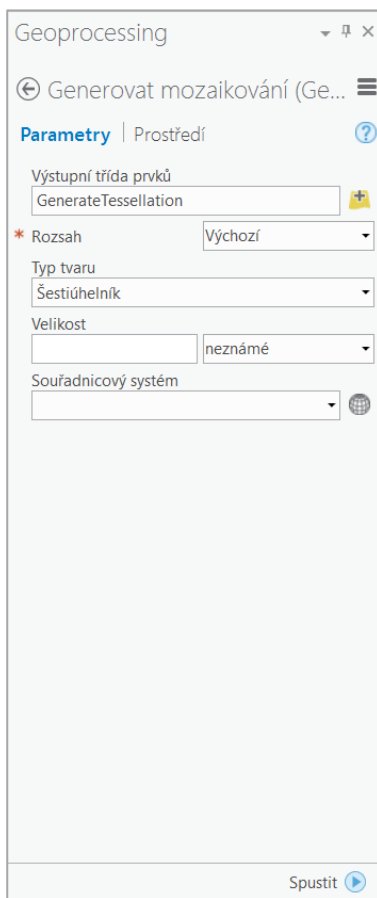
## Vytvoření buněk

V základním balíčku nástrojů softwaru ArcGIS Pro ve verzi 1.3.0 je dostupný skript Generate Tessellation (Obr. 4.3.3), který umožňuje nastavit základní parametry vytvoření buněk. Uživatel může definovat výstupní umístění, rozsah mozaikování, tvar a velikost buňky a požadovaný souřadnicový systém. Rozsah mozaikování je možno nastavit jako výchozí, sjednocení vstupů, průnik vstupů nebo souřadnicemi. Jsou na výběr tři tvary buněk a to čtverec, šestiúhelník a trojúhelník. Velikost může být formulována ve 12 jednotkách. Souřadnicový systém může být nastaven dle nabízených souřadnicových systémů softwaru ArcGIS.

V případě práce bylo nastavení následující:

- úložiště – databáze BP dostupné v příloze 15,
- rozsah – Česká republika, Zlínský kraj a ORP Zlín (dle ArcČR® 500 verze 3.3),
- tvar buněk – čtverec, šestiúhelník,
- velikost buněk 62 500, 250 000, 1 000 000, 6 250 000 a 25 000 000 metrů čtverečních,
- souřadnicový systém – WGS 1984 UTM Zone 33N.

Výsledkem bylo celkem 15 mozaik čtvercového tvaru a 15 mozaik šestiúhelníkového tvaru, které byly pomocí nástroje Clip upraveny dle území České republiky, Zlínského kraje a ORP Zlín.



Obr. 4.3.3 Rozhraní skriptu Generate Tessellation (zdroj: Esri, 2017)

## 4.4 Administrativní jednotky

Důležitou částí pro vizualizaci areálovou metodou byl výběr administrativních územních jednotek, se kterými proběhlo porovnání s metodou gridu. Česká republika se od roku 2008 dělí dle systému Eurostatu na dvě části (upraveno dle MMR, 2016):

- CZ-NUTS (Klasifikace do úrovně krajů):
  - NUTS 0 – stát Česká republika,
  - NUTS 1 – území České republiky,
  - NUTS 2 – regiony soudržnosti (8),
  - NUTS 3 – kraje (14),
- LAU (Místní samosprávné jednotky):
  - LAU 1 – okresy (77),
  - LAU 2 – obce (6253).

Hlavním důvodem pro zavedení společné evropské klasifikace je snaha o získávání informací o území na jednotné úrovni. Na základě společné klasifikace je možné pracovat jednotným způsobem se statistickými daty všech členských států EU (NUOV, 2008).

Mimo společné klasifikace EU jsou rozlišovány správní jednotky ORP (205) a Obce s pověřeným obecním úřadem (393). Pro některé správní a statistické účely se obce dále dělí na katastrální území (KÚ) a dále základní sídelní jednotky (ZSJ).

Základní správní jednotky České republiky mají velmi nerovnoměrnou velikost a pro porovnání, které bylo předmětem práce, bylo klíčové zvolit vhodné rozdělení. Po konzultaci s vedoucím práce byly vybrány tři nejmenší jednotky správního členění a to obce, KÚ a ZSJ. Tato členění byla vybrána pro všechna testovací území. V rámci území celé České republiky byly navíc doplněny jednotky ORP pro srovnání s vizualizací metodou gridu největších stanovených velikostí.

## 4.5 Přepočítání dat (agregace)

Závěrečnou částí tohoto oddílu práce byl přepočítání stanovených atributů do již vygenerovaných gridových struktur a vybraných jednotek administrativního členění pro všechna testovací území.

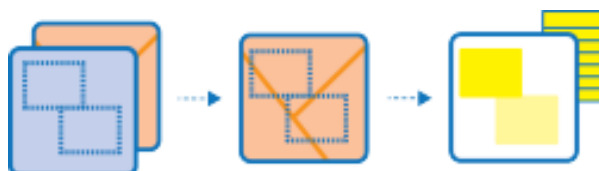
Nejjednodušší metodou přiřazování statistických informací do buněk sítě či administrativních jednotek je bottom-up metoda agregace. Tento přístup je založen na přesně adresně lokalizovaných datech, například na základě populačního sčítání (Klauda, 2016).

V softwaru ArcGIS Pro ve verzi 1.3.0 je přepočítání nejjednodušeji umožněno skriptem Summarize Within (Obr. 4.5.2). Skript umožňuje překrýt polygonovou vrstvu jinou vrstvou a tím sumarizovat počet bodů, délku linií či plochu polygonů v rámci každého polygonu a vypočítat statistiky polí atributů těchto prvků v rámci polygonů (Obr. 4.5.1). Uživatel může definovat vstupní polygony, souhrnné vstupní prvky a výstupní třídy prvků

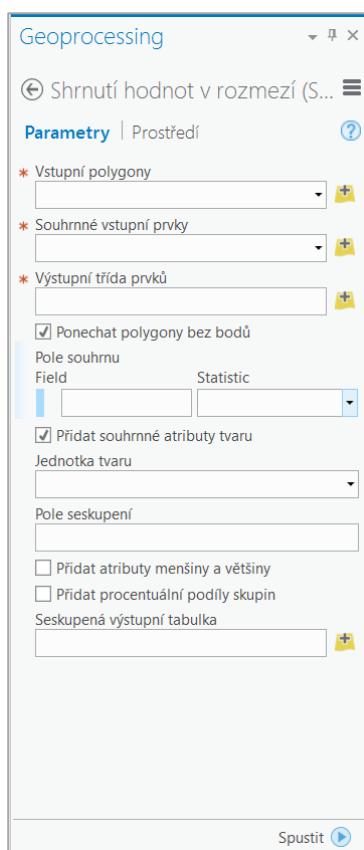
a může si vybrat, zda chce ponechat polygony bez bodů. Důležitou součástí je možnost výběru polí souhrnu a výběr statistických funkcí. Výběr funkcí je následující (upraveno dle Esri, 2017):

- Sum – sečte celkovou hodnotu atributu všech bodů v každém polygonu,
- Mean – vypočítá průměrnou hodnotu atributu všech bodů v každém polygonu,
- Min a Max – najde nejmenší resp. největší hodnotu atributu všech bodů v každém polygonu
- Stddev – nalezne směrodatnou odchylku atributu všech bodů v každém polygonu.

Podstatná jsou fakta, že skript umožňuje v rámci jednoho souhrnu provést přepočítání pro více atributů zároveň a souhrnné vrstvy musí být číselné, text a ostatní datové typy nejsou podporovány.



Obr. 4.5.1 Princip skriptu Summarize Within (zdroj: Esri, 2017).



Obr. 4.5.2 Rozhraní skriptu Summarize Within (zdroj: Esri, 2017).

V případě práce byl přepočít proveden následovně:

- vstupní polygony – BP databáze GRIDS\_input a ADM\_J\_input dostupné v příloze 15,
- souhrnné vstupní prvky – BP databáze points dostupné v příloze 15,
- výstupní třídy prvků – BP databáze GRIDS\_output a ADM\_J\_output dostupné v příloze 15,
- ponechány polygony bez bodů,
- pole souhrnu – statistika:
  - POCPODBUD – Sum,
  - POCPODBUD – Mean,
  - SUM\_BYT – Sum,
  - BUDOBYEV – Sum,
  - BUDOBYOSL – Sum,
  - BUDOBYTSL – Sum,
  - ZASTPLOBUD – Sum,
  - ZASTPLOBUD – Mean.

Pro usnadnění celého procesu přepočtu atributů do gridových struktur a administrativních jednotek byl vytvořen nástroj ve vizuálním programovacím prostředí Model Builder (Příloha 15), který pomocí proměnné %Název% zachoval původní názvy vstupních vrstev (Obr. 4.5.3). Po přepočtu všech dat byly vrstvy ve výsledných databázích strukturovány do datasetů podle testovaných území.

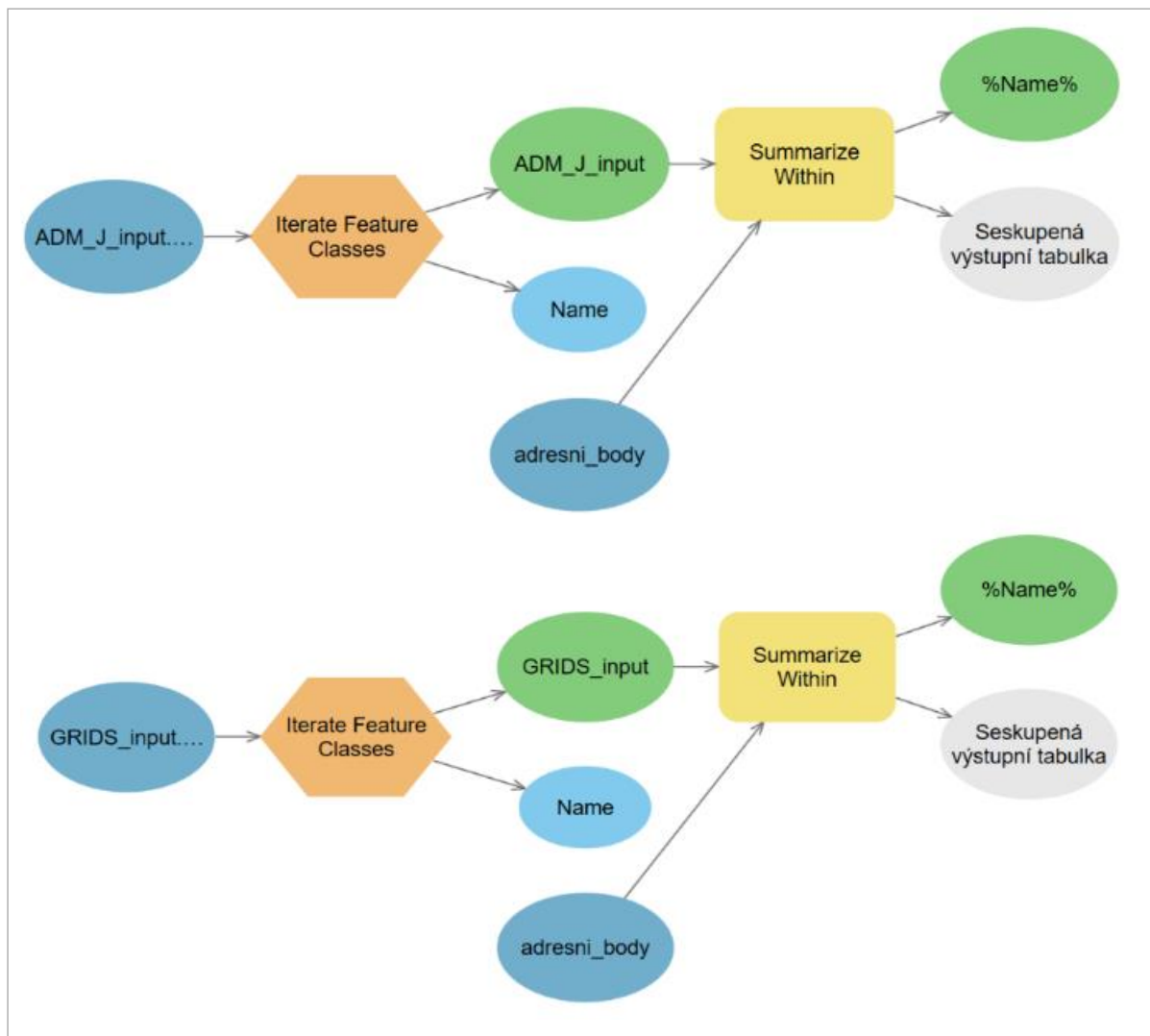
Přepočít byl proveden pro všechny vrstvy testovaných území. Na PC s parametry AMD A8-5545M APU with Radeon(tm) HD Graphics (1.70 GHz), 8 GB RAM, byla testována časová náročnost výpočtu (tab. Příloha 2). Celková doba přepočtu byla 16 hodin, osm minut a 54 vteřin.

V rámci testovacího území ORP Zlín obecně platí, že přepočít trval nejkratší dobu (do jedné minuty) do všech jednotek administrativního členění. V případě gridových struktur byla doba přepočtu nepřímo úměrná velikost buňky (minuta a 12 vteřin – dvě minuty a 12 vteřin). Výjimkou je pouze vrstva šestiúhelníkové struktury o velikosti buňky 1 000 000 metrů čtverečních, pro kterou trval přepočít až dvě minuty a 37 vteřin, ale není jasné proč. Důvodem může být snižující se výkonost počítače během dne.

V případě testovacího území Zlínského kraje obecně platí, že přepočít trval nejkratší dobu (cca dvě a půl minuty) do všech jednotek administrativního členění a do gridových struktur dvou největších velikostí buněk. Pro zbývající gridové struktury menších velikostí opět platí, že se snižující se velikostí buňky se zvyšovala doba přepočtu (dvě minuty 53 vteřin – 10 minut a 31 vteřin).

Přepočít v rámci testovacího území celé České republiky se vyznačuje podobným trendem jako předchozí přepočty, ovšem časové rozdíly jsou vyšší. Nejkratší přepočít trval 23 minut a 51 vteřin do čtvercové struktury největší velikosti buňky. Naopak

zaznamenaný čas přepočtu byl čtyři hodiny, 13 minut a 18 vteřin do čtvercové struktury nejmenší velikosti. V případě časových rozdílů přepočtu do čtvercových a gridových struktur nebyl nalezen žádný obecný trend, protože rozdily se ve všech testovaných územích odlišují.



Obr. 4.5.3 Modely pro přepočet atributů vytvořené v prostředí Model Builderu.

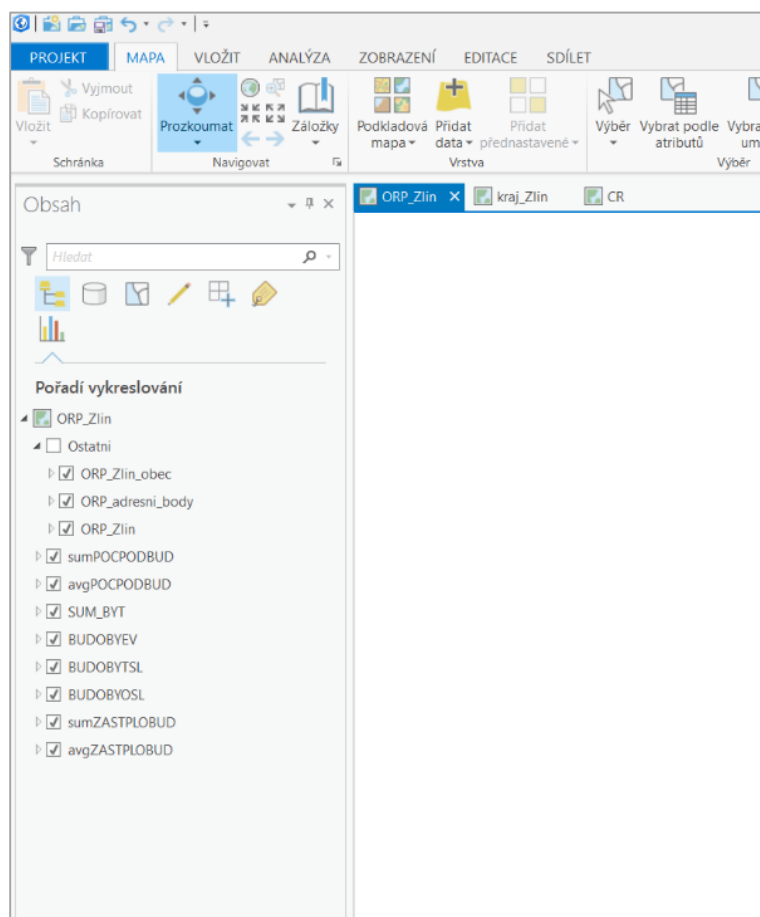
## 5 VIZUALIZACE

Závěrečnému srovnání předcházela tvorba vizualizací již výsledných přepočítaných vrstev (viz kapitola 4). Veškeré vizualizace byly zhotoveny v projektu softwaru ArcGIS Pro ve verzi 1.3.0. V rámci projektu byly mapové rámce rozděleny podle testovaného území na ORP Zlín, Zlínský kraj a Českou republiku. V těchto roztříděných rámcích byly zvlášť vizualizovány všechny testované vrstvy, rozdělené v každém rámci do skupin podle vybraných atributů (viz kapitola 4). Popis byl zhotoven následovně (Obr. 5.0.1):

- mapové rámce:
  - ORP\_Zlín,
  - kraj\_Zlín,
  - CR,
- skupiny vrstev (dle kapitoly 4):
  - Ostatní,
  - sumPOCPODBUD,
  - avgPOCPODBUD,
  - SUM\_BYT,
  - BUDOBYEV,
  - BUDOBYTSL,
  - BUDOBYOSL,
  - sumZASTPLOBUD,
  - avgZASTPLOBUD.

Ve skupině vrstev „Ostatní“ byly v každém rámci testovacích území vybrány vrstvy, doplňující dané území. Zpravidla se jedná o vstupní body, hranice, krajská a okresní města a v případě území celé České republiky i stínovaný reliéf jako podklad. Významy zkratk atributů jsou vysvětleny v kapitole 4. Atributy POCPODBUD a ZASTPLOBUD obsahují předpony. Od ostatních vrstev se liší tím, že byl pro ně navíc zhotoven průměr hodnot atributů kromě součtů. Předpona avg znamená, že byl proveden průměr hodnot atributu a předpona sum znamená, že byl proveden součet hodnot atributů, stejně jako u všech ostatních atributů.

Navzdory faktu, že hlavním tématem práce je srovnání dvou metod, proběhlo nastavení a tvorba vizualizací podobně s drobnými rozdílnostmi.



Obr. 5.0.1 Náhled vrstev a mapových rámců.

## 5.1 Vizualizace v GRIDU

Pře počtem bylo vytvořeno 10 vrstev gridové struktury pro vybraná testovací území, celkem tedy 30. Pro každou vrstvu byly jednotlivě vytvořeny vizualizace všech vybraných témat (viz kapitola 4).

Finální vizualizaci předcházelo stanovení intervalů hodnot jednotlivých atributů. Vzhledem k rozložení hodnot (viz Příloha 1) byly intervaly definovány podle kvantilů, tedy tak aby byl stejný počet prvků v každé třídě. Výsledné hodnoty všech intervalů byly zaokrouhlovány, protože defaultně vygenerované intervaly byly nedekadické.

Předmětem práce bylo i porovnání v rámci gridových struktur. Z toho důvodu byly čtvercům i hexagonům stejné velikosti nastaveny také stejné velikosti intervalů. Meze intervalů ale nemohly zůstat stejné ve všech třech testovaných územích, jejich velikost totiž není srovnatelná. V rámci testovacích území Zlínského kraje a České republiky bylo nastaveno celkem šest intervalů pro všechny atributy a velikosti gridu. Vzhledem k velikosti testovacích území ORP Zlín bylo pro největší velikost buněk nastaveno stupňů pět. U ostatních velikostí gridu byl počet intervalů stanoven stejně jako pro testovací území Zlínského kraje a České republiky.

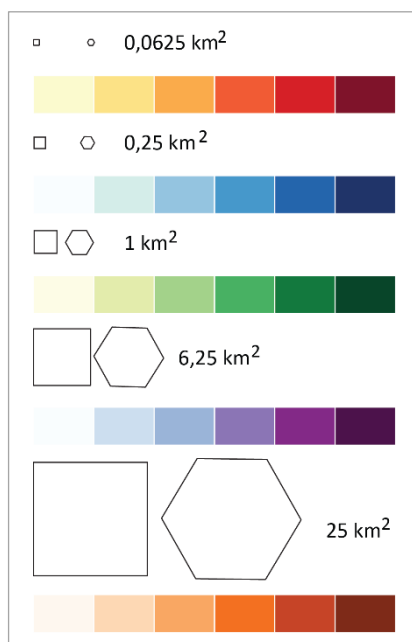
Vytvořeným intervalům byly přiřazeny sekvenční kvantitativní barevné stupnice. V práci jsou barevné stupnice upraveny dle defaultně dostupných stupnic v nastavení

symboliky použitého softwaru. Barevné tóny stupnic jsou v rámci celého projektu nastavené stejně podle velikostí buněk a to (Obr. 5.0.2):

Velikost buňky (m<sup>2</sup>) – barevný tón:

- 62 500 – oranžovočervená,
- 250 000 –modrá,
- 1 000 000 –zelená,
- 6 250 000 – modrofialová,
- 25 000 000 – oranžová.

Hodnotám bez obyvatel, bytů, podlaží atd. byla jednotně nastavena bílá barva. Barevné stupnice byly voleny s ohledem na dobrou čitelnost a rozlišitelnost počtu intervalů, ze základních barev proto byly vynechány stupně žluté, protože byly při více stupních špatně rozlišitelné.



Obr. 5.0.2 Použité barevné stupnice v gridových strukturách.

Názvy jednotlivých mapových výstupů v projektu byly definovány jako kombinace testovaného území, tvaru a velikosti buňky a konkrétního atributu, například `orp_square250_SUM_byt`. Kódování bylo stanoveno následovně (dle kapitoly 4):

- testované území: orp, kraj, CR,
- tvar: square, hexagon,
- velikost: 250, 500, 1000, 2500, 5000,
- atribut: `sumPOCPODBUD`, `avgPOCPODBUD`, `SUM_BYT`, `BUDOBYEV`, `BUDOBYTSL`, `BUDOBYOSL`, `sumZASTPLOBUD`, `avgZASTPLOBUD`.

Celkově bylo vytvořeno 240 vizualizací gridových struktur, které jsou dostupné v projektu přílohy číslo 15. Vybrané příklady jsou přiloženy v tištěné podobě.



## 5.2 Vizualizace v administrativních jednotkách

Přepočtem vznikly celkem tři vrstvy administrativních jednotek pro vybraná testovací území. Celkem tak bylo vytvořeno 10 vrstev, po třech pro testovací území ORP Zlín a Zlínský kraj a čtyři pro území České republiky. Stejně jako u gridových struktur byly provedeny vizualizace pro všechna vybraná témata (viz kapitola 4).

Před stanovením intervalů hodnot jednotlivých atributů byla veškerá pole hodnot zvolených témat normalizována polem rozlohy, které bylo přepočteno z atributu Shape\_Area na kilometry čtvereční (rozloha=Shape\_Area/1000000). Normalizace byla provedena z důvodu dosažení kartogramu, jehož podstatou je vyjádření jevu relativními hodnotami tak, aby byly dílčí územní celky srovnatelné, kvantitativní data musela být proto přepočtena na jednotku plochy (Voženilek & Kaňok, 2011).

Stanovení intervalů a barevných stupnic bylo stejné jako v případě gridových struktur. Vzhledem k rozložení hodnot (viz Příloha 1) byly intervaly definovány podle kvantilu a výsledné hodnoty všech intervalů byly zaokrouhlovány, protože defaultně vygenerované intervaly byly nedekadické.

Vytvořeným intervalům byly přiřazeny sekvenční kvantitativní barevné stupnice. Stejně jako u gridových struktur jsou vybrány barevné stupnice defaultně dostupné v nastavení symboliky použitého softwaru. Barevné tóny stupnic jsou v rámci celého projektu nastavené stejně podle členění administrativních jednotek a to (Obr. 5.0.3):

Administrativní jednotky – barevný ton:

- ZSJ – modrá,
- KÚ – žlutozelená,
- Obec – modrofialová,
- ORP (v případě ČR) – oranžová.



Obr. 5.0.3 Použité barevné stupnice v administrativních jednotkách.

Barevné stupnice byly voleny s ohledem na dobrou čitelnost a rozlišitelnost počtu intervalů, ze základních barev proto byly vynechány stupně žluté, protože byly při více stupních špatně rozlišitelné.

Názvy jednotlivých mapových výstupů v projektu byly definovány jako kombinace testovaného území, administrativní jednotky a konkrétního atributu, například kraj\_ZSJ\_sumPOCPODBUD. Kódování bylo stanoveno následovně (dle kapitoly 4):

- testované území: orp, kraj, CR,
- administrativní jednotky: ZSJ, KU, Obce, ORP,
- atribut: sumPOCPODBUD, avgPOCPODBUD, SUM\_BYT, BUDOBYEV, BUDOBYTSL, BUDOBYOSL, sumZASTPLOBUD, avgZASTPLOBUD.

Celkově bylo vytvořeno 80 vizualizací v administrativních jednotkách areálovou metodou kartogramu, které jsou dostupné v projektu přílohy číslo 15. Vybrané příklady jsou přiloženy v tištěné podobě v kombinaci s výstupy gridových struktur.

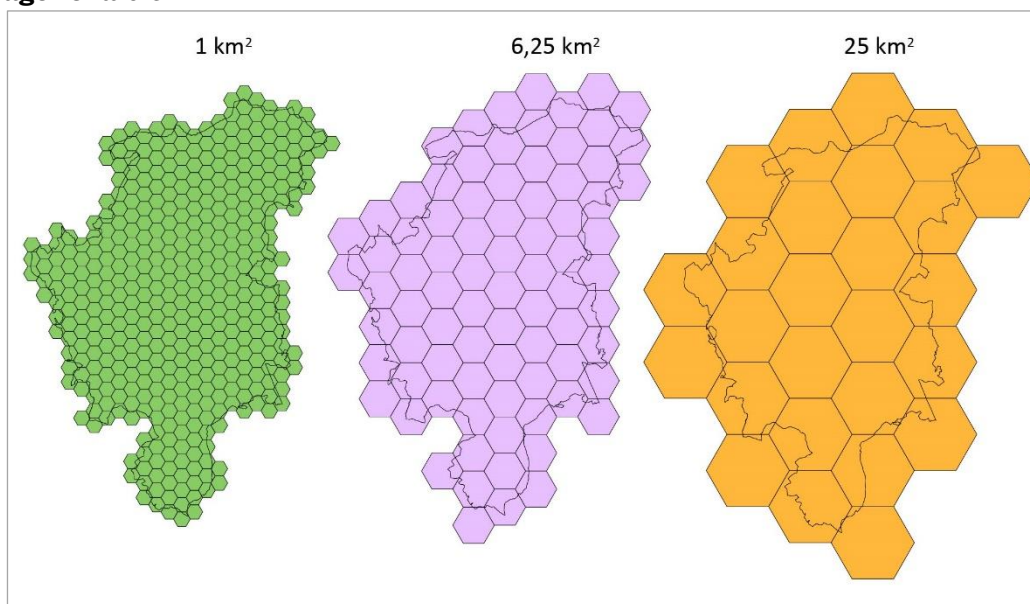
## 6 SROVNÁNÍ METOD

V rámci srovnání vybraných vizualizačních metod byl po studiu odborné literatury vybrán optimální tvar gridu a byla stanovena vyhovující velikost gridu pro daná testovací území. Již v úvodu práce bylo vybráno pět testovacích velikostí buněk a dva tvary. Všechny velikosti a tvary byly vizualizovány v tištěné příloze číslo 10. Následně byly mezi sebou metody na reprezentativních příkladech porovnány jak vizuálně, tak statisticky. Závěrem byla doporučena nejlepší možná nastavení podle velikostí testovaných území, současně byla vybrána optimální měřítka pro vizualizaci vybraných struktur na daných územích.

### 6.1 Hodnocení tvaru gridu

Tvar buňky je jedním z nejdůležitějších parametrů gridové struktury. Při výběru vhodnějšího tvaru gridu byla stanovena určitá kritéria usnadňující rozhodování, a to velikost přesahu za testované území, počet hraničních buněk a počet buněk obsahující vstupní body. Čím menší hodnoty, tím lepší přizpůsobivost. Kritéria byla vybrána s ohledem na možné zkreslování výstupů při velkém přesahu buněk, částečně vychází z Volčka (2011). Důležitý je fakt, že každá struktura je v prostoru rozprostřena rovnoměrně, ale různým způsobem a záleží také na tvaru sledovaného území. Pro potřeby výběru vhodnějšího tvaru buňky bylo použito testovací území ORP Zlín a byly využity všechny testované velikosti buněk (viz kapitola 4).

#### Hexagonová síť



Obr. 6.1.1 Rozložení hexagonových struktur v testovacím území ORP Zlín.

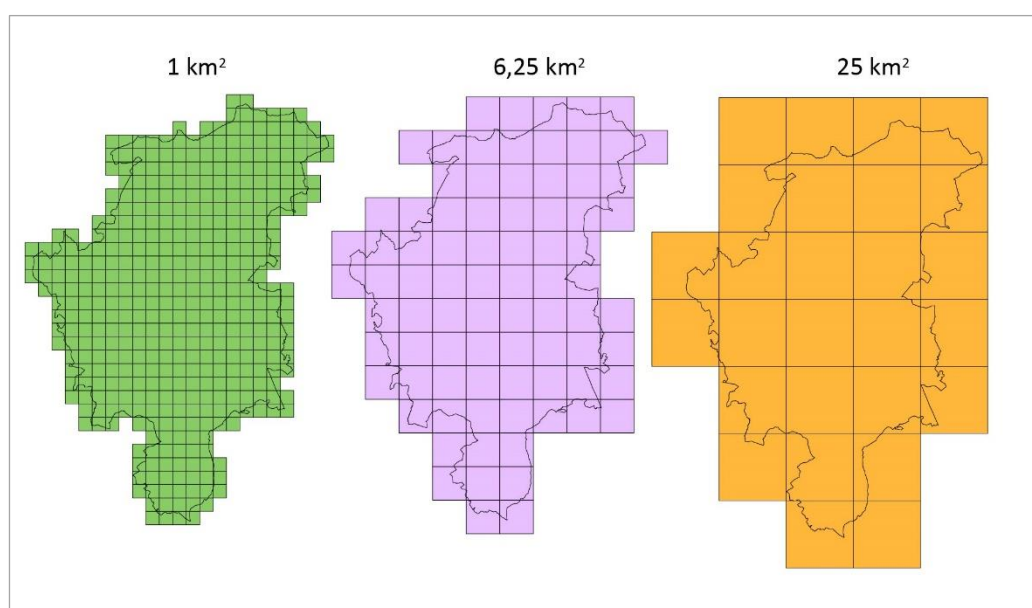
Hexagonová struktura svým tvarem i některými vlastnostmi připomíná kruh. Vzdálenosti od středu k vrcholům jsou stejné a svým oblejším tvarem výstižně kopíruje hranici sledovaného území ve všech testovaných velikostech (Obr. 6.1.1). Přesahy kolem testované oblasti jsou z obou testovaných tvarů ve všech velikostech buněk menší a počet

hraničních buněk je taktéž menší ve srovnání s čtvercovou strukturou (viz Tab. 6.1.1). Největší počet bodů spadajících do hexagonových buněk také značně převyšuje největší počet bodů spadajících do čtvercových buněk, což značí fakt, že je tvar buňky flexibilnější a okolní buňky budou méně zkreslené (viz Příloha 3). Hexagonová síť se tak zdá lépe přizpůsobivá než čtvercová.

Vzhledem k vstupní bodové vrstvě se hexagonová struktura prokázala flexibilnější, protože celkový počet buněk, kterým náleží vstupní body, je ve všech velikostech buňky menší, než je tomu v případě čtvercové struktury.

Šestiúhelníková síť tak může být považována za vhodnější gridovou strukturu pro vizualizaci a pozorování statistických informací. Rozdíly mezi buňkami jsou dobře odlišitelné (viz Příloha 15) a tímto testováním je také potvrzen trend dnešní doby, kdy je hexagonová struktura využívána častěji než čtvercová struktura při vizualizaci výsledků různých socio-ekonomických analýz.

### Čtvercová síť



Obr. 6.1.2 Rozložení čtvercové struktury v testovacím území ORP Zlín.

Čtverec má stejně jako šestiúhelník stejné vzdálenosti od středu k vrcholům, ale svým tvarem není tak přizpůsobivý jako hexagonový tvar. I když dobře vystihuje hranice sledovaného území, vzhledem ke změřenému přesahu a dalším sledovaným kritériím je prokázán jako méně vhodnější tvar při vizualizaci a sledování statistických informací (viz Tab. 6.1.1).

Rozhodnutí potvrzuje fakt, že se v dnešní době od čtvercové struktury ustupuje a je při vizualizacích upřednostňována struktura hexagonová. Nelze však říct, že je čtvercová, resp. pravoúhelníková struktura nevhodná, jedná se o velmi jednoduchý typ sítě, který splňuje svůj účel a v množství příkladů použití výstižně kopíruje zeměpisnou síť.

Tab. 6.1.1 Kritéria hodnocení tvaru buňky v testovacím území ORP Zlín

<b>ORP Zlín</b>				
<b>Tvar</b>	<b>Velikost buňky (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Velikost přesahu (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Počet hraničních buněk</b>	<b>Počet buněk obsahující body</b>
Hexagon	0,0625	19,1	606	1741
	0,25	35,6	289	734
	1	73,4	140	282
	6,25	161,91	49	70
	25	299,4	22	23
Čtverec	0,0625	20,0	652	1756
	0,25	40,9	308	747
	1	74,4	141	283
	6,25	161,94	51	72
	25	324,4	24	26

Ve všech stanovených kritériích vyšla jako vhodnější hexagonová struktura, proto byly tvary ověřeny na testovacím území Zlínského kraje (Tab. 6.1.2). Na tomto území byl předpoklad potvrzen pouze s výjimkou, kdy byl při velikosti buňky 6,25 km<sup>2</sup> přesah větší v rámci hexagonové struktury, ale v ostatních příkladech vychází hexagonová struktura jako vhodnější. Hodnoty čtvercové struktury se ve většině příkladech podobaly hodnotám hexagonové sítě, v případě velikosti buňky 6,25 km<sup>2</sup> jsou hodnoty totožné, nebo se čtvercová struktura ukazuje jako vhodnější. Pro některá území a velikosti buněk tak i čtvercová struktura může být vhodnější než hexagon. Ve většině případů byla ale jako vhodnější prokázána hexagonová struktura.

Tab. 6.1.2 Kritéria hodnocení tvaru buňky v testovacím území Zlínského kraje

<b>Zlínský kraj</b>				
<b>Tvar</b>	<b>Velikost buňky (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Velikost přesahu (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Počet hraničních buněk</b>	<b>Počet buněk obsahující body</b>
Hexagon	0,0625	59,1	1886	15146
	0,25	113,3	900	6824
	1	228,1	445	2812
	6,25	529,8	165	650
	25	911,1	74	182
Square	0,0625	61,5	1987	15315
	0,25	120,6	962	6893
	1	240,1	451	2817
	6,25	504,8	162	659
	25	1011,1	77	187

## 6.2 Hodnocení velikosti gridu

Velikost gridu je dalším důležitým parametrem pro stanovení vhodnosti vybraných struktur. Obecně platí, že čím menší je buňka, tím přesněji lze zachytit průběh hranic studovaného území. Platí také fakt, že čím menší velikost buňky, tím se zvětší nároky na paměťový prostor (Rapant, 2006). Příliš velké buňky mohou způsobit zkreslené a nic neříkající výsledky, a naopak příliš malé buňky mohou být špatně rozlišitelné. Důležitým faktorem při výběru vhodné velikosti je také velikost území, měřítko a účel.

Cílem bylo otestovat různé velikosti buněk pro různá území. Proto byly vybrány buňky o velikosti 0,0625; 0,250; 1; 6,25 a 25 kilometrů čtverečních pro všechna testovací území. Pro hodnocení velikosti gridu byla z důvodů popsaných v kapitole 6.1 vybrána hexagonová struktura. Hodnocení velikostí tvarů gridu bylo vypracováno na základě mapových výstupů projektu ArcGIS Pro jež je součástí přílohy 15, na kterou je odkazováno. Hodnocení velikostí měřítek byla posouzena na základě tištěných výstupů, jež nejsou k práci přiloženy, ale jsou dostupné v digitální podobě na DVD jako příloha 17.

### **Plocha buňky 0,0625 km<sup>2</sup>**

Dle projektu přílohy 15 je na první pohled je zřejmé, že buňky nejmenší velikosti jsou v referenčním měřítku mapového projektu příliš splývavé a buňky jsou v testovacích územích Zlínského kraje a České republiky téměř nečitelné. Na druhou stranu dokonale zachycují průběh hranic a vizualizovanou tematiku. Poměr hraničních a vnitřních buněk pro ORP Zlín je 10:90, což vede k tomu, že přechod mezi oblastmi bude zbytečně jemný. Pro čitelnost a rozlišitelnost by musela být měřítko nastavena od 1 : 250 000 a větší, při měřítku 1 : 300 000 není ze vzdálenosti 45 centimetrů struktura rozlišitelná. Měřítko 1 : 600 000 a menší je dokonce nemožné vytisknout. V tištěné formě tak musí být pro testovaná území minimální formát stránky dle ISO následující:

Území – formát stránky:

- ORP Zlín – A5,
- Zlínský kraj – A2,
- Česká republika – žádný.

Lze tak usuzovat, že velikost buňky není vhodná pro vizualizaci středních a velkých území (Zlínský kraj, Česká republika), ale v závislosti na účelu a měřítku by mohla být použita pro vizualizaci statistických dat menších území (ORP Zlín), zejména pro detailní náhledy.

### **Plocha buňky 0,25 km<sup>2</sup>**

Dle mapových výstupů ArcGIS projektu přílohy 15 jsou buňky druhé nejmenší velikosti nečitelné a splývavé pro území Zlínského kraje a České republiky. Pro oblast ORP Zlín je tato velikost z důvodu lepší čitelnosti tvaru buněk a hodnoty v nich vhodnější než velikost předchozí, samozřejmě v závislosti na měřítku a účelu. Poměr hraničních a vnitřních buněk 20:80 napovídá tomu, že přechod mezi oblastmi je stále velmi jemný. Pro

dobrou čitelnost je při velikosti buňky 0,25 km<sup>2</sup> minimální velikost měřítka 1 : 500 000 a větší, při měřítku 1 : 600 000 již není struktura buněk dobře rozeznatelná. Optimální čitelnost ze vzdálenosti 45 centimetrů je při měřítku 1 : 300 000 a větším. V tištěné formě musí být pro testovaná území minimální formát stránek dle ISO následující:

Území – formát stránky:

- ORP Zlín – A5,
- Zlínský kraj – A4,
- Česká republika – A0.

Velikost buňky opět není vyhovující pro vizualizaci velkých území, ale je optimální variantou pro vizualizaci statistických dat menších území (ORP Zlín). Výsledky nejsou v tomto území zkeslené ani nečitelné.

### **Plocha buňky 1 km<sup>2</sup>**

Velikost buňky 1 km<sup>2</sup> se z vizuálního hlediska zdá být vhodným kompromisem pro všechny velikosti území. Vizualizovanou tematiku zachycuje obecněji než předchozí velikosti, což může vést k mírnému zkeslení informací, ale přesto je v souladu s původním záměrem. Poměr hraničních a vnitřních buněk je 35:65 což je pro čitelnost přechodu mezi oblastmi nejvhodnější rozložení. Pro dobrou čitelnost je minimální velikost měřítka 1 : 900 000 a větší. Při velikosti měřítka 1 : 1 000 000 není struktura buněk rozlišitelná. Optimální čitelnost ze 45 centimetrů je při měřítku 1 : 600 000 a větším. V tištěné formě jsou pro testovaná území minimální formáty stránek dle ISO následující:

Území – formát stránky:

- ORP Zlín – A5,
- Zlínský kraj – A5,
- Česká republika – A2.

V závislosti na měřítku a účelu je tato velikost buňky vhodná pro všechny velikosti testovaných území. V nejmenším území (ORP Zlín) jsou buňky velmi snadno čitelné, s ohledem na velikost území až příliš generalizované. V rámci největšího území (Česká republika) začínají být buňky relativně čitelné a informace rozeznatelné. Pro území střední velikosti (Zlínský kraj) je v porovnání s ostatními velikostmi nejvhodnější variantou, buňky jsou dobře čitelné a informace dobře rozeznatelné.

### **Plocha buňky 6,25 km<sup>2</sup>**

Na první pohled dle mapových výstupů projektu přílohy 15 buňky o velikosti 6,25 km<sup>2</sup> nezachycují vhodně průběh hranic ani vizualizovanou tematiku. Výsledky jsou tak zkeslené a ovlivněné okolními hodnotami. Poměr hraničních a vnitřních buněk je 60:40 což vede k tomu, že přechody mezi oblastmi jsou hrubé. Pro optimální čitelnost jsou vhodná měřítka 1 : 2 000 000 a větší. V tištěné podobě jsou tak vyhovující všechny standardizované formáty stránek dle ISO s výjimkou formátu A5 v případě České republiky.

Velikost buňky není vhodná pro oblast malé velikosti, protože výsledné informace v tak malém území zbytečně zkresluje. V oblasti střední velikosti (Zlínský kraj) je čitelnost velmi snadná a v závislosti na účelu a měřítku vyhovující pro reprezentaci statistických dat na úrovni kraje. Nejvhodnějším příkladem je pro největší území (Česká republika). Buňky jsou snadno rozeznatelné a navzdory velikosti splňují svůj účel.

### **Plocha buňky 25 km<sup>2</sup>**

Buňky o velikosti 25 km<sup>2</sup> podobně jako předchozí velikost nezachycují vhodně průběh hranic ani reprezentovanou tematiku. Výsledky jsou tak značně zkreslené a ovlivněné okolními hodnotami. Poměr hraničních a vnitřních buněk je 85:15, což znamená velmi hrubý přechod mezi oblastmi. Pro optimální čitelnost jsou vhodné měřítka 1 : 3 000 000 a větší. V tištěné podobě jsou v závislosti na měřítku vhodné všechny standardizované formáty stránek dle ISO.

Tato velikost není vhodná pro vizualizaci na malých a středních územích (ORP Zlín a Zlínský kraj), protože výsledky jsou vzhledem k velikosti území příliš generalizované a hrubé. V rámci území největší velikosti (Česká republika) může být optimální variantou při vizualizaci statistických dat, například místo některých administrativních členění větší velikosti.

## **6.3 Hodnocení metod**

Výběr vhodné vizualizační metody je důležitým krokem každé kartografické práce. Metoda by měla být volena s ohledem na cílového uživatele, měla by být srozumitelná a její vyjádření výstižné. Jedním z cílů práce je porovnat dvě vizualizační metody při reprezentaci adresních bodů. Metody byly srovnány na reprezentativních příkladech dle kapitol 6.1 a 6.2. Na těchto příkladech byly popsány výhody a nevýhody jednotlivých metod a byla zhodnocena vhodnost jejich použití. Hodnocení bylo zejména vizuální a statistické.

Na základě kapitol 6.1 a 6.2 byl jako vhodný tvar buňky určen šestiúhelník. Tento tvar vhodně kopíruje hranici i reprezentovanou tematiku a byl stanoven jako flexibilnější. Z hlediska velikosti byly každému testovanému území přiřazeny jiné velikosti buněk. Vzhledem k tomu, že v závislosti na měřítku nelze určit jedinou vhodnou velikost, byly pro každé území vybrány tři vhodné velikosti buněk pro vizualizaci. Testovacímu území ORP Zlín byly přiřazeny velikosti buněk 0,0625 km<sup>2</sup>; 0,25 km<sup>2</sup> a 1 km<sup>2</sup>. Pro území Zlínského kraje byly vybrány velikosti buněk 0,25 km<sup>2</sup>; 1 km<sup>2</sup> a 6,25 km<sup>2</sup>. Celému území České republiky byly stanoveny velikosti buněk 1 km<sup>2</sup>; 6,25 km<sup>2</sup> a 25 km<sup>2</sup>. Každému území byla přiřazena velikost buňky 1 km<sup>2</sup>, protože v závislosti na měřítku je použitelná pro všechny testované velikosti území a dle Eurostatu (2016) je označena za standardizovanou velikost buňky.

Vzhledem k tomu, že jednotlivé části vybraných administrativních jednotek nejsou stejně velké a průměrné velikosti se pohybují od čtyř do 13 km<sup>2</sup> (s výjimkou členění na



ORP, které je použito pouze na území ČR), nebylo pro srovnání přiřazeno každé velikostní struktuře jiné administrativní členění, ale srovnání proběhlo hromadně a obecně pro všechna členění. Srovnání bylo provedeno jednotlivě pro každé testované území a ke každému provedení byly zpracovány mapové výstupy dostupné jako volné přílohy 11, 12, 13 a 14.

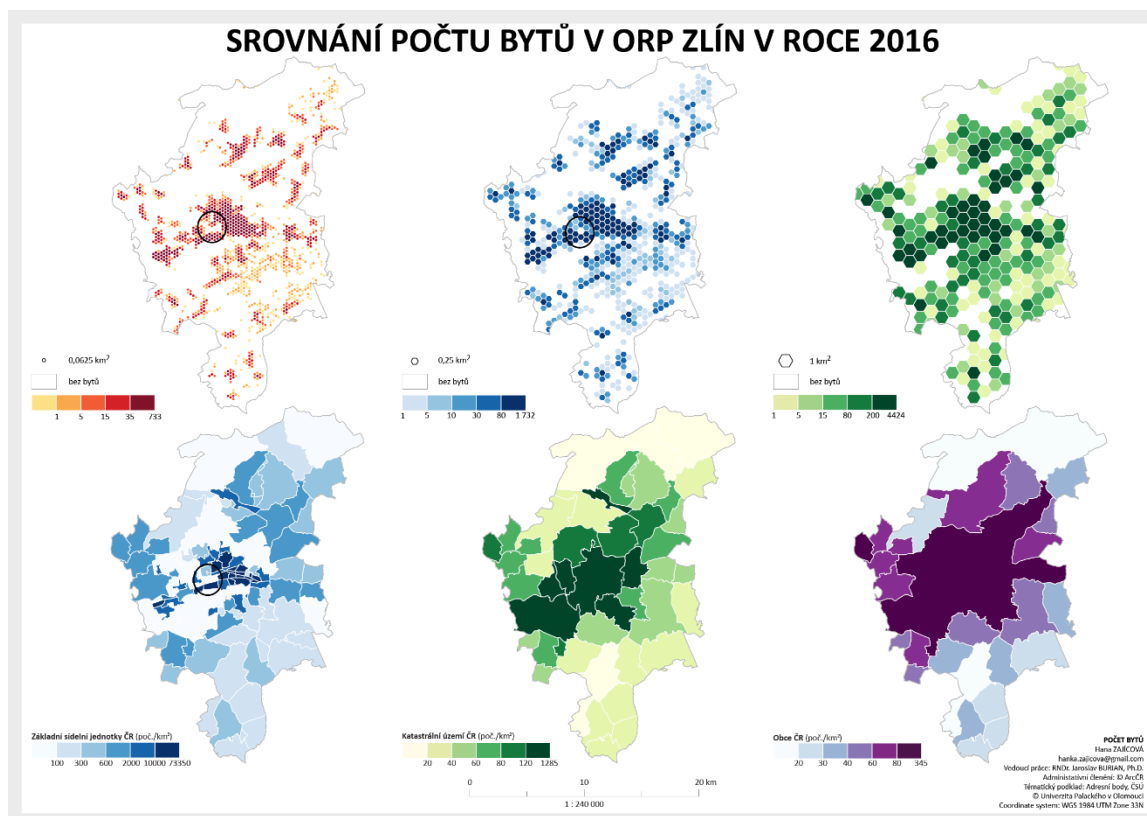
### **Území ORP Zlín**

V rámci území ORP Zlín byly jako nejvhodnější zvoleny velikosti buněk 0,0625 km<sup>2</sup>; 0,25 km<sup>2</sup> a 1 km<sup>2</sup>, které byly porovnány s jednotkami ZSJ, KÚ a obcemi. Jako reprezentativní atribut testovacího území ORP Zlín byl vybrán počet bytů v budově (SUM\_BYT), protože má nízké procentuální zastoupení nulových hodnot. Pro srovnání byl vypracován mapový výstup, který je součástí volné přílohy 11. Na tuto přílohu je v následující kapitole odkazováno.

S ohledem na náhled přílohy 11 (Obr. 6.3.1) je na první pohled zřejmé, že reprezentace počtu bytů v gridu je z hlediska skutečného rozložení vhodnější než reprezentace v administrativních jednotkách. Buňky například velmi výstižně kopírují hranice intravilánu a extravilánu města Zlína. Další příkladem je průmyslový areál Svit (černá kružnice) v centru Zlína, který nedisponuje žádnými bytovými domy.

Reprezentace v jednotkách administrativního členění je silně ovlivněna velikostí jednotlivých jednotek. Jednotky katastrálního území s průměrnou velikostí 5 km<sup>2</sup> v ORP Zlín vystihují přibližnou koncentraci bytů v tomto území a pomyslně s neostrou hranicí oddělují velikostí hodnot městskou část od vesnické. Obce vzhledem ke své průměrné velikosti jednotek 12 km<sup>2</sup> v ORP Zlín nedokáží zachytit detailnější rozložení vybrané tematiky. Reprezentace je příliš obecná, ale kontrastně odděluje jádro od svého okolí. Absence bytů ve Svitě je zřejmá i v základních sídelních jednotkách (černá kružnice), které svými hodnotami také věrohodně oddělují zlínský intravilán od extravilánu, což není v ostatních administrativních členění patrné. Přestože jsou hodnoty v ZSJ ovlivněné vlastní rozlohou jednotek a rozložení intravilánu obcí není tak patrné jako v gridových buňkách, vystihuje rozložení tematiky nejméně z vybraných administrativních členění.

Metoda gridu má oproti administrativním jednotkám výhodu v možnosti nastavení optimální a jednotné velikosti buněk, pokrývající celé studované území. V závislosti na účelu prezentují vybranou tematiku konkrétněji než administrativní jednotky. Buňky nejmenší vybrané velikosti 0,0625 km<sup>2</sup> vhodně kopírují rozmístění obydlí v území a svými hodnotami i jejich koncentraci. Se zvětšující se velikostí buňky roste zkreslení, ale klesá paměťová náročnost. V případě velikosti buňky 0,25 km<sup>2</sup> jsou stále dobře rozlišitelné neobydlené části území, ale při velikosti buňky 1 km<sup>2</sup> již není dobře oddělitelný intravilán od extravilánu ve studované oblasti, ale rozložení hodnot je vhodnější než v případě katastrálních území a obcí.



Obr. 6.3.1 Náhled na Přílohu 11 doplněný o geometrické upozornění.

V tabulce 6.3.1 se nachází základní statistické údaje o agregovaných bodech ke srovnávaným jednotkám v ORP Zlín. Pro každou popisovanou velikost buňky i jednotky administrativního členění byly vypočítány údaje o počtu vstupních bodů do každé jednotky a o počtu bytů v jednotkách. Hodnoty v administrativních jednotkách nebyly přepočteny na jednotku plochy z důvodu zachování souhrnných součtů. Význam zkratk v atributu STAT (Statistika) je následující:

- SUM – součet,
- MAX – maximální hodnota,
- MIN – minimální hodnota,
- MEAN – průměrná hodnota,
- MOD – modus hodnot, tedy nejčetnější hodnota,
- MED – medián hodnot, tedy střední hodnota.

Znamená to, že do všech jednotek a buněk v ORP Zlín vstupovalo celkem 27 519 bodů, maximální počet bodů, které vstupoval do buňky 0,0625 km<sup>2</sup> je 344 a například průměrný počet bytů v gridu o velikosti buňky 1 km<sup>2</sup> je 105,24.

Dle tabulky 6.3.1 je průměrný počet vstupních bodů i průměrný počet bytů ve všech velikostech buněk menší než je tomu v jednotkách administrativního členění. Z toho důvodu by měl být grid o největší velikosti buňky použit spíše než nejmenší administrativní jednotky pro detailnější mapování. Dále medián hodnot počtu vstupních

bodů i počtu bytů jsou u dvou nejmenších velikostí buňky hodnoty nula, to znamená že se v ORP nachází více buněk bez adresních bodů než s nimi, což odpovídá realitě.

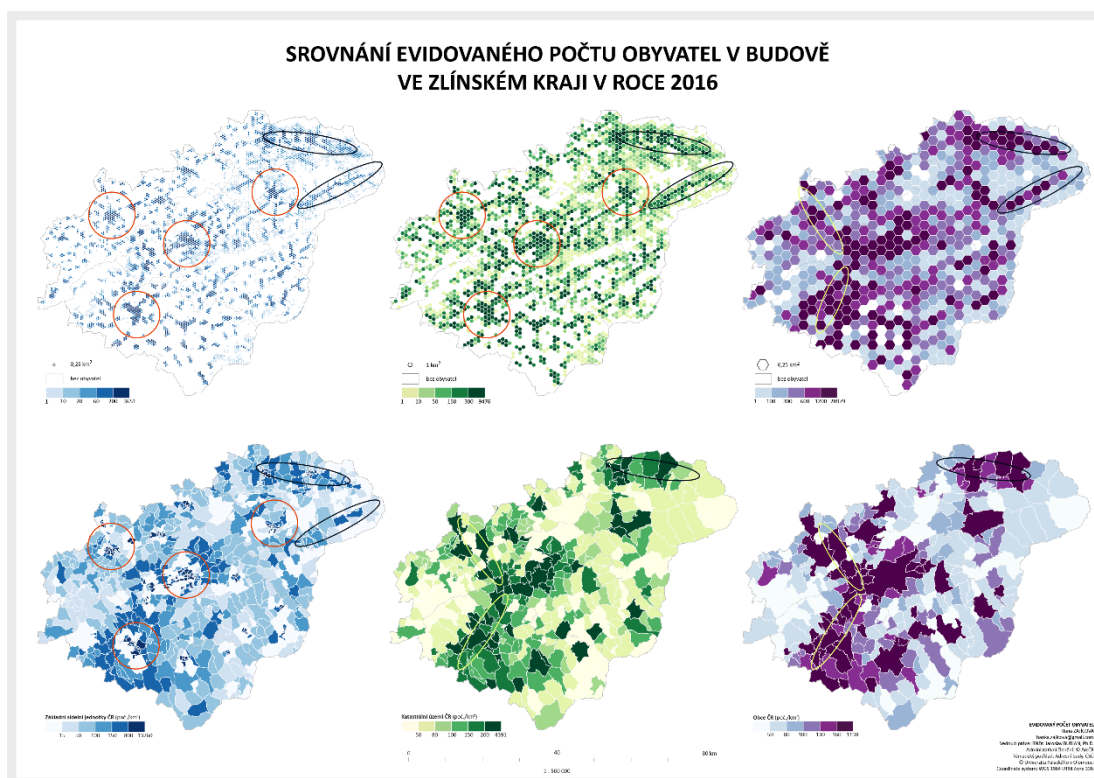
Tab. 6.3.1 Základní statistické údaje pro všechny jednotky v ORP Zlín.

	<b>STAT</b>	<b>0,0625 km<sup>2</sup></b>	<b>0,25 km<sup>2</sup></b>	<b>1 km<sup>2</sup></b>	<b>ZSJ</b>	<b>KU</b>	<b>Obce</b>
<b>Vstupní body</b>	<b>SUM</b>	27519	27519	27519	27519	27519	27519
	<b>MAX</b>	344	770	1903	1793	9361	18198
	<b>MIN</b>	0	0	0	0	66	66
	<b>MEAN</b>	4,65	17,81	64,90	241,39	585,51	917,30
	<b>MOD</b>	0	0	0	0	–	–
	<b>MED</b>	0	0	7	161	297	276
<b>Počet bytů</b>	<b>SUM</b>	44623	44623	44623	44623	44623	44623
	<b>MAX</b>	733	1732	4187	5801	24194	35414
	<b>MIN</b>	0	0	0	0	60	60
	<b>MEAN</b>	7,54	28,88	105,24	391,43	949,43	1487,43
	<b>MOD</b>	0	0	0	0	93	–
	<b>MED</b>	0	0	3	179	284	257
<b>Počet jednotek</b>		5915	1545	420	114	47	30

### Území Zlínského kraje

V rámci území Zlínského kraje byly jako nejvhodnější zvoleny velikosti buněk 0,25 km<sup>2</sup>; 1km<sup>2</sup> a 6,25 km<sup>2</sup>, které byly porovnány s jednotkami ZSJ, KÚ a obcemi. Jako reprezentativní atribut testovacího území Zlínský kraj byl vybrán evidovaný počet obyvatel v budově (BUDOBYEV), protože má jedno z nejnižších procentuálních zastoupení nulových hodnot. Pro srovnání byl vypracován mapový výstup, který je součástí volné přílohy 12. Na tuto přílohu je v následující kapitole odkazováno.

S ohledem na náhled přílohy 12 (Obr. 6.3.2) je opět na první pohled zřejmé, že gridová reprezentace evidovaného počtu obyvatelstva je z hlediska skutečného rozložení vhodnější než reprezentace v administrativních jednotkách. Buňky menších velikostí opět vhodně kopírují hranice intravilánu a extravilánu (červené kružnice). Dalším příkladem je charakteristické rozložení obyvatelstva v údolí Vsetínské a Rožnovské Bečvy (černé elipsy) a podél řeky Moravy, jež je v buňkách velmi názorné. Buňky nejmenší testované velikosti 0,25 km<sup>2</sup> výstižně kopírují rozložení obyvatelstva ve Zlínském kraji a hodnotami odhalují jejich koncentraci. V případě velikosti buňky 1 km<sup>2</sup> jsou stále odlišitelné neobydlené části studovaného území a rozložení obyvatelstva je názorné a dobře čitelné. Při velikosti buňky 6,35 km<sup>2</sup> již není oddělitelný intravilán od extravilánu ve studované oblasti, ale rozložení obyvatelstva kolem již zmíněných řek je názornější, než je tomu v administrativních jednotka. I když je reprezentace rozložení obyvatelstva v gridu o velikosti buňky 6,35 km<sup>2</sup> obecnější než v menších velikostech buňky, je tato velikost vhodnější a názornější než použití reprezentace ve větších administrativních jednotkách.



Obr. 6.3.2 Náhled na Přílohu 12 doplněný o geometrické upozornění.

Reprezentace v jednotkách administrativního členění je silně ovlivněna velikostí jednotlivých jednotek, proto není rozložení obyvatelstva tak názorné jako v případě reprezentace v gridu. Jednotky katastrálního území s průměrnou velikostí 9 km<sup>2</sup> ve Zlínském kraji kopírují přibližnou koncentraci obyvatel v tomto území. Stejně jako u metody gridu je zde zachyceno rozmístění obyvatelstva kolem Rožnovské Bečvy (černá elipsa) a kolem řeky Moravy (žluté elipsy), ale ve srovnání s metodou gridu je reprezentace tohoto rozmístění příliš obecná. Obce vzhledem ke své průměrné velikosti jednotek 13 km<sup>2</sup> ve Zlínském kraji nedokáží zachytit detailnější rozložení vybrané tematiky, ale obecně zachycují koncentraci obyvatelstva kolem Rožnovské Bečvy (černá elipsa) a řeky Moravy (žluté elipsy). Ani v jednom ze zmíněných dvou členění není patrné rozmístění obyvatelstva v údolí Vsetínské Bečvy. Rozmístění obyvatelstva kolem zmíněných řek je patrné v jednotkách ZSJ (černé elipsy), které svými hodnotami také věrohodně oddělují ve větších městech intravilán od extravilánu (červené kružnice), což není v ostatních administrativních členění patrné. Přestože jsou hodnoty v ZSJ ovlivněné vlastní rozlohou jednotek a rozložení obyvatelstva není tak názorné jako v gridových buňkách, vystihují rozložení tematiky nejméně z vybraných administrativních členění. Ale vzhledem k tomu, že nejmenší velikosti jednotek ZSJ se pohybují okolo 0,05 km<sup>2</sup> nejsou tyto jednotky při měřítku 1 : 500 000 dobře rozeznatelné.

V tabulce 6.3.2 se nachází základní statistické údaje o agregovaných bodech ke srovnávaným jednotkám ve Zlínském kraji. Pro všechny testované velikosti buňky i administrativní jednotky byly vypočítány údaje o počtu vstupních bodů do každé

jednotky a o evidovaném počtu obyvatel v jednotkách. Hodnoty v administrativních jednotkách nebyly přepočteny na jednotku plochy z důvodu zachování souhrnných součtů. Význam zkratk v atributu STAT je stejný jako u testovacího území ORP Zlín.

Byl zjištěno, že v u prvních dvou velikostí buněk nevstupoval do přepočtu stejný počet bodů, protože se jeden bod nachází přesně na hranicích buněk, proto byl započítán do obou buněk.

Dle tabulky 6.3.2 je průměrný počet vstupních bodů i průměrný evidovaný počet obyvatel v prvních dvou velikostech buněk menší než je tomu v jednotkách administrativního členění. Průměrné počty u největší velikosti buňky jsou větší než v jednotkách ZSJ. Z toho důvodu by mohly být použity spíše jednotky ZSJ než grid největší velikosti buňky, samozřejmě v závislosti na měřítku a účelu. Mediány nejmenší velikosti buňky jsou rovny 0, to znamená, že ve Zlínském kraji převažují neosídlené oblasti, což odpovídá realitě. S ohledem na skutečné rozmístění obyvatel je tak nejmenší velikost nejvhodnější, nejméně věrohodná je vizualizace v jednotkách obcí, protože dle tab. 6.3.2 nabývá nejvyšších hodnot.

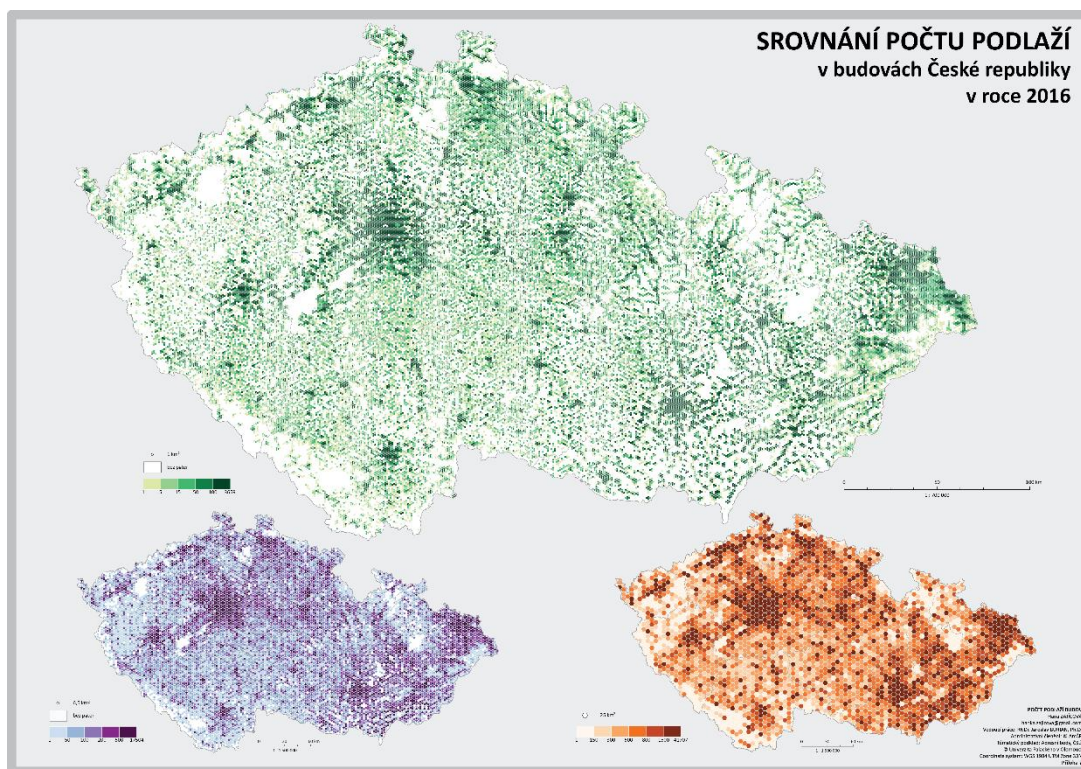
Tab. 6.3.2 Základní statistické údaje pro všechny jednotky ve Zlínském kraji.

	STAT	0,25 km <sup>2</sup>	1 km <sup>2</sup>	6,25 km <sup>2</sup>	ZSJ	KU	Obce
<b>Vstupní body</b>	<b>SUM</b>	175991	175991	175990	175990	175990	175990
	<b>MAX</b>	770	1903	6039	1793	9361	18198
	<b>MIN</b>	0	0	0	0	0	31
	<b>MEAN</b>	10,79	41,98	244,77	185,64	397,27	573,26
	<b>MOD</b>	0	0	0	15	169	160
	<b>MED</b>	0	5	130	116	231	291
<b>Evidovaný počet obyvatel</b>	<b>SUM</b>	588612	588607	588606	588606	588606	588606
	<b>MAX</b>	3696	7684	22438	12278	51046	75404
	<b>MIN</b>	0	0	0	0	0	32
	<b>MEAN</b>	36,09	140,41	818,65	620,89	1328,68	1917,28
	<b>MOD</b>	0	0	0	0	215	606
	<b>MED</b>	0	3	263	266	567	732
<b>Počet jednotek</b>		16309	4192	719	992	486	348

### Území České republiky

V rámci území České republiky byly jako nejvhodnější zvoleny velikosti buněk 1km<sup>2</sup>, 6,25 km<sup>2</sup> a 25 km<sup>2</sup>, které byly porovnány s jednotkami ZSJ, KÚ, obcemi a ORP. Jako reprezentativní atribut testovacího území České republiky byl vybrán celkový počet pater v budově (POCPODBUD), protože má nejnižší procentuální zastoupení nulových hodnot. Pro srovnání byly vypracovány dva mapové výstupy, zvlášť pro reprezentaci v buňkách a zvlášť pro reprezentaci v administrativních jednotkách. Tyto výstupy jsou součástí volné přílohy 13 a 14. Na tuto přílohu je v následující kapitole odkazováno.

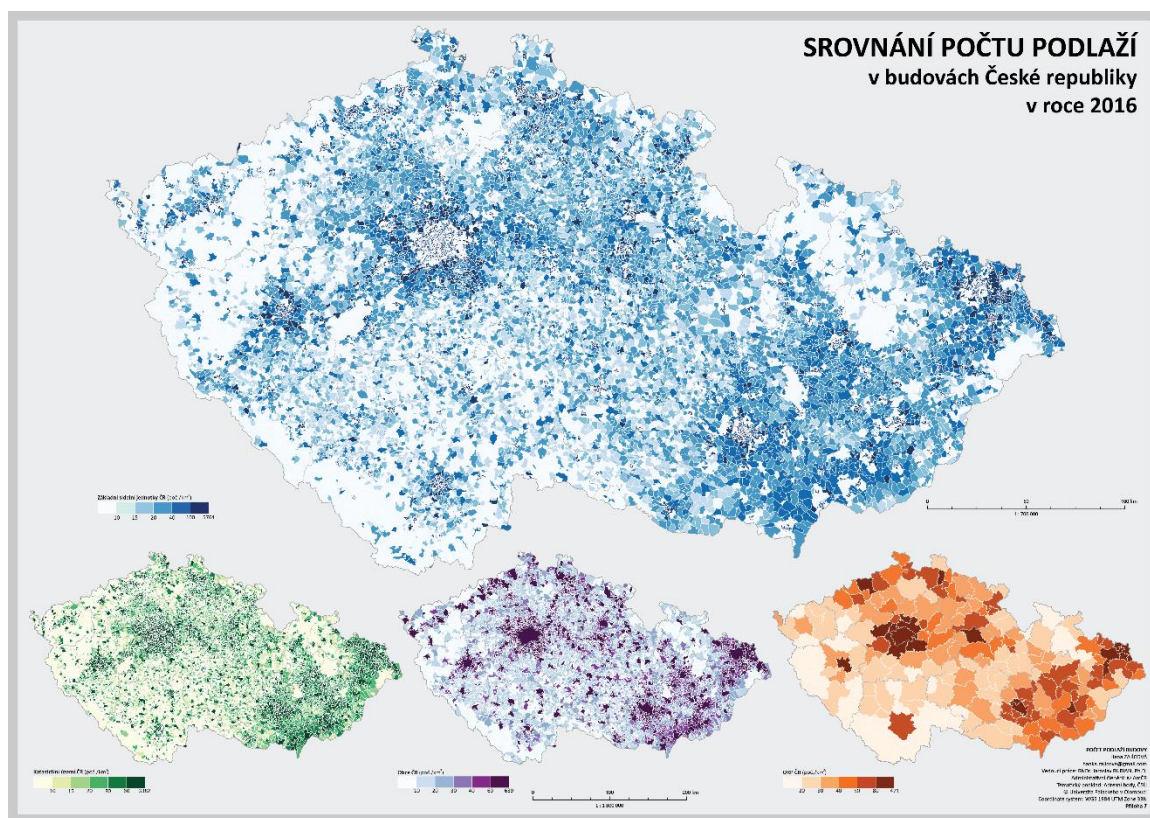
S ohledem na náhled příloh 13 a 14 (Obr. 6.3.3 a Obr.6.3.4) je na první pohled zřejmé, že rozložení počtu pater je v gridových strukturách výstižnější než v administrativních jednotkách. Buňky dvou menších velikostí opět čitelně svými hodnotami oddělují intravilán od extravilánu. Velmi zřetelná jsou neosídlená a málo osídlená území České republiky, například oblasti vojenských újezdů, horské oblasti Šumavy, Krušných hor nebo Jeseníků. Je očekávané, že na Ostravsku a Frýdecko-Místecku je velká koncentrace vícepatrových budov nebo také budov obecně, ale překvapivá je velká koncentrace na Liberecku. Tato koncentrace je v buňkách menších velikostí velmi patrná. V buňkách větších velikostí je již příliš splývavá. Koncentrace pater nebo obecně budov na jižní Moravě se zdá být dle administrativních jednotek velmi hustá, ale dle reprezentace v nejmenších buňkách je zřejmé, že tato koncentrace je dle hodnot vysoká, ale pouze bodová a viditelně se táhne podél řeky Moravy, což potvrzuje fakt, že menší buňky reprezentují tematiku věrohodněji než větší buňky nebo administrativní jednotky. Buňky střední velikosti zachycují tematiku srovnatelně jako reprezentace v katastrálních územích. V obou případech jsou velmi dobře rozeznatelné oblasti bez zástavby a naopak velmi husté koncentrace budov nebo vícepatrových budov. Ale například již zmíněnou situaci na jižní Moravě zachycují buňky střední velikosti věrohodněji než katastrální území. Reprezentace v buňkách největší velikosti je mnohem generalizovanější než v přechodných případech, reprezentovanou tematiku zachycují vizuálně srovnatelně jako obce, přestože jednotky obce mají průměrnou velikost menší než největší buňky. Ve srovnání s reprezentací v ORP jsou buňky největší velikosti vhodnější, protože předají o dané tématice mnohem více informací.



Obr. 6.3.3 Náhled Přílohy 13, reprezentace v gridu.



Vzhledem k faktu, že reprezentace v jednotkách administrativního členění je velmi ovlivněna velikostí jednotlivých jednotek, zdají se některé oblasti západních Čech ve vizualizaci v ZSJ a KÚ téměř nezastavěné. S ohledem na znázornění v gridu o nejmenší velikosti buňky je zde sice koncentrace zástavby nízká, ale pravidelně rozmístěná po celém území, s výjimkou vojenského újezdu Hradiště (Obr. 6.3.4). Stejně jako u předchozích testovaných území je reprezentace v ZSJ nejvěrohodnější z testovaných administrativních členění s ohledem na reálné rozložení tematiky, protože oblasti bez zástavby a s hustou zástavbou zachycuje podobně jako reprezentace v nejmenší velikosti gridu, s výjimkou již zmíněné situace na jižní Moravě. Vizualizace v katastrálních územích a obcích jsou s výjimkou velkých měst vizuálně srovnatelné, a to i s reprezentací v ZSJ. Rozložení vybrané tematiky je reprezentováno podobně i přes to, že průměrné velikosti se liší. Rozložení zástavby je nejhůře zachyceno v jednotkách ORP. Vzhledem ke své velikosti jsou reprezentace příliš generalizované a nic neříkající.



Obr. 6.3.4 Náhled Přílohy 14, reprezentace v administrativních jednotkách.

V tabulce 6.3.3 se nachází základní statistické údaje o agregovaných bodech ke srovnávaným jednotkám v České republice. Pro všechny testované velikosti buňky i administrativní jednotky byly vypočítány údaje o počtu vstupních bodů do každé jednotky a celkovém počtu podlaží v jednotkách. Hodnoty v administrativních jednotkách nebyly přepočteny na jednotku plochy z důvodu zachování souhrnných součtů. Význam zkratk v atributu STAT je stejný jako u předchozích testovaných území.

Bylo zjištěno, že v případě buněk nevstupoval do přepočtu stejný počet bodů, protože se některé body nacházely přesně na hranicích některých buněk a byly tak započítány do obou dotčených buněk, proto i součet pater není ve všech případech stejný. Dle tabulky 6.3.3 je průměrný počet vstupních bodů i průměrný počet pater v jednotkách podobný v případě velikosti buňky 6,25 km<sup>2</sup> a členění KÚ, tyto jednotky by tak mohly být srovnatelné i vzhledem k podobnému celkovému počtu jednotek. Ale nesmí být opomenut fakt, že jednotky KÚ nejsou stejně velké. Nejmenší jednotky se pohybují okolo 0,5 km<sup>2</sup>, naopak největší mají velikost mezi 30 a 87 km<sup>2</sup>. Jednotky s velmi malou či velkou velikostí se vyskytují poměrně často. Průměrné počty vstupních bodů a podlaží budov ve dvou větších velikostech buněk jsou vyšší než v jednotkách ZSJ. Z toho důvodu by mohly být pro vizualizaci této či podobné tematiky použity spíše jednotky ZSJ než gridy s větší velikostí buňky, samozřejmě v závislosti na měřítku a účelu. Ale vzhledem k tomu, že nejmenší jednotky ZSJ dosahují velikosti pouze 0,0004 km<sup>2</sup>, nemusí být v závislosti na měřítku dobře čitelné, proto je i přes nižší průměrný počet vstupních bodů pro ZSJ vhodnější použití gridu o velikosti 6,25 km<sup>2</sup>. Mediány nejmenší velikosti buňky jsou rovny třem a jedné, což znamená, že buňky o velikosti 1 km<sup>2</sup> jsou s ohledem na realitu nejvhodnější. V České republice převládá zemědělská půda, proto by měl z hlediska zástavby mít nadpoloviční počet buněk hodnotu nula. S ohledem na skutečné rozmístění zástavby je tak nejmenší velikost nejvhodnější, nejméně věrohodná je vizualizace v jednotkách ORP, protože dle tab. 6.3.3 nabývá nejvyšších hodnot ve všech zkoumaných atributech, díky čemuž dochází ke zkreslení.

Tab. 6.3.3 Základní statistické údaje pro všechny jednotky v České republice.

	STAT	1 km <sup>2</sup>	6,25 km <sup>2</sup>	25 km <sup>2</sup>	ZSJ	KU	Obce	ORP
<b>Vstupní body</b>	<b>SUM</b>	2815247	2815228	2815231	2815224	2815224	2815224	2815224
	<b>MAX</b>	1903	6039	13865	2512	9361	116176	116176
	<b>MIN</b>	0	0	0	0	0	0	3042
	<b>MEAN</b>	35,16	215,40	837,37	125,09	215,05	449,86	13666,14
	<b>MOD</b>	0	0	0	0	0	62	10722
	<b>MED</b>	3	106	526	64	94	204	9590,5
<b>Počet podlaží budov</b>	<b>SUM</b>	3276465	3276452	3276447	3276439	3276439	3276439	3276439
	<b>MAX</b>	4018	17504	36181	3095	20229	233640	233640
	<b>MIN</b>	0	0	0	0	0	0	3080
	<b>MEAN</b>	40,92	250,68	974,55	145,59	250,28	523,56	15905,04
	<b>MOD</b>	0	0	0	0	0	89	7452
	<b>MED</b>	1	89	474	56	82	187	10305,5
<b>Počet jednotek</b>		80073	13070	3362	22505	13091	6258	206



## 7 VÝSLEDKY

Cílem práce bylo provést srovnání metody gridu a klasické areálové metody v administrativních jednotkách při reprezentaci statistických informací. K realizaci srovnání byla použita databáze adresních bodů, která je spravována ČSÚ.

Pro zpracování bakalářské práce byly nejprve vybrány tvary a velikosti buněk, které byly předmětem testování, dále byly stanoveny jednotky administrativního členění, se kterými proběhlo závěrečné srovnání. Nakonec byly vybrány atributy vstupující do přepočtu a byla definována testovací území, pro které byl přepočet proveden.

Po studiu literatury byly vybrány čtvercové a hexagonové tvary buněk o velikostech 0,0625 km<sup>2</sup>; 0,25 km<sup>2</sup>; 1 km<sup>2</sup>; 6,25 km<sup>2</sup> a 25 km<sup>2</sup>. Pro srovnání byla vybrána členění na jednotky ZSJ, KÚ, obce a ORP (pouze pro území celé ČR). Přepočet byl proveden pro šest vybraných témat, a to počet bytů v budově, evidovaný počet obyvatel v budově, počet obyvatel v budově dle SLDB 2011 – obvyklý pobyt, počet obyvatel v budově dle SLDB 2011 – trvalý pobyt, zastavěná plocha budovy v m<sup>2</sup> a celkový počet pater budovy. Veškeré přepočty byly zhotoveny zvlášť pro tři testovací území – ORP Zlín, Zlínský kraj a Česká republika. Pro usnadnění procesu přepočtu byl vytvořen nástroj ve vizuálním programovacím rozhraní Model Builder. V rámci přepočtu byla testována jeho časová náročnost. Celková doba přepočtu do gridů všech tvarů a velikostí, do všech administrativních jednotek pro všechna testovací území dosáhla 16 hodin, 8 minut a 54 vteřin. Celý proces výběru všech proměnných vstupujících do přepočtu je popsán v kapitole 4.

### 7.1 Vizualizace

Pro přepočtené vrstvy byly vytvořeny vizualizace všech vybraných atributů. Celkem bylo zhotoveno 320 mapových výstupů, které jsou vizualizovány v mapovém projektu ArcGIS Pro dostupném na DVD v příloze 15. Výsledné vrstvy jsou přiloženy ve dvou databázích, zvlášť pro gridové struktury a zvlášť pro administrativní jednotky. Databáze jsou strukturovány na datasey podle testovaných území. Zmíněné mapové výstupy jsou jedním z hlavních výstupů práce. Vizualizace a jejich nastavení jsou popsány v kapitole 5.

Výsledné vrstvy byly vizualizovány tak, aby byly ihned k použití. Pro všechny vrstvy byly stanoveny stupnice o šesti intervalech včetně nulového intervalu v některých případech. Intervaly jsou v rámci stejného atributu a testovaného území nastavené jednotně pro čtverce a hexagony. Stupnice jsou zhotoveny sekvenčně v pěti barevných provedeních. Barevné stupnice byly upraveny dle základního nastavení stupnic v softwaru ArcGIS Pro. K vrstvám byly do výsledného projektu přidány vstupní body, administrativní hranice a velká města ve studované oblasti. V přiložených mapách byl testovacímu území České republiky navíc přidán stínovaný reliéf. V projektu byla každému testovacímu území nastavena referenční měřítko, pro dobrou čitelnost.

Příklady některých vizualizací jsou přiloženy jako tištěná vázaná příloha. Konkrétně byly přiloženy mapy:

Celkový počet podlaží v ORP Zlín v roce 2016

Průměrný počet podlaží v ORP Zlín v roce 2016

Evidovaný počet obyvatel ve Zlínském kraji v roce 2016

Celková výměra zástavby ve Zlínském kraji v roce 2016

Celkový počet obyvatel v České republice dle SLDB 2011 – trvalý pobyt

Celkový počet bytů v České republice v roce 2016

## **7.2 Srovnání metod a doporučení použití**

Na základě velikosti přesahu za testované území, počtu hraničních buněk a počtu buněk obsahující vstupní body byl vybrán vhodnější tvar gridu (upraveno dle Volčka, 2011). Jako vhodnější byl zvolen tvar, který dosahoval nejmenšího přesahu v hraničních oblastech, měl menší počet hraničních buněk a dokázal pojmout vstupní body do méně buněk. Kritéria byla testována pro všechny velikosti buněk. Ve všech velikostech nabýval hexagonový tvar nižších hodnot, kromě velikosti 6,25 km<sup>2</sup>, kde měl nižší hodnoty čtverec. Hodnoty u této velikosti hexagonového tvaru byly ale velmi podobné, hexagonový tvar byl proto určen jako vhodnější ve většině testovaných případech.

Velikost buňky byla hodnocena zejména vizuálně a v porovnání se vstupní bodovou vrstvou. Na základě vizuální analýzy bylo možné určit relativní zkreslení výstupů. Pro testovací území ORP Zlín byl navíc testován poměr počtu hraničních a vnitřních buněk na jehož základě byl určen přechod mezi oblastmi. Pro všechny velikosti buněk bylo vytištěno porovnání 15 různých měřítek na jehož základě bylo vizuální analýzou určeno nejmenší možné měřítko, při kterém jsou buňky ze vzdálenosti 45 cm rozlišitelné a byla doporučena měřítko pro optimální čitelnost. Na základě minimálních velikostí měřítek byly ke každému testovanému území přiřazeny minimální formáty stránek pro tištěné výstupy.

Jednotlivým gridovým strukturám byla doporučena následující minimální měřítko a vhodná testovací území:

Území o velikosti buňky:

0,0625 km<sup>2</sup> – 1 : 250 000; ORP Zlín,

0,25 km<sup>2</sup> – 1 : 500 000; ORP Zlín a Zlínský kraj,

1 km<sup>2</sup> – 1 : 900 000; ORP Zlín, Zlínský kraj a Česká republika,

6,25 km<sup>2</sup> – 1 : 2 000 000; Zlínský kraj, Česká republika,

25 km<sup>2</sup> – 1 : 3 000 000; Česká republika.

Pro největší velikost buněk nebyly testovány menší velikosti měřítko než nejmenší doporučené, protože i při měřítku 1 : 3 000 000 se Česká republika vejde v tištěné formě

na formát stránky A5 a buňky jsou dobře čitelné. Výstupy srovnání měřítek jsou dostupné v digitální podobě v příloze 15.

Vzhledem k účelu a měřítku nelze každému testovanému území přiřadit jedinou optimální velikost gridu, proto byly každému území vybrány tři vhodné velikosti:

ORP Zlín – 0,0625 km<sup>2</sup>; 0,25 km<sup>2</sup>; 1 km<sup>2</sup>;

Zlínský kraj – 0,25 km<sup>2</sup>; 1 km<sup>2</sup>; 6,25 km<sup>2</sup>;

Česká republika – 1 km<sup>2</sup>; 6,25 km<sup>2</sup>; 25 km<sup>2</sup>.

Srovnání obou metod bylo provedeno pro každé testované území zvlášť. V rámci každého území byly srovnány již vybrané tři velikosti gridu se všemi předem stanovenými jednotkami administrativního členění. Porovnání bylo zhotoveno na reprezentativních atributech a bylo okomentováno na vhodných příkladech a vybraných statistických výpočtech. Ke každému srovnání byl vytvořen mapový výstup se všemi porovnávanými reprezentacemi. Metody byly pro všechna území hodnoceny velmi podobně. S ohledem na reálné rozložení každé tematiky byl jako nejvhodnější metoda určen grid o co možná nejmenší velikosti buněk, protože vybranou tematiku kopíruje nejvěrohodněji. Ale v závislosti na měřítku a účelu vizualizace mohou být vhodné i ostatní testované velikosti buněk pro každé území, protože vystihují rozložení tematiky věrohodněji než většina administrativních jednotek. Z testovaných administrativních jednotek jsou s ohledem na realitu nejvěrohodnější reprezentace v jednotkách ZSJ, a to především díky faktu, že z vybraných administrativních členění mají jednotky ZSJ nejmenší průměrnou velikost 4 km<sup>2</sup>. Vzhledem k velkému rozpětí velikostí jednotlivých jednotek a velké datové velikosti je ale vhodnější použití gridových struktur i větších velikostí.

Výsledná hodnocení a doporučení jsou předmětem kapitoly 6. Pro srovnání metod byly zhotoveny čtyři mapové výstupy, které jsou součástí příloh. Další výstup porovnává tvary a velikosti buněk gridu.

## 8 DISKUZE

Cílem bakalářské práce bylo provést srovnání dvou vizualizačních metod při reprezentaci statistických informací. Úkolem bylo navrhnout a otestovat různé velikosti a tvary gridu pro různá testovací území a porovnat schopnost předávání informací s reprezentací v administrativních jednotkách.

První problém nastal při úvodní analýze obdržených vstupních dat. Bylo zjištěno, že adresní body u celkem 1 988 563 záznamů (71 %) obsahují v atributu NAZ\_OBEC (název obce) chybně uvedené město Choceň, kterému má náležet pouze 2 334 adresních bodů (ČÚZK, 2017). Většina těchto záznamů obsahovala ve velké části atributů pouze nulové hodnoty. Bylo tak evidentní, že se jedná o chybná data, nevhodná k práci tohoto charakteru. Proto vedoucí práce zažádal o nová data, která byla správci obratem poskytnuta. Nová data již byla do obcí správně zařazena, ale ve vybraných attributech byl stále velký počet nulových bodů a to:

- počet všech podlaží budovy – 19 %,
- počet bytů v budově, vchodu – 21 %,
- počet evidovaných obyvatel v budově – 36 %,
- počet obyvatel v budově dle SLDB 2011 – obvyklý pobyt – 36 %,
- počet obyvatel v budově dle SLDB 2011 – trvalý pobyt – 37 %,
- zastavěná plocha budovy v m<sup>2</sup> – 89 %.

Z toho důvodu byly pro srovnání použity pouze první tři atributy a zbylá témata byla jen vizualizována. Data nebyla nijak upravována, ale možností by bylo při výsledné reprezentaci zahrnout vizualizaci nejistoty. Mělo by ale být zvaženo, zda by nejistota přidaná k reprezentaci nezhoršovala čitelnost (Brus, 2014).

Po studiu literatury byly vybrány parametry vstupující do přepočtu. Při generování gridových struktur nedocházelo k nejmenším problémům, ale k největšímu zdržení došlo při přepočtu statistických dat do buněk a administrativních jednotek. Vzhledem k tomu, že přepočet byl proveden zároveň pro osm atributů do celkem 40 vrstev, dosáhla celková doba přepočtu 16 hodin, 8 minut a 54 vteřin. Doba přepočtu narostla pravděpodobně kvůli snížené výkonnosti počítače. Otázkou může být, jak moc je ovlivněna doba přepočtu stářím počítače, zaplněností harddisku a nebo zda je důležitá grafická karta. Možnou návazností na tuto práci by bylo testování rychlosti přepočtu na výkonnějších výpočetních zařízeních a nebo také použití jiného sumarizačního nástroje pro přepočet dat. Po studiu dalších možností přepočtu a jejich testování byl použitý nástroj zvolen jako nejvhodnější, protože umožňoval přepočet pouze pro vybrané atributy. Další časově náročnou činností byla tvorba vizualizací v softwaru ArcGIS Pro. Každá výsledná přepočtená vrstva byla vizualizována zvláště pro všechny atributy bez možnosti automatizace. Proces šel urychlit pouze tím, že gridovým vrstvám stejné velikosti byly v rámci jednoho atributu importovány intervaly a barevné stupnice druhého tvaru. Zbylé intervaly a stupnice

musely být nastaveny ručně. Jedním z nejnáročnějších procesů byla tvorba výsledné vizualizace jednotek ZSJ pro území České republiky, a to z důvodu velké složitosti tvarů jednotlivých jednotek a tím i velké datové náročnosti. Práce s nejmenšími gridovými strukturami nebyla tak náročná, protože hexagonové buňky mají pravidelný tvar o šesti hranách a šesti vrcholech.

Na základě vytvořených vizualizací všech vrstev bylo provedeno srovnání použité metody gridu a areálové metody v administrativních jednotkách. Srovnání proběhlo vizuální analýzou a bylo doplněno o základní statistické výpočty. Porovnání obou metod bylo provedeno pro každé testované území zvlášť, ale jejich hodnocení bylo velmi podobné. S ohledem na realitu byl jako nejvhodnější vizualizační metoda určen grid o co možná nejmenší velikosti buněk, protože rozložení tematiky kopíruje nejvěrohodněji a je proto nejvhodnější pro podrobné analýzy. V závislosti na měřítku a účelu mohou být vhodné i ostatní vybrané velikosti buněk, protože vystihují rozložení tematiky vhodněji než většina administrativních jednotek. Z vybraných administrativních jednotek kopírují danou tematiku nejvěrohodněji jednotky ZSJ a to díky její nejmenší průměrné velikosti jednotek. Vzhledem k velkému rozpětí velikostí jednotlivých jednotek ZSJ a velké datové velikosti je ale vhodnější použití gridových struktur i větších velikostí.

Nedostatkem srovnání je jeho velká subjektivita. Zhotovené vizualizace byly zkoumány ze vzdálenosti 45 cm, tedy běžné vzdálenosti pro čtení. Již při konzultaci minimální velikosti měřítka, při kterém jsou informace čitelné, s dalšími studenty či rodinnými příslušníky, se názory různily. Výzkum provedený v této práci by v budoucnu mohl být rozšířen sestavením eye-tracking experimentu. Pokud by respondentům byly předloženy vizualizace, ze kterých proběhlo srovnání při této práci, mohli by odpovídat například na otázky o minimální velikosti měřítka, při které jsou schopni přijmout předávanou informaci či na dotaz směřující k vhodnosti použití jednotlivých metod. Typickým příkladem takové otázky by mohl být úkol, odečíst hodnotu vybraného atributu na daném místě. Výsledky by se mohly změnit také při náhodném seřazení vizualizací dle velikosti měřítka. Dosáhnout požadované objektivnosti testování by bylo možno také zatajením informace o velikosti měřítka a užití pouze vizualizovaných buněk jako stimulu. Návrh eye-tracking experimentu pro validní srovnání obou zkoumaných metod by byl náročnou činností, výsledky z něj by však mohly udávat jasnější představu o vhodnosti použití jednotlivých velikostí a tvarů gridu. Pro dosažení objektivního závěru by mezi respondenty měli být jak kartografové, tak i nekartografové a jejich počet by měl být co možná nejvyšší.

V práci byly splněny všechny dílčí cíle a výsledky mohou sloužit jako doporučení při vizualizaci statistických bodově lokalizovaných dat. Nedostatky a návrhy zmíněné v diskuzi mohou být předmětem dalšího studia.

## 9 ZÁVĚR

Hlavním cílem bakalářské práce bylo provést porovnání metody gridu a klasické areálové metody v administrativních jednotkách. Předmětem vizualizací byly bodově lokalizované adresní body označované jako „Statistické budovy (vchody k bytům)“ obsahující statistické informace. Úkolem bylo navrhnout a otestovat různé parametry vstupující do přepočtu informací a výsledky patřičně vizualizovat a porovnat.

Teoretickým cílem práce bylo studium použití gridových struktur pro vizualizaci různých témat, jež byly v minulosti použity. Dalším cílem bylo studium softwarových možností generování gridových struktur a přepočtů statistických informací. Možnosti a vybrané příklady byly sepsány v rešeršní části práce.

Na základě teoretické části byly vybrány nástroje pro generování gridových struktur a pro přepočty statistických dat. Po studiu metodiky byly vybrány různé velikosti a tvary gridu a byly navrženy jednotky administrativního členění. Nakonec byly vybrány atributy vstupující do přepočtu a byla definována testovací území, pro které byl přepočet proveden. Všem přepočteným vrstvám byly zvláště nastaveny intervaly a byly zhotoveny patřičně vizualizace všech přepočtených atributů.

Dílčím výsledkem práce byl návrh optimálního tvaru gridu a optimálních velikostí buněk pro každé testované území. Protože hexagonový tvar splňoval zadaná kritéria, byl určen jako vhodnější. Vzhledem k účelu a měřítku nelze každému testovanému území přiřadit jedinou optimální velikost gridu, proto byly každému území vybrány tři vhodné velikosti. Pro ORP Zlín – 0,0625 km<sup>2</sup>; 0,25 km<sup>2</sup>; 1 km<sup>2</sup>; Zlínskému kraji – 0,25 km<sup>2</sup>; 1 km<sup>2</sup>; 6,25 km<sup>2</sup> a České republice – 1 km<sup>2</sup>; 6,25 km<sup>2</sup>; 25 km<sup>2</sup>. Každé velikosti buňky byla také doporučena minimální měřítko pro rozlišitelnost a čitelnost buněk. Navržené parametry gridu vstupovaly do výsledného srovnání metod, které proběhlo na základě zhotovených vizualizací pro každé testovací území zvlášť. Metoda gridu a areálová metoda v administrativních jednotkách byla porovnávána vizuální analýzou doplněnou o základní statistické výpočty. S ohledem na reálné rozložení tematiky byl jako vhodnější stanoven grid co možná nejmenších velikostí, protože věrohodně kopíruje rozložení tematiky. V závislosti na měřítku a účelu vizualizace mohou být vhodné i ostatní testované velikosti buněk pro každé území, protože vystihují rozložení tematiky věrohodněji než většina administrativních jednotek. Výsledná hodnocení a porovnání mohou sloužit jako doporučení při vizualizaci statistických bodově lokalizovaných dat.

Závěrem byla sepsána textová část práce a dle zadání práce byly vyplněny všechny údaje o vytvořených datových sadách do Metainformačního systému katedry geoinformatiky. Celá práce (textová část, přílohy, výstupy, zdrojová a vytvořená data, XML soubor) je dostupná v příloze 15 na DVD. Výsledky práce jsou prezentovány na webových stránkách bakalářské práce a na informačním posteru.

## POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

ArcČR® 500 [online]. Praha: ARCDATA PRAHA, s.r.o., Zeměměřický úřad, ČSÚ, 2017 [cit. 2017-02-09]. Dostupné z WWW: <https://www.arcdata.cz/produkty/geograficka-data/arccr-500>

BRUS, Jan. Disertační práce. Vizualizace nejistoty v environmentálních studiích. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Katedra geoinformatiky, 2014, 175 s. ISBN 978-80-244-4170-2

BACKER, Lars H. The EFGS and the integration of Geography and Statistics. In: *EFGS 2014 Conference Krakow, Poland* [online]. Krakow: EFGS, 2014 [cit. 2017-08-01]. Dostupné z WWW: <http://www.efgs.info/conferences/efgs/2014-krakow/>

ČSÚ. Adresa. [online]. Praha: ČSÚ, 2016 [cit. 2017-02-10]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/rso/adresa>

ČSÚ. Krajská správa ČSÚ ve Zlíně. [online]. Praha: ČSÚ, 2014 [cit. 2017-07-13]. Dostupné z WWW: [https://www.czso.cz/csu/xz/charakteristika\\_so\\_orp\\_zlin](https://www.czso.cz/csu/xz/charakteristika_so_orp_zlin)

ČÚZK. Adresní místa RÚIAN ve formátu CSV. *Nahlížení do katastru nemovitostí* [online]. Praha, 2017 [cit. 2017-07-12]. Dostupné z WWW: <http://nahlizeniidokn.cuzk.cz/stahniadresnimistaruian.aspx>

DOXSEY-WHITFIELD, Erin, Kytt MACMANUS, Susana B. ADAMO, Linda PISTOLESI, John SQUIRES, Olena BORKOVSKA a Sandra R. BAPTISTA. Taking Advantage of the Improved Availability of Census Data: A First Look at the Gridded Population of the World, Version 4. *Papers in Applied Geography* [online]. 2015, **1**(3), 226-234 [cit. 2017-02-13]. DOI: 10.1080/23754931.2015.1014272. Dostupné z WWW: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23754931.2015.1014272>

EFGS. *Grid Tool*. [online]. [cit. 2017-07-25]. Dostupné z WWW: <http://www.efgs.info/data/>

ESRI. *ArcGIS Pro Help* [online]. 2017 [cit. 2017-07-10]. Dostupné z WWW: <http://pro.arcgis.com/en/pro-app/help/main>

EUROSTAT, © European Union. *Population grids*. Statistics Explained [online]. 2016 [cit. 2017-02-10]. Dostupné z WWW: [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Population\\_grids#The\\_GEOSTAT\\_initiative](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Population_grids#The_GEOSTAT_initiative)

FLOWERDEW, Robin, Mick GREEN a Evangelos KEHRIS. Using areal interpolation methods in geographic information systems. *Papers in Regional Science* [online]. 1991, **70**(3), 303-315 [cit. 2017-08-01]. DOI: 10.1007/BF01434424. ISSN 1435-5957. Dostupné z WWW: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01434424>

HORÁK, Jiří. Gridded register-based data for detail spatio-temporal monitoring and modelling. Vision of data harmonisation and integration. In: *EFGS Conference 2012* [online]. Praha, 2012 [cit. 2017-02-08]. Dostupné z WWW: [http://www.efgs.info/conferences/efgs/2012\\_prague/](http://www.efgs.info/conferences/efgs/2012_prague/)

HORÁK, Jiří. *Metodika harmonizace, agregace a anonymizace dat kriminality* [online]. Ostrava, 2012 [cit. 2017-08-01]. Dostupné z WWW: [https://www.researchgate.net/publication/303820747\\_Metodika\\_harmonizace\\_agregace\\_a\\_anonymizace\\_dat\\_kriminality](https://www.researchgate.net/publication/303820747_Metodika_harmonizace_agregace_a_anonymizace_dat_kriminality)

HORÁK, Jiří a Bronislava HORÁKOVÁ. Prostorové vyhlazování dat s areálovou reprezentací. *VŠB - Technická univerzita Ostrava* [online]. 2003, 10s [cit. 2017-08-01]. Dostupné z WWW: [http://gisak.vsb.cz/GIS\\_Ostrava/GIS\\_Ova\\_2003/Sbornik/Referaty/horak1.htm](http://gisak.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2003/Sbornik/Referaty/horak1.htm)

CHAINEY, Spencer a Jerry RATCLIFFE. *GIS and Crime Mapping: Mastering GIS: Technology, Applications & Mgmt.* John Wiley & Sons, 2013, 448 s. ISBN 9780470860984.

JENNESS, Jeff. Repeating Shapes. *Jenness Enterprises* [online]. USA, 2012 [cit. 2017-02-10]. Dostupné z WWW: [http://www.jennessent.com/arcgis/repeat\\_shapes.htm](http://www.jennessent.com/arcgis/repeat_shapes.htm)

KLAUDA, Petr. Prostorově určená statistická data. *Statistika&My*. Praha: ČSÚ, 2016, **6**(5), 18 - 19. ISSN 1804-7149.

Krajský úřad Zlínského kraje. Základní charakteristika kraje. *Zlínský kraj* [online]. Zlín [cit. 2017-08-01]. Dostupné z WWW: <https://www.kr-zlinsky.cz/zakladni-charakteristika-kraje-cl-3685.html>

KRAUS, Jaroslav. Comparison of bottom-up and top-down methods used to create grid data from the Population and Housing Census 2011. In: *EFGS Conference 2012* [online]. Praha: EFGS, 2012 [cit. 2017-08-01]. Dostupné z WWW: [http://www.efgs.info/conferences/efgs/2012\\_prague/](http://www.efgs.info/conferences/efgs/2012_prague/)

MEHTA, Shitij. *Create Hexagons* [online]. 2014 [cit. 2017-08-01]. Dostupné z WWW: <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=7fa102df350f40a087816b93e862e21f>

MMR. Administrativní členění ČR - NUTS. *Regionální Informační Systém* [online]. 2016 [cit. 2017-07-15]. Dostupné z WWW: <http://www.risy.cz/cs/administrativni-cleneni-nuts-cesko>

MVČR. Strategie 2020. *Programy EU* [online]. 2012 [cit. 2017-07-15]. Dostupné z WWW: <http://www.mvcr.cz/clanek/i2010.aspx>

NUOV. Klasifikace jednotek NUTS. *Národní ústav odborného vzdělávání* [online]. 2008 [cit. 2017-07-15]. Dostupné z WWW: <http://www.nuov.cz/klasifikace-jednotek-nuts>



OSN. Czech Republic. *UNdata* [online]. 2014 [cit. 2017-08-01]. Dostupné z WWW: <http://data.un.org/CountryProfile.aspx?crName=Czech%20Republic>

RAPANT, Petr. *Geoinformatika a geoinformační technologie*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, Institut geoinformatiky, 2006, 463 s. ISBN 80-248-1264-9.

ROSINA, Konstantín, Pavol HURBÁNEK a Peter M. ATKINSON. Top-down Population Density Grid Based on European Land Monitoring Services. In: *EFGS Conference 2012* [online]. Praha: EFGS, 2012 [cit. 2017-08-01]. Dostupné z WWW: [http://www.efgs.info/conferences/efgs/2012\\_prague/](http://www.efgs.info/conferences/efgs/2012_prague/)

SHUTTLEWORTH, Ian G. a Christopher D. LLOYD. Are Northern Ireland's communities dividing?: Evidence from geographically consistent Census of Population data, 1971 – 2001. *Environment and Planning A* [online]. 2009, **14**(1), 213-229 [cit. 2017-02-09]. DOI: 10.1068/a40163. ISSN 0308-518X. Dostupné z WWW: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1068/a40163>

STARÝ, Vlastimil. *Prostorová disagregace s využitím dat LU/LC* [online]. VŠB - TU Ostrava, 2012 [cit. 2017-08-01]. Dostupné z WWW: [http://gisak.vsb.cz/GISacek/GISacek\\_2012/papers/stary.pdf](http://gisak.vsb.cz/GISacek/GISacek_2012/papers/stary.pdf)

TEOREY, Toby J., Sam S. LIGHTSTONE a Thomas P. NADEAU. *Database Modeling & Design* [online]. 4. San Francisco: Elsevier, 2006 [cit. 2017-08-01]. ISBN 978-0-12-685352-0. Dostupné z WWW: <https://eketab2.files.wordpress.com/2007/09/databasemodelinganddesignlogical-design.pdf>

UDRŽALOVÁ, Zdeňka. Statistics, Geodata and Our Way to Geoinformation. In: *EFGS Conference 2012* [online]. Praha: EFGS, 2012 [cit. 2017-08-01]. Dostupné z WWW: [http://www.efgs.info/conferences/efgs/2012\\_prague/](http://www.efgs.info/conferences/efgs/2012_prague/)

VERMOUZEK, Zdeněk, Karel ŠTASTNÝ, Petr VOŘÍŠEK a Vladimír BEJČEK. *HNÍZDNÍ ATLAS 2014—2017* [online]. Česká společnost ornitologická, 2014, 3 [cit. 2017-02-09]. Dostupné z WWW: <http://bigfiles.birdlife.cz/Atlas.pdf>

VOLČKO, Zdeněk. Diplomová práce: Zdeněk Volčko [online]. 2011 [cit. 2017-08-01]. *Využití anonymizovaných dat pro hodnocení suburbanizace*. Dostupné z WWW: <http://theses.cz/id/khl4qx/00134701-832489026.pdf>

VOŽENÍLEK, Vít a Jaromír KAŇOK. Plošné znaky; Metoda plošných znaků. *Metody tematické kartografie – Vizualizace prostorových jevů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011, 49–50; 115–116. ISBN 9788024427904.

WHITEAKER, Tim. *Create Hexagon Tessellation* [online]. [cit. 2017-07-26]. Dostupné z WWW: <http://www.arcgis.com/home/item.html?id=03388990d3274160afe240ac54763e57>

## **PŘÍLOHY**

# SEZNAM PŘÍLOH

## Vevázané přílohy

Příloha 1	Histogramy četností hodnot
Příloha 2	Časová náročnost přepočtu vybraných témat
Příloha 3	Největší počet bodů spadající do buněk v území ORP Zlín
Příloha 4	Celkový počet podlaží v ORP Zlín v roce 2016
Příloha 5	Průměrný počet podlaží v ORP Zlín v roce 2016
Příloha 6	Evidovaný počet obyvatel ve Zlínském kraji v roce 2016
Příloha 7	Celková velikost zastavěné plochy ve Zlínském kraji v roce 2016
Příloha 8	Počet obyvatel dle SLDB 2011 – obvyklý pobyt v České republice
Příloha 9	Celkový počet bytů v České republice v roce 2016

## Volné přílohy

Příloha 10	Srovnání počtu obyvatel dle SLDB 2011 – trvalý pobyt v ORP Zlín
Příloha 11	Srovnání počtu bytů v ORP Zlín v roce 2016
Příloha 12	Srovnání evidovaného počtu obyvatel ve Zlínském kraji v roce 2016
Příloha 13	Srovnání počtu podlaží v budovách České republiky v roce 2016 v gridu
Příloha 14	Srovnání počtu podlaží v budovách České republiky v roce 2016 v administrativních jednotkách
Příloha 15	DVD
Příloha 16	Poster
Příloha 17	Testování měřítek

## Popis struktury DVD

### Adresáře:

#### Data

BP\_testovani.aprx  
BC\_testovani.tbx  
GRIDS\_input.gdb  
GRIDS\_output.gdb  
ADM\_J\_input.gdb  
ADM\_J\_output.Gdb  
points\_gdb  
others.grb

#### Metadata

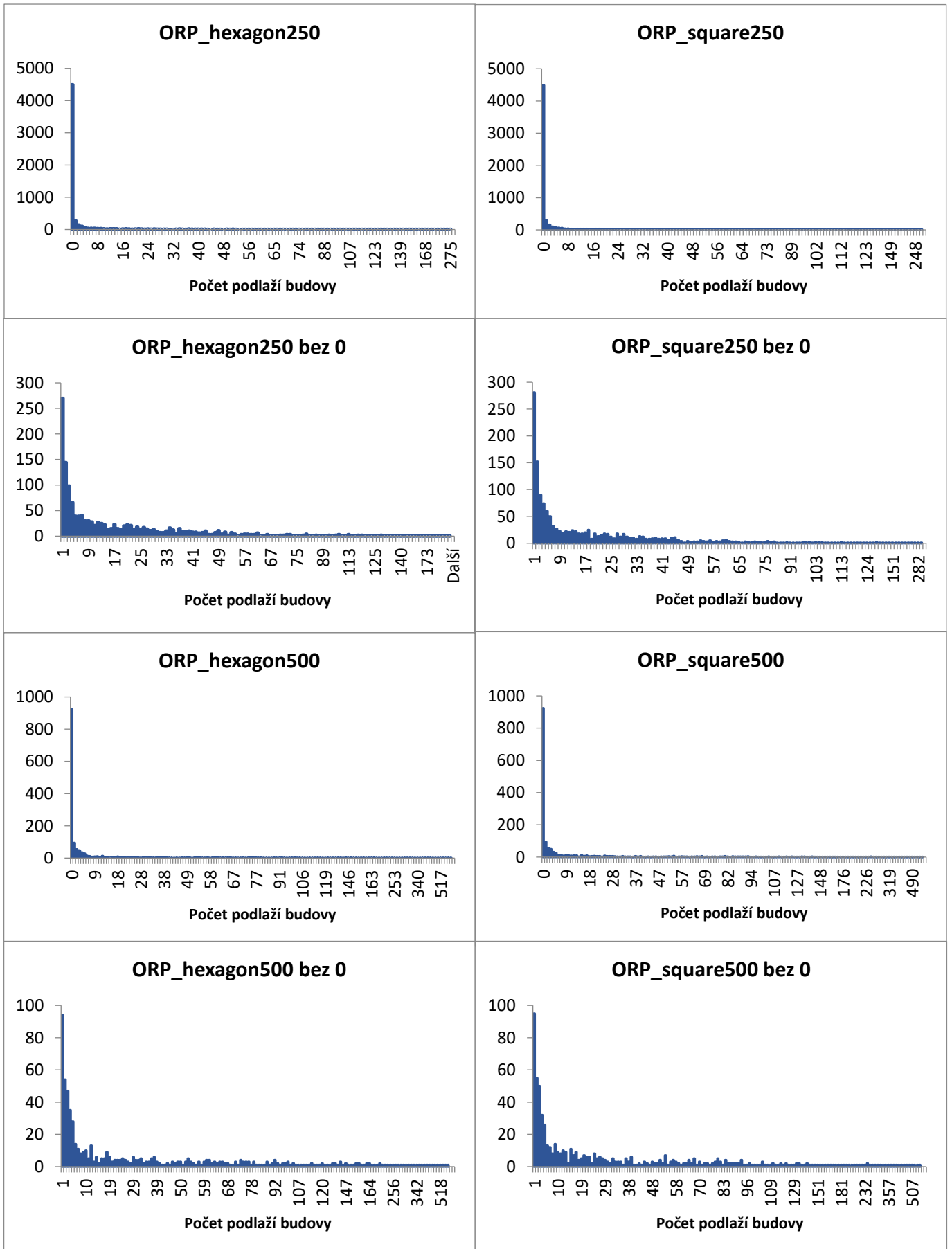
Webove\_stranky

Text\_prace

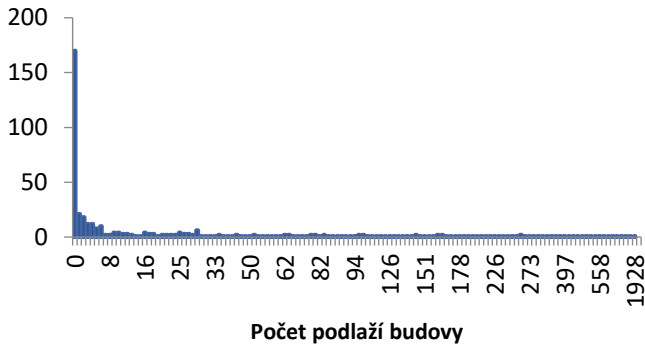
#### Prilohy

Srovnani  
Meritka

Příloha 1: Histogramy četností hodnot



**ORP\_hexagon1000**



**ORP\_square1000**



*Příloha 2: Časová náročnost přepočtu vybraných témat*

Tabulka 1: Časová náročnost přepočtu v rámci území ORP Zlín.

<b>TESTOVACÍ ÚZEMÍ</b>	<b>BUŇKA/ČLENĚNÍ</b>	<b>VELIKOST/ADM. JEDNOTKA</b>	<b>ČAS (hh:mm:ss)</b>
ORP	admj	ZSJ	0:00:55
ORP	admj	KU	0:01:00
ORP	admj	Obce	0:01:00
ORP	hexagon	5000	0:01:12
ORP	square	5000	0:01:15
ORP	square	2500	0:01:16
ORP	hexagon	2500	0:01:19
ORP	square	1000	0:01:28
ORP	hexagon	500	0:01:34
ORP	square	500	0:01:37
ORP	square	250	0:02:05
ORP	hexagon	250	0:02:12
ORP	hexagon	1000	0:02:37

Tabulka 2: Časová náročnost přepočtu v rámci území Zlínského kraje.

<b>TESTOVACÍ ÚZEMÍ</b>	<b>BUŇKA/ČLENĚNÍ</b>	<b>VELIKOST/ADM. JEDNOTKA</b>	<b>ČAS (hh:mm:ss)</b>
kraj	hexagon	2500	0:02:20
kraj	square	2500	0:02:27
kraj	hexagon	5000	0:02:30
kraj	admj	KU	0:02:34
kraj	admj	Obce	0:02:37
kraj	square	5000	0:02:40
kraj	admj	ZSJ	0:02:40
kraj	square	1000	0:02:53
kraj	hexagon	500	0:03:54
kraj	square	500	0:04:18
kraj	hexagon	1000	0:04:38
kraj	hexagon	250	0:09:47
kraj	square	250	0:10:31

Tabulka 3: Časová náročnost přepočtu v rámci území České republiky.

<b>TESTOVACÍ ÚZEMÍ</b>	<b>BUŇKA/ČLENĚNÍ</b>	<b>VELIKOST/ADM. JEDNOTKA</b>	<b>ČAS (hh:mm:ss)</b>
ČR	square	5000	0:23:51
CR	admj	Obce	0:24:55
ČR	hexagons	2500	0:25:16
CR	admj	ZSJ	0:27:25
CR	admj	KU	0:27:57
ČR	hexagons	1000	0:37:53
ČR	square	2500	0:38:21
ČR	hexagons	5000	0:38:37
CR	admj	ORP	0:39:39
ČR	square	1000	0:43:34
ČR	square	500	0:55:35
ČR	hexagons	500	1:17:48
ČR	hexagons	250	3:01:26
ČR	square	250	4:13:18

Příloha 3: Největší počet bodů spadající do buněk v území ORP Zlín

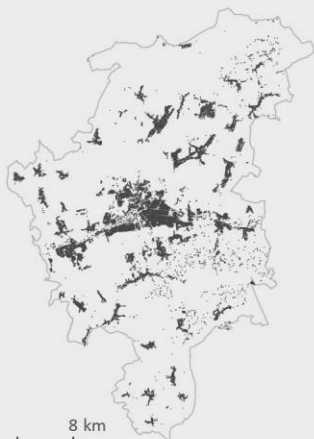
ORP Zlín									
0,0625 km <sup>2</sup>		0,25 km <sup>2</sup>		1 km <sup>2</sup>		6,25 km <sup>2</sup>		25 km <sup>2</sup>	
hexagon	square	hexagon	square	hexagon	square	hexagon	square	hexagon	square
344	244	770	610	1903	1907	6039	3342	8008	11094
283	239	726	601	1662	1372	2848	2898	4309	3276
229	215	725	588	1352	1253	1773	2626	3301	2336
219	212	506	579	1041	1059	1204	1989	2384	1740
210	204	492	520	855	846	1001	1366	1996	1669
200	199	478	514	726	688	878	1181	1263	1135
199	199	412	476	501	550	852	1097	997	910
196	193	394	466	445	506	825	861	728	884
196	191	378	431	444	486	757	830	691	722
177	188	337	402	428	480	752	825	656	690
173	180	321	327	423	460	695	799	562	683
169	175	307	303	413	399	665	658	536	675
165	170	286	301	402	396	645	604	508	517
158	158	278	301	392	356	493	582	405	380
156	156	276	291	390	330	475	454	403	216
148	154	266	274	385	329	425	385	302	117
148	153	260	260	374	324	385	360	266	113
144	153	254	234	357	291	382	351	151	102
143	151	246	231	348	285	349	338	34	95
141	148	243	205	339	274	324	335	14	72
137	145	199	201	319	270	309	305	3	67
133	143	193	199	312	264	297	296	2	14
131	141	180	194	291	262	287	295	1	8
131	141	177	194	290	260	278	273	0	3



# CELKOVÝ POČET PODLAŽÍ

v ORP Zlín v roce 2016

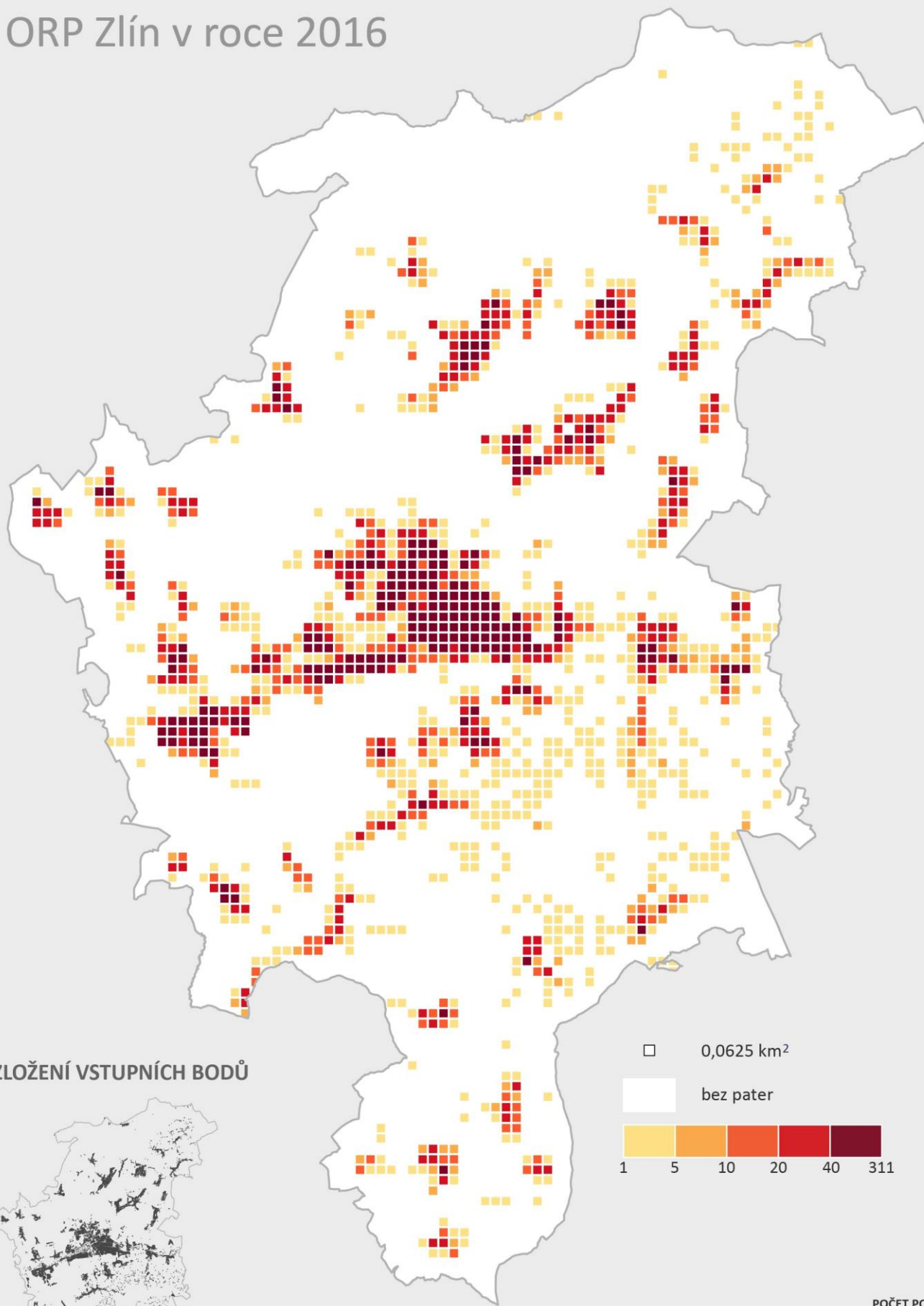
ROZLOŽENÍ VSTUPNÍCH BODŮ



0 8 km

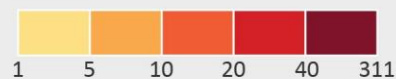
0 4 8 km

1 : 130 000



□ 0,0625 km<sup>2</sup>

□ bez pater



POČET PODLAŽÍ

Hana ZAJÍCOVÁ

hanka.zajicova@gmail.com

Vedoucí práce: RNDr. Jaroslav BURIAN, Ph.D.

Administrativní členění: © ArcČR

Tematický podklad: Adresní body, ČSÚ

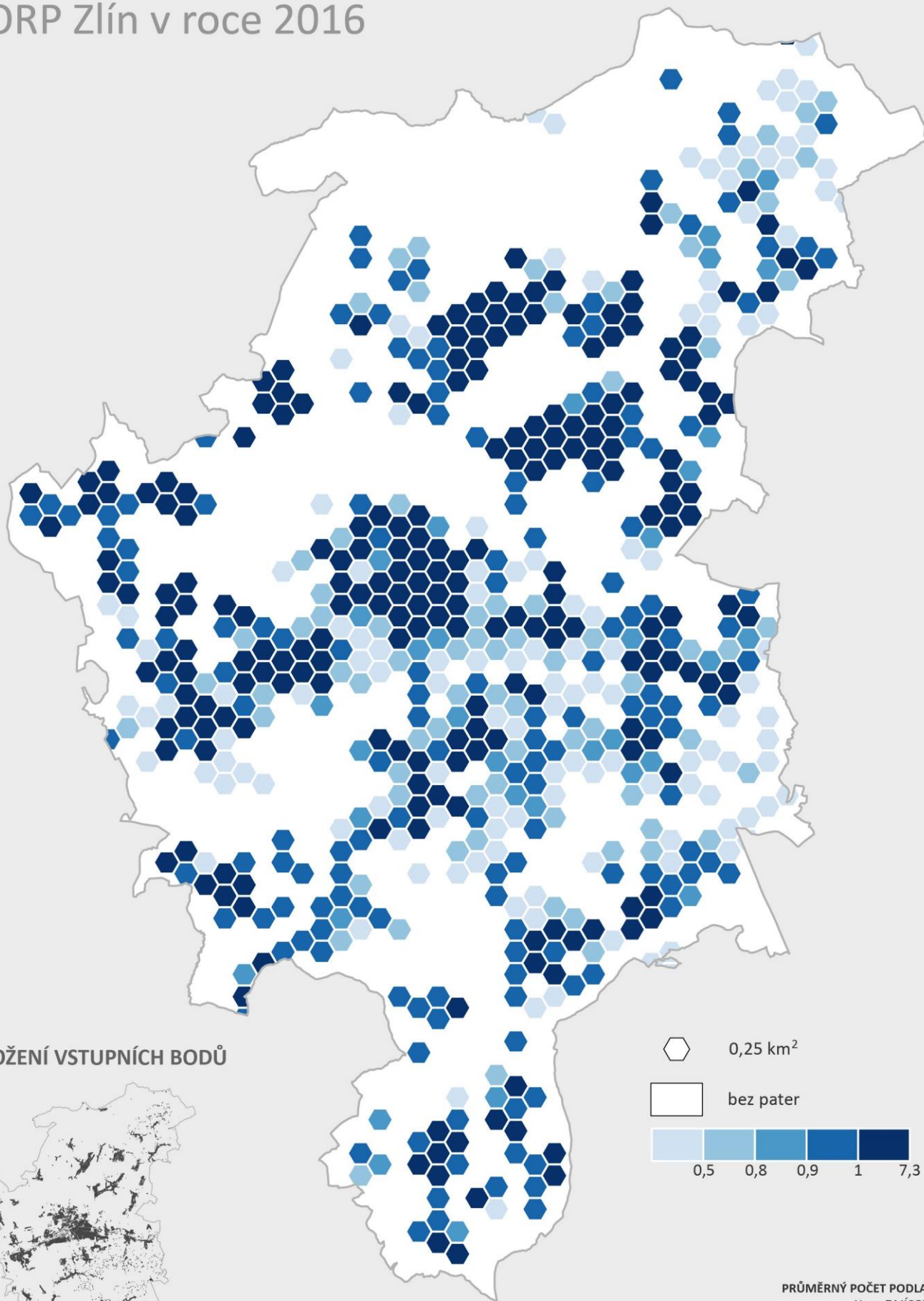
© Univerzita Palackého v Olomouci

Coordinate system: WGS 1984 UTM Zone 33N

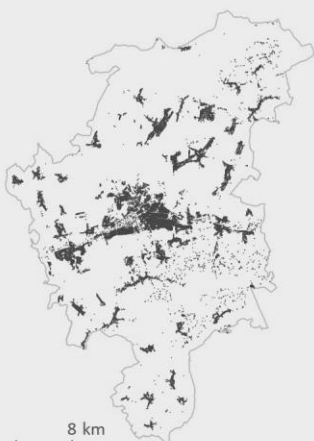
Příloha 4

# PRŮMĚRNÝ POČET PODLAŽÍ

v ORP Zlín v roce 2016



ROZLOŽENÍ VSTUPNÍCH BODŮ



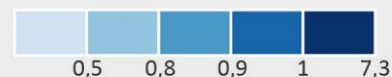
0 8 km

0 4 8 km

1 : 130 000

0,25 km<sup>2</sup>

bez pater



PRŮMĚRNÝ POČET PODLAŽÍ

Hana ZAJICOVÁ

[hanka.zajicova@gmail.com](mailto:hanka.zajicova@gmail.com)

Vedoucí práce: RNDr. Jaroslav BURIAN, Ph.D.

Administrativní členění: © ArcČR

Tematický podklad: Adresní body, ČSÚ

© Univerzita Palackého v Olomouci

Coordinate system: WGS 1984 UTM Zone 33N

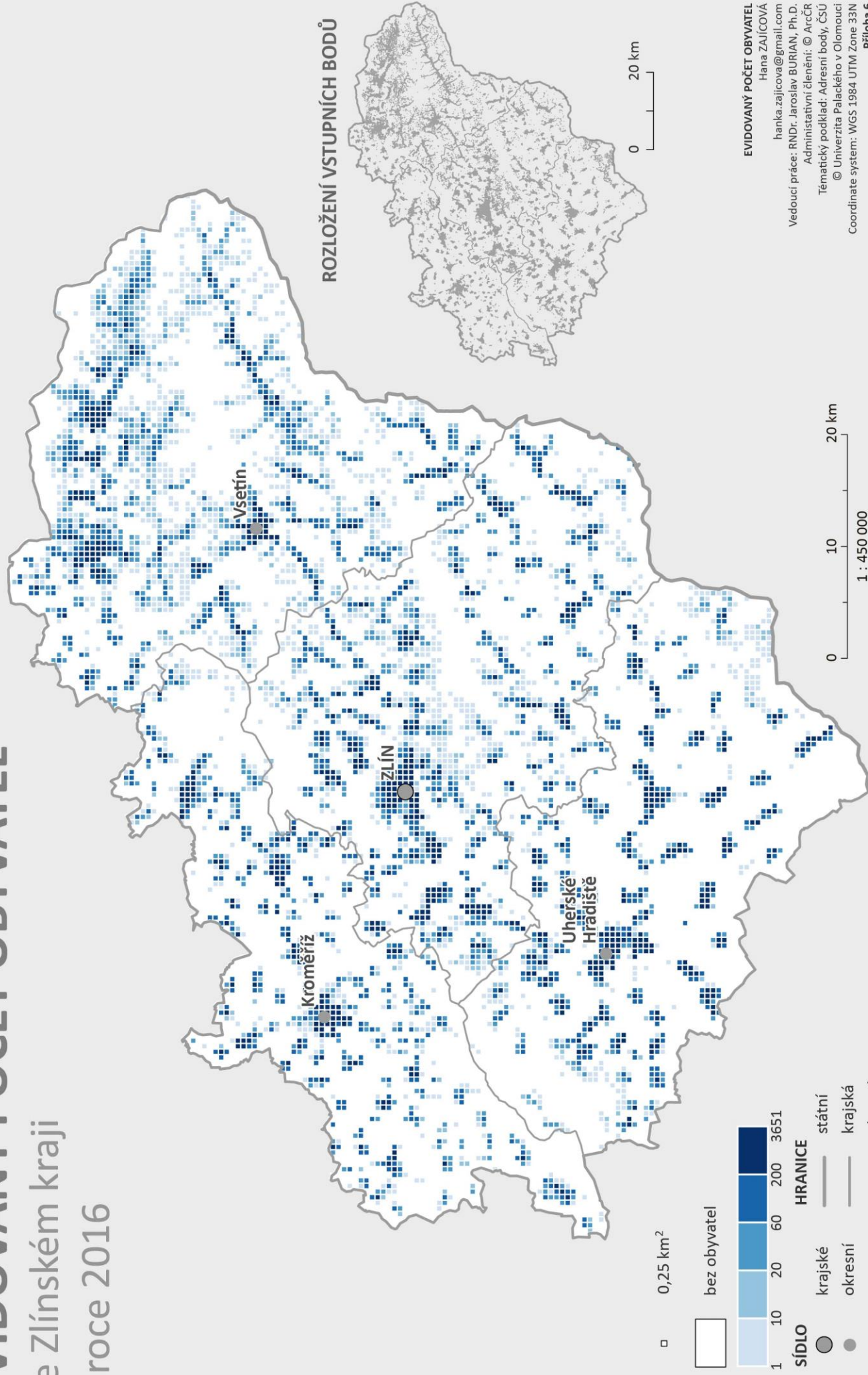
Příloha 5



# EVIDOVANÝ POČET OBYVATEL

ve Zlínském kraji

v roce 2016



EVIDOVANÝ POČET OBYVATEL

Hana ZAJÍČOVÁ

hanka.zajicova@gmail.com

Vedoucí práce: RNDr. Jaroslav BURIAN, Ph.D.

Administrativní členění: © ArcCR

Tematický podklad: Adresní body, ČSÚ

© Univerzita Palackého v Olomouci

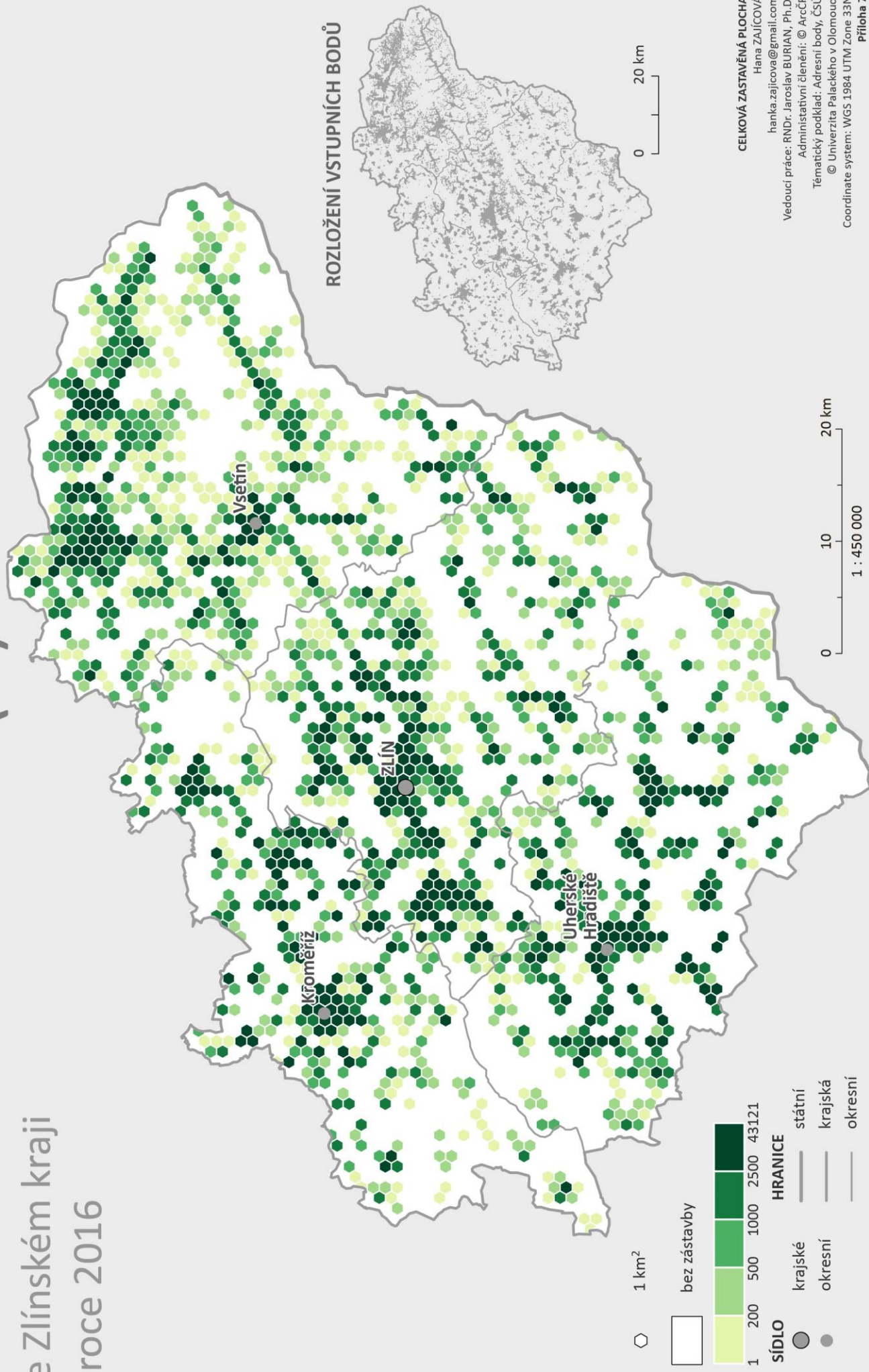
Coordinate system: WGS 1984 UTM Zone 33N

Příloha 6

# CELKOVÁ ZASTAVĚNÁ PLOCHA (m<sup>2</sup>)

ve Zlínském kraji

v roce 2016



CELKOVÁ ZASTAVĚNÁ PLOCHA

Hana ZAJÍCOVÁ

[hanka.zajicova@gmail.com](mailto:hanka.zajicova@gmail.com)

Vedoucí práce: RNDr. Jaroslav BURIAN, Ph.D.

Administrativní členění: © ArcCR

Tematický podklad: Adresní body, ČSÚ

© Univerzita Palackého v Olomouci

Coordinate system: WGS 1984 UTM Zone 33N

Příloha 7



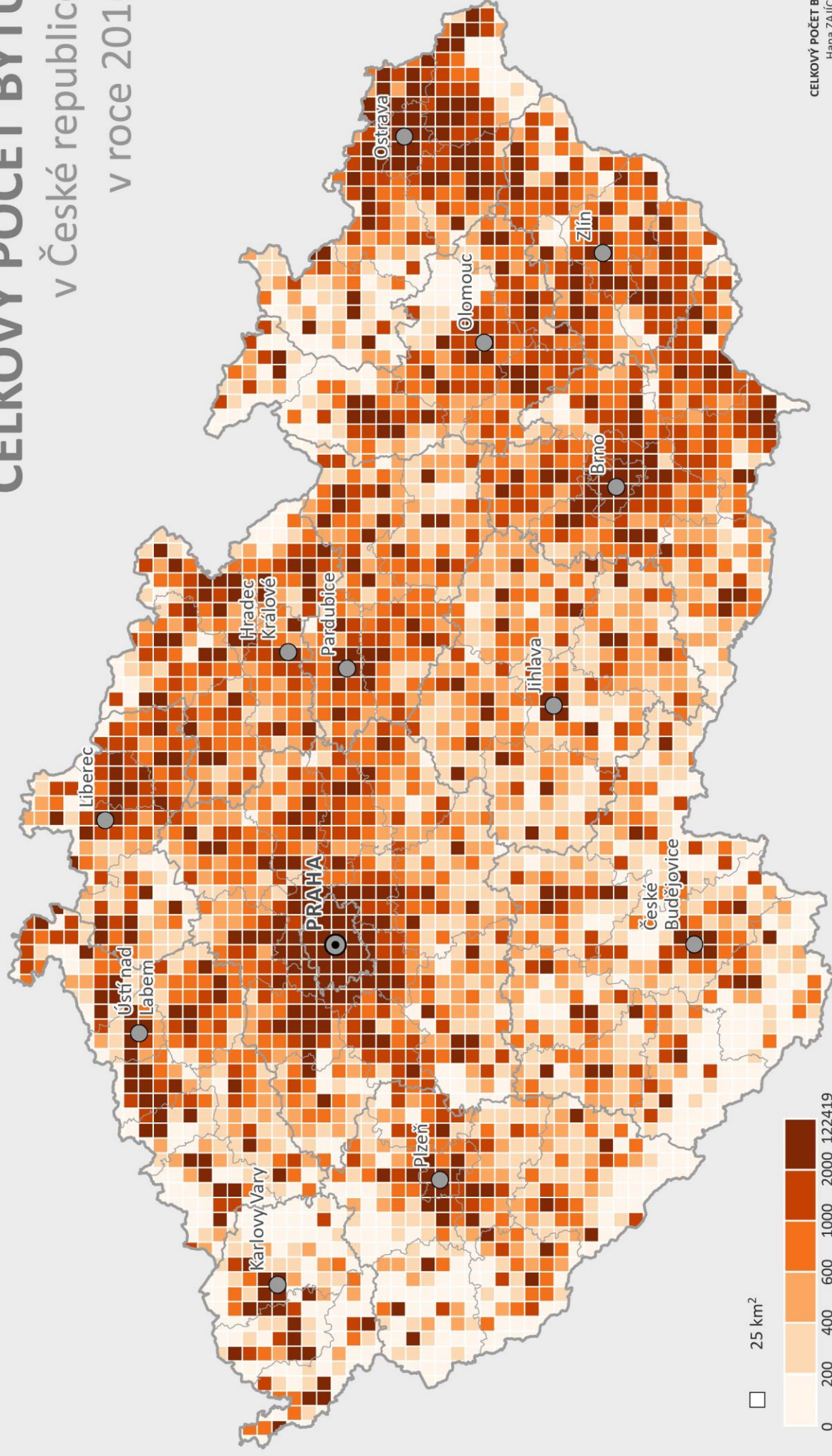
# POČET OBYVATEL DLE SLDB OBVYKLÝ POBYT v České republice v roce 2011





# CELKOVÝ POČET BYTŮ

v České republice  
v roce 2016



CELKOVÝ POČET BYTŮ  
Hana ZAJÍCOVÁ

hanka.zajicova@gmail.com

Vedoucí práce: RNDr. Jaroslav BURIAN, Ph.D.

Administrativní členění: © ArcCR

Tematický podklad: Adresní body, ČSÚ

© Univerzita Palackého v Olomouci

Coordinate system: WGS 1984 UTM Zone 33N

Příloha 9