

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra geoinformatiky

**AKTUALIZACE DAT PRO VÝPOČET INDEXU
CHODECKOSTI V OLOMOUCI**

Bakalářská práce

Lukáš POSPÍŠIL

Vedoucí práce doc. Ing. Zdena Dobešová, Ph.D.

Olomouc 2020
Geoinformatika a geografie

ANOTACE

Cílem této bakalářské práce je aktualizovat čtyři datové sady, potřebné pro výpočet Indexu chodeckosti v Olomouci. Jedná se o vrstvu administrativního dělení, vrstvu uliční sítě, vrstvu využití území a vrstvu obchodů. V teoretické části jsou vypsány vhodné zdroje aktualizace a možnosti získání potřebných dat. Navrženy byly automatizované metody pro sběr dat v terénu. Podrobně je popsán proces editace dat před vstupem do nástroje ve formě ArcToolboxu, na automatizovaný výpočet indexu chodeckosti. Ten v roce 2011 vytvořil Bc. Tomáš Křivka a Jan Krejsa v roce 2018 upravil, aby byl kompatibilní s verzemi programu ArcGIS 10.X. a ArcGIS Pro. Z aktualizovaných dat byl vypočítán dílčí Index konektivity, Index entropie, Floor area ratio index, Index sídelní hustoty, a především celkový Index chodeckosti v Olomouci. Výsledky jednotlivých indexů byly vyhodnoceny a pomocí mapových vizualizací porovnány s dostupnými indexy vypočítanými na původních datech. Výsledkem práce jsou čtyři aktuální datové sady pro území Olomouce, včetně stěžejní vrstvy obchodů. Finálním výstupem je aktuální index chodeckosti v Olomouci pro rok 2020.

KLÍČOVÁ SLOVA

Index chodeckosti; pohybová aktivita; Olomouc

Počet stran práce: 52

Počet příloh: 13

ANOTATION

The aim of this bachelor thesis is to update four datasets essential for the calculation of Walkability index in Olomouc. The aforementioned datasets consist of the layer of administrative boundaries, the layer of street network, the landuse layer and the layer of shops. Suitable sources for the update and the possibilities of gaining the data are mentioned in the theoretic part of this bachelor thesis. Automatic methods for field data gathering were brought in, too. The process of data editing is described in detail here as well. This process is needed before using the data for the automatic calculation of the index in a tool in ArcToolbox which was created in 2011 by Bc. Tomáš Krivka and edited in 2018 by Jan Krejsa in order to be compatible with ArcGIS versions 10.X. and ArcGIS Pro. A partial Connectivity index, Entropy index, Floor area ratio index, Household index, and especially the resultant Walkability index in Olomouc was calculated from the updated data. The results of the individual indices were evaluated, and compared by map visualizations with available indices which were calculated using original data. The result of this bachelor thesis are four recent up-to-date datasets for Olomouc region including the dataset of shops. The final output is the up-to-date Walkability index in Olomouc for the year 2020.

KEYWORDS

Walkability index; physical activity; Olomouc

Number of pages: 52

Number of appendixes: 13

Prohlašuji, že

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

- jsem si vědom(a), že na moji bakalářskou/diplomovou 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 nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou/diplomovou práci užívat (§ 35 odst. 3),

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

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

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

- použít výsledky a výstupy mé bakalářské/diplomové 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

Lukáš POSPÍŠIL

Děkuji vedoucí práce doc. Ing. Zdeně Dobešové, Ph.D. a také konzultantovi Mgr. Janu Dygrýnovi, Ph.D. za pomoc a rady, při řešení bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval společnosti CEDA Maps a. s. za možnost využití jejich dat.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
Přírodovědecká fakulta
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lukáš POSPÍŠIL**
Osobní číslo: **R16403**
Studijní program: **B1301 Geografie**
Studijní obor: **Geoinformatika a geografie**
Název tématu: **Aktualizace dat pro výpočet indexu chodeckosti v Olomouci**
Zadávající katedra: **Katedra geoinformatiky**

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

Cílem práce je zjistit zdroje a možnosti získání dat, která jsou potřebná pro výpočet indexu chodeckosti na území města Olomouce. Po zhodnocení možných zdrojů provést aktualizaci těchto dat. Jedná se zejména o bodovou vrstvu obchodů a vrstvu landuse a dále uliční síť. Jako zdroje budou použity databáze RUIAN, ARES, ČSÚ, OpenStreetMap, CEDA StreetNet a další. V nezbytném případě student navrhne možnosti automatizaci terénního sběru dat. Student navrhne i možné automatické postupy aktualizace. Pro aktualizovaná data student spočítá aktuální index chodeckosti v městě Olomouci.

Student 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 student 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. Povinnou přílohou práce bude poster formátu A2.

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: max. 50 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Adams, M.A. et al. International variation in neighborhood walkability, transit, and recreation environments using geographic information systems: the IPEN adult study. *International Journal of Health Geographics*, Vol. 13, pp. 43, 2014
Dobesova, Z., Křivka, T. Walkability index in the urban planning: A case study in Olomouc city. Burian J. (ed.): *Advances in Spatial Planning InTech*, Rieka, Croatia, 179-196 s., 2012, ISBN 978-953-51-0377-6
Krejsa, J. Aktualizace programů pro výpočet indexu chodeckosti a jeho aplikace, bakalářská práce, 2018, Univerzita Palackého, Olomouc
Křivka, T. Prostorové vyhodnocení pohybových aktivit v zastavěném území, Diplomová práce. Univerzita Palackého, Olomouc, 2011
Mitáš, J., Dygrýn, J., & Frömel, K. Využití geografických informačních systémů při sledování ukazatelů pohybové aktivity. *Česká kinantropologie*, 12(4), 2129.
Owen, N., et al. 2008
Voženílek, V. Diplomové práce z geoinformatiky. Univerzita Palackého, Olomouc, 2002, 31 s.

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Zdena Dobešová, Ph.D.
Katedra geoinformatiky

Datum zadání bakalářské práce: 11. května 2018

Termín odevzdání bakalářské práce: 13. května 2019

doc. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.
děkan

L.S.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA GEAINFORMATIKY
17. listopadu 50, 775 46 Olomouc

prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 15. května 2018

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	9
ÚVOD	10
1 CÍLE PRÁCE.....	11
2 METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ.....	12
3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	16
3.1 Projekt IPEN	16
3.2 Řešené práce	16
3.3 Sběr dat a mobilní GIS.....	17
3.4 Nástroje na sběr dat.....	17
3.4.1 Locus GIS	17
3.4.2 Open Data Kit Collect.....	17
3.4.3 Survey123	18
3.5 OpenStreetMap.....	18
3.5.1 Stažení dat.....	19
3.6 Open Land-Use Map	19
3.7 Urban Atlas	19
4 ÚZEMNÍ ČLENĚNÍ.....	21
4.1 Počet domácností.....	22
5 AKTUALIZACE OBCHODNÍ SÍTĚ	23
5.1 Přístup ODK Collect	25
5.2 Přístup Locus GIS Basic.....	27
5.3 Sběr dat v terénu	29
6 AKTUALIZACE LANDUSE.....	31
7 AKTUALIZACE ULIČNÍ SÍTĚ	35
8 VÝPOČET DÍLČÍCH INDEXŮ	39
8.1 Porovnání indexů.....	43
9 VÝPOČET INDEXU CHODECKOSTI.....	46
9.1 Výpočet bez stavebnin, autosalonů a autobazarů.....	48
10 VÝSLEDKY	49
DISKUZE	50
ZÁVĚR	52
POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE	
PŘÍLOHY	

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Význam
API	Application Programming Interface
ARES	Administrativní registr ekonomických subjektů
ČSÚ	Český statistický úřad
CSV	Comma Separated Value
EU	Evropská unie
FAR	Floor area ratio
GPX	GPS Exchange Format
IPEN	International Physical Activity and the Environment Network
KKP	Kreativní a kulturní průmysl
KML	Keyhole Markup Language
MMR ČR	Ministerstvo promístní rozvoj České republiky
ODK	Open Data Kit
OGC	Open Geospatial Consortium
OSM	OpenStreetMap
PDF	Portable Document Format
RÚIAN	Registr územní identifikace a nemovitostí
SHP	Shapefile
SLDB	Sčítání lidu, domů a bytů
VGHMúŘ	Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad
WMS	Web Map Service
XML	Extensible Markup Language
ZSJ	Základní sídelní jednotka

ÚVOD

Populace České republiky je v rámci evropských zemí, jednou z nejvíce postižených obezitou. Mírnou nadváhou trpí 47 % mužů a dalších 20 % obezitou. U žen jsou tato čísla menší. Mírná nadváha postihuje 33 % a obezita 18 % žen (ČSÚ, 2018). Jednou z příčin je nezdravý životní styl a s ním spojený nedostatek pohybu. Aktivním pohybem může být sportovní činnost nebo jen obyčejná chůze. Stát i samosprávy, by už jen z ekonomického hlediska, měli mít zájem na tom, aby se míra obezity snížila a společnost byla zdravá. V rámci této práce se zaměřím na statutární město Olomouc a předpoklady jeho území pro pohybovou aktivitu obyvatel.

Pro vyjádření předpokládané pohybové aktivity obyvatel v jednotlivých částech města slouží Index chodeckosti. Ten vychází z metodiky mezinárodního projektu IPEN (International Physical Activity and the Environment Network), v jehož rámci se zkoumá vztah mezi životním prostředím obyvatel a jejich pohybovou aktivitou. Index chodeckosti (Walkability index) se vypočítá ze čtyř dílčích indexů. Jedná se o Index konektivity (Connectivity index), Index entropie (Entropy/Shannon index), Index sídelní hustoty (Household density index) a FAR (Floor Area Ratio) index.

Tímto tématem se již zabývali dva studenti Katedry geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci. Tomáš Křivka, jenž v roce 2011 navrhl nástroj, který výpočet indexu chodeckosti automatizoval. A dále Jan Krejsa v roce 2018, který v rámci své práce zmíněný nástroj aktualizoval a upravil, aby byl kompatibilní s novějšími verzemi softwaru ArcGIS for Desktop, pro který byl naprogramován.

1 CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce je zjistit zdroje a možnosti získání dat, která jsou potřebná pro výpočet indexu chodeckosti na území města Olomouce. Po zhodnocení možných zdrojů, provést aktualizaci těchto dat a navrhnout možné automatické postupy aktualizace. Jedná se zejména o bodovou vrstvu obchodů, vrstvu landuse a dále uliční síť. Z aktualizovaných dat poté pomocí již vytvořeného nástroje vypočítat aktuální Index chodeckosti v Olomouci.

Dalšími cíli práce je srovnání přístupů dvou vybraných mobilních aplikací pro sběr dat v terénu. Po vypočítání dílčích indexů provést porovnání s hodnotami indexů vypočítaných na původních datech a zhodnotit změny. Poslední částí je zjištění vlivu obchodů s velkou prodejní plochou, jako jsou stavebniny, autosalony a autobazary na výsledný index chodeckosti.

Přínosem práce bude vypočítaný aktuální index chodeckosti v Olomouci, ale i čtyři datové sady aktuální k roku 2020, potřebné pro jeho výpočet. Především vrstva maloobchodní sítě, obsahující cenný údaj o velikosti prodejní plochy obchodu. Její struktura bude vhodná i pro použití v jiných analýzách. Užitečná bude také textová část práce, popisující možnosti a různé postupy získání, či následné editace dat z vybraných zdrojů. Tato část může sloužit jako návod pro další řešitele a ušetří jim čas, který by strávili při hledání vhodných zdrojů a způsobu tvorby potřebných dat.

2 METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

Na úvod bylo třeba seznámit se s tématem práce a souvisejícími pojmy. Využity byly dokumenty k projektu IPEN, které byly zdrojem informací o účelu projektu a cílech výzkumu pohybové aktivity. Z diplomových prací Tomáše Křivky (2011) a Jana Krejsy (2018), došlo k nastudování problematiky Indexu konektivity, Indexu entropie, Indexu sídelní hustoty, Floor area ratio indexu, ale hlavně samotného Indexu chodeckosti. Uvědomění si jejich specifik, významů a funkcionalit. Nejdůležitější bylo poznání metodiky výpočtů všech indexů. S tím souviselo získání přehledu, jaké datové sady a jejich atributy, jsou potřebné k výpočtům jednotlivých indexů, a stanou se tedy předmětem aktualizace. Jedná se o bodovou vrstvu obchodů, vrstvu landuse a uliční síť. Po konzultaci s vedoucí práce doc. Ing. Zdenou Dobešovou, Ph.D., byla navržena úprava také čtvrté datové sady administrativního členění města. Změna se týká použití základních sídelních jednotek, namísto původních urbanistických obvodů, se kterými počítal Index chodeckosti Tomáš Křivka a Jan Krejsa.

Došlo tedy k vybrání vhodných zdrojů dat a navržení metod aktualizace původních dat. Také byly zvoleny nástroje pro realizaci případného terénního sběru dat. Poté byla provedena samotná aktualizace datových sad. Nakonec, s použitím předem připravených skriptů, byly vypočítány dílčí indexy a celkový Index chodeckosti pro město Olomouc.

Použité metody

K sběru dat v terénu byla využita mobilní aplikace Locus GIS Basic. Hodnota velikosti prodejní plochy obchodu byla zjišťována více způsoby, a to dotázaním se obsluhy či provozovatele příslušného obchodu, expertním odhadem nebo změřením plochy za použití laserového dálkoměru Leica Disto Plus. Výsledné hodnoty byly zaokrouhleny na celé jednotky dělitelné pěti. Všechna data byla analyzována a spravována v prostředí GIS software QGIS Desktop 3.10.3. a aplikace ArcMap 10.4.1. z produktu ArcGIS Desktop. Zde byl také pomocí již vytvořeného nástroje ve formě ArcToolboxu od Jana Krejsy vypočítán aktuální index chodeckosti pro město Olomouc. Výsledný poster k této práci byl vytvořen také v ArcMap 10.4.1. a grafické úpravy provedeny v programu Inkscape 1.0.

Použitá data

Primárním zdrojem dat byly původní datové sady, použité v diplomové práci Tomáše Křivky (2011), které byly poskytnuty Centrem kinantropologického výzkumu při Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Primárním zdrojem byl Magistrát města Olomouce. V rámci této práce byly poskytnuty doc. Ing. Zdenou Dobešovou, Ph.D. Tato data byla pomocí nových zdrojů aktualizována nebo nahrazena.

Jako administrativní členění území Olomouce byla zvolena úroveň základní sídelní jednotky (ZSJ). Zdrojem této vrstvy je databáze ArcČR® 500 verze 3.3. Pro účely výpočtu indexu sídelní hustoty, bylo třeba zajistit, aby vrstva obsahovala atribut o počtu domácností (bytů) v jednotlivých základních sídelních jednotkách. Tento atribut vrstva bohužel neobsahovala, proto musel být doplněn. Informace o počtu bytů v jednotlivých ZSJ Olomouce, platné k roku 2020, byly získány z Registru územní identifikace a nemovitostí.

Aktualizace uliční sítě proběhla využitím databáze StreetNet CZE 1911, ©2020 CEDA Maps. Ta byla pro účely této práce poskytnuta Katedrou geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci.

Vrstva landuse o využití půdy byla aktualizována a kontrolována z více zdrojů. Nejvýznamnější z nich byl Copernicus Urban Atlas 2018 aktuální k 31. květnu 2018. Dále byl využit územní plán města Olomouc (2019) a webová aplikace Open Land-Use Map. Využito bylo i Ortofoto ČR, nasnímané v roce 2018. V nezbytných případech, kdy nebylo možné přesně určit využití plochy, nebo jen z důvodu ověření správného určení, byl proveden terénní průzkum dané lokality. Data, které bylo možné editovat, musela být reklasifikována na kategorie přípustné v rámci projektu IPEN.

K aktualizaci původní vrstvy obchodů byla stěžejní datová sada maloobchodní sítě Olomouce, která byla zapůjčena z magistrátu města Olomouc. Vrstva, aktuální k roku 2016, vznikla při diplomové práci Proměny maloobchodní sítě v intraurbánní struktuře města Olomouce v období globalizace maloobchodu, studentky oboru Regionální geografie na Univerzitě Palackého Lenky Čihákové (Čiháková, 2016). Dalšími zdroji informací byla databáze OpenStreetMap, Administrativní registr ekonomických subjektů od Ministerstva financí ČR. Mgr. Rostislav Nėtek, Ph.D. poskytnul aktuální výpis z databáze subjektů kreativního a kulturního průmyslu Olomouce. K doplnění obchodů, které nebyly obsaženy v těchto zdrojích, bylo potřeba terénního sběru dat v ulicích Olomouce. Důležitým atributem je velikost prodejní plochy obchodu. Její hodnota byla přebrána z původních dat nebo vrstvy maloobchodní sítě. Jiné zdroje tuto hodnotu neuvádí. V případě pochybností o velikosti prodejní plochy daného obchodu, byl tento údaj pomocí vybraných metod znovu zjišťován. Tyto metody byly využity i u nově zaznamenaných obchodů.

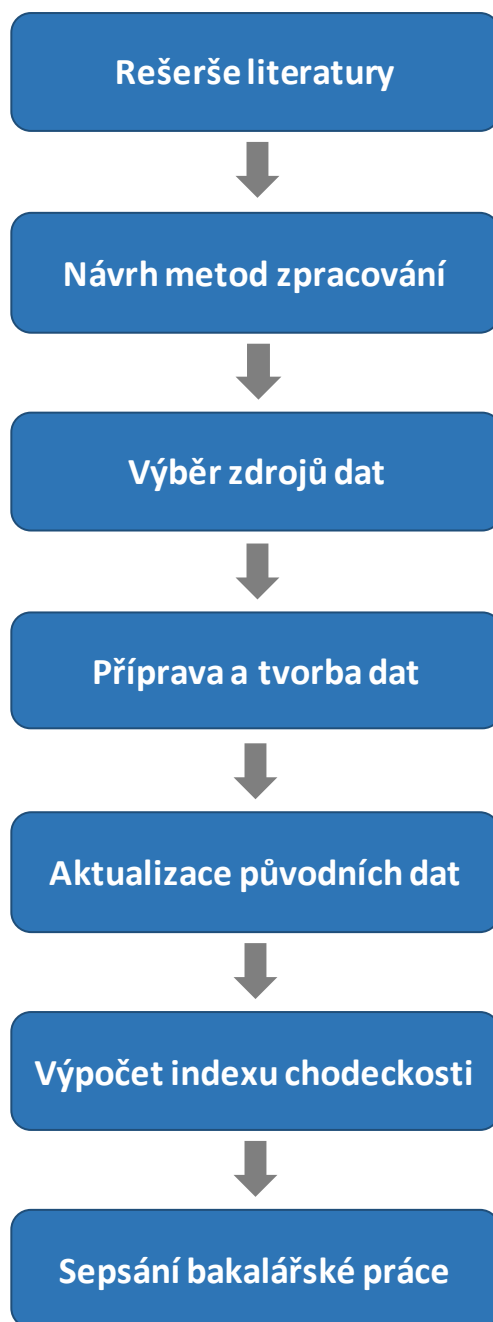
Tab. 1 Přehled datových sad a jejich zdrojů

Datová sada	Zdroj aktualizace	Aktuálnost dat	Poskytovatel dat
Územní členění	ArcČR® 500 v 3.3	Říjen 2016	ARCDATA PRAHA, s. r. o.
Uliční síť	StreetNet CZE 1911	31. 10. 2019	CEDA Maps a. s.
	OpenStreetMap	13. 3. 2020	OpenStreetMap Foundation
Landuse	Urban Atlas 2018	31. 5. 2018	Copernicus Land Monitoring Service
	Územní plán Olomouc	12. 12. 2019	Magistrát města Olomouce
	Open Land-Use Map	Duben 2020	SDI 4 Apps
	OpenStreetMap	5. 4. 2020	OpenStreetMap Foundation
	Ortofoto ČR	2018	Český úřad zeměměřický
	DP Křivka	2011	Magistrát města Olomouce
Obchody	DP Křivka	2011	Katedra geoinformatiky UPOL
	DP Čiháková	2016	Magistrát města Olomouce
	OpenStreetMap	1. 6. 2019	OpenStreetMap Foundation
	Kulturní a kreativní průmysl v Olomouci	2. 4. 2020	Mgr. Rostislav Nėtek, Ph.D.
	Administrativní registr ekonomických subjektů	20. 8. 2019	Ministerstvo financí ČR
	Terénní sběr	1. 6. 2019– 12. 3. 2020	Lukáš Pospíšil

Použité programy

V první fázi práce s daty byl využit GIS software QGIS 3.10.3. V jeho prostředí se prostřednictvím zásuvných modulů data stahovala či upravovala pro další využití. Pro stahování dat OpenStreetMap byl použit plugin QuickOSM. RÚIAN plugin pro stáhnutí dat z Registru územní identifikace adres a nemovitostí. Plugin MMQGIS umožnil geokódování adres. K editaci atributových dat byl využit také tabulkový procesor Microsoft Excel verze 1908 z kancelářského balíku Microsoft Office 365. Na terénní sběr dat byly využity mobilní aplikace Open Data Kit Collect v1.20.0 a Locus GIS Basic. V průběhu práce došlo k třem aktualizacím aplikace Locus GIS, tudíž byla použita verze 1.3.0, 1.4.0 a 1.5.0. Finální editace dat a vizualizace byly řešeny v programu ArcMap 10.4.1. Designové úpravy posteru byly realizovány v grafickém softwaru Inkscape 1.0. Text bakalářské práce byl sepsán v textovém procesoru Microsoft Word verze 1908 z balíku Microsoft Office 365.

Postup zpracování



Obr. 1 Diagram postupu práce

3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

3.1 Projekt IPEN

International Physical Activity and the Environment Network (IPEN) je organizace odborníků zabývajících se vztahem mezi pohybovou aktivitou obyvatel a prostředím, ve kterém žijí. Studuje pohybovou aktivitu obyvatel v různých městských strukturách. Existuje několik faktorů ovlivňujících pohybovou aktivitu obyvatel. Mezi důležité patří například vzdálenost obchodu či školy od domova, hustota ulic, využití území atd. V rámci projektu byla vyvinuta metodika pro analýzu městského prostředí v závislosti na pohybovou aktivitu. Výsledkem této metodiky je index chodeckosti (Dobešová, Křivka, 2012). IPEN je mezinárodní interdisciplinární projekt. V roce 2004 organizaci založil profesor Jim Sallis (Spojené státy americké), doktorka Ilse DeBourdeaudhuij (Belgie) a profesor Neville Owen (Austrálie). Hlavními cíli projektu IPEN jsou:

- Zlepšení komunikace a spolupráce mezi výzkumnými pracovníky, zabývající se vztahem mezi pohybovou aktivitou obyvatel a prostředím, ve kterém žijí
- Podpora výzkumu v této oblasti
- Navrhovat společné metody výzkumu a měření
- Podpora výměny dat, informací a zkušeností mezi jednotlivými pracovišti
- Shromažďovat data z různých států pro společné analýzy
- Publikace dat a výsledků prostřednictvím odborných článků, tištěných materiálů, vědeckých zasedání atd. (IPEN, [online]).

Výzkumným pracovištěm za Českou republiku je Centrum kinantropologického výzkumu. To funguje pod Institutem aktivního životního stylu při Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci.

3.2 Řešené práce

Tématu indexu chodeckosti byly věnovány dvě diplomové práce na Katedře Geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci. Prostorové vyhodnocení pohybových aktivit v zastavěném území – Tomáš Křivka (2011). Aktualizace programů pro výpočet indexu chodeckosti a jeho aplikace – Jan Krejsa (2018). Obě práce byly vedeny doc. Ing. Zdenou Dobešovou, Ph.D. a konzultovány s Mgr. Janem Dygrýnem, Ph.D. z Fakulty tělesné kultury UP Olomouc, Institutu aktivního životního stylu.

Hlavním cílem práce Tomáš Křivky bylo vytvořit nástroj formou ArcToolboxu pro software ArcGIS 9.X, který automatizuje výpočet indexu chodeckosti. Jedná se o soubor skriptů v jazyce Python, které vypočítávají všechny dílčí indexy (Index konektivity, Index entropie, Index Floor Area Ratio, Index sídelní hustoty), včetně celkového indexu chodeckosti. Z této práce vychází také odborný článek „Walkability Index in the Urban Planning: A Case Study in Olomouc City“ (Dobešová, Křivka, 2012).

Jan Krejsa skripty upravil a aktualizoval, aby byly kompatibilní s verzemi ArcGIS 10.X a ArcGIS Pro. Také rozšířil funkcionalitu nástroje. Navrhl nové části skriptu, které umožňují eliminovat silnice na parkovacích plochách a průmyslové areály, a tím zamezit zkreslování výsledků indexu konektivity. (Krejsa, 2018)

3.3 Sběr dat a mobilní GIS

„Mobilní GIS jsou lehké systémy určené pro mobilní a terénní využití.“ S technologickým pokrokem a miniaturizací hardwaru vznikla možnost vytvořit GIS software pro mobilní a osobní použití na příručních systémech. Trh byl ovlivněn vývojem nízkonákladových technologií pro určování polohy a bezdrátových sítí. Tyto mobilní systémy nabízejí obdobné funkce jako desktopové systémy, proto mohou podporovat mnoho zobrazovacích, dotazovacích a nenáročných analytických aplikací. Rychlý přístup je zajištěn díky uložení programů a dat v místní paměti, z důvodu nedostatku místa na pevném disku. Kvůli nákladům na paměť musely být vyvinuty nové kompaktní struktury pro ukládání dat. Příkladem produktu z této oblasti, specializujícího se na sběr dat a mobilní mapování je ArcPad od společnosti Esri.

Mezi nejnovějšími oblastmi patří vývoj mobilního systému pro chytré telefony. Ty i přes svou velikost dokáží pracovat s velkým množstvím dat (8 GB a více) a softwarovými aplikacemi, využívajícími složitých metod. Systémy dokáží pracovat v online i offline režimu. Mohou tedy využívat data i aplikace, které jsou na serveru a přistupovat prostřednictvím bezdrátového připojení (Longley a kol., 2016, s. 203).

3.4 Nástroje na sběr dat

3.4.1 Locus GIS

Locus GIS je aplikace pro zařízení s operačním systémem Android, určená pro sběr a editaci prostorových dat. Je vyvíjena českou společností Asamm Software, s. r. o. z Prahy. Nabízena je ve dvou licencích. Aplikace podporuje formát SHP a CSV. Tím se usnadňuje export dat mezi aplikací a desktopovým GIS softwarem, jelikož není potřeba konverze dat. Mezi funkce Locus GIS patří:

- Sběr a editace prostorových i atributových dat.
- Vytváření polygonových, liniových a bodových prvků.
- Přidávání příloh (fotografie, kresba, video, zvukový záznam).
- Import a export SHP a CSV datových formátů.
- Zobrazování online a offline map, včetně WMS služeb.
- Stylování prvků a popisky

Locus GIS Basic je free verze aplikace. Povoluje pouze jeden projekt, který může obsahovat maximálně 3 datové vrstvy a 2 mapové vrstvy. Locus GIS PREMIUM je zpoplatněná verze, umožňující neomezený počet projektů a vrstev. Pro účely této práce bylo dostačující použití verze Basic.

3.4.2 Open Data Kit Collect

ODK Collect je open-source aplikace pro operační systém Android, která nahrazuje papírové formuláře používané pro dotazníkový sběr dat. Nabízí širokou škálu otázek a možností odpovědi, jako polohu, zvuk, snímek, video, čárový kód, podpis, vícenásobné odpovědi, volný text nebo číselné odpovědi. Je navržena, aby fungovala i bez internetového připojení. Dokončené dotazníky je možné odesílat na vybraný server. Stejně tak je možné z tohoto serveru stahovat i nové formuláře.

Aplikace nabízí mapové podklady od Google Maps či OpenStreetMap. Podmínkou je připojení zařízení k internetu. V opačném případě aplikace nabízí možnost zobrazení mapové vrstvy uložené jako soubor dlaždic v MBTiles formátu ve svém úložišti v paměti

sběrového zařízení. Pro vytvoření mapových dlaždic se používá například software TileMill. Jedná se o open source desktopovou aplikaci pro vytváření designu map.

ODK Build

ODK Build je HTML5 webová aplikace pro navrhování formulářů s uživatelským drag-and-drop rozhraním.

ODK Aggregate

ODK Aggregate je open source Java aplikace pro ukládání, analýzu a zobrazování dat ve formátu XForm, sbíraných pomocí ODK Collect. Podporuje velké množství typů dat a je navržen, aby spolehlivě fungoval na jakémkoliv hostingovém prostředí. Aggregate může hostovat na poskytovaných cloudech jako jsou DigitalOcean a Amazon Web Services, nebo na vlastním lokálním či cloudovém serveru (ODK Docs, [online]).

Aggregate umožňuje:

- Poskytovat nevyplněné formuláře XForms používané ODK Collect nebo jinými OpenRosa klienty.
- Ukládat a spravovat odeslané XForm data.
- Vizualizace nasbíraných dat pomocí map a jednoduchých grafů.
- Exportovat a publikovat data v různých formátech.

3.4.3 Survey123

Survey123 for ArcGIS je aplikace určená pro formulářový sběr dat a analyzování výsledků, které umožňuje zobrazit v mapě nebo ve formě grafů. Jedná se o komerční produkt americké společnosti Esri. Nahrazuje neefektivní sběr dat pomocí papírových formulářů. Nabízí několik druhů odpovědí prostřednictvím textového a číselného pole, výběru z možností, rozbalovací nabídky, dotazu na polohu, datum a čas. Lze zaznamenávat také zvukové a obrazové údaje. Survey123 for ArcGIS podporuje standard XLSForm, pro tvorbu dotazníku v Microsoft Excel. Vyplněné dotazníky je možné odeslat na ArcGIS Server. Aplikace je kompatibilní s operačními systémy Android a iOS, ale může být používána jen jako webová aplikace. Funguje v online i offline režimu. Extenze Survey123 Connect je desktopová aplikace pro tvorbu složitějších formulářů.

3.5 OpenStreetMap

„OpenStreetMap je vektorová mapová databáze, kterou může každý upravovat. Je to projekt, který vznikl v roce 2004 v USA. Využívá principy a koncepce Open source software a tento projekt podporuje stejnojmenná mezinárodní nezisková organizace OpenStreetMap. Záměr tohoto projektu je, aby geografická data byla volně šiřitelná a také aby se podpořila tvorba a zpracování těchto dat.“ (Nětek, Burian, 2018, s. 96).

Smysl projektu spočívá v tvorbě a editaci jednotlivých mapových prvků, tedy polygonů, linií a bodů samotnými uživateli OpenStreetMap. Tito přispěvatelé tvoří širokou komunitu, která pomáhá „zmapovat“ celý svět. Správa a aktualizace geografických dat je tedy založena na dobrovolnictví. OpenStreetMap tvoří otevřená data, která jsou od roku 2012 šířena pod licencí Open Database License. Data jsou získávána od komerčních společností, ze státních zdrojů, z importů z otevřených dat a od samotných přispěvatelů.

Na webových stránkách OpenStreetMap.org jsou data pomocí renderovacího nástroje Mapnik vizualizována v rámci mapové aplikace. V tomto prostředí

je po registraci umožněna editace dat, aby se uživatel mohl zapojit do rozvoje projektu. Data vzniklá v rámci OpenStreetMap jsou využívána i v rámci jiných mapových serverů a portálů. Příkladem může být český mapový portál Mapy.cz. Ten používá pro Českou republiku a Slovenskou republiku vlastní data. Pro zbytek světa využívá dat z OpenStreetMap a pomocí soukromého renderovacího systému je zobrazuje stejně jako svá vlastní data pro Českou a Slovenskou republiku.

3.5.1 Stažení dat

Data OpenStreetMap lze stahovat a následně s nimi pracovat v prostředí GIS softwaru. Jednou z možností je jejich bezplatné stažení z německého serveru GeoFabrik. Data jsou denně aktualizována a poskytována ve formátu shapefile na úrovni kontinentů nebo jednotlivých států. U velkých zemí je k dispozici členění na regiony. V případě požadavku dat pouze pro určité město, či menší oblast, je tedy nevýhodou tohoto přístupu nutnost stažení dat pro větší území, než je potřeba. Důsledkem je velký objem dat, čímž se zvyšuje hardwarová i časová náročnost jejich následných úprav.

Další webovou službou je BBBike. Ten data aktualizuje každý týden a podporuje různé formáty, včetně shapefile. Výhodou je možnost jejich stažení pro určité město, nebo oblast zájmu, kterou si lze manuálně vymežit pomocí polygonu v mapové aplikaci.

Desktopový software QGIS umožňuje stažení a správu OSM (OpenStreetMap) dat prostřednictvím zásuvný modulů, tzv. pluginů. Ve verzi QGIS 2.18 mezi pluginy specializující se na práci s OpenStreetMap patří QOSM a QuickOSM. Ty je potřeba v prostředí programu nainstalovat. První jmenovaný umožňuje stažení a zobrazení různých podkladových map, včetně OpenStreetMap. Obdobným modulem je OpenLayers Plugin. V nejnovější verzi QGIS 3.10 (únor 2020) jsou nahrazeny pluginem QuickMapService. Rozšířenou funkcionalitou disponuje plugin QuickOSM. Ten je kompatibilní i s QGIS 3.10. V rámci jeho dialogového okna je možné pomocí dotazu stáhnout a zobrazit pouze konkrétní druh dat. Možností „Quick query“ se dotaz sestavuje nastavením parametrů a volbou hodnot, reprezentující požadovaný objekt, podle klasifikace OSM dat. Alternativou je napsání dotazu v záložce „Query“ pomocí jazyka XML nebo OQL.

3.6 Open Land-Use Map

Open Land-Use Map je mapa složená z pan-evropských a regionálních zdrojů otevřených dat o využití území. Jedná se o webovou aplikaci, která vznikla jako produkt projektu Evropské unie SDI 4 Apps, který je koordinován Západočeskou univerzitou v Plzni. Data jsou poskytována pro země EU. Mapa primárně vychází z datových sad Copernicus Urban Atlas a CORINE Land Cover. Mezi zdroje dat pro území České republiky patří i Veřejný registr půd a digitální katastrální mapy. Vybraná data je možné stáhnout ve formátu SHP. Nejnižší územní jednotkou v České republice, pro kterou lze data stáhnout, je NUTS 3 (Open Land-Use Map, [online]).

3.7 Urban Atlas

Urban Atlas poskytuje podrobné informace o pokryvu a využití povrchu na území vybraných evropských měst. Jedná se o produkt programu Copernicus, jenž vznikl v roce 2006. Od tohoto roku vychází v periodě 6 let. Nejnovější verze je z roku 2018. Od roku 2012 je vytvářen pro aglomerace nad 50 tisíc obyvatel. Do té doby pouze pro města nad 100 tisíc obyvatel. Program Copernicus je koordinován a financován Evropskou komisí. Atlas byl sestaven na základě družicových snímků s prostorovým rozlišením

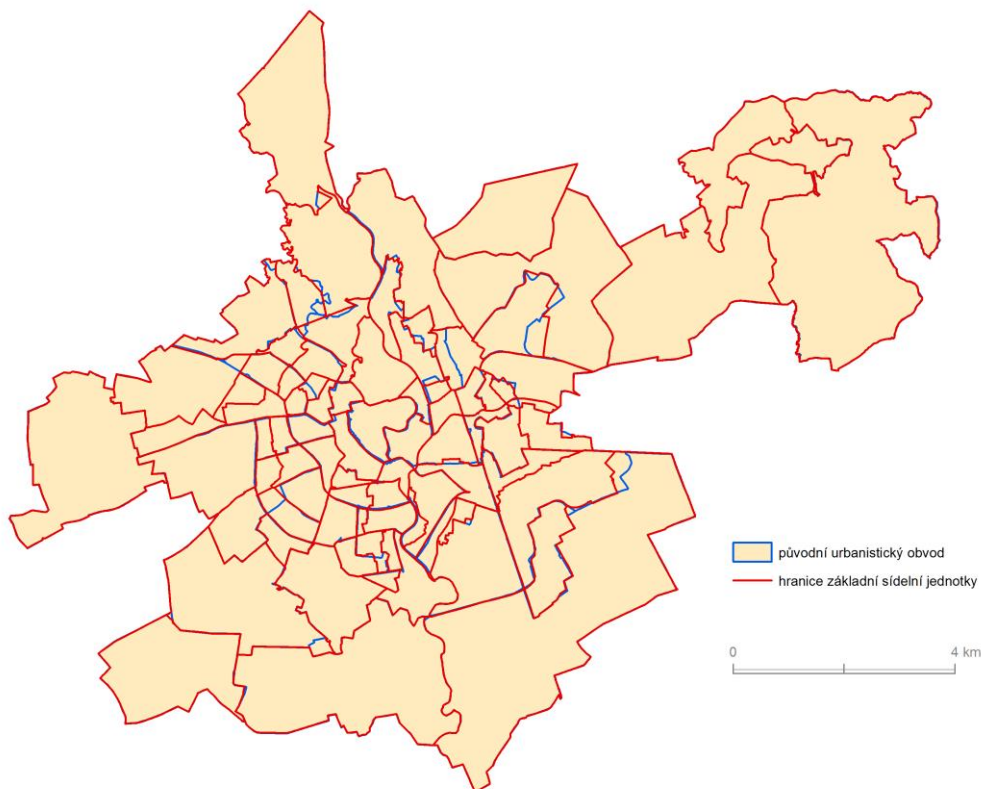
2,5 metru. Rozlišuje 17 zastavěných kategorií využití území s minimální mapovací jednotkou 0,25 hektaru. Dalšíh 10 venkovských kategorií s mapovací jednotkou 1 hektaru. Klasifikace vychází z metodiky CORINE Land Cover. Data jsou v měřítku 1 : 10 000 a poskytována v souřadnicovém systému ETRS89 (EPSG: 4258) (Copernicus, [online]). „Tato data představují cenný materiál nejen pro zhodnocení a kontrolu aktuálního rozvoje městských aglomerací dle územního plánu, ale mohou sloužit jako podklad pro zhodnocení rizik a příležitostí v území, od hrozeb záplav až po identifikaci nových infrastrukturních potřeb. Značnou výhodou je rovněž homogenita dat, s jakou jsou zájmová území pokryta.“ (Český kosmický portál, [online]).

Obdobným produktem je CORINE Land Cover. Ten klasifikuje 44 kategorií pokryvu území. Je vytvářen v měřítku 1 : 100 000 a nejmenší mapovací jednotkou je 25 hektaru pro areálové prvky a 100 metrů pro liniové. Není tedy tak přesný a podrobný jako Urban Atlas. Na druhou stranu pokrývá celé území, a ne vybraná města, 39 evropských států (Copernicus, [online]).

4 ÚZEMNÍ ČLENĚNÍ

K výpočtu všech dílčích indexů, i celkového indexu chodeckosti, je potřeba referenční vrstva územního členění, pro kterou budou jednotlivé indexy vypočítány. V metodice předcházejících výpočtů byla referenční vrstvou, pro území Olomouce, vrstva urbanistických obvodů. V rámci této práce byly urbanistické obvody nahrazeny základními sídelními jednotkami. „Základní sídelní jednotka je skladebnou součástí sídelní struktury a je určena pro prostorovou identifikaci a sledování sociálně ekonomických a územně technických jevů, přímo vázaných na osídlení, zejména výsledků sčítání lidu, domů a bytů. Základní sídelní jednotka je územní celek, jehož ohrazení bylo vymezeno v rámci územní přípravy SLDB 2001 nad digitální mapou pro území České republiky v gesci MMR ČR. Referenčním rozhraním je digitální, rastrová barevná Základní mapa České republiky 1 : 10 000 Českého úřadu zeměměřického a katastrálního.“ (ČSÚ, 2017). Základní sídelní jednotky vychází z dřívějšího rozdělení území na urbanistické obvody a sídelní lokality, kde urbanistické obvody byly vymezovány podle funkčního využití části města (například průmyslová plocha) a sídelní lokalita definovala zastavěné území s nejméně 10 byty nebo 20 obyvateli, které bylo od jiné zástavby odděleno nezastavěným územím nebo katastrální hranicí (ČSÚ, 2014).

Vrstva základních sídelních jednotek byla získána z geodatabáze ArcČR® 500 verze 3.3. Primárním zdrojem ZSJ je ČSÚ. Data byla validována v říjnu 2016 a jsou poskytována v souřadnicovém systému GCS_S_JTSK. Při porovnání urbanistických obvodů a základních sídelních jednotek bylo zjištěno, že vnější hranice území Olomouce jsou totožné a kopírují hranici katastrálního území města. Rozdíl byl v průběhu vnitřních hranic a počtu částí, na které bylo město rozděleno. Urbanistických obvodů bylo 67 a základních sídelních jednotek 83.



Obr. 2 Srovnání dělení území na urbanistické obvody a základní sídelní jednotky

4.1 Počet domácností

Index sídelní hustoty charakterizuje hustotu obydlí území. Pro jeho výpočet je nutný údaj o celkovém počtu domácností v jednotlivých základních sídelních jednotkách. Použitá vrstva atribut s tímto údajem neobsahovala, proto musel být doplněn. Základním zdrojem informací o územních celcích je Registr územní identifikace, adres a nemovitostí (RÚIAN). Nahlížení a stahování jeho dat je dostupné na internetu přes Veřejný dálkový přístup.

Přístup k datům z RÚIAN pro město Olomouc, byl řešen prostřednictvím platformy QGIS a doinstalovaného zásuvného modulu RÚIAN plugin. Nástroj umožňuje stahovat a importovat data z registru ve vybraných formátech a dále s nimi pracovat. Stažení datových sad pro obec Olomouc ve formátu Esri Shapefile z neznámých důvodů nefungovalo a způsobovalo pád celé aplikace. Z těchto důvodů byl vybrán formát OGC GeoPackage, u kterého již stažení proběhlo v pořádku. Stažený soubor zahrnoval polygonovou vrstvu stavebních objektů s atributem počtu bytů v příslušné budově. Údaj o počtu bytů lze uvažovat jako počet domácností. Záznamy o některých stavebních objektech jsou platné již od roku 2011 až po současnost (duben 2020). Vrstva byla vyexportována jako SHP a dále editována v prostředí ArcMap.

Vrstva stavebních objektů neobsahovala atributové pole s názvem či jiným identifikátorem, pomocí kterého by bylo možné objekt přiřadit k ZSJ ve které se nachází a umožnit spočítání celkového počtu bytů v konkrétní jednotce. Při zkoumání dat bylo zjištěno, že plochy některých budov přesahují hranice a zasahují do sousední sídelní jednotky (Obr. 3). Aby se u těchto problematických objektů při použití nástroje *Spatial Join* zabránilo přiřazení ke špatné ZSJ, byla polygonová vrstva stavebních objektů transformována na bodovou. Z původních 19 008 záznamů vzniklo pouze 18 785 bodových prvků. Následně bylo zjištěno, že příčinou byly chybějící údaje o rozměrech prvku u 223 záznamů. Z toho důvodu tyto entity nebyly reprezentovány polygony a nemohly být tedy převedeny na body. Proto bylo dále pracováno bez nich. Nástrojem *Spatial Join* byly do bodové vrstvy připojeny údaje o ZSJ. V jednom případě připojení neproběhlo, jelikož centroid objektu ležel mimo území Olomouce. Proto byl manuálně přesunut do zájmového území a operace *Spatial Join* zopakována. Funkcí *Summarize* byl spočítán celkový počet bytů v jednotlivých ZSJ. Výstupem byla tabulka, která byla na základě atributu názvu ZSJ připojena do výchozí vrstvy základních sídelních jednotek. Vznikl nový atribut *Pocet_bytu*, obsahující údaj o počtu domácností v ZSJ.



Obr. 3 Hranice ZSJ protínající polygony stavebních objektů

5 AKTUALIZACE OBCHODNÍ SÍTĚ

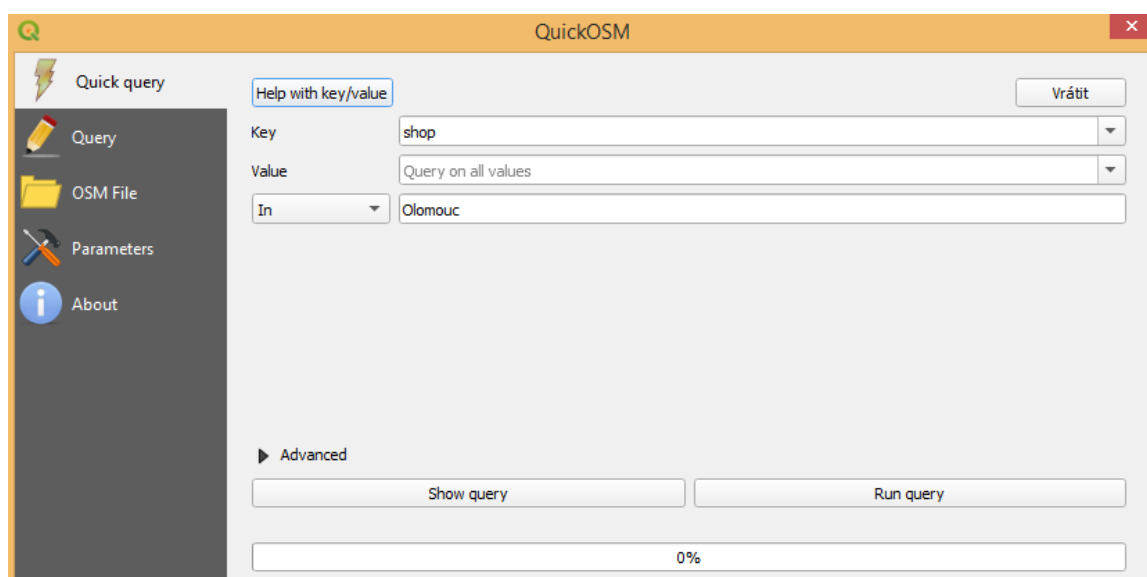
Klíčovým bodem této práce byla aktualizace vrstvy obchodů. U ní se předpokládaly největší změny oproti původním datům z roku 2011. Aktualizace byla řešena metodou terénního sběru dat, s využitím poskytnutých datových sad. Cílem bylo zaznamenat nově vzniklé obchody, včetně velikosti prodejní plochy, ale také ověřit, zdali obchody zaznamenané v původní vrstvě stále fungují, nebo byl jejich provoz ukončen. Velikost prodejní plochy byla zaznamenávána v metrech čtverečních. „Při výpočtu prodejní plochy je nutno vycházet z Nařízení Komise (ES) č. 250/2009 ze dne 11. března 2009 dle kterého se prodejní plochou rozumí odhadnutá velikost povrchové plochy (v m²) části provozovny, která je určena pro prodej a vystavení zboží, tj.:

- celková plocha, kam zákazníci mají přístup, včetně zkušebních místností,
- plocha zabraná prodejními pulty a výklady,
- plocha za prodejními pulty, kterou používají prodavači.

Do prodejní plochy se nezahrnují kanceláře, sklady a přípravný, dílny, schodiště, šatny a jiné společenské prostory.“ (Liolias, 2019).

Prvním krokem bylo získání dat z navržených zdrojů. Z magistrátu města Olomouc byla zapůjčena bodová vrstva maloobchodní sítě na území Olomouce z roku 2016, vzniklá v rámci diplomové práce studentky Univerzity Palackého Lenky Čihákové (2016). Poskytnuta byla ve formátu SHP.

Dalším zdrojem byla databáze OpenStreetMap. Přístup k těmto datům byl realizován prostřednictvím software QGIS Desktop 3.10.3. V jeho prostředí byl nainstalován zásuvný modul QuickOSM 1.4.15., specializující se na práci s OSM daty. V dialogovém okně pluginu, na záložce „Quick query“, byl sestaven dotaz s hodnotami „Key“ = shop a „In“ = Olomouc (Obr. 4). Tím se po spuštění dotazu, z databáze stáhly pouze geoprvky, klasifikované jako obchody, vyskytující se na území Olomouce. Vznikla nová bodová vrstva. Jelikož některé obchody byly v databázi uloženy s polygonovou geometrií, vznikla i vrstva polygonová. Ve většině případů se jednalo o obchodní budovy s velkou rozlohou. Obě v souřadnicovém systému GCS_WGS_1984. Následně byly vyexportovány ve formátech Esri shapefile.



Obr. 4 Dialogové okno pluginu QuickOSM

Původní datová sada obchodů z roku 2011 (Křivka, 2011) má 1218 záznamů společně s číselným atributem velikosti prodejní plochy. Její nevýhodou je, že neobsahuje atribut s názvem obchodu. Tím byla ztížena identifikace příslušného obchodu a ověření jeho fungování. Více informací poskytovala vrstva maloobchodů (Čiháková, 2016). Ta má 776 záznamů, ale kromě jiných obsahuje také údaje o názvu obchodu, druhu sortimentu a velikosti prodejní plochy. Z těchto důvodů se stala výchozím zdrojem aktualizace. Z databáze OpenStreetMap se podařilo získat pouze 394 bodových a 77 polygonových záznamů o obchodech na území Olomouce. Tato data nenesou informaci velikosti prodejní plochy a v některých případech ani názvu objektu. To je následek individuálního přístupu přispěvatelů při vytváření a editování OSM dat.

Vedlejším zdrojem byl výpis z databáze Kreativního a kulturního průmyslu (KKP) v Olomouci. Výpis obsahoval 772 subjektů fungujících na území Olomouce. Ve většině případů se jedná o subjekty, které se nespécializují na prodej, ale poskytují pouze služby. Databáze obsahuje několik atributů, které popisují činnosti, na které se daný subjekt orientuje. Bohužel, údaje jsou zapsány v různých formulacích a nejsou dostupné u každého záznamu. Proto nelze odlišit obchody od služeb, a bylo tedy pracováno se všemi údaji. Pro zobrazení jejich polohy bylo potřeba geokódovat adresy. Pro geokódování byl využit zásuvný modul MMQGIS v programu QGIS 3.10.3. Prvním krokem bylo zajistit, aby tabulka byla ve formátu odpovídající požadavkům pluginu. Adresa subjektu musí být rozložena na více částí. Zvlášť atribut pro název obce, název ulice s číslem popisným, a název státu. Připravená tabulka byla uložena ve formátu CSV. V dialogovém okně pluginu byla z nabídky webových služeb, podle kterých se budou adresy geokódovat, vybrána možnost OpenStreetMap / Nominatim. Možnost Google vyžaduje API klíč. Výsledkem byl SHP soubor, obsahující 759 záznamů. Nepovedlo se tedy geokódovat 13 adres. Tyto adresy se uložily do nového CSV souboru. Jednalo se o subjekty, které měli k názvu města připsaný i název městské části, nebo atribut ulice obsahoval dvě adresy. Tyto nedostatky byly manuálně ošetřeny a tyto záznamy byly dodatečně geokódovány. Lokalizace záznamů z kompletní vrstvy byla v desktopovém GIS programu porovnávána s polohou záznamů z ostatních zdrojů a hledána jejich vzájemná shoda. Tímto procesem byl vždy vytipován subjekt, u kterého bylo následně pomocí údajů z atributové tabulky, nebo podle internetu zjišťováno, zda se jedná o obchod. Tato metoda však nebyla příliš efektivní, proto byla k aktualizaci obchodní sítě využívána pouze sporadicky.

Administrativní registr ekonomických subjektů (ARES) je informační systém pod správou Ministerstva financí České republiky, umožňující vyhledávání ekonomických subjektů registrovaných v České republice. Zobrazuje veřejné údaje z jednotlivých registrů veřejné správy jako je veřejný rejstřík, živnostenský rejstřík nebo registr ekonomických subjektů, vedený Českým statistickým úřadem. Subjekty byly vyhledávány podle kódu CZ-NACE, což je zkratka pro klasifikaci ekonomických činností vydávanou Evropskou komisí. Ve vyhledávací informačního systému byl vyplněn parametr „Obec“ hodnotou 500496, aby byly vyhledány subjekty registrované na území Olomouce. Tato hodnota byla zjištěna v dostupném seznamu obcí. Dále byl vepsán kód příslušné kategorie ekonomické činnosti. Vybrány byly kódy týkající se maloobchodních prodejen a to 45, 451, 4511, 45110, 4519, 45190, 453, 4532, 45320, 454, 4540, 45400, 47, 4711, 47110, 4719, 47190, 472, 4721, 47210, 4722, 47220, 4723, 47230, 4724, 47240, 4725, 47250, 4726, 47260, 4729, 47290, 473, 4730, 47300, 474, 4741, 47410, 4742, 47420, 4743, 47430, 475, 4751, 47510, 4752, 47520, 4753, 47530, 4754, 47540, 4759, 47590, 476, 4761, 47610, 4762, 47620, 4763, 47630, 4764, 47640, 4765, 47650, 477, 4771, 47710, 4772, 47720, 4773, 47730, 4774, 47740, 4775,

47750, 4776, 47760, 4777, 47770, 4778, 47781, 47782, 47783, 47784, 47789, 4779, 47790. Zahrnuty nebyly kategorie s maloobchody fungujícími ve stáncích na trzích, nebo nespecifikovaných prodejnách. Celkově byly do tabulkového souboru zkopírovány výpisy z 87 kategorií, což představovalo 2 815 záznamů. Výpisy byly vygenerovány 20. 8. 2019. Tabulka se záznamy byla obdobně jako u dat kreativního a kulturního průmyslu upravena tak, aby mohla vstoupit do geokódovacího nástroje MMQGIS a následně data zobrazena v prostředí programu ArcMap 10.4.1. Data byla následně porovnávána s daty z ostatních zdrojů. Obchody, které se objevovaly ve více zdrojích byly považovány za aktuální. Jako zdroj dat je ARES vhodnější pro projekty, které pracují s konkrétní kategorií ekonomických subjektů. V tomto případě se jednalo o rozsáhlý objem dat a práce tak byla ztížena velkým množstvím prvků. Navíc možnosti zisku dat z ARES jsou komplikované a uživatelsky nepřívětivé.

Před realizací sběru dat bylo potřeba vyhodnotit, které údaje o obchodech je vhodné zaznamenat. Navržen byl sběr dat o lokalizaci, názvu, adrese, druhu sortimentu, velikosti prodejní plochy a typu obchodu. Druhy sortimentu prodejen byly inspirovány vrstvou maloobchodní sítě (Čiháková, 2016). Některé druhy byly sloučeny a některé naopak rozděleny do více kategorií. Nakonec bylo rozlišováno 50 druhů sortimentu a to: alkoholické výrobky; auto-moto díly; automobily, motocykly; barvy, laky; bazar, starožitnosti, zastavárna; bižuterie; čerpací stanice; dekorace, dárkové předměty; drogerie; elektroinstalační materiál; elektronické cigarety; elektronika; herba, zdravá výživa; hobby market; hračky, zábava; interiérová studia; kancelářské a výtvarné potřeby; knihy; koberce, podlahy; kojenecké potřeby; kosmetika, parfumerie; koupelny; kuchyně; květiny a floristické potřeby; léčivo; maso, uzeniny; nábytek; nákupní park; obchodní centrum; obchodní dům; oděvy, textil, obuv; okna, dveře; optické pomůcky; ostatní zboží; ovoce, zelenina; pečivo, cukrářské výrobky; potraviny; reklamní předměty; smíšené zboží; sportovní vybavení; stavebniny; supermarket, hypermarket; tabák, tisk; technika, stroje, nářadí; umění; zbraně a střelivo; zdravotnické potřeby; železářství, domácí potřeby; zlatnictví, klenoty, hodinky; zvířata, chovatelské potřeby. Původním záměrem bylo také rozlišovat, zdali se jedná o maloobchodní nebo velkoobchodní prodejnu. Tohle rozdělení nakonec nebylo potřeba, protože sbírána byla data pouze pro maloobchodní prodejny.

Následně proběhl výběr vhodné mobilní aplikace, na realizaci sběru dat v terénu. Nejprve byla zvolena a použita aplikace ODK Collect. Po krátké zkušební době bylo od této aplikace upuštěno a na základě doporučení, byla vybrána konečná aplikace Locus GIS Basic. Obě aplikace byly bezplatně staženy z platformy Google Play. Sběr probíhal na mobilním zařízení Xiaomi Redmi 4X s operačním systémem Android. Terénní sběr dat probíhal od 1. 6. 2019 do 12. 3. 2020.

5.1 Přístup ODK Collect

Před začátkem sběru dat bylo potřeba si vytvořit vlastní formulář s otázkami, přizpůsobenými požadavkům aktualizace. Vlastní formulář byl sestaven online na webové stránce www.build.opendatakit.org. Po dokončení požadované registrace se zobrazilo prostředí webové aplikace ODK Build. Zde byl vytvořen nový dotazník.

Pro obchodní objekty v Olomouci bylo kromě lokalizace zaznamenáváno 5 atributových údajů, a to název obchodu, adresa, sortiment, velikost prodejní plochy a typ obchodu. Celkem bylo ve formuláři sestaveno 6 dotazových polí. První v pořadí byl dotaz *location*, pro sběr údajů o poloze obchodu. V parametrech otázky lze určit typ geometrie, pro kterou bude poloha zjišťována. Zdali se jedná o souřadnice jednoho bodu

(Point), linie (Path) či polygonu (Shape). V tomto případě byla pro parametr „Kind“ vybrána možnost Point, pro souřadnice v jednom bodě. Dále bylo třeba rozhodnout, jaký způsob bude pro zjišťování polohy používán. Parametr „Style“ nabízí způsoby Default (GPS), Show Map (GPS) a Manual (No GPS). K zjištění specifik jednotlivých způsobů měření a rozhodnutí, který je nejvhodnější, byly vytvořeny tři zkušební formuláře, kdy každý měl nastavený jiný způsob měření polohy. Následovalo textové pole *nazev_obchod* pro název obchodu, kde parametr délky textu nebyl nijak omezen. Stejně byl sestaven dotaz *adresa*, pro manuální zadávání adresy objektu. Pole *sortiment* bylo řešeno jako číselník, vybráním typu Choose One. Do nabídky možností bylo vepsáno všech 49 druhů sortimentu. Předposlední dotaz *prodejni_plocha* se týká velikosti prodejní plochy obchodu, proto bylo zvoleno číselné pole s datovým typem integer. Poslední dotaz *typ_obchod* byl sestaven jako výběrové pole s možností odpovědi maloobchod nebo velkoobchod. Opět se jedná o volbu typu Choose One. Všem atributům byl nastaven popis, pro lepší orientaci při vyplňování údajů.

Takto sestaveným zkušebním formulářům byla ještě před uložením nastavena cílová adresa, kam budou po vyplnění odeslány a ukládány. V horní liště aplikace ODK Build se nachází pole „Edit“ a v něm dále „Form Properties“. Ve vyskakovacím okně do textového pole „Submission URL“ byla vložena URL adresa již vytvořené Google tabulky na úložišti Disk Google. Po schválení těchto změn byly pomocí lišty „File a Save“ formuláře uloženy na účtu ODK Build a poté nabídkou „Export to XML“ vyexportovány jako XML soubory, které byly vloženy na cloudové úložiště Disk Google, spadající pod uživatelský účet Google.

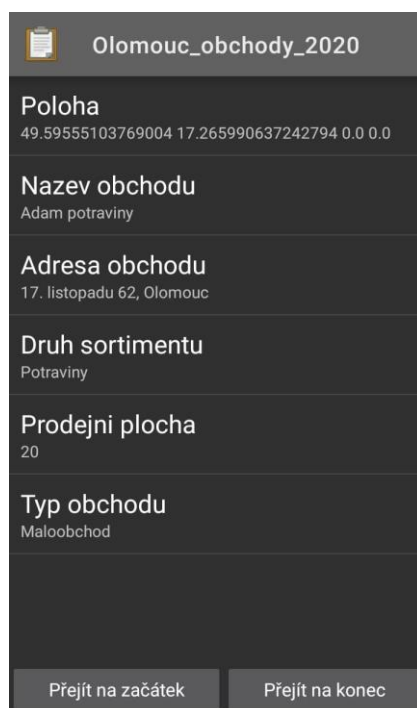
Aplikaci ODK Collect bylo třeba propojit s účtem Google, aby byl získán přístup na Disk Google, kde byly uloženy formuláře ve formátu XML. V aplikaci na záložce „Nastavení serveru“ byla v poli „Typ“ zvolena platforma Disk Google, Tabulky Google. Jako Účet Google byl přidán účet uživatele. V uživatelském rozhraní došlo ještě k nastavení mapování. ODK Collect má v nabídce podkladové mapy od Google Maps nebo OpenStreetMap. U obou nabídek je možnost výběru druhu mapy. Google Maps nabízí mapu ulic, satelitní, terénu nebo hybridní mapu. U zdroje OpenStreetMap je na výběr více druhů, jako OSM Ulice, Topologická mapa USGS National Map, Hybridní mapa USGS National Map, Snímková mapa USGS National Map, plastická mapa, CartoDB Positron, CartoDB Dark Matter. V nastavení bylo parametrem „SDK Mapování“ zvoleno SDK Google Maps a základní mapou typ Ulice.

V hlavní nabídce aplikace se stiskem „Získat dotazník k vyplnění“ zobrazilo prostředí s nabídkou souborů uložených na Disk Google. Zde byly označeny zkušební formuláře a následně staženy do úložiště ODK Collect na mobilním zařízení. Opět v hlavní nabídce tlačítkem „Vyplnit dotazník“ došlo postupně k vyplnění jednotlivých formulářů. Při pokusných měřeních dotazu *location* bylo zjištěno, že možnost „Default (GPS)“ znamená získání polohy pomocí GPS mobilního zařízení, na kterém probíhá sběr. Možnost „Show Map (GPS)“ je totožný způsob, jen se na displeji zařízení zobrazuje mapové pole s bodem reprezentující naměřenou polohu. Třetí způsob je „Manual (No GPS)“. Jak už název napovídá, jedná se o manuální označení místa na mapě pomocí pinpointu, kterému jsou přiřazeny souřadnice. U této možnosti je také k dispozici nástroj k získání údajů o poloze zařízení pomocí GPS, tudíž je možné vybírat z obou metod měření, proto byla možnost „Manual“ vybrána jako nejvhodnější. Z toho důvodu byl pro následný sběr dat vybrán formulář s takto nastaveným parametrem.

Pro testování aplikace proběhl sběr 50 záznamů. Terénní sběr probíhal na mobilním zařízení s připojením k internetu. Z toho důvodu nebylo třeba používat offline mapy. Po vyplnění formuláře se data ukládají do paměti sběrového zařízení.

Lokality vyplněných formulářů se zobrazují i v mapovém okně aplikace. V hlavní nabídce aplikace se volbou pole „Odeslat dokončený dotazník“ odešle vyplněný dotazník do cílové tabulky na cloudovém úložišti. Dotazníky je možné odesílat okamžitě po vyplnění samostatně, nebo později hromadně.

K zobrazení testovacích dat z tabulky, byl v programu ArcMap použit nástroj *Add XY Data*. Nejprve však muselo dojít k úpravě tabulky. Atribut *location* obsahoval obě souřadnicové hodnoty. Pro potřeby nástroje, musely být tyto hodnoty v samostatných buňkách. Proto byl doplněn atribut *Latitude* a *Longitude*, do kterých byly překopírovány příslušné hodnoty. Podmínkou bylo také, aby formát souřadnic byl ve stupních.



The screenshot shows a mobile application interface for ODK Collect. At the top, there is a header with a clipboard icon and the text 'Olomouc_obchody_2020'. Below this, the form is divided into several sections, each with a title and a value:

- Poloha**: 49.59555103769004 17.265990637242794 0.0 0.0
- Nazev obchodu**: Adam potraviny
- Adresa obchodu**: 17. listopadu 62, Olomouc
- Druh sortimentu**: Potraviny
- Prodejni plocha**: 20
- Typ obchodu**: Maloobchod

At the bottom of the form, there are two buttons: 'Přejít na začátek' and 'Přejít na konec'.

Obr. 5 Pracovní prostředí aplikace ODK Collect

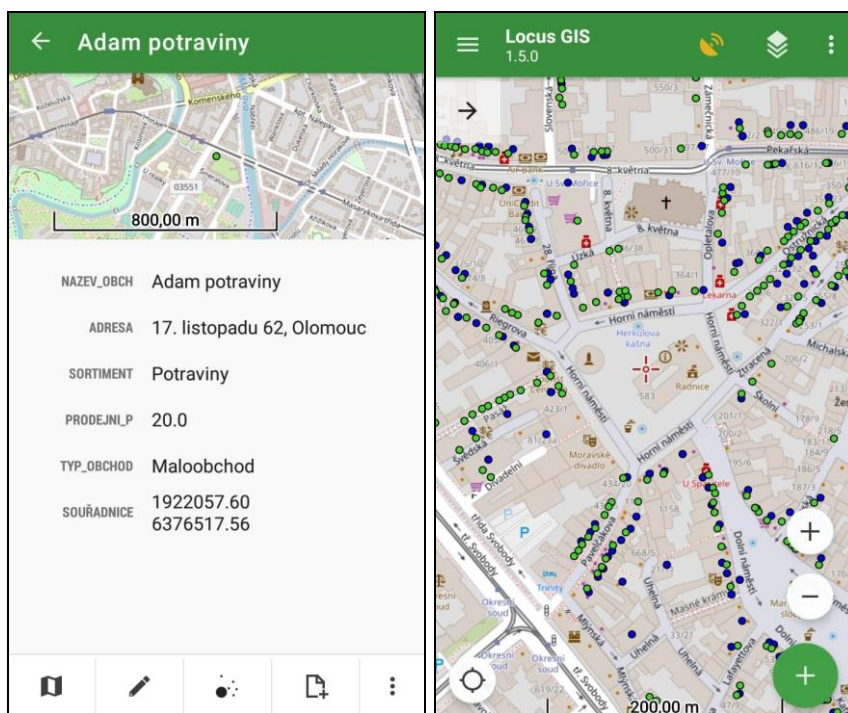
Po otestování aplikace, bylo o záměru jejího použití pro sběr dat upuštěno. Důvodem byla časová náročnost na správu dat. Jedná se především o zbytečně složitý proces převodu nasbíraných dat do desktopového GIS softwaru. Prostředí aplikace bylo také uživatelsky nepříznivé. Celkově se jedná o jednoduše řešený nástroj. Proto byla využita aplikace Locus GIS, která řeší všechny tyto nedostatky.

5.2 Přístup Locus GIS Basic

Prvním krokem po spuštění aplikace je vytvoření nového projektu. V záložce „Projekty“, která je součástí vysouvacího panelu hlavního menu, byl stiskem zeleného tlačítka založen nový projekt. V nastavení projektu byl uveden název projektu a vybrána referenční souřadnicový systém S-JTSK Krovak East North (EPSG 5514). Potvrzením změn se zobrazilo mapové okno s již nadefinovanou podkladovou mapou OpenStreetMap. Podkladové mapy je možné měnit v hlavním menu na kartě „Mapy“. Na výběr je z online map, ale je možné použít i offline mapu nebo WMS službu. Pro přidání datových vrstev do projektu slouží opět zelené tlačítko v pravém dolním rohu mapového okna. V prostředí vytváření nové vrstvy jsou čtyři záložky. V záložce

„Základní“ se definují obecné informace o nové vrstvě. Uveden byl název vrstvy a typ geometrie zvolen jako „Bod“. Je zde také možnost změny souřadnicový systém vrstvy nezávisle na projektu. V záložce „Atributy“ byla nadefinována atributová složka vrstvy. Ta byla obdobná jako při použití aplikace ODK Collect. Atribut *nazev_obch* s datovým typem textová data, pro název obchodu. Stejný datový typ byl použit pro atribut *adresa*. Pro pole *sortiment* byla zvolena možnost „Výčet“. Opět bylo vepsáno všech 49 druhů sortimentu prodejen. Tato volba ušetřila čas při sběru dat, kdy nebylo potřeba u každého objektu ručně vypisovat příslušnou kategorii. Pro údaj prodejní plochy a jeho atribut *prodejni_p* byl vybrán číselný datový typ. Poslední atribut *typ_obchod* byl nastaven jako „Výčet“ s možnostmi maloobchod a velkoobchod. Na další záložce „Popisky“ byla možnost zobrazení popisek vypnuta. Poslední záložka „Styl“ se věnuje symbologii prvku. Tyto vlastnosti je možné měnit i po vytvoření vrstvy. Vytvoření vrstvy bylo ukončeno tlačítkem „Potvrdit“.

Další možnost, jak přidat data do projektu, je přes kartu „Vrstvy“. Ta se nachází ve vysouvacím hlavním menu aplikace. Ta nabízí více variant přidání nové vrstvy do aktuálně používaného projektu. Kromě založení nové prázdné vrstvy je možné importovat soubor SHP nebo zobrazit soubory v podporovaných formátech GPX nebo KML. Aplikace je schopná přidat i překryvné online, offline nebo WMS mapy. Pro zobrazení vrstvy maloobchodní sítě (Čiháková, 2016) a původní datové vrstvy (Křivka, 2011), byla zvolena možnost „Importovat soubor SHP“. Import je možný z vnitřního úložiště sběrového zařízení, cloudových úložišť Dropbox a Google Disk, nebo pomocí adresy vzdáleného souboru. Následně byla aplikace spárována s uživatelským účtem Google a data byla nahrána z úložiště Google Disk. Tím se naplnila kapacita projektu. Jak již bylo zmíněno, tato licence aplikace umožňuje pracovat pouze s jedním projektem o maximálně třech vrstvách. Takto připravená aplikace sloužila k terénnímu sběru dat. Sběr opět probíhal na mobilním zařízení s připojením k internetu. Nově vytvořená vrstva byla vyexportována ve formátu SHP na cloudové úložiště, ze kterého se poté stáhla a mohla být zobrazena v desktopovém softwaru.



Obr. 6 Pracovní prostředí aplikace Locus GIS

Oproti aplikaci ODK Collect nabízí Locus GIS jednoznačně jednodušší a přehlednější ovládání, nekomplikovanou práci s daty a intuitivnější uživatelské prostředí. Nesmírnou výhodou je podpora formátu SHP, čímž se usnadňuje převod dat mezi aplikací a desktopovým softwarem. Není tedy potřeba data transformovat do jiných formátů, či je nějak upravovat. Samotný proces přípravy před zahájením sběru dat byl časově méně náročný a nebylo třeba provést velké množství úkonů, jako v případě použití ODK Collect. Navíc je vše řešeno v prostředí jedné aplikace. Pro sběr geografických dat je Locus GIS vhodnější aplikací.

5.3 Sběr dat v terénu

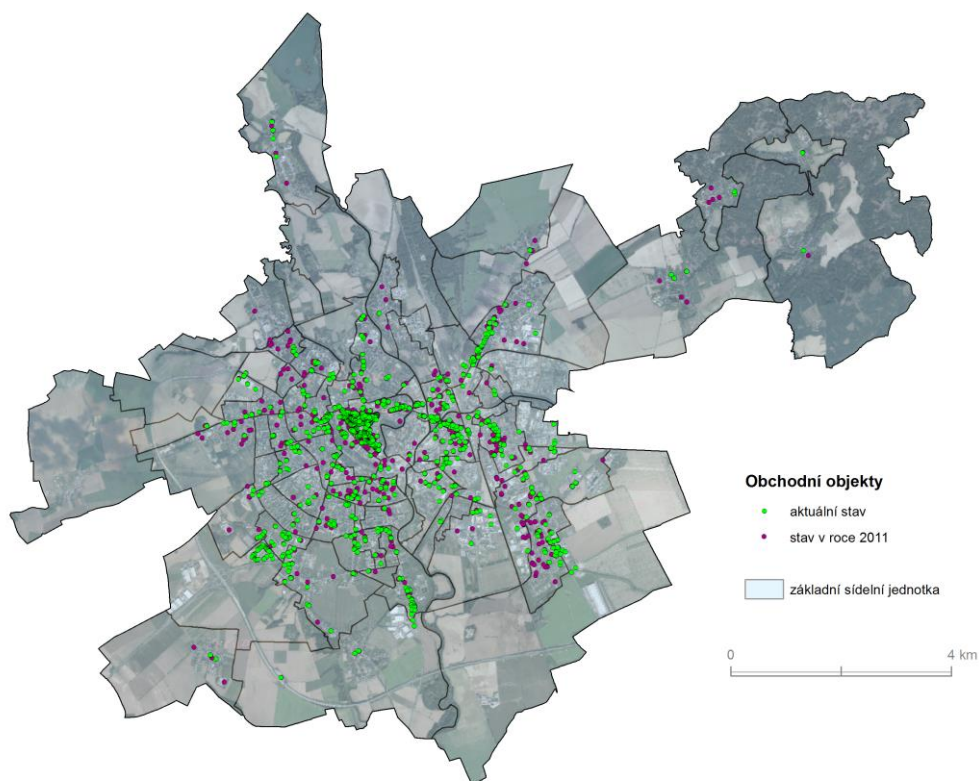
Sběr dat o obchodech v terénu probíhal od 1. 6. 2019 do 12. 3. 2020. Pořizována byla data pro maloobchody. Velkoobchody byly z aktualizace vypuštěny, jelikož nejsou určeny pro prodej koncovému spotřebiteli. Obchody, které nabízejí velkoobchodní a zároveň i maloobchodní prodej, byly zaznamenány a do výpočtu zahrnuty. Do aplikace Locus GIS byla nahrána vrstva maloobchodní sítě (Čiháková, 2016) a původní vrstva obchodů (Křivka, 2011). Území Olomouce bylo procházeno a v místech výskytu prvku z některé z těchto dvou vrstev bylo ověřeno, zda se zde uváděný objekt nachází nebo již nikoliv. Pokud ano, tak byl přidán do nové vrstvy a údaje vyplněny podle současného stavu. Od doby vzniku zdrojových dat mohlo dojít ke změně názvu obchodu, jeho rozšíření nebo změny nabídky zboží. Zkontrolován byl především údaj o prodejní ploše obchodu. Pokud byly nějaké pochybnosti o její uváděné velikosti, bylo provedeno kontrolní ověření. Hodnota byla zjišťována u obsluhy prodejny, ale málokdo z dotázaných znal velikost prodejny. Proto byla prodejna změřena laserovým dálkoměrem nebo byla velikost plochy odhadnuta. K odhadu byla použita i metoda krokování. Některé prodejny měly velikost prodejní plochy napsanou na svých webových stránkách. Měřena byla část prodejny, do které má zákazník přístup, včetně plochy za prodejním pultem. Bylo potřeba rozlišit skladovací prostory od těchto ploch. Hodnota velikosti prodejní plochy byla uváděna v metrech čtverečních a pro přehlednost zaokrouhlována na násobky pěti. Problémové bylo určení prodejní plochy stavebnin, autosalonů nebo autobazarů. Zdali počítat plochu celého areálu, kde se také nachází zboží, či jen vnitřní prostory konkrétní budovy. Avšak kdyby byla počítána plocha areálu, hodnota by byla příliš vysoká a došlo by k ovlivnění výsledků. Tato problematika byla konzultována s Mgr. Janem Dygrýnem, Ph.D., který zmínil metodu, kterou již dříve aplikoval při sběru dat obchodů. Poznamenal, že určitě nezapočítávat celou plochu areálu, ale že u tohoto typu prodejen počítal pouze plochu menší centrální budovy, kde se vyskytuje prodavač a je zde vystavené nějaké zboží. Pokud však takový prostor nešel určit a místo, kde probíhá placení je součástí větší haly, dával těmto objektům univerzální plochu 100 m². Použita byla tedy tato technika určování velikosti prodejní plochy, aby byla zachována společná metodika sběru dat.

Obchodní centra byla řešena jako jeden objekt. Nebyl zaznamenáván každý jednotlivý obchod zvlášť. Vzorovým příkladem je nově přidaná Galerie Šantovka s velikostí prodejní plochy 46 000 m². Zajímavým případem je obchodní centrum Olympia. To obyvatelé Olomouce jistě využívají, ale nenachází se v katastrálním území Olomouce, tudíž nebylo zahrnuto do nové vrstvy. Vliv obchodních center, a jejich obrovských prodejních ploch je díky metodice FAR indexu potlačen, protože se prodejní plocha dělí plochou komerčního využití území. Zjednodušeně řečeno, na příkladu Šantovky, se její prodejní plocha vydělí plochou Šantovky v landuse. Tato metodika tedy svou konstrukcí upřednostňuje malé obchody. V některých případech, byly menší

obchodní domy rozděleny na jednotlivé obchody. Důvodem bylo jednodušší ověření prodejní plochy. V případě OD Timpo, který na svých webových stránkách neudává tuto hodnotu, byla dostupná prodejní plocha pro jednotlivé obchody ve zdrojových datech. Naopak Galerie Moritz je evidována jako jeden obchod. Do nové datové sady byly přidány i čerpací stanice, jelikož nabízí doplňkový prodej zboží.

V průběhu aktualizace byly taktéž využívány i ostatní zdroje. S těmi bylo pracováno v desktopovém softwaru. Byly vyhodnoceny výskyty objektů z těchto zdrojů a následně tyto lokality prozkoumány. Při sběru dat v terénu byly samozřejmě objeveny také nové obchody, které nebyly součástí zdrojových dat. Po skončení terénního sběru dat, byla vrstva vyexportována a zobrazena v programu ArcMap 10.4.1., kde proběhla kontrola a úprava dat. Došlo k přepsání překlepů, či duplikovaných mezer. Veškeré údaje jsou psány bez diakritických znamének. Později v procesu výpočtu indexu bylo zjištěno, že skript nedokáže pracovat s nově vzniklou vrstvou. Příčinou byla geometrie prvků. Prvky vyexportované vrstvy z aplikace Locus GIS, byly definovány jako multipoint. Vstupem do nástroje může být ovšem pouze vrstva s geometrií point. Data byla do požadovaného formátu převedena nástrojem *Feature to Point* v ArcGIS 10.4.1.

Nově vzniklá vrstva obsahuje 953 obchodů s celkovou prodejní plochou 272 475 m². V porovnání s vrstvou maloobchodní sítě (Čiháková, 2016), obsahující 776 prvků s celkovou prodejní plochou 275 365 m², došlo k nárustu o 177 záznamů. Původní vrstva z roku 2011 obsahuje 1 218 obchodů a celkovou prodejní plochu 319 838 m². Rozdíl je způsoben nepřesností původní vrstvy. Při sběru dat bylo zjištěno, že její hodnoty prodejní plochy byly často nadhodnoceny. Obchody byly také často lokalizovány v místech, kde se nevyskytují komerční plochy, jako třeba v panelových domech. Tyto chyby jsou zřejmě následkem použití crowdsourcingu, při pořizování dat. Kvůli absenci atributu názvu obchodu v původní vrstvě také nelze posoudit, zdali záznamy na stejné adrese a se shodnou prodejní plochou, jsou duplicity.



Obr. 7 Stav rozmístění obchodních objektů v roce 2011 a 2020

6 AKTUALIZACE LANDUSE

Aktualizace vrstvy využití půdy nebyla provedena nahrazením jinou datovou sadou, ale pouze úpravou a kontrolou dat původních, na základě informací a dat z jiných zdrojů. Mezi vybrané zdroje patřil Copernicus Urban Atlas 2018, Open Land-Use Map, OpenStreetMap a Územní plán Olomouc (2019). Vzniklé nejasnosti byly ověřovány i v terénu při sběru dat k vrstvě obchodů. Původní vrstva, vzniklá v měřítku 1 : 5 000, byla specifická podrobností a použitými kategoriemi využití půdy, které vychází z metodiky projektu IPEN. Ten připouští osm kategorií (Tab. 2) landuse: obytný, komerční, služby, industriální, institucionální, rekreační, vodní plochy a ostatní. „V amerických podmínkách, kde metodika projektu vznikla, se předpokládá, že každý polygon bude mít právě jedno využití. Pro evropská, respektive česká, města je však toto členění nepříznivé, neboť především v centrech měst se často jedná o kombinované využití. Na relativně malé ploše najdeme prvky například obytného, komerčního a institucionálního využití. Proto bylo, již během analýz v Centru kinantropologického výzkumu, přistoupeno k zástupným kódům, které umožňují kombinaci využití. Například kombinovanému použití plochy (obytné, komerční a institucionální) bude v atributové tabulce odpovídat řetězec složený, ze tří znaků: LCT (living, commercial, institutional).“ (Křivka, 2011). Tyto požadavky nesplňoval žádný z vybraných zdrojů aktualizace, tudíž nemohl původní vrstvu nahradit.

Tab. 2 Doporučené kategorie a kódy landuse

Český název kategorie	Anglický název kategorie	Doporučený kód
Obytný	Living	L
Komerční	Commercial	C
Služby	Services	S
Industriální	Industrial	I
Institucionální	Institutional	T
Rekreační	Recreational	R
Ostatní	Other	O
Vodní plochy a toky	Water	W

(Křivka, 2011)

Pro přístup k datům Copernicus Urban Atlas 2018 nejprve proběhla online registrace a vytvoření účtu na webových stránkách programu Copernicus Land Monitoring Service. Z tohoto webu byl poté stažen balíček dat pouze pro Olomouc. Balíček obsahoval vektorová data ve formátu Esri Shapefile, dokument ve formátu PDF s mapou zájmové oblasti, a metadata. Tato data byla validována 31. 5. 2018. Vektorová data bylo potřeba nejprve převést z geografického souřadnicového systému GCS_ETRS_1989, do systému GCS_S_JTSK, ve kterém byly veškeré použité datové sady v této práci. Jelikož vrstva zaujímala větší plochu, než bylo požadované katastrální území Olomouce, byla za použití nástroje *Clip* v ArcMap oříznuta. Na území Olomouce bylo klasifikováno 21 kategorií landuse. Pro účely aktualizace a lepší zjištění změn, bylo potřeba provést jejich reklasifikaci na 8 základních kategorií přípustných v metodice projektu IPEN. Plochy industriální, komerční, veřejné, vojenské a soukromé byly v rámci Urban Atlas zařazeny do jedné společné kategorie. Proto data nebylo možné zařadit do jednotlivých

kategorií využití území jako je industriální, komerční, služby, institucionální. Vznikla tedy alternativní klasifikace, tvořena 5 kategoriemi landuse (Tab. 3): obytný, rekreační, vodní plochy a toky, ostatní a společnou kategorií komerční, služby, institucionální, industriální. Novou kategorií jsou plochy, které slouží jako dopravní a železniční komunikace. Ty nejsou v původní vrstvě uvažovány a ani zařazeny do žádné kategorie.

Tab. 3 Nová klasifikace dat Copernicus Urban Atlas 2018

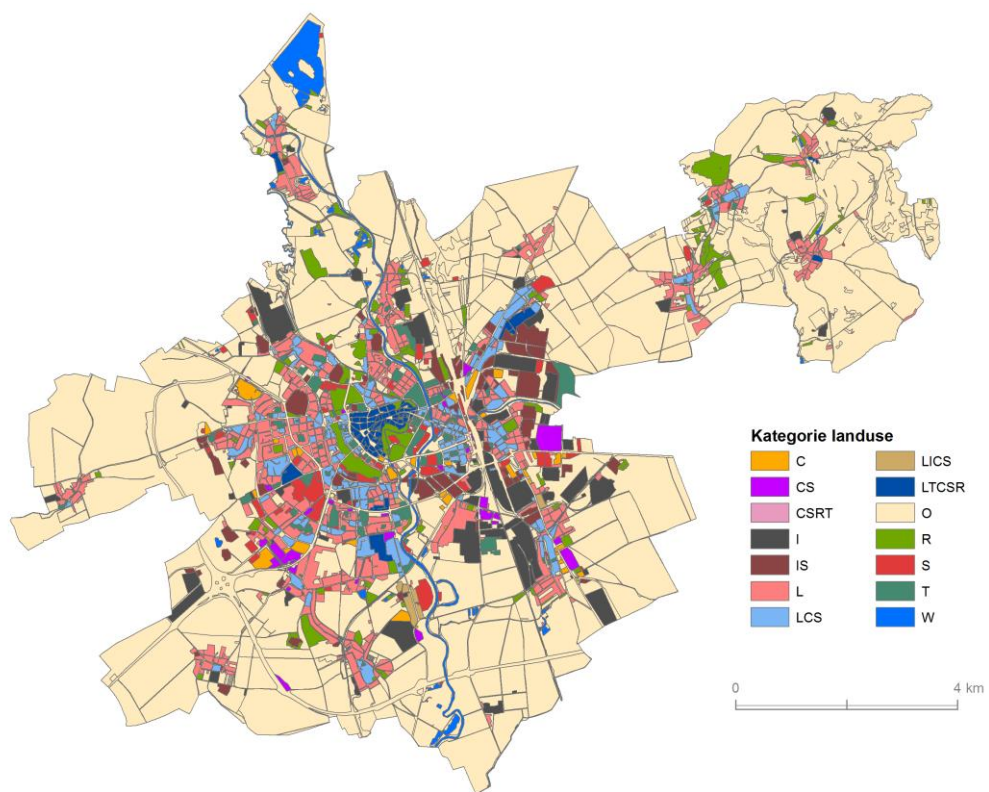
Nová kategorie	Původní kategorie (anglický název)
Obytný	Continuous urban fabric (S.L. : > 80%) Discontinuous dense urban fabric (S.L. : 50% - 80%) Discontinuous low density urban fabric (S.L. : 10% - 30%) Discontinuous medium density urban fabric (S.L. : 30% - 50%) Discontinuous very low density urban fabric (S.L. : < 10%)
Komerční, služby, institucionální, industriální	Industrial, commercial, public, military and private units
Rekreační	Green Urban Areas Sports and leisure facilities
Vodní plochy a toky	Water
Ostatní	Airports Arable land (annual crops) Construction sites Forests Fast transit roads and associated land Herbaceous vegetation associations (natural grassland, moors...) Isolated structures Land without current use Mineral extraction and dump sites Other roads and associated land Pastures Railways and associated land

Lehce dostupným zdrojem dat bylo OpenStreetMap. Data o využití území byla získána opět přes QGIS a jeho zásuvný modul QuickOSM. Parametry nastaveny na hodnoty „Key“ = landuse a „In“ = Olomouc. Na zobrazených datech bylo zřejmé, že polygony landuse jsou generalizovány a nejsou tedy dostatečně podrobné. Z těchto důvodů tato vrstva do následné aktualizace příliš nevstupovala.

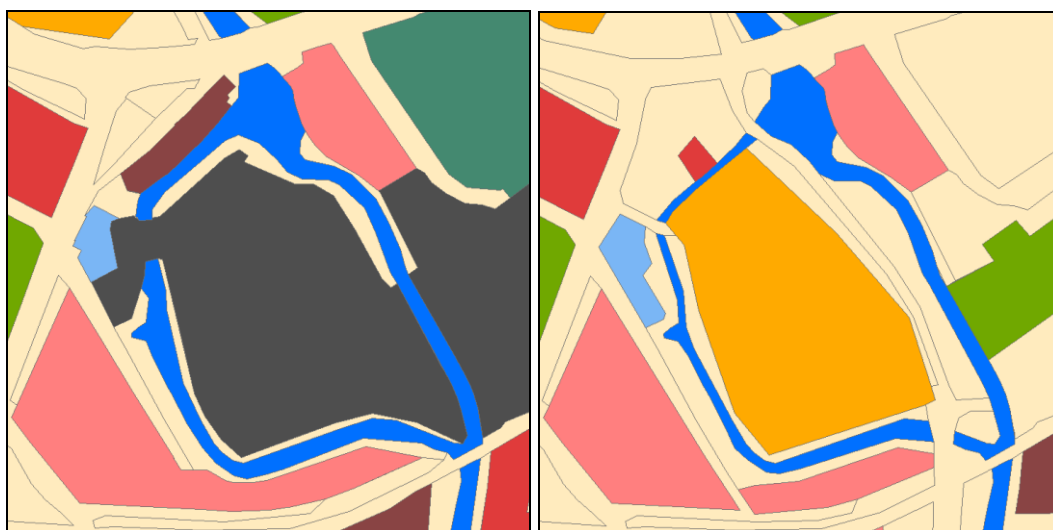
Využito bylo i Open Land-Use Map a Územní plán Olomouce 2019. Jedná se o webové aplikace, tudíž s daty nebylo pracováno v prostředí GIS software, ale pouze nahlíženo na jejich vizualizace. I přes možnost jejich stažení z Open Land-Use Map, bylo od této varianty upuštěno, z důvodu velkého objemu stahovaných dat. Upravený Územní plán Olomouce nabyl účinnosti 12. 12. 2019. V jeho mapové aplikaci bylo využito především vrstvy hlavního výkresu. Územní plán rozlišoval 11 typů ploch s rozdílným využitím.

Úprava dat probíhala nad podkladovou vrstvou ortofotomapy České republiky. Ta byla zobrazena technologií Esri ArcGIS Server jako prohlížečská služba. Ortofotomapa je mozaika složená z leteckých snímků. Jedná se tedy o georeferencované ortografické zobrazení zemského povrchu. Ortofoto ČR spravuje Zeměměřický úřad ve spolupráci s Vojenským geografickým a hydrometeorologickým úřadem (VGHMÚř). Velikost jednoho pixelu je 0,20 metru. Aktualizace Ortofota ČR se provádí ve dvouleté periodě, vždy pro jednu polovinu území republiky. Východní část země, a tedy i zájmové území této práce, bylo aktualizováno v roce 2018 (ČÚZK, 2017).

K největším úpravám původních dat docházelo, podle očekávání, v okrajových částech města a přilehlých obcích, kde se rozrůstá zástavba. Na okraji města došlo k rozšíření původních nebo vzniku nových průmyslových zón. Příkladem může být Technologický park Olomouc-Hněvotín. Od roku 2011 vznikly i nové rezidenční komplexy, jako například Holandská čtvrť. Výjimkou nebyly ani nové ulice s výstavbou rodinných domů. Tento trend je zřejmý především v okolních obcích. Mezi nejvýznamnější změny u komerčního využití patřil Nákupní park Bělidla, který vznikl na brownfieldu v městské části Bělidla, Galerie Šantovka (Obr. 9) a rozšíření Nákupního parku Haná. Většina těchto nových staveb vznikla na plochách s původním označením kategorie „Ostatní“. Vznikly tedy nové polygony s hodnotou kategorie odpovídající typu nové výstavby. Ta byla zjištěna ze zmíněných zdrojů, včetně Ortofota ČR, podle kterého byly polygony vektorizovány. V některých případech nově vzniklé plochy odpovídaly původním polygonům, tudíž nebylo potřeba vytvářet nové, či upravovat jejich hranice. Nad podkladovou vrstvou bylo viditelné, že některé polygony zabírají i části území s jiným využitím. Došlo tedy k manuálním úpravám a zpřesnění průběhu jejich hranic. Při aktualizaci byly zachovány původní kategorie a jejich kombinace. Pro centrum města je typická kombinace LTCSR, která značí bydlení, institucionální, komerční, služby a rekreační využití. Na území Olomouce se tedy vyskytovalo 14 druhů ploch s rozdílným využitím (C, CS, CSRT, I, IS, L, LCS, LICS, LTCSR, O, R, S, T, W). Finální fází byla kontrola topologické čistoty dat. Topologické pravidlo *Must Not Have Gaps* neodhalilo žádné „díry“ mezi polygony. Následovala úprava překryvů mezi polygony. Tato místa byla odhalena použitím topologického pravidla *Must not Overlap*. Nalezeno bylo celkem 1 098 chyb. Opraveny byly manuálně společně s nástroji *Merge* a *Subtract*.



Obr. 8 Aktualizovaná vrstva landuse



Obr. 9 Landuse v okolí Galerie Šantovka v roce 2011 (vlevo) a 2020 (vpravo)

7 AKTUALIZACE ULIČNÍ SÍTĚ

Přesto, že se jedná o pohybovou aktivitu chodců, k výpočtu indexu konektivity se namísto vrstvy chodníků používá vrstva uliční sítě. Důvody ve své práci zmiňuje Tomáš Krivka (2011). Primárním poskytovatelem původní datové sady uliční sítě byl Magistrát města Olomouce. Původním záměrem bylo tuto sadu aktualizovat na základě dat OpenStreetMap, Ortofota ČR a StreetNet CZE verze 1411. V průběhu práce byla společností CEDA Maps a. s. na katedru geoinformatiky UP Olomouc zapůjčena nová verze StreetNet. Rozhodnuto bylo o kompletním nahrazení původní vrstvy novým produktem. Zdrojem uliční sítě se tedy stala vektorová geodatabáze StreetNet CZE 1911, ©2020 CEDA Maps. „Geodatabáze StreetNet je tvořena 15 datovými vrstvami – hlavní a nosnou je kompletní bežešvá a plně routovatelná síť pozemních komunikací doplněná dalšími topografickými vrstvami a vrstvami administrativního členění. Prvky každé vrstvy jsou popsány několika až několika desítkami atributů. Nejvíce informací je obsaženo ve vrstvě pozemních komunikací (road) - údaje evidenční (číslo, mezinárodní číslo a třída komunikace, název ulice atd.), atributy popisující technický i funkční stav jednotlivých úseků a základní atributy pro pohyb po síti.“ (CEDA, [online]). Zapůjčena byla na Katedru geoinformatiky UP Olomouc, za účelem výuky či použití jako zdroj dat pro diplomové a publikační práce. Součástí databáze byla i technická dokumentace dat. Data byla poskytnuta ve formátu Esri Shapefile se souřadnicovým systémem S-JTSK a referenční verzí RÚIAN, platnou k 31. 10. 2019. Měřítko mapového podkladu je 1 : 10 000. Licenční smlouva mezi CEDA Maps a. s. a Katedrou geoinformatiky UP Olomouc, umožňuje uživateli poskytnutá data editovat a pořizovat jim nové vlastnosti. Z databáze byla využita vrstva *road.shp*.

Tab. 4 Typy komunikací, klasifikované databází StreetNet, na území Olomouce

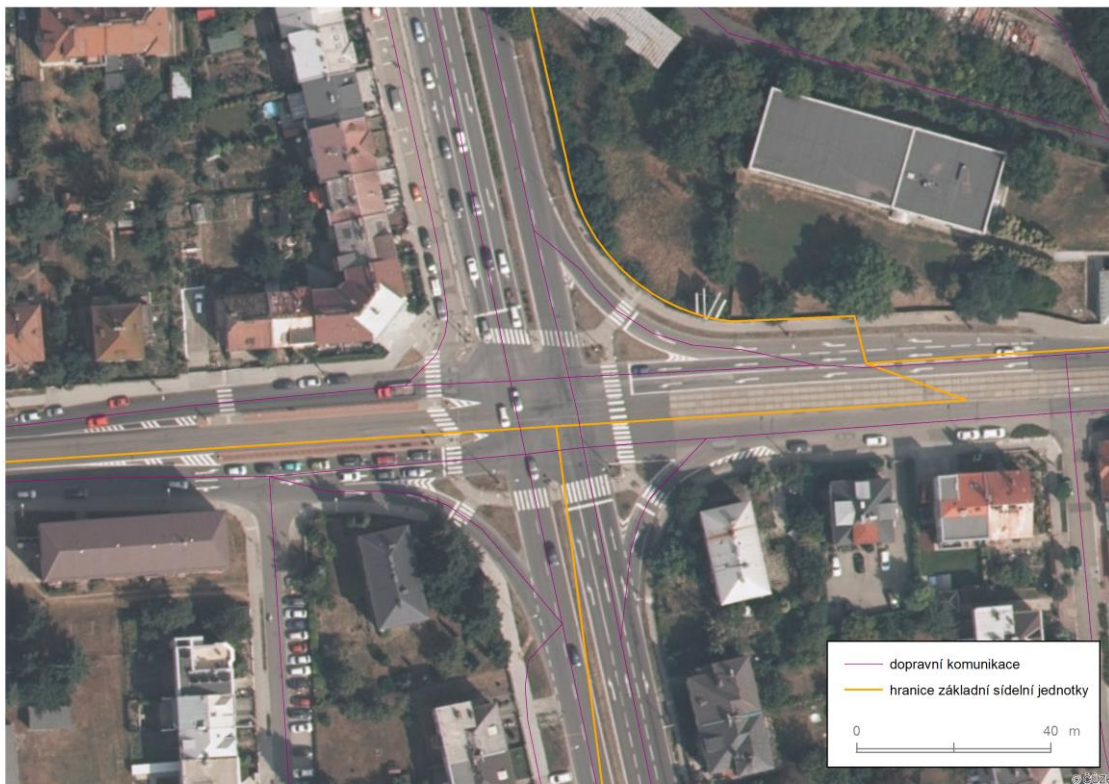
Atribut	Kód atributu	Hodnota
Typ komunikace	FW	1 – dálnice 2 – silnice pro motorová vozidla, ostatní komunikace s oddělenými jízdními pruhy 3 – jednoproudá komunikace 4 – kruhový objezd 6 – parkoviště 7 – (vícepodlažní) kryté parkoviště 10 – nájezd, sjezd 11 – obslužná komunikace 12 – vjezd/výjezd parkoviště 14 – pěší zóna 15 – chodník, komunikace určená jen pro chodce 16 – stezka 20 – schody 21 – pasáž (průchod pro chodce) 24 – stezka pro cyklisty a pěší 25 – stezka pro cyklisty 26 – pěšina

Původní vrstva byla vytvořena na základě dat OpenStreetMap a obsahuje pouze silnice. Výhodou využití databáze StreetNet je, že rozlišuje 27 typů komunikací. Kromě silnic obsahuje tedy i chodníky a různé stezky pro chodce. Lépe tedy reflektuje skutečný stav a možnosti pro pohyb chodce. Předpokladem tedy je, že se zvýší prostupnost území a tím i dílčí index konektivity. Na území Olomouce se celkově nacházelo 17 typů. Typ komunikace označuje kód atributu *FW*. Podle něj byly také odebrány komunikace, které nejsou primárně určeny pro chodce. Na území Olomouce se jednalo pouze o jeden úsek kategorie 25 – stezka pro cyklisty. Všechny zbylé kategorie, uvedené v tabulce výše, byly zachovány a ve výpočtu použity. Aby data byla vhodná k výpočtu Indexu chodeckosti, byla po vzoru Krejsy (Krejsa, 2018) topologicky upravena. Ten použil topologická pravidla *Must Not Overlap*, k odstranění překrývajících se prvků, a *Must Not Have Pseudo Nodes*, které je používáno ke spojení pseudo uzlů. Ulice v původních datech byly rozděleny na dílčí samostatné segmenty, které byly díky topologickým pravidlům spojeny a tvořily souvislé linie. Stejným způsobem byly řešeny linie i v databázi StreetNet. „Pokud by nedošlo k odstranění pseudo uzlů a překrývajících se prvků, skript pro výpočet Indexu konektivity by v těchto místech vytvářel křižovatky, které by následně odstranil. Tudíž by docházelo ke zbytečnému výpočtu a prodlužování celkového času pro výpočet Indexu (Krejsa, 2018).“ Před úpravou byl počet liniových prvků 13 236. Po úpravě topologických chyb se počet zmenšil na 10 940.

Krejsa také odstraňoval úseky silnic, které byly kratší než 10 metrů. Jako důvod uvedl, že se zpravidla nejednalo o silnice, ale pouze o vjezdy k pozemkům, a ve výpočtu by tyto úseky byly spojeny do jednoho velkého uzlu, neboť index slučuje křižovatky do 15 metrů, a tím by opět došlo k časovému prodloužení výpočtu. V nových datech i takto krátké úseky tvoří nedílnou součást sítě komunikací. Vyskytují se například jako spojnice dvou rozdílných ulic. V důsledku odmazání takto krátkých úseků, by na těchto místech nevznikly křižovatky a tím by došlo k ovlivnění hodnoty Valence. Proto tato úprava na nových datech nebyla realizována.

Provedena byla kontrola průběhu linií komunikací vzhledem k hranicím základních sídelních jednotek. Cílem bylo omezit několikanásobné křížení hranice ZSJ jednou linií. K odhalení problémových míst bylo použito topologické pravidlo *Must Not Intersect With*. Následně byly manuálně posunuty linie silnic tak, aby docházelo k co nejmenšímu počtu křížení. Zároveň však s ohledem na křižovatky, aby nedošlo ke změně jejich polohy a nebyl ovlivněn jejich celkový počet v dané ZSJ. V některých případech, se kvůli průběhu hranice ZSJ, vícenásobnému křížení zabránit nedalo. Editace probíhala nad podkladovou mapou Ortofoto ČR.

Specifické byly křižovatky na komunikacích s oddělenými jízdními pruhy. Tento typ komunikace je reprezentován dvěma souběžnými liniemi. Proto docházelo ke křížení ve 4 bodech, namísto obvyklého 1 bodu. To by znamenalo, že se zde nachází čtyři křižovatky, i když reálně se jedná pouze o jednu. Tento nedostatek je vyřešen při výpočtu, neboť skript umožňuje slučovat všechny křižovatky od sebe vzdálené do zvolené vzdálenosti. V rámci této práce byla použita přednastavená vzdálenost 15 metrů, která je doporučena i projektem IPEN. V některých případech tedy hranice ZSJ procházela středem křižovatky a tím bylo způsobeno, že se jedna křižovatka rozpadla do dvou ZSJ. Tento jev je zřejmý na křižovatce ulic tř. Míru, Pražská a Foerstrova (Obr. 9).



Obr. 9 Křižovatka ulic tř. Míru, Pražská a Foerstrova

Dále bylo potřeba opatřit hodnotou H (Highway) úseky silnic, které neumožňují pohyb chodců a budou při výpočtu eliminovány. Podle atributu *FW* byly vybrány 1 – dálnice a 2 – silnice pro motorová vozidla, ostatní komunikace s oddělenými jízdními pruhy. Tyto typy komunikací neumožňují pohyb chodců, a do nově vytvořeného atributu *Trida* jim byla tedy doplněna hodnota H. Toto řešení již bylo aplikováno v předchozích výpočtech indexu chodeckosti. Tímto způsobem bylo vybráno a označeno 470 úseků. Po vizuální kontrole bylo zjištěno, že takto označeny byly i silnice, které ve skutečnosti nabízí možnosti pohybu pro chodce a po jejich obvodu se nachází chodníky. Příkladem jsou Foerstrova a Velkomoravská ulice vedoucí městem, po jejichž stranách jsou chodníky. U dalších úseků bylo problémem, že byly vedeny jako komunikace s oddělenými jízdními pruhy. Většinou byly odděleny pouze tramvajovými kolejemi nebo případnými ostrůvky. Takovými ulicemi byla například tř. Míru nebo tř. Kosmonautů. I tyto silnice ovšem umožňují pohyb pro pěší. Všem těmto problémovým úsekům byla tedy hodnota H manuálně odebrána. Naopak přidělena byla části olomouckého obchvatu a také nájezdům a sjezdům na označené komunikace. Po všech úpravách bylo hodnotou H celkově označeno 156 silničních úseků. Ve výsledku tedy byly označeny ulice Wolkerova, Tovární, Pražská, část ulice Velkomoravská a především obchvat Olomouce (Obr. 10).

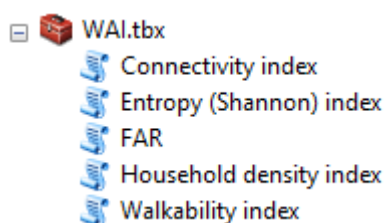


Obr. 10 Dopravní síť Olomouce (©2020 CEDA Maps)

Alternativním zdrojem dat dopravních komunikací, je zmíněný OpenStreetMap. Jedná se o otevřený zdroj dat, tudíž může být využit pro projekty, které nemají přístup ke komerčním produktům. Pro zhodnocení kvality dat a využitelnosti tohoto zdroje, byla data opět stažena přes zásuvný modul QuickOSM v programu QGIS Desktop 3.10.3. Dopravní komunikace jsou obsaženy pod parametrem „Key“ = highway. Do parametru „In“ bylo vepsáno Olomouc, pro stažení dat za území Olomouce. V poli „Value“ bylo na výběr několik typů prvků. Podle klasifikace OSM dat byly vybrány hodnoty motorway, trunk, primary, secondary, tertiary, unclassified, residential, living_street, service, track, road, footway, pedestrian, steps, path. Pro nápovědu s klasifikací se v dialogovém okně pluginu nachází tlačítko „Help with key/value“, které uživatele přesměruje na webové stránky, kde jsou kategorie podrobně popsány. Jedná se o hodnoty zastupující úrovně silnice a různorodé komunikace pro chodce. Bylo provedeno ještě alternativní stažení dat, pouze podle hodnoty highway. Po stažení všech vrstev, byly odebrány bodové i polygonové prvky, aby byla zachována pouze liniová komunikační síť. Po přezkoumání dat bylo zjištěno, že komunikační síť složená z jednotlivých vrstev neobsahuje některé úseky silnic, jako například odbočovací pruhy. Naopak ve vrstvě obsahující všechny kategorie přebývaly nežádoucí cyklostezky (cycleway) a plánované silnice (proposed), proto musely být dodatečně odstraněny. Z důvodu neúplnosti komunikační sítě při spojení jednotlivých vrstev bylo za vhodnější uznáno stažení kompletní kategorie highway, i za cenu případné editace vrstvy. Komunikační síť města Olomouce vytvořená z dat OpenStreetMap je dostatečně podrobná a lze ji považovat za použitelnou pro výpočet Indexu chodeckosti. Kromě silnic obsahuje také pěšiny v parcích, chodníky a různé stezky pro chodce.

8 VÝPOČET DÍLČÍCH INDEXŮ

Pro výpočet Indexu chodeckosti jsou potřeba hodnoty čtyř dílčích indexů, ze kterých se finální index počítá. Jedná se o Index konektivity, Index sídelní hustoty, FAR index a Index entropie. Všechny tyto hodnoty byly vypočítány za použití předem vytvořeného nástroje ve formě ArcToolboxu v programu ArcMap 10.4.1. Prototyp nástroje vytvořil ve své diplomové práci Tomáš Křivka (2011). Použita byla jeho upravená a aktualizovaná verze, od Jana Krejso z roku 2018. Toolbox obsahuje pět samostatných skriptů, napsaných v jazyce Python. Každý z nich je určený pro výpočet konkrétního indexu, včetně finálního Indexu chodeckosti. Výsledkem každého skriptu jsou tři nové atributy ve vrstvě použitých územních celků, v tomto případě základních sídelních jednotek. Do těchto atributů jsou přidány výsledné hodnoty daného indexu, jejich standardizované hodnoty z-score, ze kterých se počítá Index chodeckosti, a decily.



Obr. 11 Toolbox na výpočet indexu chodeckosti

Index konektivity (Connectivity index) udává počet křižovatek na plochu základní sídelní jednotky bez vodních ploch. Do výpočtu indexu však vstupuje hodnota Valence, což je počet cest, které se v křižovatce setkávají. Křižovatka ve tvaru „T“ má valenci o hodnotě tři. Křižovatka ve tvar „X“ má valenci čtyři. Vrstva křižovatek je pouze pracovní a skript s ní počítá pouze na pozadí (Křivka, 2011). Do skriptu s názvem Connectivity index vstupuje vrstva základních sídelních jednotek, vrstva ulic a také vrstva využití území. Potřebnými parametry pro uliční síť, je atributu nesoucí údaj o třídě komunikace a hodnota, označující úseky, které nejsou určeny pro chodce. Nastaven byl tedy atribut *Trida* s hodnotou H (Highway). Aby mohla být od plochy ZSJ odečtena vodní plocha, musel být z vrstvy využití území označen atribut *landuse*, který obsahuje kategorie využití území a dále kód „W“, reprezentující vodní plochy. Posledním parametrem je hodnota vzdálenosti, ve které proběhne slučování blízkých křižovatek. Křižovatky, které se od sebe nachází na krátkou vzdálenost, jsou pro chodce jako jedna křižovatka. Proto se sloučí dohromady a vznikne jedna křižovatka s hodnotou Valence čtyři. Vzdálenost byla nastavena na 15 metrů. Ta je doporučena i v metodice projektu IPEN.

Index entropie (Entropy index) je ukazatelem diverzity využití území. Hodnoty indexu jsou normalizovány na stupnici od 0 do 1, kde 0 označuje území s jedním typem využití. Naopak hodnota 1 indikuje kombinaci několika typů využití dohromady jako třeba bydlení, institucionální, komerční atd. (Adams a kol., 2014, s.3). Pro výpočet indexu entropie slouží skript s názvem Entropy (Shannon) index. Do výpočtu vstupuje pouze vrstva ZSJ a vrstva *landuse*. Opět došlo k vybrání atributu s kategoriemi využití území a přidání hodnoty „W“ pro vodní plochy, které nejsou začleněny do výpočtu.

FAR index (Floor area ratio index) představuje poměr rozlohy prodejní plochy obchodů k rozloze území s komerčním využitím. Předpokládá se, že vysoký index vypovídá o území s velkým podílem malých obchodů. Taková oblast bude pro transport pěšky atraktivní. Naopak pokud je index nízký, zřejmě se jedná o území s velkými

obchody či obchodními centry, do kterých je pro obyvatele výhodnější a pohodlnější jezdit automobilem (Dobešová, Křivka, 2014). Vstupem nástroje FAR je vrstva ZSJ, vrstva landuse a vrstva obchodů. Opět byl vybrán atribut *landuse*, kategorizující typ využití. V dalším poli byla ponechána předdefinovaná hodnota „C“, reprezentující území s komerčním využitím. V posledním parametru byl vybrán atribut z vrstvy obchodů, který nese číselný údaj o velikosti prodejní plochy.

Index sídelní hustoty (Household density index) udává poměr počtu domácností a plochy využívané pro bydlení. Čím vyšší hodnota indexu, tím větší hustota bydlení. Vysoký index je typický pro centra měst. Do výpočtu jako vždy vstupuje vrstva ZSJ. V tomto případě je nutné, aby obsahovala atribut s údaji o počtu domácností. Parametru vyžadující tuto hodnotu byl přidělen atribut *Pocet_bytu*. Druhým vstupem do nástroje Household density index je vrstva landuse. Opět s atributem rozlišující kategorie využití území a nyní zvolenou hodnotou „L“, pro území využité na bydlení.

Zastavěné prostředí, které má pozitivní vliv na pohybovou aktivitu, je častěji charakterizováno vyšší hustotou obyvatel, dostatečnou konektivitou, vyšší hodnotou land-use mix a vysokou hodnotou FAR indexu (Dygrýn, Mitáš, 2009).

Všechna vstupní data jsou ve formátu Esri shapefile. Vizualizace jsou zobrazeny v souřadnicovém systému WGS 1984 UTM Zone 33N (EPSG: 32633), Mercatorovo válcové konformní zobrazení, základní poledník 15°. Indexy jsou vizualizovány na základě hodnot decilů. U všech indexů byly kategorizovány do stejných intervalů (Tab. 5). Rozptyl intervalů byl zvolen stejný, jako uvádí Krejsa (2018), který také zmiňuje, že toto rozdělení doporučuje i projekt IPEN. V následujícím textu jsou pouze zmenšené mapové náhledy vypočítaných indexů.

Tab. 5 Kategorie indexu a příslušné intervaly decilů pro vizualizace

Kategorie indexu	Interval decilů
Nízký	<1,3>
Střední	(3,6>
Vysoký	(6,10>

Centrum Olomouce má vysoký **Index konektivity** (Obr. 12 a příloha 2). V okrajových částech města je index nižší. Jak zmiňuje Křivka (2011), vyšší hodnoty indexu konektivity vypovídají o dobře propojeném a prostupném území. Vysoká konektivita je charakteristická pro centra měst, které nemají vhodné podmínky pro automobilovou dopravu, kvůli absenci rychlých silničních koridorů a míst pro parkování. V centru města se tedy předpokládá aktivní transport respondentů. Naopak nízký index je typický pro okrajové části měst. Obyvatelé zpravidla nepracují v místě bydliště, proto musí překonávat velké vzdálenosti, pro které je pohodlnější doprava automobilem.

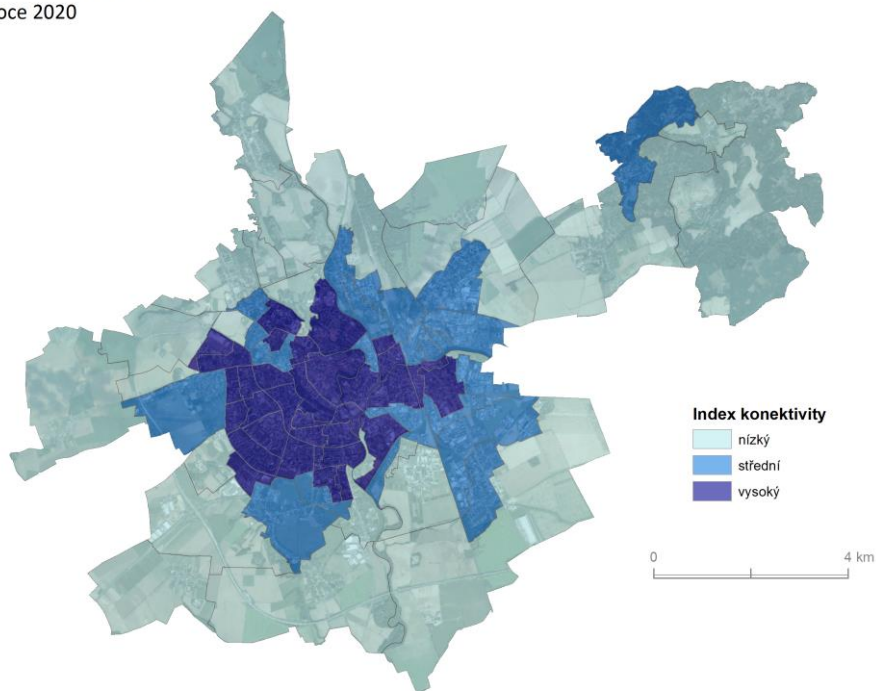
Vysoké hodnoty **entropie** se projeví především v centru města a městských částech Hodolany, Bělidla, Pavlovičky a Chválkovice (Obr. 13 a příloha 3). Jedná se tedy o území s různorodým využitím, kde obyvatelé mohou uspokojit své potřeby (obchod, škola, práce atd.) na relativně malé ploše. Proto se předpokládá, že se budou přepravovat pěšky.

Vysoký **FAR index** se prokázal v základních sídelních jednotkách, s výskytem velkého množství obchodů, což je v Olomouci opět centrum města (Obr. 14 a příloha 4). Posledním typickým jevem pro centra měst je vysoký **Index sídelní hustoty**. Ten ukazuje vysokou hustotu domácností. Tento jev se na datech Olomouce potvrdil. Kromě

centra v Olomouci, charakterizuje také ZSJ v městských částech s velkými sídlišti jako je například Povel (Obr. 15 a příloha 5).

INDEX KONEKTIVITY

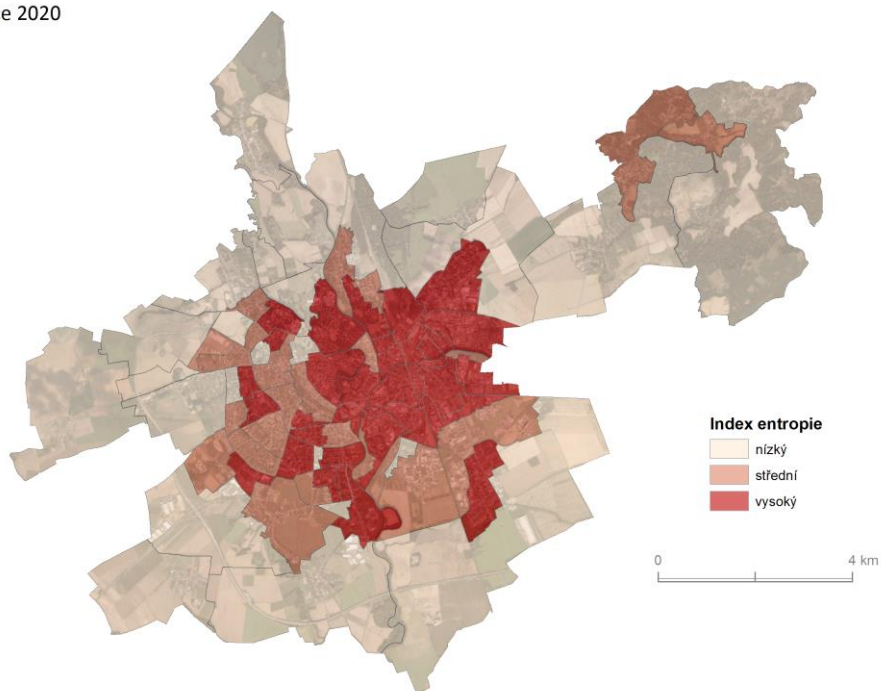
v Olomouci v roce 2020



Obr. 12 Index konektivity v Olomouci v roce 2020

INDEX ENTROPIE

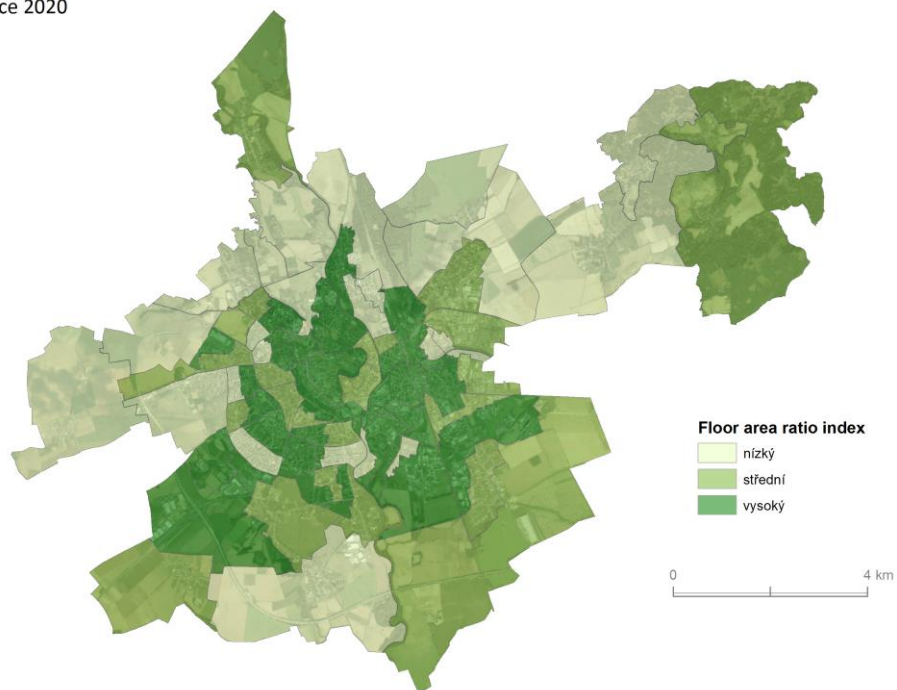
v Olomouci v roce 2020



Obr. 13 Index entropie v Olomouci v roce 2020

FLOOR AREA RATIO INDEX

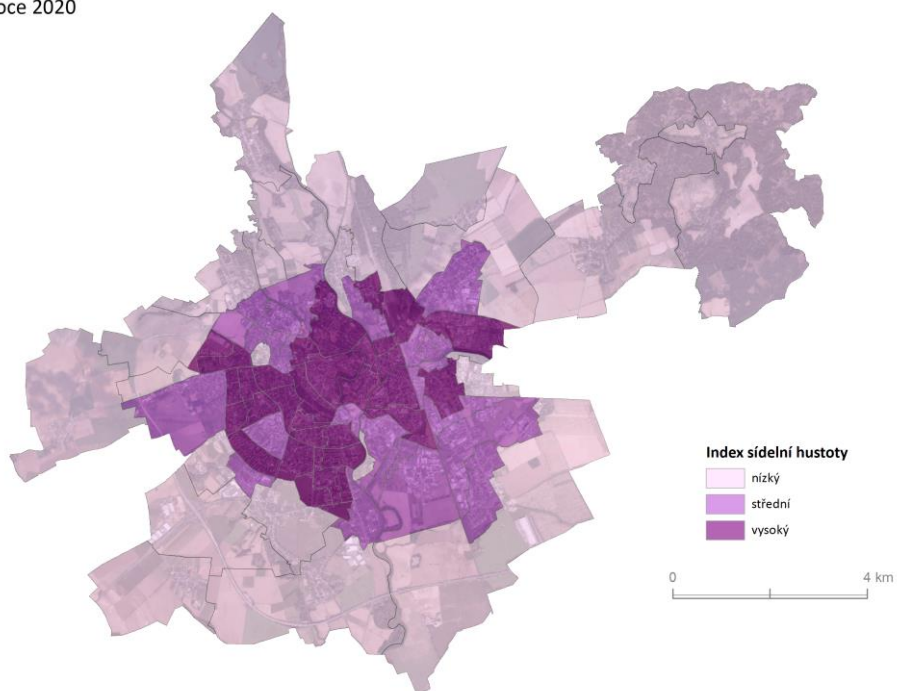
v Olomouci v roce 2020



Obr. 14 FAR index v Olomouci v roce 2020

INDEX SÍDELNÍ HUSTOTY

v Olomouci v roce 2020



Obr. 15 Index sídelní hustoty v Olomouci v roce 2020

8.1 Porovnání indexů

Pro porovnání výpočtů s původními a aktualizovanými daty, bylo potřeba vybrat společné územní dělení, pro které budou jednotlivé indexy vypočítány. Zvoleno bylo univerzální územní dělení pomocí hexagonální sítě. Tato síť byla vytvořena použitím nástroje *Generate Tessellation*. Velikost plochy jednoho hexagonu byla nastavena na 0,25 hektaru. Tato plocha se jevila pro sledování případných změn jako nejvhodnější, neboť při volbě větší plochy bylo území děleno na méně částí, a tím pádem byly výsledky výpočtů příliš generalizované. Síť byla v nástroji *Clip* ořezána vrstvou katastrálního území Olomouce. Tím vznikla výsledná vrstva území Olomouce děleného celkem na 508 hexagonových jednotek.

Pro výpočet Indexu sídelní hustoty je zapotřebí, aby jednotlivé hexagony obsahovaly údaj o počtu domácností na svém území. Tuto podmínku nebylo možné splnit, jelikož v původních datech byl tento údaj součástí urbanistických obvodů a nešlo jej přepočítat do nově vybraných územních celků, hexagonů. V případě aktualizovaných dat bylo možné přepočet realizovat, protože údaj o počtu domácností byl obsažen v samostatné bodové vrstvě stavebních objektů a na základě polohy objektů mohl být přiřazen příslušným hexagonům. Princip je stejný jako u úpravy datové sady základních sídelních jednotek. Bez hodnot indexu sídelní hustoty nemohl být vypočítán celkový Index chodivosti. Z toho důvodu byly porovnány pouze výsledky Indexu konektivity, FAR indexu a Indexu entropie.

Použitím odlišných vstupních dat výpočtu se změnila hodnota indexu pro jednotlivé územní celky. Jelikož jsou tyto hodnoty rozdělovány do decilů, rozdíl hodnot indexu zapříčiní i změnu hranic decilů. Proto nelze provádět srovnání podle hodnot decilů, ale podle výsledných hodnot konkrétních indexů. Intervaly hodnot indexů, k rozdělení do tří kategorií, byly sestaveny po úvaze hodnot z aktualizovaných dat. Intervaly byly navrženy pro použití na datech v rámci této práce. Nejedná se tedy o doporučené hodnoty intervalů. Vizualizace jsou dostupné v plné velikosti v přílohách. Zde jsou také mapy (Příloha 7, Příloha 9, Příloha 11) ukazující konkrétní hexagony, ve kterých došlo ke změnám.

Tab. 6 Intervaly hodnot indexů pro vizualizace porovnání území Olomouce

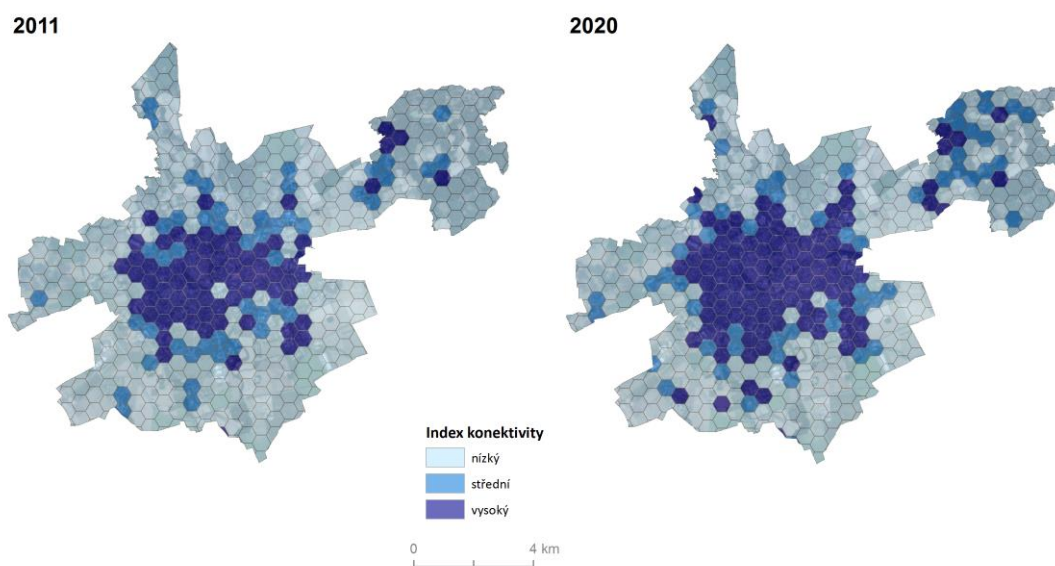
Kategorie indexu	Hodnoty		
	Index konektivity	Index entropie	FAR index
Nízký	(0–0,0001>	(0–0,4>	(0–0,001>
Střední	(0,0001–0,0002>	(0,4–0,7>	(0,001–0,05>
Vysoký	(0,0002–0,001463>	(0,7–1>	(0,05–18,78>

Rozdíly mezi vstupními daty se nejvíce projevily na indexu konektivity (Obr. 16 a příloha 6) a FAR indexu. Při aktualizaci vrstvy využití území nedošlo k razantním změnám, tudíž se hodnoty indexu entropie na aktualizovaných datech oproti hodnotám vypočítaných na původních datech příliš nelišily (Obr. 17 a příloha 8). Centrum města se tedy v obou případech vyznačuje vysokým **Indexem entropie**, který značí heterogenní území s různorodým využitím. K zvýšení hodnoty kategorie došlo v 22 hexagonech, především na okraji města. Zmenšení jen v 17 případech. Ani jednou se nejedná o snížení stavu o dvě kategorie. Na výsledku **Indexu konektivity** se pro rok 2020, projevilo použití podrobnější komunikační sítě, kdy se vysoký index objevuje kromě centra i v okrajových částech města a okolních obcích. Celkem došlo k zvýšení

kategorie indexu konektivity v 76 hexagonech. Z toho v devíti případech z nízkého na vysoký. Velice rozdílné byly vstupní vrstvy obchodů. To se potvrdilo na hodnotách vypočteného **FAR indexu**. Proto byla potřeba kategorie rozdělit do vhodných intervalů. Rozdíly jsou patrné na přiložených vizualizacích (Obr. 18 a příloha 10). Na výpočtu z aktualizované vrstvy obchodů je viditelný úbytek území s vysokým FAR indexem. Celkově došlo k snížení indexu ve 33 jednotkách. Nejvíce v oblasti městské části Holice. To je způsobeno rozdílem vstupní vrstvy obchodů, kdy oproti původní vrstvě obsahuje aktualizovaná vrstva menší počet komerčních objektů a nižší hodnoty velikosti prodejní plochy. U čtyř hexagonů došlo ke zvýšení z nízké na vysokou kategorii indexu.

INDEX KONEKTIVITY

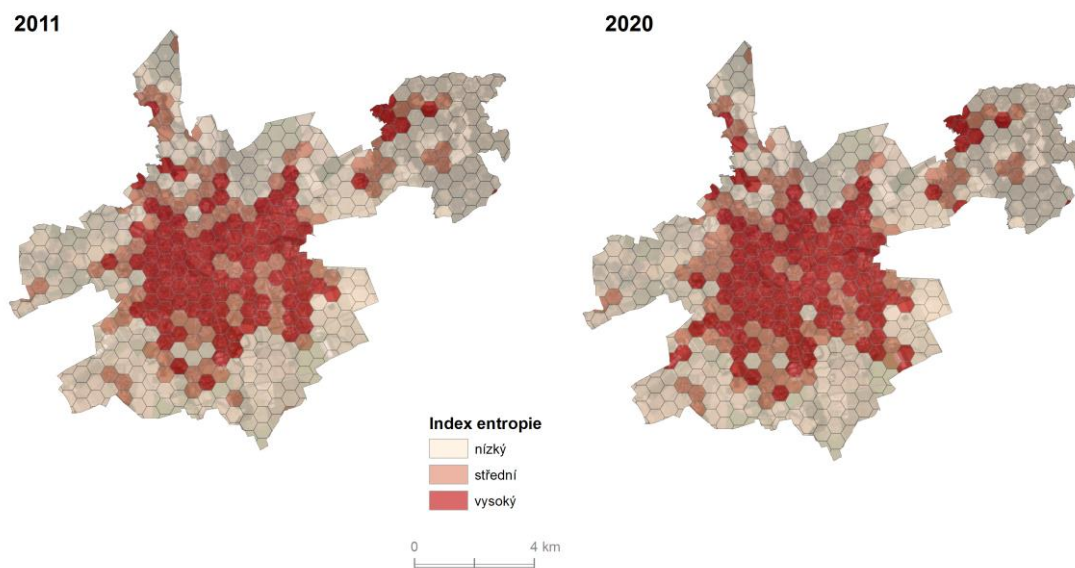
v Olomouci v roce 2011 a 2020



Obr. 16 Porovnání indexu konektivity v Olomouci v roce 2011 a 2020

INDEX ENTROPIE

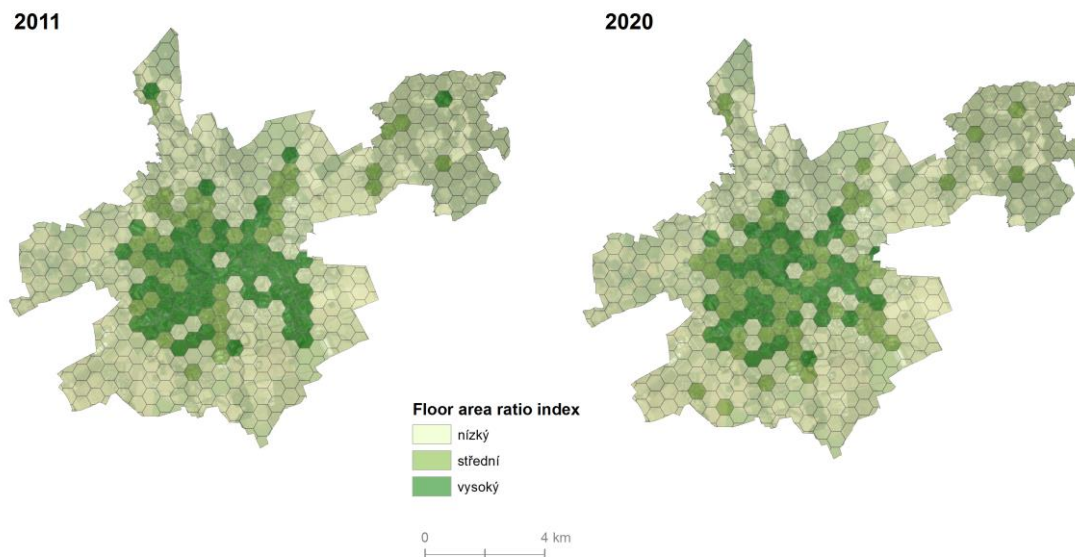
v Olomouci v roce 2011 a 2020



Obr. 17 Porovnání indexu entropie v Olomouci v roce 2011 a 2020

FLOOR AREA RATIO INDEX

v Olomouci v roce 2011 a 2020



Obr. 18 Porovnání FAR indexu v Olomouci v roce 2011 a 2020

9 VÝPOČET INDEXU CHODECKOSTI

Index chodeckosti je ukazatelem předpokládané pohybové aktivity. Poslední částí ArcToolboxu je skript Walkability index, který vypočítá celkový Index chodeckosti. Vstupem výpočtu je vrstva ZSJ, pro kterou bude index počítán, a standardizované hodnoty předešlých indexů, které jsou obsaženy v atributové tabulce referenční vrstvy. Ve finále bude do této vrstvy ještě přidán atribut s hodnotou Indexu chodeckosti a rozdělením do decilů. Standardizovaná hodnota není počítána. Index konektivity vstupuje do výpočtu s dvojnásobnou váhou, než mají ostatní indexy. Rovnice výpočtu indexu chodeckosti:

$$WAI = (2 \times CONN) + ENT + FAR + HDENS$$

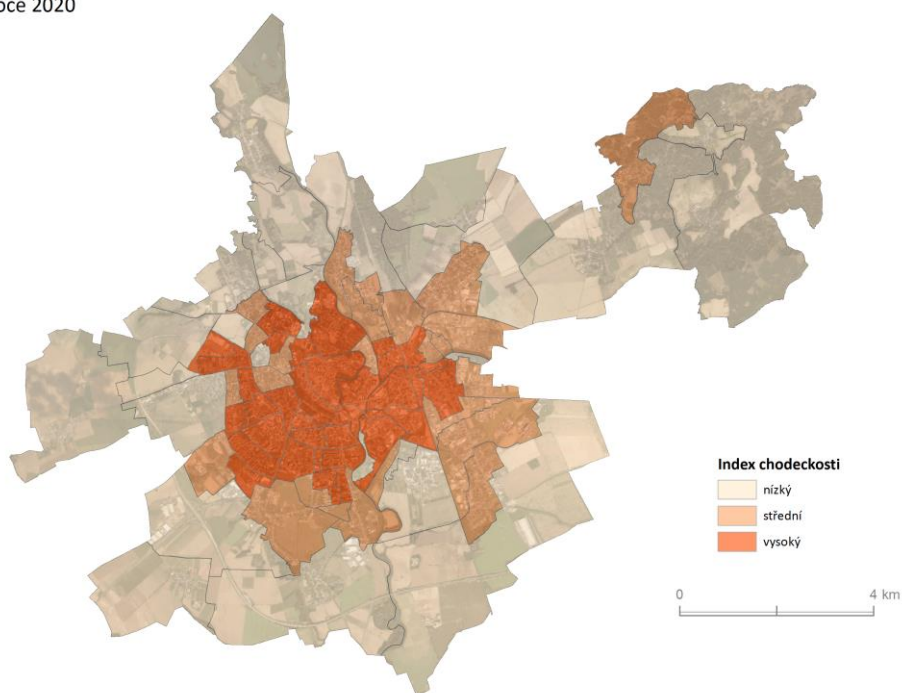
kde:

<i>WAI</i>	Index chodeckosti
<i>CONN</i>	standardizovaná hodnota Indexu konektivity
<i>ENT</i>	standardizovaná hodnota Indexu entropie
<i>FAR</i>	standardizovaná hodnota Floor area ratio indexu
<i>HDENS</i>	standardizovaná hodnota Indexu sídelní hustoty

Pro vizualizaci byly decily indexu chodeckosti rozděleny do stejných intervalů (Tab. 5), jako při výpočtech dílčích indexů. Mapa je dostupná jako příloha č. 1.

INDEX CHODECKOSTI

v Olomouci v roce 2020



Obr. 19 Index chodeckosti v Olomouci v roce 2020

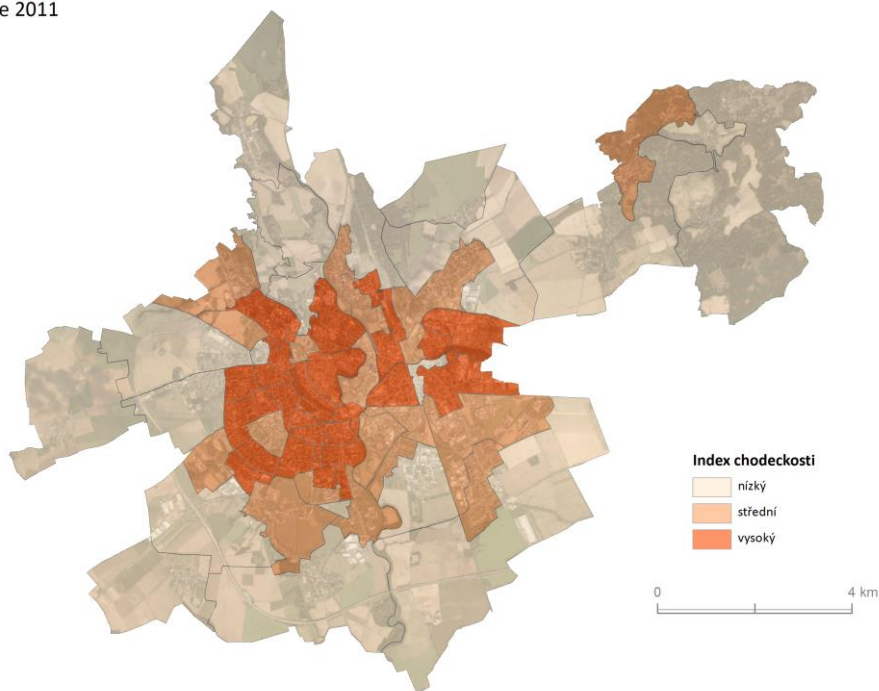
Výsledky indexu chodeckosti v Olomouci byly podle očekávání. Vysoký index chodeckosti byl vypočítán základním sídelním jednotkám, ve kterých se již projevil vysoké hodnoty dílčích indexů. Jedná se především o centrum města, což je oblast s hustou uliční sítí, různorodým využitím území, velkým množstvím obchodů a vysokou sídelní hustotou.

V roce 2009 proběhla pod vedením Centra kinantropologického výzkumu v Olomouci studie pod názvem „Zastavěné prostředí v pohybové aktivitě obyvatel Olomouce s využitím geografických informačních systému“, k analýze výsledku Indexu chodeckosti, spočítaného v GIS, a průměrného denního počtu kroků. Vzorkem bylo 70 obyvatel Olomouce, jejichž pohybová aktivita byla monitorována pedometrem po dobu jednoho týdne. Respondenti, žijící v oblastech s nízkým indexem chodeckosti, dosahovali v průměru 9 230 kroků za den, což je o 2 088 kroků méně, než obyvatelé žijící v oblastech s vysokým indexem chodeckosti. Ve studii, byl vzhledem k vyššímu průměrnému počtu kroků u obyvatel bydlících v oblastech s vysokým indexem chodeckosti, potvrzen vliv zastavěného prostředí na úroveň pohybové aktivity (Dygrýn, Mitáš, 2009).

Pro orientační porovnání výsledků je přiložena ukázka Indexu chodeckosti vypočítaného na datech z roku 2011. Výsledky nelze přímo porovnávat, neboť oba výpočty mají různé územní členění. Aktuální index je přepočítán do ZSJ, zatímco původní data do urbanistických obvodů. Na obou výpočtech se však potvrzuje jev vysokého indexu chodeckosti v centru města, ale také oblast Svatého Kopečku se středním indexem, která má oproti svému okolí vyšší konektivitu, entropii a sídelní hustotu.

INDEX CHODECKOSTI

v Olomouci v roce 2011



Obr. 20 Index chodeckosti v roce 2011

9.1 Výpočet bez stavebnin, autosalonů a autobazarů

Výsledný index chodeckosti byl vypočítán na základě hodnot FAR indexu, který byl vypočítán z kompletní vrstvy obchodů, obsahující 953 prvků. Pro zjištění, zdali na výsledky mělo vliv započítání prodejen s velkou prodejní plochou, do kterých se primárně nechodí pěšky, byl proveden experimentální výpočet indexu chodeckosti. Nejprve však musel být přepočítán FAR index. Vstupem pro nový výpočet FAR indexu byla vrstva obchodů, ve které byly odebrány všechny stavebniny, autosalony a autobazary. Oproti kompletní verzi ubylo 55 obchodů a nově vzniklá varianta tedy obsahovala 898 obchodů.

Obě verze výpočtu byly porovnány podle hodnot FAR indexu a samotného indexu chodeckosti. Při výpočtu nového FAR indexu dojde k přepočtu hodnot i v ZSJ, kde nedošlo ke změnám. To má za následek také posunutí hranic decilů. Mylně tedy dojde ke změně decilů i na sídelních jednotkách, kde nedošlo ke změně.

Změny ve vstupních vrstvách obchodů se podle očekávání projeví v hodnotách FAR indexu. Vzhledem k úbytku obchodů a s ním spojeného zmenšení celkové rozlohy prodejní plochy, došlo ke snížení hodnot Floor area ratio indexu u 23 ZSJ. Tyto změny měly nepatrný dopad na výsledný index chodeckosti. Jeho hodnoty se nejvíce změnilly pouze v řádu desetin, což nemělo vliv na výslednou kategorii indexu příslušné základní sídelní jednotky.

Tab. 7 Ukázka vybraných rozdílů hodnot FAR indexu a Indexu chodeckosti

Název ZSJ	Výpočet s kompletní vrstvou obchodů		Výpočet s alternativní vrstvou obchodů	
	Atribut FAR	Atribut WAI	Atribut FAR	Atribut WAI
Městský dvůr	0,0451	-2,6506	0,0091	-2,8179
Kpt. Nálepky	0,0943	2,8169	0,0884	2,7988
17. listopadu	0,0074	10,7108	0	10,6851
Slavonín	0,0306	-1,7170	0,0204	1,7563
Na dílech	0,0128	-4,5902	0,0065	-4,6103

10 VÝSLEDKY

Hlavním cílem práce bylo navrhnout a zjistit možnosti získání dat, potřebných pro výpočet indexu chodeckosti na území Olomouce, a následně index z aktualizovaných dat vypočítat. V rámci práce byly tedy vybrány zdroje dat, které jsou vhodné k použití pro výpočet indexu chodeckosti. Mezi data potřebná pro výpočet indexu chodeckosti patří vrstva územního dělení, uliční síť, vrstva využití území a vrstva obchodní sítě. Snahou bylo vybrat veřejně dostupné zdroje, aby mohly být případně využity při aplikaci metodiky na jiném městě České republiky. Využity byly lokální zdroje dat jako jsou Administrativní registr ekonomických subjektů, databáze ArcČR® 500, Územní plán Olomouce, Ortofoto ČR od ČÚZK, RÚIAN, databáze Kreativní a kulturní průmysl v Olomouci, ale i původní data z roku 2011. Kromě Územního plánu Olomouce a KKP Olomouce, lze ostatní zdroje využít v jiných městech ČR. Mezi panevropské a globální zdroje patří především OpenStreetMap, ale také Open Land-Use Map, nebo Urban Atlas 2018. Jediným využitým komerčním zdrojem je databáze StreetNet CZE 1911, ©2020 CEDA Maps. U všech zdrojů byly popsány metody a možnosti získání dat. Jako nejsložitější se ukázalo získání dat z veřejných registrů.

Hlavní částí práce byla aktualizace dat. Proces aktualizace původních dat byl podrobně popsán. Uvedena byla také řešení problémových pasáží při úpravě dat, které byly objeveny v průběhu aktualizace. Časově nejnáročnější byla aktualizace databáze obchodů. Ta si vyžádala sběr dat v terénu. Nejprve proběhlo testování mobilní aplikace Open Data Kit Collect, která se však neosvědčila. Pro tento účel byla nakonec využita mobilní aplikace Locus GIS. Ta nabízela intuitivnější uživatelské prostředí, a především podporu datového formátu Esri shapefile, čímž se zjednodušil převod dat z aplikace do desktopového softwaru. Proto byl Locus GIS vyhodnocen jako vhodný nástroj pro sběr prostorových dat. Výsledná vrstva obchodů je jedním ze stěžejních výstupů této práce. Zjišťovány byly údaje i nad rámec potřeb pro účel této práce. Vrstva může sloužit i pro jiné analýzy na území Olomouce.

Z aktualizovaných dat byly nejprve vypočítány dílčí indexy. Index konektivity, vypovídající o dobře ulicemi propojeném a prostupném území, měl vysoké hodnoty v centru města. Území v centru Olomouce je využíváno pro různé účely. Dochází zde ke kombinaci bydlení, komerčních ploch, institucionálních budov, rekreačních ploch a samozřejmě služeb. Obyvatelé zde tedy mohou uspokojit většinu svých potřeb. Takové území charakterizuje vysoký Index entropie. Ten se směrem od centra snižuje. Vysoké hodnoty ve středu města nabývá také Index sídelní hustoty a díky velkému počtu obchodů i FAR index. Jednotlivé indexy byly následně porovnány s těmi, vypočítanými na datech z roku 2011. Největší změny zaznamenal Index konektivity a FAR index. Důvodem bylo použití podrobnějších dat komunikací a zdokonalené vrstvy obchodů.

Jako poslední byl vypočítán aktuální index chodeckosti v Olomouci. Na jeho výsledcích se potvrdil očekávaný vysoký index v centru města. Pro tuto oblast je typická vysoká konektivita, různorodé využití území, husté zalidnění a velký podíl obchodů. Všechny tyto faktory pozitivně ovlivňují pohybovou aktivitu. Předpokládá se zde tedy největší pohybová aktivita obyvatel. Proveden byl ještě experimentální výpočet, k vyhodnocení vlivu velkých prodejen jako jsou stavebniny, autosalony a autobazary na výsledky indexu chodeckosti. Jelikož byla nakonec využita doporučená metoda výpočtu prodejní plochy u takto velkých objektů, tak ve většině případů byla určena na 100 m². Z toho důvodu byly změny nepatrné a na výsledky neměly vliv.

DISKUZE

Aktualizace dat probíhala především z veřejně dostupných zdrojů. To také z důvodu, aby data byla dostupná i pro ostatní města v případě, že by chtěli aplikovat metodiku indexu chodeckosti. Pro aktualizaci uliční sítě byl ovšem pro tuto práci k dispozici komerční produkt. Jedná se o databázi StreetNet, ©2020 CEDA Maps. Tato data byla využita kvůli své vysoké podrobnosti. Pro projekty, které nemají takové možnosti může být alternativním zdrojem databáze OpenStreetMap. Po nahlédnutí do dat komunikací z OSM, byly pro účel výpočtu indexu chodeckosti posouzeny za dostačující. Avšak výpočet na nich realizován nebyl.

V procesu přípravy dat uliční sítě na výpočet Indexu konektivity, byl vynechán jeden krok úpravy, kterou navrhl Krejsa (2018). Ten v původních datech odstraňoval úseky silnic, kratší než 10 metrů, z důvodu, že se zpravidla nejednalo o silnice, ale pouze vjezdy k pozemkům, a ve výpočtu by tyto úseky byly spojeny do jednoho velkého uzlu. Což by zbytečně prodlužovalo výpočet. Odstranění i takto krátkých úseků, by vzhledem k povaze nově použitých dat způsobilo ovlivnění výsledků, neboť zde i tyto silnice hrají důležitou roli. Vyskytují se například jako spojnice dvou rozdílných ulic. V důsledku jejich odstranění by zde tedy nevznikly křižovatky, čímž by došlo k ovlivnění hodnoty Valence.

Samotný výpočet indexu chodeckosti v GIS není náročný. Úskalí ovšem spočívá v objemu práce při přípravě a tvorbě dat. Tato část není automatizovaná, a proto je pro uživatele časově náročná. Limitující je také dostupnost údajů, potřebných pro výpočet. Například údaj velikosti prodejní plochy obchodů. V České republice tento údaj není ve veřejných registrech dostupný. V případě Olomouce bylo možné údaj zjistit ze zdrojových dat či sběrem dat v terénu. V roce 2014 proběhla studie pohybové aktivity v 15 městech z 12 zemí celého světa. Jelikož údaj prodejní plochy byl dostupný pouze ve čtyřech zemích, došlo k úpravě metodiky výpočtu Indexu chodeckosti a tento údaj nebyl započítán. Kromě hodnot Indexu chodeckosti, byl vliv okolí na pohybovou aktivitu obyvatel hodnocen i podle dostupnosti veřejné dopravy, parků a rekreační vybavenosti okolí (Adams a kol., 2014). Pro hodnocení předpokládané pohybové aktivity může být tedy využito více faktorů. Výzkum v brazilském městě Rolândia, byl prováděn na základě osmi determinantů. Kromě čtyř základních, zohledňuje také ceny nemovitostí, ceny pozemků a tzv. Space Syntax. Ten kvantitativně popisuje městské prostředí, vztah mezi veřejným a soukromým prostorem, prostupnost a bezpečnost. Je počítán dvěma způsoby, jako Space Syntax Integration a Space Syntax Choice (Leão a kol., 2020).

Dalším hlediskem může být přesnost určování velikosti prodejní plochy obchodu. Jelikož tento údaj není dostupný v žádném veřejném registru, musel být přejímán ze zdrojových dat, naměřen pomocí laserového dálkoměru, nebo, jako ve většině případů, určen pomocí expertního odhadu. Při odhadu se jedná o subjektivní pocit sběrače dat. Proto lze zpochybnit přesnost hodnot. Nicméně pro účely výpočtu není potřebná přesná velikost, protože odchylka například 10 metrů od skutečného stavu v porovnání s prodejní plochou obchodních center zanikne. Dostačující je zaokrouhlená přibližná hodnota. Problémové bylo určení prodejní plochy u stavebnin, autosalonů a autobazarů. Většinou se jedná o velké haly s rozsáhlým areálem, kde je taktéž vystaveno zboží. Při započítání celé plochy areálu, které by zřejmě více odpovídalo realitě, by ovšem došlo k výraznému ovlivnění výsledných hodnot. Nakonec byla použita metoda doporučená Mgr. Janem Dygrýnem, Ph.D., kdy byla počítána pouze určitá část

centrálních budov. Nad touto problematikou se lze zamyslet nad příkladem dvou autobazarů, kdy sice oba mají stejně velkou prodejnu, ale jeden disponuje areálem s nabídkou 200 vozů a druhý menší plochou pouze s 20 vozy. Pro zákazníka bude atraktivnější autobazar s větším výběrem. Je možné polemizovat také nad tím, jestli vůbec ve výpočtu indexu chodeckosti tyto obchody uvažovat, jelikož do nich zákazník primárně nechodí pěšky.

Při aktualizaci dat došlo také k uvědomění si současných trendů. Dochází k rozrůstání zástavby rodinných domů v okolních obcích Olomouce. To může být důsledek procesu suburbanizace. Trendem je také výstavba velkých obchodních center. Od roku 2011, kdy byla vydána původní data, došlo v Olomouci k rozšíření nákupního parku Haná, výstavbě Galerie Šantovka a nákupního parku Bělidla. Že se jedná o dlouhodobý trend dokazuje již naplánovaná výstavba druhé části Galerie Šantovka.

Bohužel nevyřešeným problémem zůstává porovnání indexů vypočítaných na aktualizovaných a původních datech. Kvůli rozdílnému územnímu členění nelze mapově porovnat Index sídelní hustoty a celkový Index chodeckosti. Porovnány byly tedy aspoň zbývající tři dílčí indexy. Řešení pomocí dělení území Olomouce na hexagony bylo inspirováno od Jana Krejse (2018). Tato metoda je vhodná pro porovnání výsledků z různých měst České republiky, které nemají k dispozici stejnou úroveň administrativního dělení, ale také k srovnání měst na mezinárodní úrovni.

Index chodeckosti je vhodný k analýze struktury města a jeho vztahu k aktivnímu pohybu obyvatel. Na reálných datech se vyhodnotí, které části města mají vhodné podmínky a podporují aktivní pohyb, a které naopak svým prostředím „zamezují“, aby lidé více chodili pěšky. Výsledky indexu chodeckosti mohou být využity urbanisty při navrhování nové městské části či restrukturalizaci části města. Projektování lepší sítě komunikací, tak aby území bylo prostupnější, větší kombinaci budov s různým využitím a preferování rovnoměrně rozmístěných menších obchodů.

V budoucnu je možné na toto téma zopakovat studii Centra kinantropologického centra v Olomouci z roku 2009, kde dojde k porovnání výsledků předpokládané pohybové aktivity vypočítané v GIS s reálnými hodnotami, získanými sledováním obyvatel. Vybrat například větší reprezentativní vzorek respondentů, z různých věkových skupin a sledovat případné změny. Otázkou je technická proveditelnost sledování pohybové aktivity respondentů, vzhledem ke kapacitě dostupných akcelerometrů. Možností může být navržení použití jiné metody sledování pohybové aktivity, například pomocí GPS v mobilním zařízení.

ZÁVĚR

Hlavním cílem práce bylo zjistit zdroje a možnosti získání dat, potřebných pro výpočet indexu chodeckosti na území Olomouce. Vybraným zdrojům byla zhodnocena využitelnost pro výpočet indexu chodeckosti, a byly popsány postupy a možnosti získání dat z těchto zdrojů. Na základě dat z uvedených zdrojů proběhla aktualizace původních dat z roku 2011. Jedná se o vrstvu územního členění, bodovou vrstvu obchodů, vrstvu využití území a vrstvu uliční sítě. V rámci této práce vznikla nová vrstva maloobchodní sítě v Olomouci, která může být použita pro další analýzy.

Pro potřeby aktualizace zejména obchodní sítě, byly navrženy automatizované postupy sběru dat v terénu, za použití dvou mobilních aplikací. Jedná se o bezplatné aplikace Locus GIS a Open Data Kit Collect, specializující se na sběr dat v terénu. Text práce obsahuje postup pro přípravu a realizaci sběru dat pomocí těchto aplikací. Došlo také k porovnání funkcionalit a vyhodnocení lepšího přístupu, pro použití na sběr prostorových dat.

Z nově aktualizovaných dat byl v programu ArcMap 10.4.1 za použití předem vytvořeného nástroje vypočítán aktuální Index chodeckosti v Olomouci. Jeho výsledek potvrdil očekávaný vysoký index chodeckosti, tedy předpokládanou pohybovou aktivitu, v centru města. Kromě výsledného Indexu chodeckosti, byly vypočítány samotné dílčí indexy, které jsou vstupem jeho výpočtu, a tedy Index konektivity, Index entropie, Floor area ratio index a Index sídelní hustoty. První tři jmenované byly porovnány s hodnotami vypočítanými na původních datech. Zde se projeví rozdíly mezi podrobností původních a aktualizovaných dat.

Posledním bodem práce bylo ověření vlivu obchodů s velkou prodejní plochou, do kterých zákazník primárně nechodí pěšky, na index chodeckosti. V této práci byly za takové obchody označeny stavebniny, autosalony a autobazary. Vzhledem k použité metodě určení velikosti prodejní plochy, se významný vliv těchto objektů na výslednou předpokládanou pohybovou aktivitu obyvatel, nepotvrdil.

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

ADAMS, M.A. et al. International variation in neighborhood walkability, transit, and recreation environments using geographic information systems: the IPEN adult study. *International Journal of Health Geographics*, Vol. 13, pp. 43, 2014

ČIHÁKOVÁ, Lenka. Proměny maloobchodní sítě v intraurbánní struktuře města Olomouc v období globalizace maloobchodu. Olomouc, 2016. diplomová práce (Mgr.). UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI. Přírodovědecká fakulta

DOBEŠOVÁ, Z., KŘIVKA, T.(2012): Walkability index in the urban planning: A case study in Olomouc city. J. Burian (ed.): *Advances in Spatial Planning InTech*, Rieka, Croatia, 179-196s. ISBN 978-953-51-0377-6

DYGRÝN, J., MITÁŠ, J. Zastavěné prostředí v pohybové aktivitě obyvatel Olomouce s využitím geografických informačních systémů. *Tělesná kultura*, 2009/11/23 2009, vol. 32, no. 2, p. 100-109.

IPEN [online]. 2012 [cit. 2020-06-07]. International Physical Activity and the Environment Network. Dostupné z: <http://www.ipenproject.org/index.html>

KREJSA, Jan. Aktualizace programů pro výpočet indexu chodeckosti a jeho aplikace. Olomouc, 2018. bakalářská práce (Bc.). UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI. Přírodovědecká fakulta

KŘIVKA, Tomáš. Prostorové vyhodnocení pohybových aktivit v zastavěném území. Olomouc, 2011. diplomová práce (Mgr.). UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI. Přírodovědecká fakulta

LEÃO, Ana Luiza Favarão, Hugo Queiroz ABONIZIO, Rodrigo Siqueira REIS a Milena KANASHIRO. Walkability variables: an empirical study in Rolândia - PR, Brazil. *Ambiente Construído* [online]. 2020, 20(2), 475-488 [cit. 2020-06-07].

DOI: 10.1590/s1678-86212020000200410. ISSN 1678-8621.

Dostupné z: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212020000200475&tlng=en

LONGLEY, Paul, Michael F. GOODCHILD, D. J. MAGUIRE a David RHIND. *Geografické informace: systémy a věda*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, [2016]. ISBN 978-80-244-5008-7

LIOLIAS, Alexandr. Výpočet velikosti prodejní plochy a účelové omezení velikosti prodejní plochy za účelem prodeje o státních svátcích. *Epravo.cz: Články* [online]. Praha, 23. 7. 2019 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <https://www.epravo.cz/top/clanky/vypocet-velikosti-prodejni-plochy-a-ucelove-omezeni-velikosti-prodejni-plochy-za-ucelem-prodeje-o-statnich-svaticich-109629.html>

ODK Docs [online]. ODK, ©2020 [cit. 2020-03-20]. Dostupné z: <https://docs.getodk.org>

Open Land-Use Map [online]. ©2016 [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: https://app.hslayers.org/open_land_use_sk/#

Ortofoto České republiky – úvod. ČÚZK: *Aplikace* [online]. Praha, 2017 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(c0y4garibq1wyh0z2wf2pyew\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&text=ortofoto_info&side=ortofoto](https://geoportal.cuzk.cz/(S(c0y4garibq1wyh0z2wf2pyew))/Default.aspx?mode=TextMeta&text=ortofoto_info&side=ortofoto)

Průměrný Čech trpí mírnou nadváhou. ČSÚ: *Vydáváme: Katalog produktů* [online]. 11. dubna 2018 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/prumerny-cech-trpi-mirnou-nadvahou>

Rozmístění a koncentrace obyvatelstva ČR - 2001: Velikostní struktura základních sídelních jednotek v letech 1980-2001. ČSÚ: *Vydáváme: Katalog produktů* [online]. 2014 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/4120-03-casova_rada_1961_2001-4_velikostni_struktura_zakladnich_sidelnich_jednotek_v letech_1980_2001_

StreetNet. *CEDA: Produkty* [online]. Praha [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <http://www.ceda.cz/cs/produkty/vektorove-mapy/streetnet/>

Urban Atlas. *Copernicus: Local* [online]. ©2020 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas>

Urban Atlas. *Český kosmický portál: Pozorování Země: Copernicus* [online]. Praha, ©2020 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <https://www.czechspaceportal.cz/urban-atlas/>

Základní sídelní jednotka. ČSÚ: *Databáze, registry: Registr sčítacích obvodů a budov: Metodika – RSO: územní prvky* [online]. 2017 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/rso/zsj_rso

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Vázané přílohy:

Příloha 1: Index chodeckosti v Olomouci v roce 2020

Příloha 2: Index konektivity v Olomouci v roce 2020

Příloha 3: Index entropie v Olomouci v roce 2020

Příloha 4: Floor area ratio index v Olomouci v roce 2020

Příloha 5: Index sídelní hustoty v Olomouci v roce 2020

Příloha 6: Index konektivity v Olomouci v roce 2011 a 2020

Příloha 7: Změna Indexu konektivity v Olomouci v roce 2020 proti roku 2011

Příloha 8: Index entropie v Olomouci v roce 2011 a 2020

Příloha 9: Změna Indexu entropie v Olomouci v roce 2020 proti roku 2011

Příloha 10: Floor area ratio index v Olomouci v roce 2011 a 2020

Příloha 11: Změna Floor area ratio indexu v Olomouci v roce 2020 proti roku 2011

Volné přílohy

Příloha 12: Poster

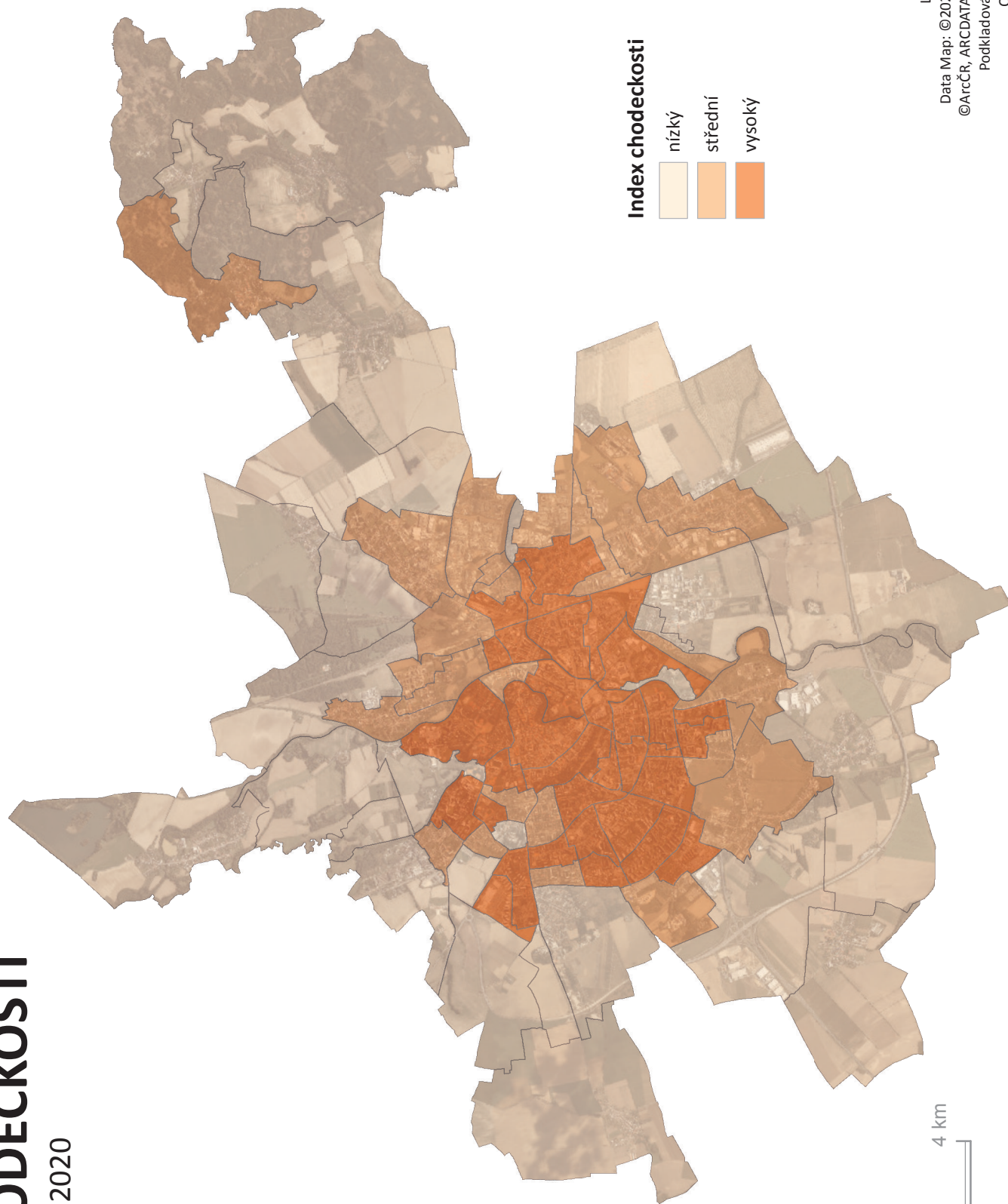
Příloha 13: DVD

Popis struktury DVD

- Text_prace.pdf
- Poster.pdf
- Data
 - puvodni_data
 - vystupni_data
- Web
- Toolbox
 - WAI_v10.tbx
- Prilohy
 - Priloha_1.pdf
 - Priloha_2.pdf
 - Priloha_3.pdf
 - Priloha_4.pdf
 - Priloha_5.pdf
 - Priloha_6.pdf
 - Priloha_7.pdf
 - Priloha_8.pdf
 - Priloha_9.pdf
 - Priloha_10.pdf
 - Priloha_11.pdf

INDEX CHODECKOSTI

v Olomouci v roce 2020



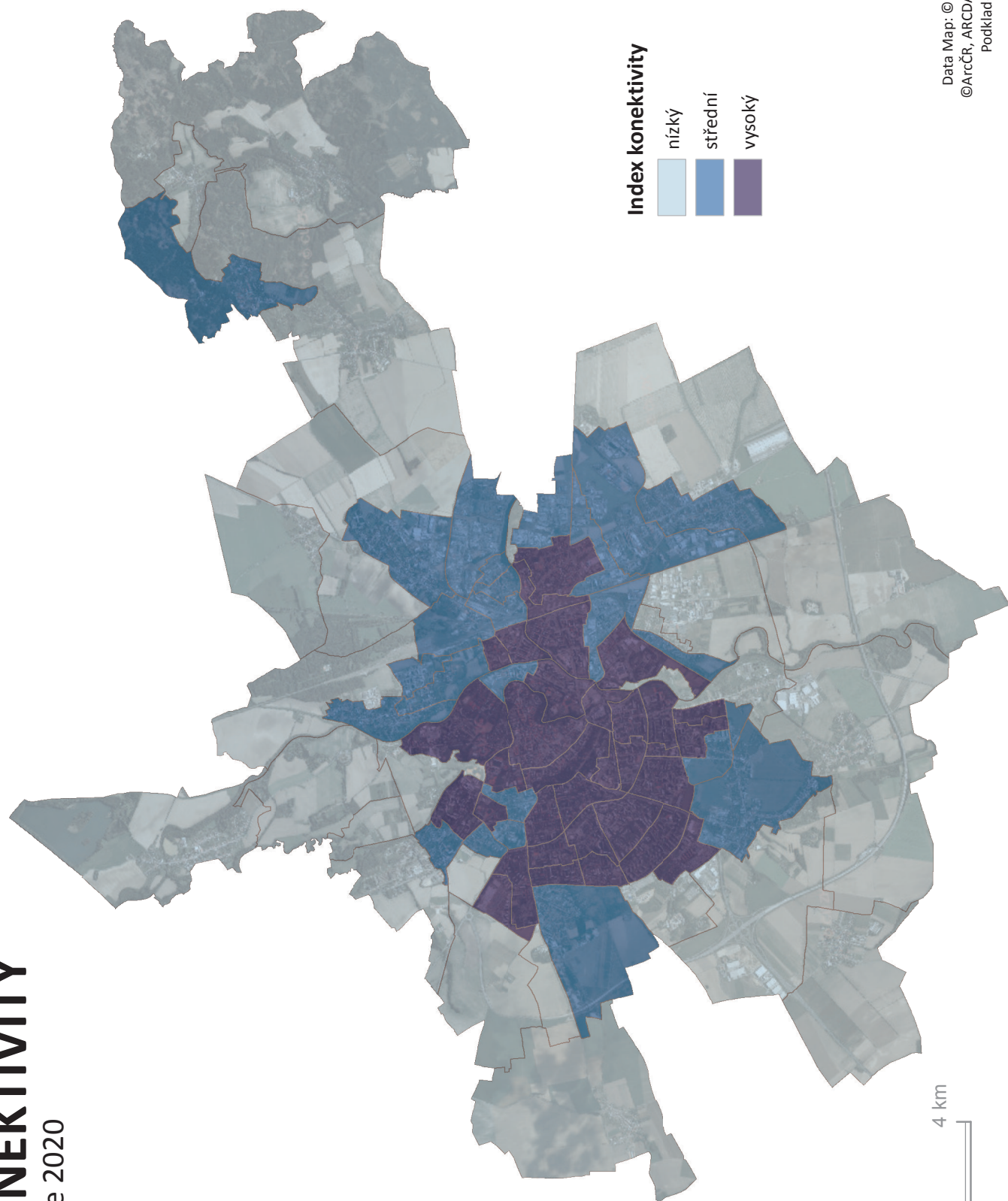
Index chodeckosti



1 : 80 000

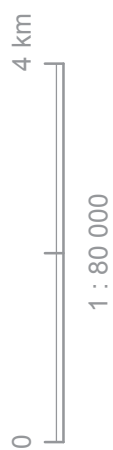
INDEX KONEKTIVITY

v Olomouci v roce 2020



Index konektivity

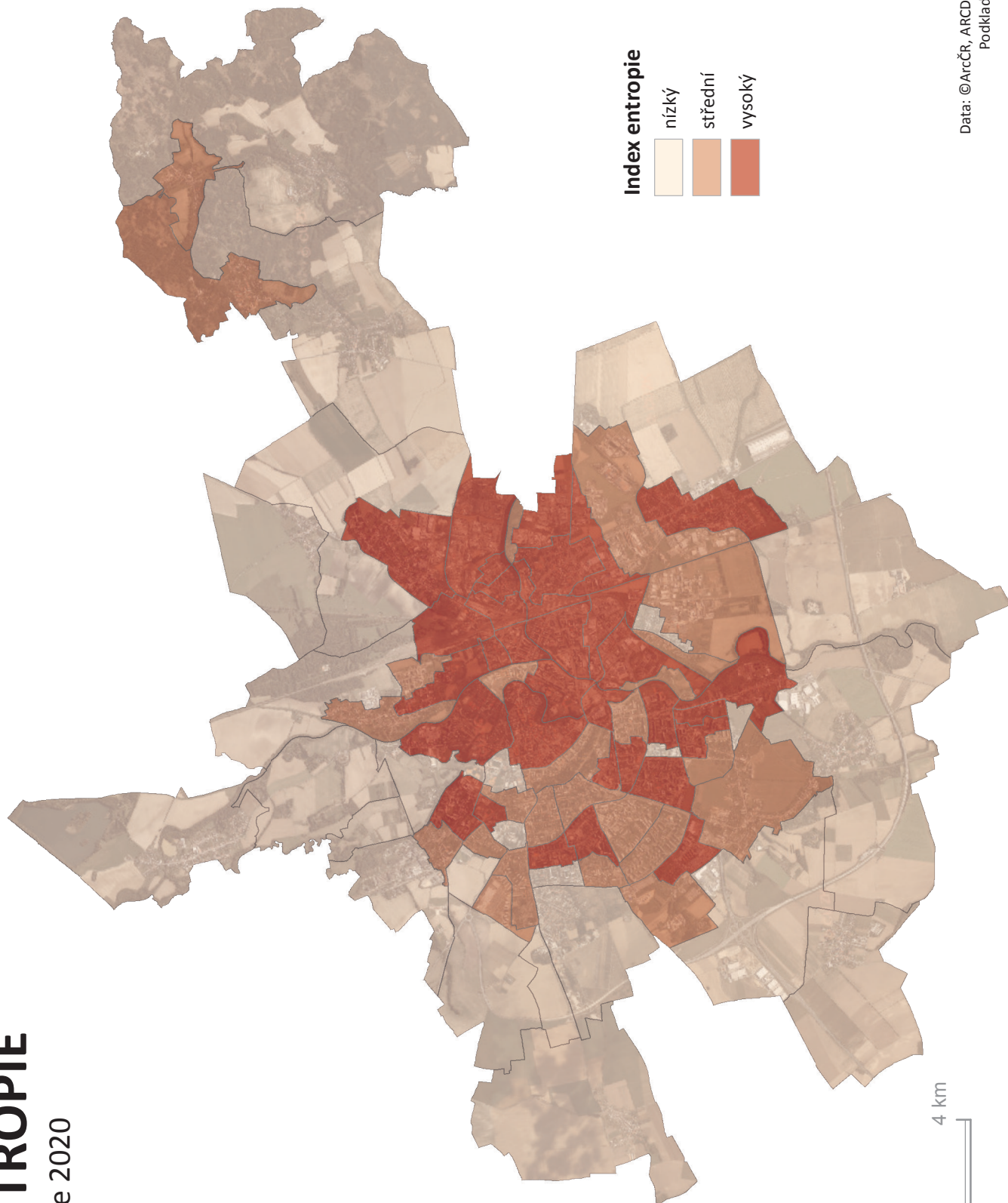
- nizký
- střední
- vyšoký



Lukáš POSPÍŠIL
Data Map: © 2020 CEDA Maps
© ArcČR, ARCDATA PRAHA, 2016
Podkladová data: © ČÚZK
Olomouc, 2020

INDEX ENTROPIE

v Olomouci v roce 2020



Index entropie

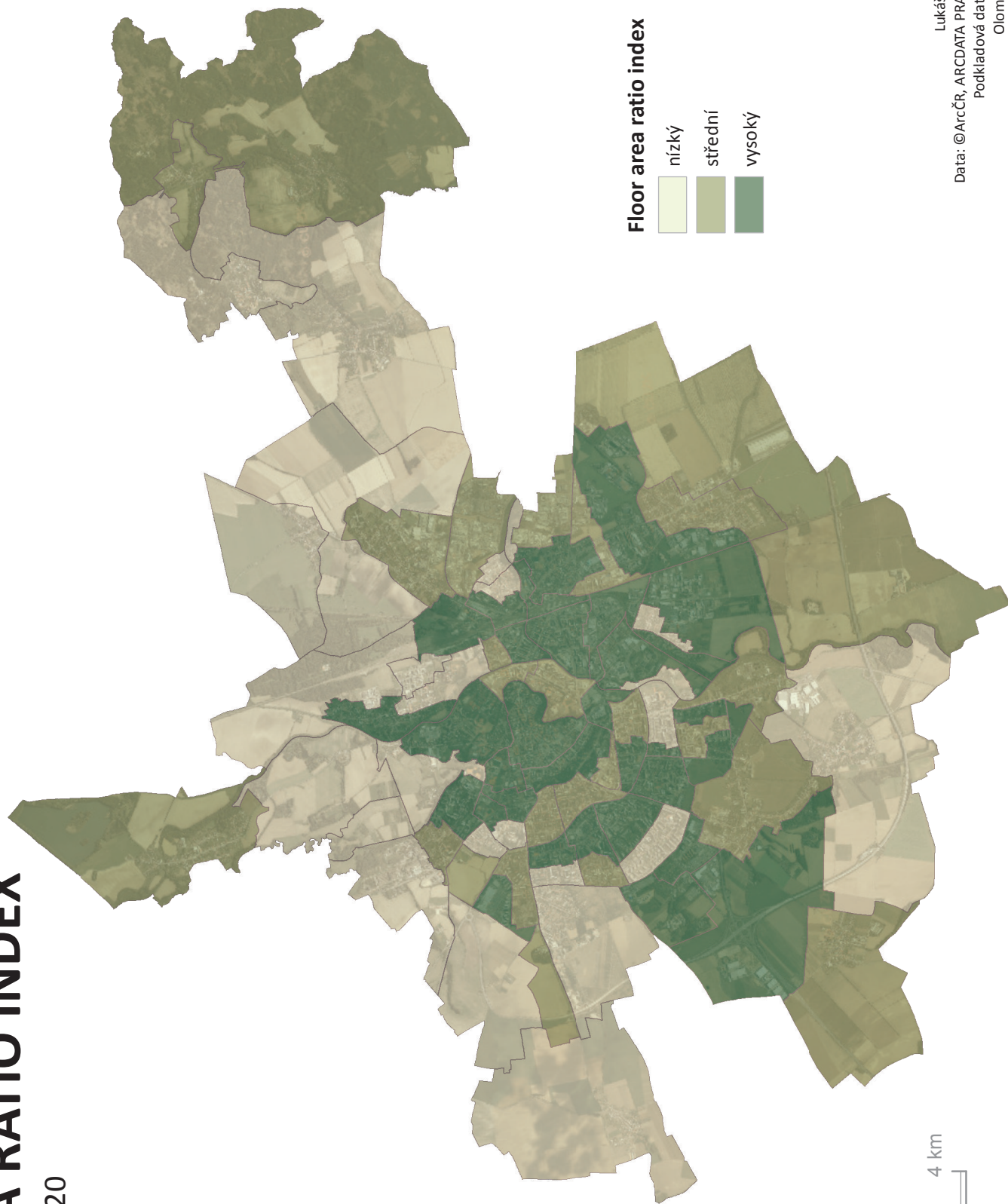
- nízký
- střední
- vysoký

0 4 km

1 : 80 000

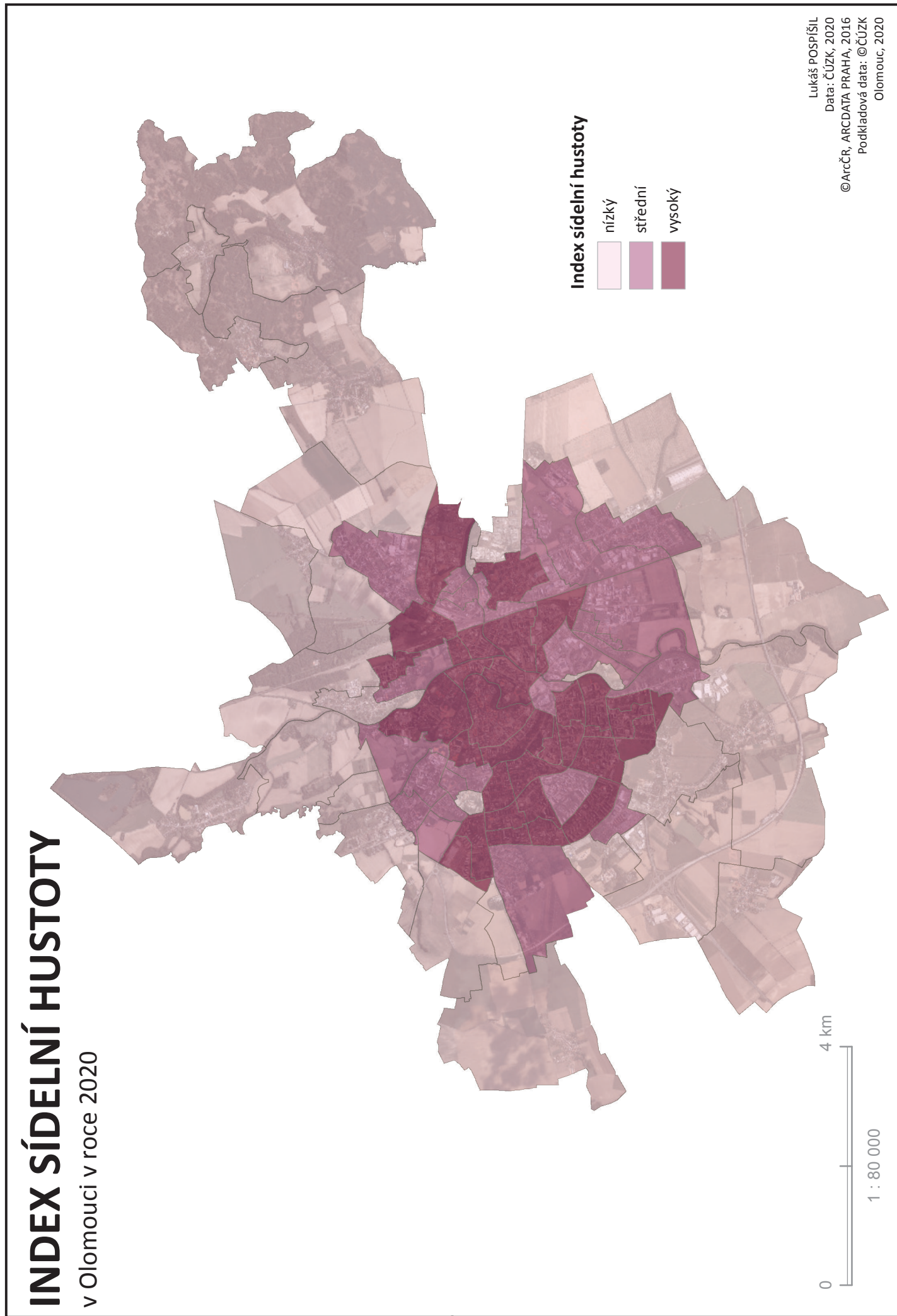
FLOOR AREA RATIO INDEX

v Olomouci v roce 2020



0 4 km

1 : 80 000

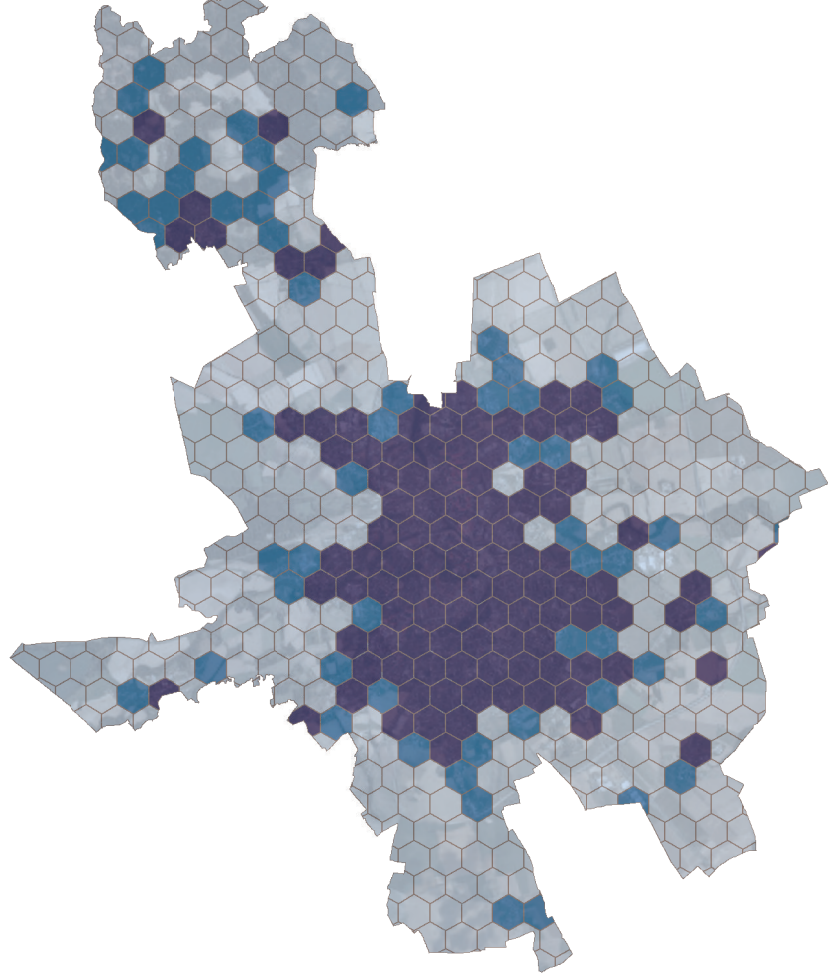
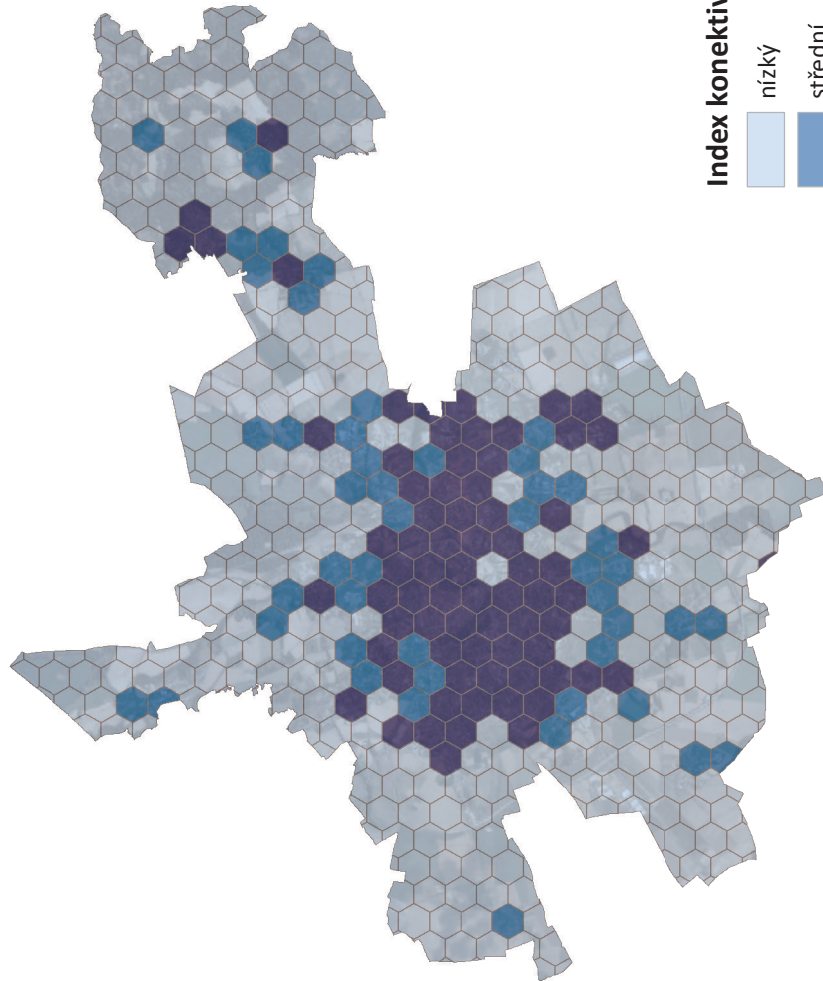


INDEX KONEKTIVITY

v Olomouci v roce 2011 a 2020

2011

2020



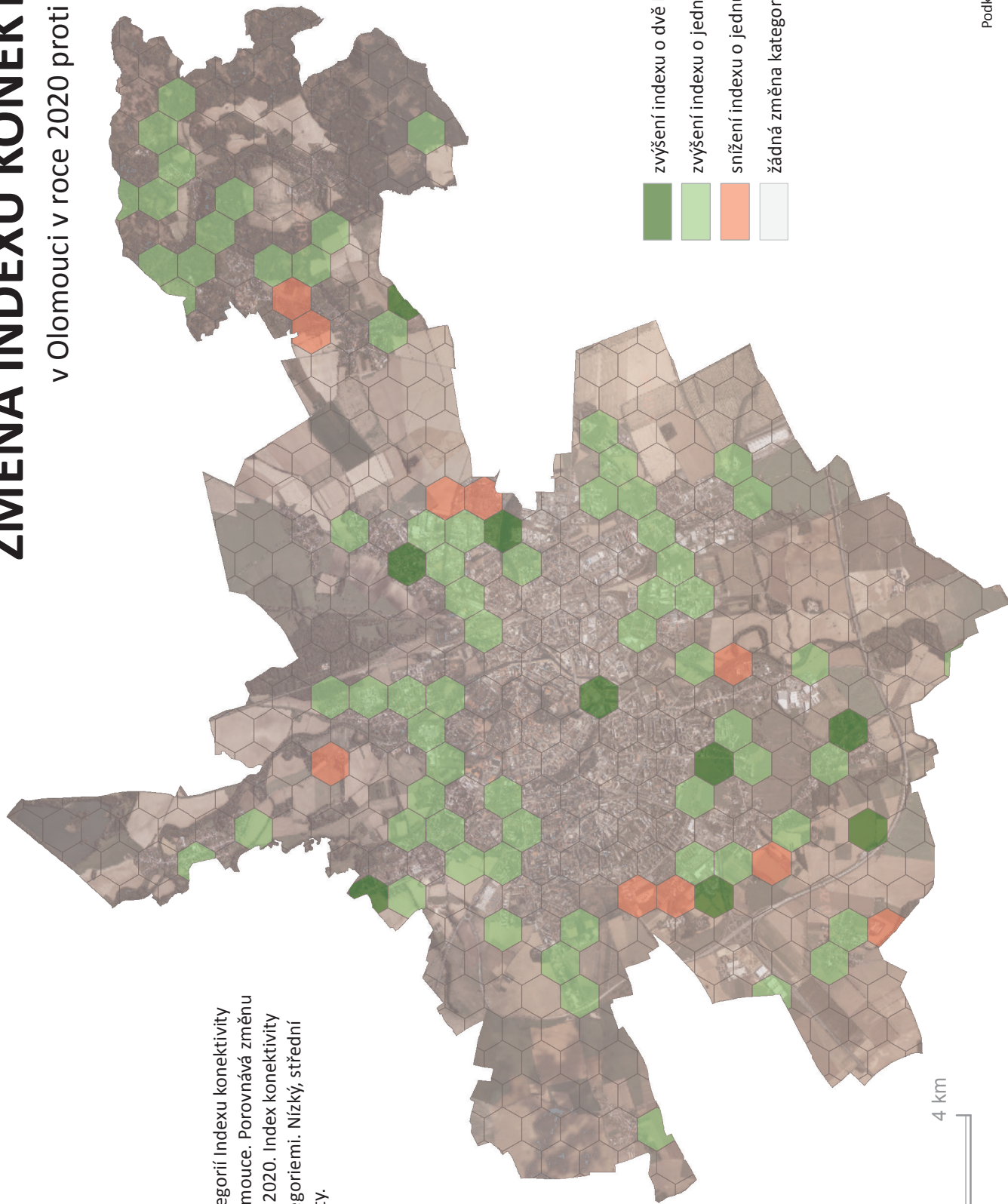
Index konektivity
nízký
střední
vysoký



ZMĚNA INDEXU KONEKTIVITY

v Olomouci v roce 2020 proti roku 2011

Mapa sleduje změny kategorií Indexu konektivity v hexagonech města Olomouce. Porovnáva změnu stavu z roku 2011 k roku 2020. Index konektivity je charakterizován 3 kategoriemi. Nízký, střední a vysoký index konektivity.



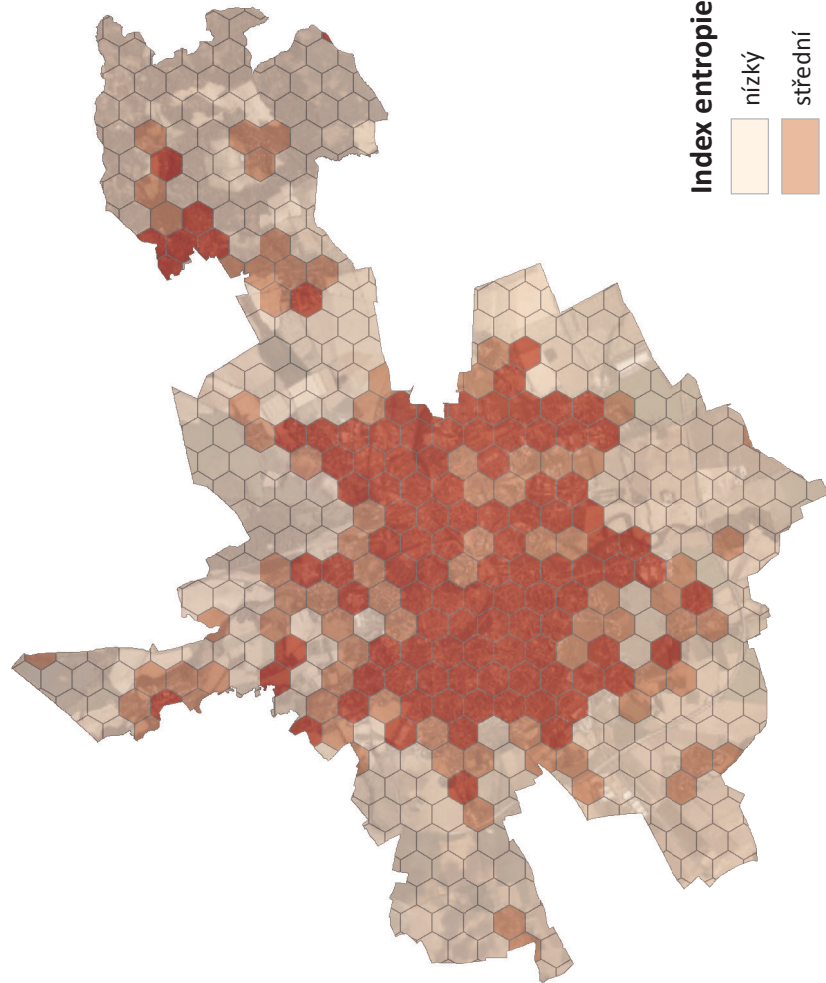
- zvýšení indexu o dvě kategorie
- zvýšení indexu o jednu kategorii
- snížení indexu o jednu kategorii
- žádná změna kategorie



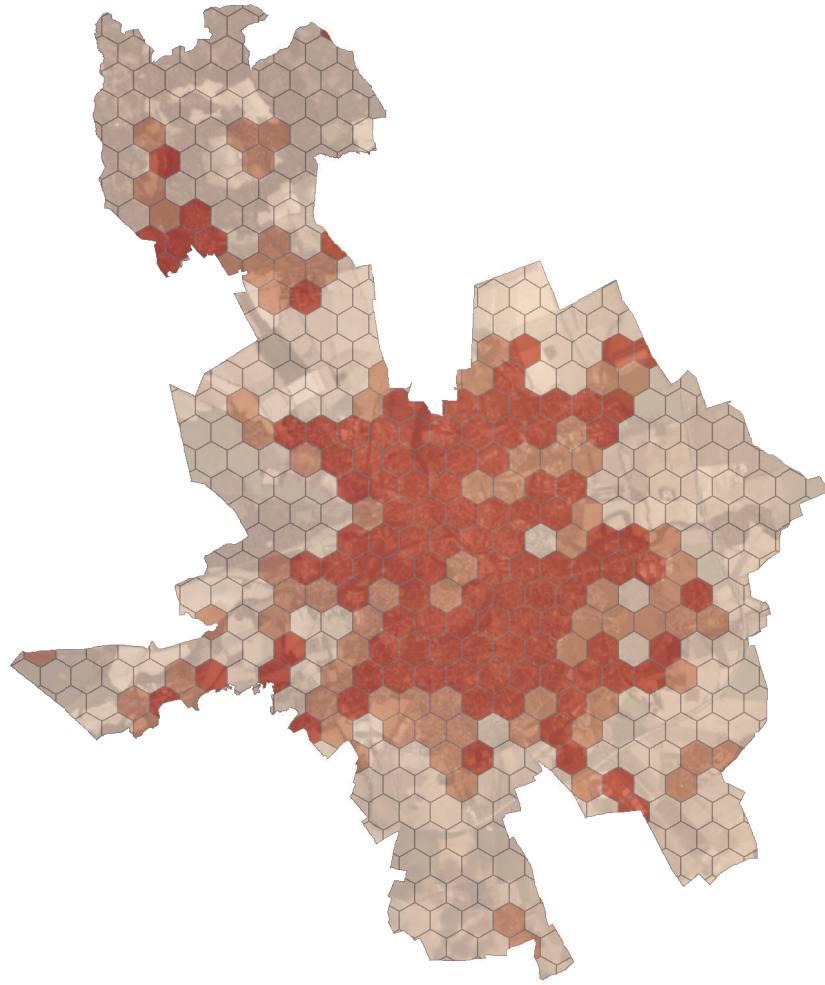
INDEX ENTROPIE

v Olomouci v roce 2011 a 2020

2011



2020



Index entropie

nízký

střední

vysoký

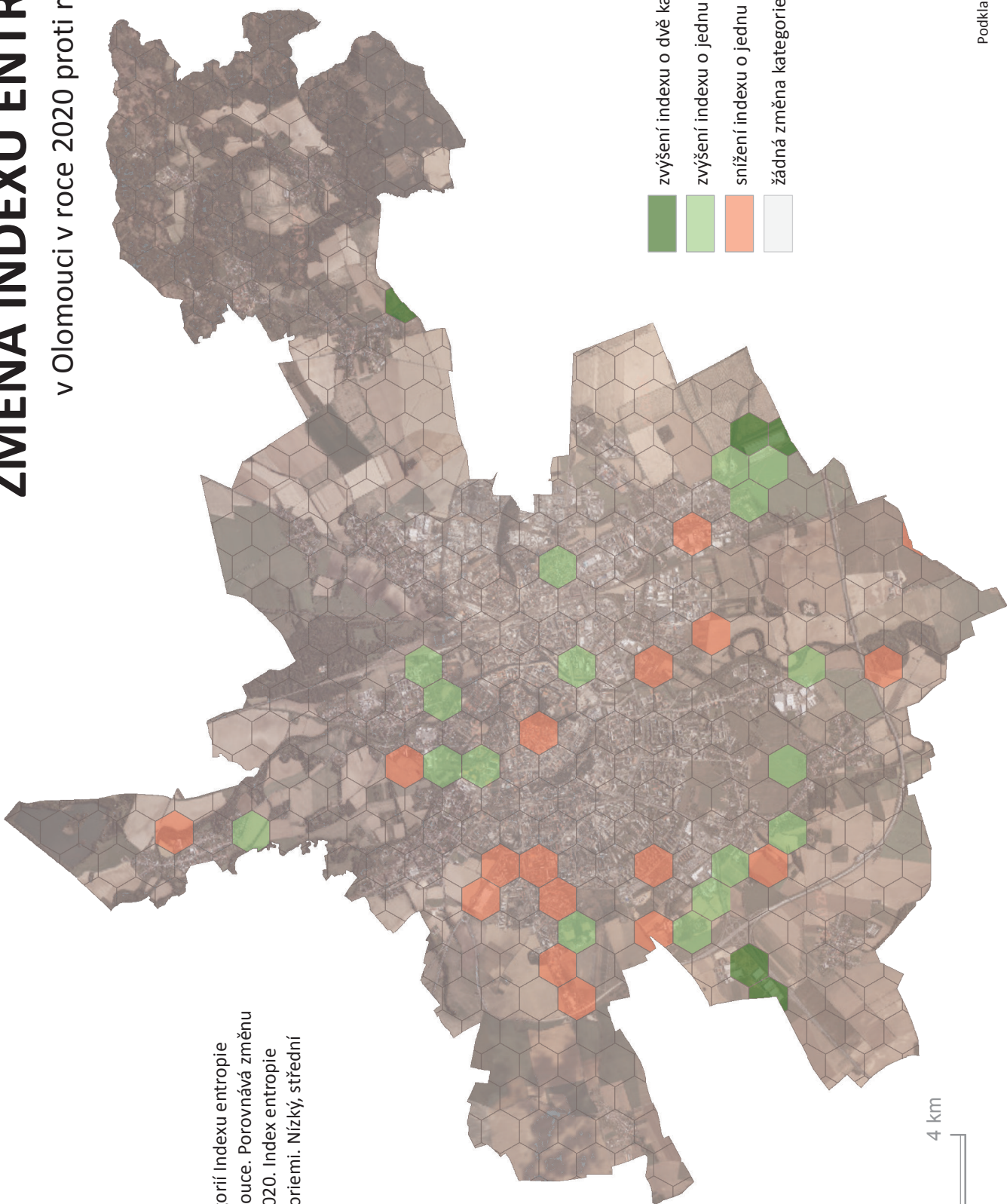


1 : 130 000

ZMĚNA INDEXU ENTROPIE

v Olomouci v roce 2020 proti roku 2011

Mapa sleduje změny kategorií Indexu entropie v hexagonech města Olomouce. Porovnává změnu stavu z roku 2011 k roku 2020. Index entropie je charakterizován 3 kategoriemi. Nízký, střední a vysoký index entropie.



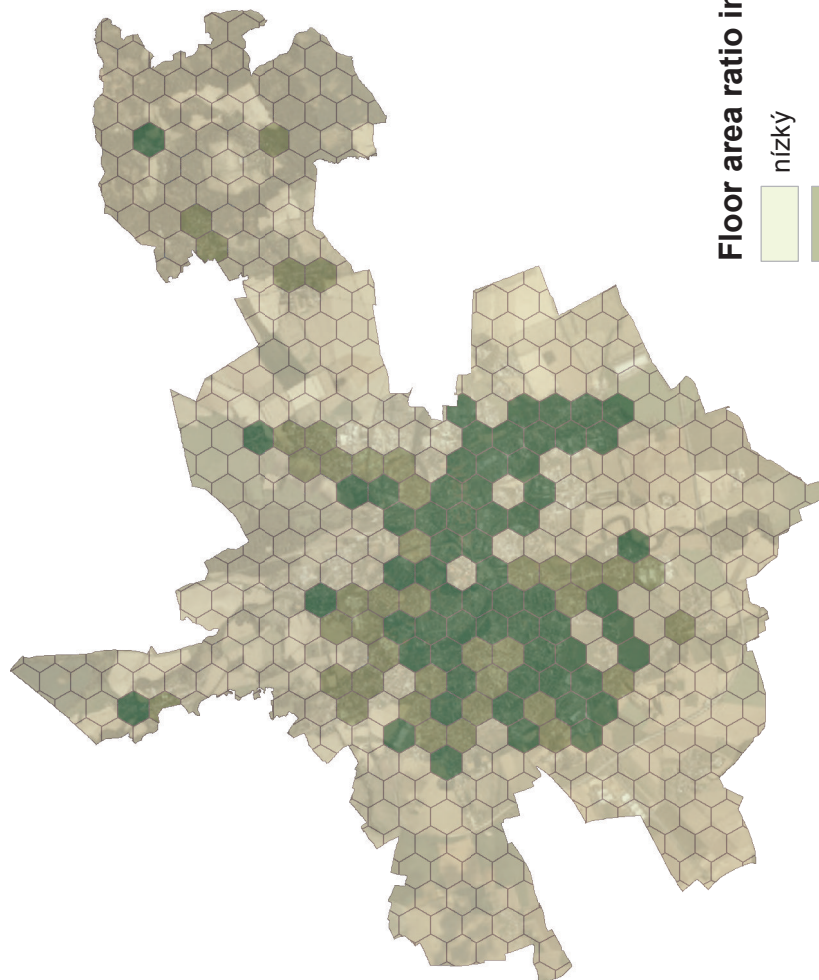
- zvýšení indexu o dvě kategorie
- zvýšení indexu o jednu kategorii
- snížení indexu o jednu kategorii
- žádná změna kategorie



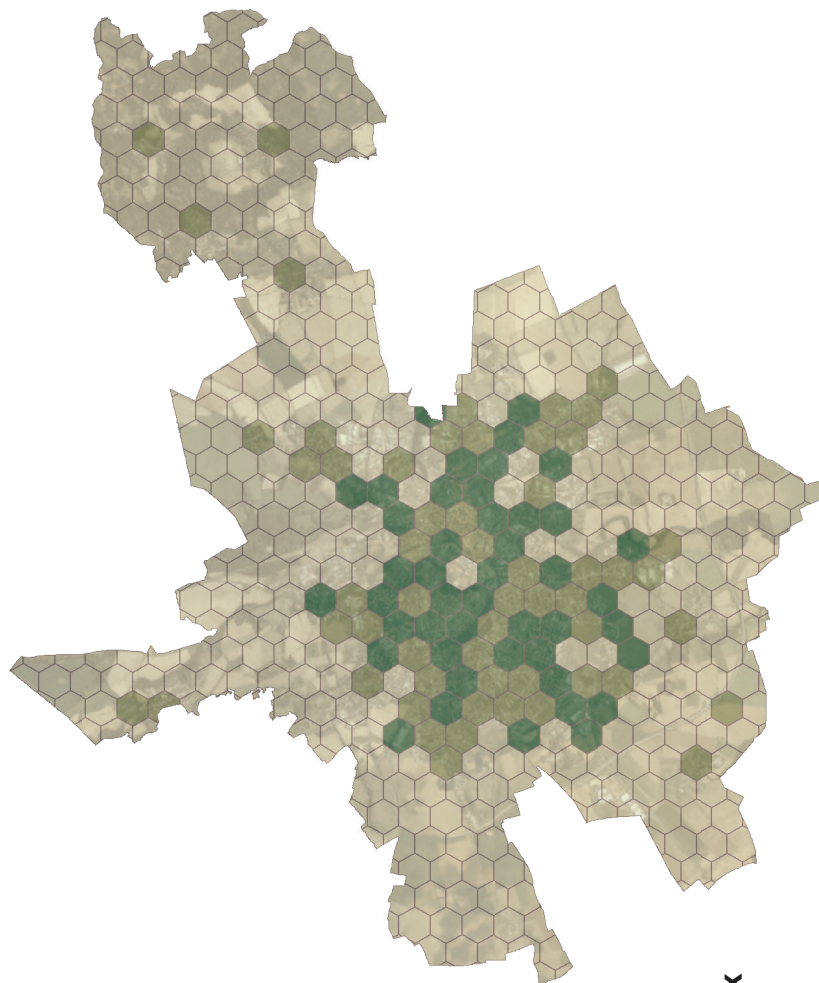
FLOOR AREA RATIO INDEX

v Olomouci v roce 2011 a 2020

2011



2020



Floor area ratio index

nízký

střední

vysoký

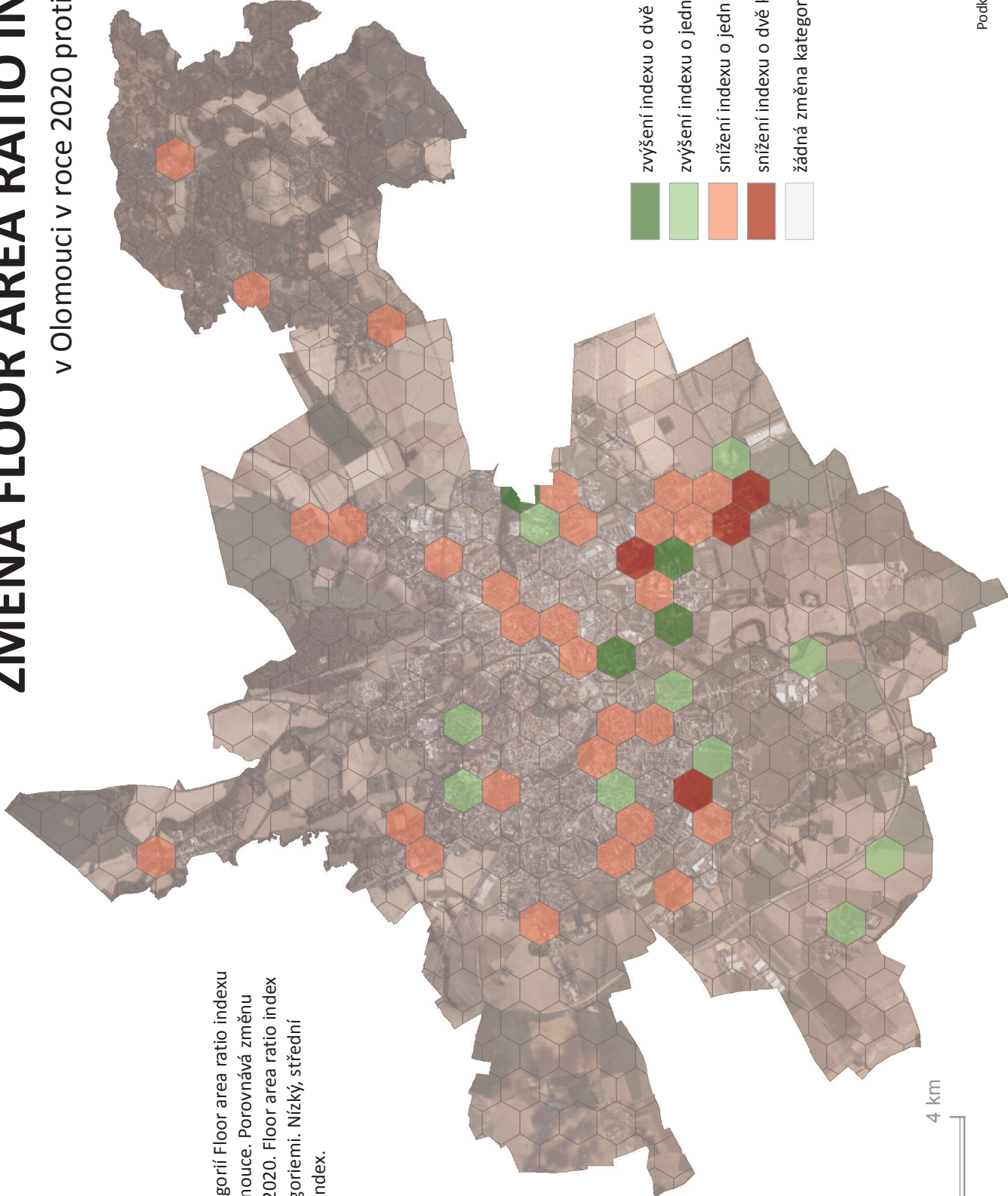


1 : 130 000

ZMĚNA FLOOR AREA RATIO INDEXU

v Olomouci v roce 2020 proti roku 2011

Mapa sleduje změny kategorií Floor area ratio indexu v hexagonech města Olomouce. Porovnává změnu stavu z roku 2011 k roku 2020. Floor area ratio index je charakterizován 3 kategoriemi. Nízký, střední a vysoký Floor area ratio index.



- zvýšení indexu o dvě kategorie
- zvýšení indexu o jednu kategorii
- snížení indexu o jednu kategorii
- snížení indexu o dvě kategorie
- žádná změna kategorie

