

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

**ANALÝZA VYUŽÍVÁNÍ KOMUNITNÍCH  
VÝPŮJČEK JÍZDNÍCH KOL**

**Magisterská práce**

**Filip HRIC**

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

**Olomouc 2018**  
**Geoinformatika**

## **ANOTACE**

Diplomová práce se zabývá analýzou dat o používání bikesharingu Rekola ve vybraných městech. Analyzovaná data byla za Olomouc v roce 2014, Olomouc v roce 2015, Olomouc v roce 2016, Hradec Králové v roce 2015, Pardubice v roce 2015 a České Budějovice v roce 2015. Hlavním výstupem práce je pak postup analyzování dat o bikesharingu, který se skládá z předzpracování dat, statistické analýzy dat a prostorové analýzy dat.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

bikesharing, Rekola, prostorové analýzy

Počet stran práce: 47

Počet příloh: 2

## **ANOTATION**

The diploma thesis deals with analysis of data regarding the use of Rekola bikesharing in selected cities. The datasets that were analysed are Olomouc 2014, Olomouc 2015, Olomouc 2016, Hradec Kralove 2015, Pardubice 2015 and Ceske Budejovice 2015. The main output of the thesis is analysis of the data regarding the use of bikesharing, which further consists of data preprocessing, statistical data analysis, and spatial data analysis.

## **KEYWORDS**

bikesharing, Rekola, spatial analysis

Number of pages 47

Number of appendixes 2

**Prohlašuji, že**

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

- jsem si vědom, že na moji 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, diplomovou práci užívat (§ 35 odst. 3),

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

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

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

- použít výsledky a výstupy mé 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 25. dubna 2018

Filip Hric

Děkuji vedoucí práce doc. Ing. Zdeně Dobešové Ph.D. za podněty a připomínky při vypracování práce. Dále děkuji společnosti Rekola za poskytnutí dat o využívání bikesharingu Rekola, která byla nezbytná k naplnění cílů této práce.

# OBSAH

<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....</b>	<b>7</b>
<b>ÚVOD .....</b>	<b>8</b>
<b>1 CÍLE PRÁCE.....</b>	<b>9</b>
<b>2 METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ.....</b>	<b>10</b>
2.1 Použitá data .....	10
2.2 Použité programy .....	10
2.3 Postup práce .....	10
<b>3 VÝVOJ A SOUČASNÝ STAV BIKESHARINGU .....</b>	<b>12</b>
3.1 Historie bikesharingu.....	12
3.2 Současný stav bikesharingu ve světě.....	13
3.3 Bikesharing v České republice.....	14
<b>4 ANALÝZA DAT BIKESHARINGU REKOLA .....</b>	<b>17</b>
4.1 Předzpracování dat .....	18
4.2 Neprostorové analýzy .....	21
4.2.1 Olomouc 2014 .....	21
4.2.2 Olomouc 2015 .....	23
4.2.3 Olomouc 2016 .....	25
4.2.4 Pardubice 2015.....	27
4.2.5 Hradec Králové 2015 .....	29
4.2.6 České Budějovice 2015.....	31
4.2.7 Rekola v Olomouci v období 2014 až 2016 .....	33
4.3 Prostorové analýzy .....	35
4.3.1 Úspěšnost vracení kol v zónách .....	35
4.3.2 Aktivita uživatelů bikesharingu Rekola .....	37
4.3.3 Shlukování záznamů a identifikace shluků .....	41
4.3.4 Optimalizace zóny pro vracení kol.....	49
<b>5 VÝSLEDKY .....</b>	<b>51</b>
5.1 Předzpracování dat .....	51
5.2 Neprostorové analýzy .....	51
5.3 Prostorové analýzy .....	52
<b>6 DISKUZE .....</b>	<b>54</b>
<b>7 ZÁVĚR .....</b>	<b>55</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE</b>	
<b>PŘÍLOHY</b>	

# SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

<b>Zkratka</b>	<b>Význam</b>
CSV	comma-separated values
GIS	geografický informační systém
KML	Keyhole Markup Language
XML	Extensible Markup Language

## ÚVOD

Bikesharing, neboli veřejné sdílení kol, je celosvětový fenomén na poli veřejné dopravy. Představuje ekonomicky a ekologicky přívětivější alternativu k běžným způsobům přepravy ve městě, která funguje na principu sdílení jízdních kol. V posledních letech zažil bikesharing poměrně velký rozmach a začal se rozšiřovat také do měst v České republice. Zatím jediný systém, kterému se podařilo rozšířit do vícero českých měst, je systém bezstanicového sdílení kol Rekola.

Bikesharingové systémy v dnešní době využívají k provozu informační technologie, které slouží jak k provozuschopnosti, ale třeba i také k vývoji daného systému na základě získaných poznatků. V rámci běžného provozu totiž vzniká poměrně velké množství dat o aktivitě uživatelů daného bikesharingu. Hlavní motivací této práce bylo podívat se na tyto data z pohledu geoinformatika, za pomoci programových prostředků geografických informačních systémů vyhodnotit tyto data a částečně tak i vytvořit postup, který může být aplikovatelný i v letech budoucích na další datové sady tohoto typu.



# 1 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem diplomové práce je analyzování dat o využívání systému sdílených kol Rekola ve vybraných městech. V rámci analyzování dat se pak pokusit o vytvoření uceleného postupu na analýzu bikesharingových dat, který by mohl být užitečný v dalších letech při vzniku dalších prací s tematikou analyzování bikesharingu.

Prvním dílčím cílem je shrnutí současného stavu řešené problematiky ve světě a v České republice. Dalším dílčím cílem je popsat problematiku předzpracování bikesharingových dat. Dalším cílem je provést neprostorové statistické šetření dat a výsledky z něj vhodně odprezentovat a okomentovat. Posledním dílčím cílem je provést vybrané prostorové analýzy nad získanými daty, z výstupů prostorových analýz vyhotovit mapy a vhodně okomentovat zjištěné poznatky.

## **2 METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ**

K vytvoření diplomové práce byly použity vlastní postupy, neprostorové analýzy a prostorové analýzy, tak aby bylo dosaženo všech vytyčených cílů práce. První částí řešitelské části práce je předzpracování dat, následují neprostorové analýzy a poslední částí jsou prostorové analýzy. Dohromady tyto části tvoří ucelený postup pro analýzu dat o používání bikesharingu.

### **2.1 Použitá data**

Nejdůležitější datové sady pro vytvoření práce jsou data o používání bikesharingu Rekola v jednotlivých městech. Celkem bylo obdrženo šest datových sad, konkrétně se jedná o Olomouc 2014, Olomouc 2015, Olomouc 2016, Pardubice 2015, Hradec Králové 2015 a České Budějovice 2015. Všechny datové sady od společnosti Rekola byly obdrženy v textovém formátu .csv. Dále byly od společnosti Rekola obdrženy zóny pro vracení kol, konkrétně pro Olomouc 2015, Olomouc 2016, Pardubice 2015, Hradec Králové 2015 a České Budějovice 2015. Dále bylo pro každé město, pro které byly obdrženy data od Rekol, vytvořeno za pomoci digitalizace zájmové území. Kritéria pro vznik zájmové území v daném městě jsou popsána v kapitole 4.1 Předzpracování dat. Dále proběhla za pomoci terénního průzkumu v říjnu roku 2016 v Olomouci digitalizace cyklostanů a cyklostezek. Tyto data nakonec nebyla v práci použita, nicméně jsou součástí přiložené geodatabáze pro Olomouc. Jako podkladová vrstva byla u všech map použita © OpenStreetMap, která je v programu ArcMap v nabídce podkladových map.

### **2.2 Použité programy**

Pro fázi předzpracování dat a pro digitalizaci zájmových území, cyklostezek a cyklostanů byl použit program QGIS ve verzích 2.14.0 až 2.18.0. Pro zpracování neprostorových analýz byl použit program Microsoft Excel. Pro zpracování prostorových analýz byl použit program ArcGIS for Desktop ve verzi 10.4.1. Pro finální úpravu map byl použit program Adobe Illustrator 2015. Pro vyhotovení textové části práce byl použit program Microsoft Word.

### **2.3 Postup práce**

Pro vypracování diplomové práce byl zvolen následující postup:

- studium odborné literatury zabývající se problematikou bikesharingu a studií zabývajících se analyzováním dat o bikesharingu,
- zpracování rešerše historie bikesharingu a současného stavu bikesharingu ve světě a v ČR,
- převzetí prvních dat (Olomouc 2015 a Olomouc 2014) od společnosti Rekola, seznámení se s daty a snaha o pochopení dat,
- vymezení zájmových území pro jednotlivá města a předzpracování dat o bikesharingu Rekola do podoby, ve které budou vstupovat do analýz,
- zpracování neprostorových analýz, tvorba grafů a tabulek s měsíčními, týdenními, denními přehledy a okomentování těchto výstupů,
- zpracování prostorových analýz, tvorba map jako výstupů z analýz o využívání bikesharingu, shlukování aktivity uživatel, úspěšnost vracení v zóně, optimalizace zóny a okomentování výstupů,

- terénní digitalizace cyklostanů a cyklostezek v Olomouci
- obdržení druhé části dat (Olomouc 2014, Pardubice 2015, Hradec Králové 2015 a České Budějovice 2015) a použití stejného postupu, který byl použit na první část dat,
- obdržení poslední části dat (Olomouc 2016) a použití stejného postupu, který byl použit na předchozí data,
- doplnění a aktualizace informací v rešeršní části práce a dokončení textové části práce,
- tvorba posteru a webových stránek práce.

## **3 VÝVOJ A SOUČASNÝ STAV BIKESHARINGU**

Bikesharing je služba, jejíž podstatou je veřejné sdílení jízdních kol ve městech. V dnešní době je již Bikesharing rozšířen po celém světě. Jedná se o automatizovaný systém půjčování tzv. „veřejných kol“ pro širokou veřejnost a funguje ve městech po celém světě. (DeMaio, 2009).

### **3.1 Historie bikesharingu**

Historie bikesharingu sahá až do šedesátých let 20. století. Vůbec první bikesharingový program byl spuštěn 28. července 1965 v Amsterdamu pod názvem Witte Fietsen (Bílá Kola). V této době se jednalo o takzvanou první generaci bikesharingu, která byla založena na principu volného půjčování jízdních kol. Uživatel si mohl kolo kdekoliv vypůjčit, dojet do požadované destinace a následně kolo libovolně odložit pro dalšího uživatele. V průběhu času se však zjistilo, že tento způsob bikesharingu nebude fungovat, protože jízdní kola se kradla, házela do vodních kanálů či byla nějakým jiným způsobem poškozována (DeMaio, 2009).

Druhá generace bikesharingových programů se datuje k roku 1991, kdy první dva programy byly spuštěny v dánských městech Farsø a Grenå. V roce 1993 se pak přidalo další dánské město Nakskov. Všechny tři programy však byly poměrně malého měřítka a až v roce 1995 byl spuštěn první velký bikesharingový program druhé generace v hlavním městě Dánska, Kodani, pod názvem Bycyklen. Tento program již obsahoval řadu vylepšení oproti minulé generaci. Značnými vylepšeními prošla samotná jízdní kola, která byla vybavena silnými plášti, aby nedocházelo k jejich častému poškození, a také obsahovaly reklamní prostor, který by mohl představovat další zdroj příjmů. Kolo si bylo možno půjčit a následně i vrátit pouze na specifických místech a půjčovala se oproti finanční hotovosti, která sloužila jako záloha. Tato opatření vedla ke snížení krádeží a poškozování kol, nicméně stále docházelo ke krádežím kol z důvodu anonymity uživatelů (DeMaio, 2009).

Na základě stávajících nedostatků začaly vznikat bikesharingové programy třetí generace. Prvním takovým programem byl program Bikeabout, který vznikl na půdě anglické Portsmouth University v roce 1996, a studenti pro půjčování kol používali magnetické karty. S postupem času začala vznikat další technologicky sofistikovanější řešení, jako například elektronické stojany, čipové karty či systémy založené na mobilní aplikaci. Bikesharing se nadále pomalu rozrůstal a vznikaly stále nové systémy menších měřítek (DeMaio, 2009).

Jako zlomové lze považovat vznik bikesharingových systémů Velo'v v Lyonu a Vélib' v Paříži. Systém Velo'v byl spuštěn v Lyonu v roce 2005 s 1500 koly v provozu. Na konci sezóny 2005 měl tento systém 15 000 registrovaných uživatelů. Jednalo se tak o první rozsáhlý bikesharingový systém a úspěch tohoto systému měl dopad na zavedení bikesharingu v dalších velkých metropolích. O dva roky později byl v Paříži spuštěn systém Vélib' s 7000 koly, jejichž počet je dnes již v řádech desítek tisíců. Úspěch tohoto systému předčil téměř veškerá očekávání a o bikesharing se začala zajímat i velká světová města (DeMaio, 2009).

### 3.2 Současný stav bikesharingu ve světě

V současnosti dochází k rozvoji bikesharingových systémů čtvrté generace. Hlavními cíli systémů čtvrté generace je zvýšení efektivity, udržitelnosti a zjednodušení používání jednotlivých systémů (DeMaio, 2009).

Jedním z hlavních nástrojů zvýšení efektivity bikesharingových systémů čtvrté generace je vylepšení rozmístění kol. Jedním ze základních způsobů, jak toho docílit, je přemisťování kol zaměstnanci ze stanic nízké poptávky/vysokého počtu kol do stanic vysoké poptávky/nízkého počtu kol. Příkladem může být ranní dojíždění do práce, kdy stanice v centru města budou přesycené koly, a naopak u stanic v okrajových částech města bude kol nedostatek. Pařížský systém Vélib' přišel například s motivačním programem V+, který uživatelům přidá čas navíc (15 minut) pro vybrané cílové stanice, které jsou například hůře dosažitelné nebo se nachází na kopci. Tento program měl motivovat uživatele bikesharingu k používání těchto stanic, aby tak mohla být zaručena dostupnost kol pro další uživatele, kteří se rozhodnout použít kolo v těchto stanicích. Další možnou variantou je připsání kreditu uživatelům za dopravení kola do stanice, kde je potřeba navýšit kapacitu kol (DeMaio, 2009).

Dalším nástrojem pro zlepšení udržitelnosti a snížení nákladů je zjednodušení stanic. Nové trendy ukazují, že oproti složitým stanicím, které vyžadují stavební práce a jsou poměrně nákladné, je efektivnější instalování jednoduchých platform se stojany bez nutnosti stavebních prací či náročné instalace. Také napájení stanic je oblast, kde se dá vylepšit stávající řešení. Napájení ze sítě je poměrně drahé a také ovlivňuje, že se stanice musí nacházet poblíž nejbližšího zdroje. Řešením je napájení stanice energií ze solárních panelů a nabíjecích baterií, které zajišťují zdroj elektrické energie například v noci. Příkladem zavedení moderních stanic do provozu je například systém Bixi v kanadském Montrealu (DeMaio, 2009).



Obr. 3.1 Ukázka stanice systému Bixi v kanadském Montrealu (zdroj: <http://www.toolsofchange.com/userfiles/Image/Station.jpg>)

Další nástroj vylepšování bikesharingových systémů je sledování pohybu kol. Toho lze docílit instalováním GPS přijímačů do kol a sledovat tak veškerý pohyb kola.

Dříve bylo možné zjistit pouze stanici, kde byla zahájena jízda, a kde končila jízda. Na základě dat o pohybu kol se dá mnohem lépe vyhodnotit například nejfrekventovanější cesty uživatelů a tyto data mohou také sloužit městské samosprávě jako podklad pro výstavbu nových cyklostezek. Dalším využitím může být počet najetých kilometrů každého kola pro potřeby pravidelného servisu kola (DeMaio, 2009).

Velmi vítanou inovací bikesharingových systémů je také podpora jízdy na kole zavedením elektrokol do provozu. Ne každý uživatel bikesharingu zvládne vyjet každý kopec nebo ujet delší vzdálenost bez pomoci, a právě zavedení kol s elektropohonem by mohlo být motivační pro používání bikesharingu mnohem širším okruhem uživatelů (DeMaio, 2009). Příkladem použití v praxi může být například kalifornský bikesharingový startup JUMP Bikes, který používá elektrická kola například v San Francisku, které je známé pro svůj kopcovitý terén. Důkazem, že bikesharing se neustále rozšiřuje je i fakt, že JUMP Bikes před nedávnem koupila společnost Uber za přibližně 200 miliónů dolarů (CzechCrunch, 2018).

Bikesharing je v dnešní době rozšířen téměř po celém světě. Velký nástup zažil například v Číně, kde se po vzoru západních metropolí snažili zavést vlastní bikesharingové systémy. Problém nastal v momentě, kdy v bikesharingu uvidělo obchodní příležitost až příliš společností a v poměrně krátké době vznikly desítky bikesharingových systémů, které zasytily čínská města miliony nových kol. Na tak prudký nárůst počtu kol ve městech ale nebyla města z hlediska infrastruktury připravená a byla nucená vyvázet tisíce kol za města. Začaly tak vznikat poměrně zvláštní skládky, které obsahovaly pouze zánovní kola bikesharingových společností (Forbes, 2017).



Obr. 3.2 Nesdílená sdílená kola na okraji čínských měst

(zdroj: <https://i0.cz/s/respekt/BrvL2R/dfa089efd7a82ad1c36ca168341cab0f.jpg>)

### 3.3 Bikesharing v České republice

V České republice se bikesharing začal rozvíjet o poznání později než v jiných evropských zemích.

První službou, kterou lze označit za bikesharing je projekt ČD BIKE od Českých Drah. Již v roce 2003 byly jako první spuštěny dvě půjčovny v Jičíně a Trutnově. Všechna kola jsou odborně servisována a ve vybraných půjčovnách jsou nabízena k zapůjčení také elektrokola, koloběžky a dětská kola. Kola lze navíc většinou vrátet v jiných stanicích, než kde byla zapůjčena. Aktuálně je do projektu zapojeno již více než 100 železničních stanic (České dráhy, 2018).

V roce 2005 byl v Praze-Karlíně spuštěn spíše experimentální bikesharingový projekt s automatizovanými výpůjčními stojany od společnosti HOMEPORT (NaKole.cz, 2005). V roce 2011 byl tento projekt zcela nahrazen systémem druhé generace. Aktuálně je v provozu v pražském Karlíně celkem devět stanic a mimo běžná kola nabízejí například i elektrokola (Bikesharing.cz, 2016). Zajímavostí je, že na svých webových stránkách zveřejňuje společnost HOMEPORT od roku 2016 graficky znázorněnou statistiku o využívání bikesharingu v Karlíně. Nechybí například celkový počet výpůjček v jednotlivých měsících, celkový počet nových uživatelů v jednotlivých měsících nebo například počet výpůjček v jednotlivých dnech v týdnu (HOMEPORT, 2018).

V roce 2013 vzniklo občanské sdružení Rekola s cílem vytvořit první plošný městský bikesharing v Praze a dalších městech České republiky. Zakladatele, bratry Víta a Filipa Ježkovi, motivovala především zkušenost ze zahraničí, kde si měli možnost vyzkoušet celou řadu systémů sdílených kol, a zároveň jim chyběl podobný systém v České republice. Systém Rekola je bezstanicový systém sdílení kol. Kola vznikla renovací starých nepotřebných kol a natřením rámu na růžovou barvu. Každý nový uživatel si musí nainstalovat aplikaci v chytrém telefonu a zaregistrovat se do ní. Po zaplacení ročního členství si pak může začít půjčovat Rekola, což probíhá právě prostřednictvím mobilní aplikace, kde uživatel vidí všechny dostupná kola v mapě a pokud si chce kolo půjčit, tak mu aplikace sdělí číselný kód k zámku na kole. Cena ročního členství v roce 2014 byla 1000 korun (Česká televize, 2014). Půjčovat kola je možné také prostřednictvím sms zpráv nebo za pomoci chatbotu v aplikaci Facebook Messenger (Rekola, 2018a).



Obr. 3.3 Bikesharingový systém Rekola

(zdroj: [http://www.msstavby.cz/wp-content/uploads/2017/12/1\\_Y5rMFRU4u5GE8Gg9OLZjKA.jpeg](http://www.msstavby.cz/wp-content/uploads/2017/12/1_Y5rMFRU4u5GE8Gg9OLZjKA.jpeg))

Asi největší změnu zaznamenal bikesharing Rekola v roce 2016, kdy do něj investiční fond Spread Capital nainvestoval desítky milionů korun a původní občanská iniciativa se tak změnila spíše na obchodní projekt. Tato investice přinesla řadu změn. Asi nejméně populární změnou bylo zdražení služby (CzechCrunch, 2016). Aktuálně je cena ročního členství 1199 korun, kdy uživatel může využívat Rekola na neomezený počet jízd do 60 minut ve všech městech, kde Rekola působí. Cena měsíčního členství se pohybuje mezi 160 pro Olomouc až 320 pro Prahu. Cena měsíčního členství je v každém městě nastavena individuálně. Další novinkou byla jednorázová výpůjčka.

Tento způsob výpůjčky byl zaveden především se zacílením na turisty, pro které zakoupení měsíčního či ročního členství nedává smysl. Cena jednorázové výpůjčky je opět v každém městě různá. V Olomouci například je prvních 15 minut zdarma a následně 45 minut za 12 korun. V roce 2018 je bikesharing Rekola v provozu v Praze, Brně, Olomouci, Teplicích, Liberci a Českých Budějovicích (Rekola, 2018b).

V každém městě je Rekoly vymezená zóna, která je určená pro vracení kol. Tato zóna je v každém městě různá a také se mění každý rok dle potřeb uživatelů. Vracení kola v zóně není povinné, nicméně poplatek za vracení kola mimo zónu činí 320 korun (Rekola, 2018c).

V roce 2017 byl v Brně spuštěn systém sdílení kol Velonet. Velonet je stanicový bikesharing, který se skládá z 16 stanic a přibližně 50 kol. Kola je zapotřebí vrátet pouze v těchto stanicích. V případě vracení kola mimo stanici se platí poplatek 50 korun, a pokud je kolo vráceno mimo vymezenou oblast, tak se platí poplatek 300 korun. Jednorázová výpůjčka je na prvních 15 minut zdarma a poté se platí 29 korun za hodinu. K dispozici je také měsíční členství za 260 korun, pod kterým si uživatel může zapůjčit kolo denně na celkem 75 minut (Brno na kole, 2017).

Na univerzitě Palackého již vzniklo několik prací zabývajících se problematikou bikesharingu. Jednou je například Návrh optimálního rozmístění stanic půjčoven kol a jejich kapacit v Olomouci, která vznikla na katedře geoinformatiky a zabývá se rozmístěním stanic pro potenciální bikesharingový systém na území Olomouce (Hýbner, 2014). Další prací je Analýza současného stavu parkovacích podmínek pro jízdní kola u vybraných institucí na území města Olomouce, která se zaměřuje především na cyklostojany, jejich kapacitu a rozmístění u vybraných institucí (Kutal, 2014). Další prací je například Bikesharing – veřejné sdílení kol v Brně, která se zaměřuje na problematiku bikesharingu v Brně (Pavlovcová, 2014).



## 4 ANALÝZA DAT BIKESHARINGU REKOLA

Hlavním cílem této práce je analyzovat data o bikesharingových výpůjčkách. Konkrétně se jedná o bikesharingový systém Rekola, jehož charakteristika a činnost je rozebrána v kapitole 3.3 Bikesharing v České republice.

Pro řešení diplomové práce bylo získáno celkem šest datových sad, konkrétně se jedná o data za Olomouc 2014, Olomouc 2015, Olomouc 2016, Pardubice 2015, Hradec Králové 2015 a České Budějovice 2015. Export byl zajištěn administrátorem sdružení Rekola, kdy bylo v požadavku specifikováno město a rok. Exportována byla pouze část dat bez údajů o půjčovateli z důvodu anonymizace. Vzhledem k tomu, že je možné učinit vypůjčení a vrácení kola pomocí SMS (bez použití aplikace a lokalizace GPS), tak řada záznamů neobsahuje GPS údaj o poloze, ale jen adresu ve formě textu. Tyto údaje jsou patrně uloženy mimo základní tabulku a nebyla administrátorem předána ke zpracování. Tyto záznamy by bylo možné geokódovat v případě, že by byly dostupné.

Hlavním cílem této kapitoly je vytvoření jednotného a uceleného postupu pro analýzu těchto datových sad tak, aby se tento postup dal použít stejným způsobem i v letech následujících a bylo tak umožněno sledovat postupný vývoj využívání bikesharingu Rekola v jednotlivých městech. Tento postup je rozdělen do tří základních částí: předzpracování dat, neprostorové analýzy a prostorové analýzy. První část je především přípravná a další dvě části jsou analytického charakteru. Společně tyto části tvoří kompletní návod, jak zpracovat data od jejich exportu z databáze až po vytvoření výsledných prezentovatelných výstupů v podobě grafů, tabulek a v neposlední řadě také map.

## 4.1 Předzpracování dat

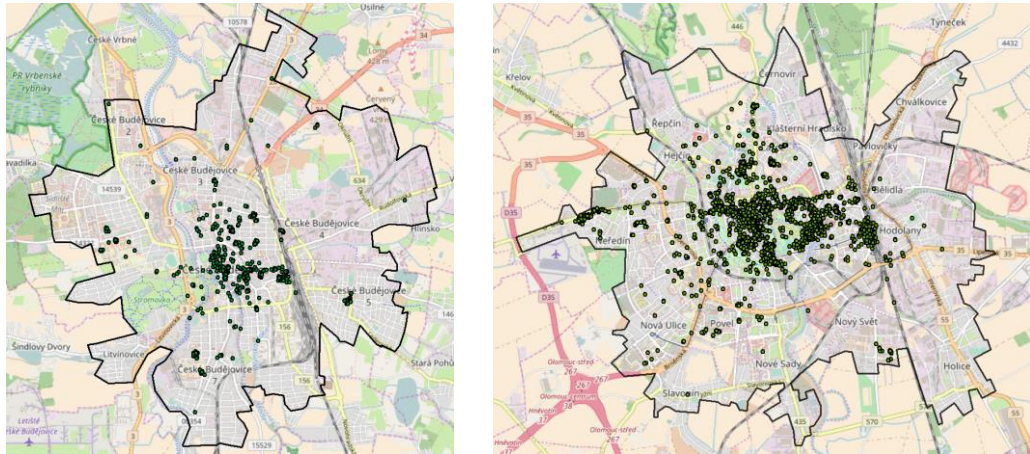
Předzpracování dat je velmi důležitá fáze a znamená odstranění veškerých nevyhovujících záznamů v datech původních, které byly obdrženy od sdružení Rekola. Výsledné datové sady jsou následně připraveny jako vstupní datové sady do neprostorových či prostorových analýz. Veškeré výsledky a výstupy z těchto analýz jsou tak ovlivněny kvalitou předzpracování vstupních dat, což činí tuto fázi velmi důležitou.

Originální datové sady obdržené od sdružení Rekola obsahují dva základní typy nevyhovujících záznamů. Prvním typem jsou nedostatky z hlediska prostorové lokalizace. Část záznamů v datové sadě se nevyskytuje na území studovaného města, a naopak se vyskytují v některých velmi vzdálených lokalitách. To může být důsledkem hned několika situací, které mohly při používání mobilní aplikace nastat. První možnou situací je špatné zadání polohy do aplikace nebo příliš rychlé zadání polohy do aplikace bez kompletně načtených družic používaného polohového navigačního systému. Dalším příkladem je zadání souřadnic o poloze záznamu „0;0“. Některé záznamy dokonce neobsahují žádnou prostorovou lokalizaci, a tudíž jsou také pro další práci nepoužitelné. Poslední situací jsou záznamy z území jiného města v České republice, kde se dané kolo používalo pro testovací provoz a následně bylo přemístěno do námi studovaného města, ale v datech jsou obsaženy i záznamy z provozu v jiném městě. Tuto situaci zapříčinilo, že identifikátor daného kola v databázi zůstává i po převelení daného kola do jiného města stejný a z tohoto důvodu se převedou i záznamy o aktivitě daného kola ze všech měst, kde bylo dané kolo provozováno.

```
id;bike_id;type;issued_at;latitude;longitude;length;duration|
142077;548;visibility_change;2015-05-01 11:54:03;;;
142336;23;returned;2015-05-01 16:14:54;49.5941630018;17.2514946386;20;78752
142338;548;borrowed;2015-05-01 16:15:27;50.079167;14.428414;;
142351;230;borrowed;2015-05-01 16:30:51;49.594421;17.2512721;;
142366;230;returned;2015-05-01 16:45:28;49.5939878374;17.2501538694;98;877
142368;23;borrowed;2015-05-01 16:45:48;49.5943095;17.2511936;;
142369;23;returned;2015-05-01 16:46:47;49.5913126993;17.2532568499;341;59
142418;695;borrowed;2015-05-01 17:34:23;49.5946161;17.2487819;;
142845;695;returned;2015-05-02
09:01:14;49.5923615604;17.2769699246;1847;55611
142921;695;borrowed;2015-05-02 10:43:38;0;0;;
142926;695;returned;2015-05-02 10:54:27;49.5918198892;17.2526139183;1757;649
```

Obr. 4.1 Ukázka dat bikesharingu Rekola

Za účelem odstranění těchto prostorově nevyhovujících záznamů bylo pro každé studované město vytvořeno zájmové území, které musí splňovat dvě hlavní podmínky. První podmínkou je, že toto zájmové území bude ohraničovat ucelenou městskou zástavbu pro dané město. Jelikož se jedná o městský bikesharing, tak by bylo nežádoucí odfiltrovat data např. hranicemi ORP, které často sahají až za přilehlé obce k danému městu, což je pro další práci s daty nežádoucí. Druhou podmínkou je, že vymezené zájmové území neodfiltruje žádný významnější shluk dat, který se nachází například v okrajových částech daného města, kde mohou uživatelé využívat bikesharing pro dojíždění do univerzitního kampusu, průmyslové zóny a dalších potenciálních lokalit, což by mělo za důsledek zkreslení výstupů z neprostorových i prostorových analýz o aktivitě uživatelů bikesharingu ve studovaném městě.



Obr. 4.2 Příklad vymezení zájmového území pro České Budějovice (vlevo) a Olomouc (vpravo) včetně vybraných dat v daném městě

Druhým typem nevyhovujícího záznamu, který se v datech vyskytuje je typu atributového. Konkrétně se jedná o atribut „type“, který udává typ daného záznamu v databázi. Tento atribut může nabývat několika hodnot, ale pouze dvě hodnoty znamenají interakci uživatele s příslušným jízdním kolem. Těmito hodnotami jsou záznamy „borrowed“ a „returned“, které udávají, jestli se jednalo o vypůjčení či vrácení daného kola a pouze tyto záznamy znamenají interakci uživatele. Dále atribut „type“ může nabývat například hodnot „visibility\_change“, „issue“, „issue\_update“, „lock\_code\_change“, „map“ a dalších. V případě těchto záznamů se jedná o servisní zásahy pracovníků Rekol, které slouží údržbě systému Rekola v daném městě. Tyto záznamy nesouvisí s používáním bikesharingu Rekola uživateli, a proto budou v každé datové sadě odstraněny, jelikož je nežádoucí, aby vstupovaly do následujících analýz a zkreslovaly jejich výstupy.

V kontextu atributu type, je nutné zmínit, že po fázi předzpracování se v datových sadách logicky nevyskytují stejné počty vypůjčení „borrowed“ a vrácení „returned“, protože nelze ovlivnit, jestli se uživatel dopustil chybného zadání do aplikace při vypůjčení či při vrácení kola. V důsledku tento jev znamená, že nelze provést rozdělení na vypůjčky a vrácení kol, ale záznamy budou brány bez ohledu na atribut type jako jednotlivé interakce uživatele z aplikací a místo termínu „vypůjčky“ a „vrácení“ bude používán jednotný termín „záznam“. Toto opatření je nutné učinit především proto, aby do analytické části vstupovaly opravdu čisté datové sady bez chybných záznamů a dalo se tak následnými analýzami co nejlépe vysvětlit chování uživatelů bikesharingu v daném městě.

Tab. 4.1 Vývoj počtu záznamů jednotlivých datových v průběhu předzpracování dat

Název datové sady	Počet záznamů	Prostorově nevyhovující	Atributově nevyhovující	Počet validních záznamů
Olomouc 2014	2185	1426	84	675
Olomouc 2015	4433	1144	22	3267
Olomouc 2016	49 859	43 268	628	5963
Pardubice 2015	5646	2410	19	3217
Hradec Králové 2015	1035	313	5	717
České Budějovice 2015	1069	440	5	624

Tabulka 4.1 představuje ucelený přehled selekce nevyhovujících záznamů v průběhu fáze předzpracování dat pro všechny datové sady. Sloupec Počet záznamů představuje množství záznamů, které obsahoval původní soubor tak, jak byl obdržén od administrátora sdružení Rekola bez jakéhokoliv zásahu. Sloupec Prostorově nevyhovující představuje počet záznamů, které se nacházelo mimo vymezené zájmové území a byly tedy vyselektovány v rámci prostorové filtrace. Sloupec Atributově nevyhovující představuje záznamy, které v rámci atributu type nabývaly jiných hodnot než „borrowed“ či „returned“. Jednalo se tedy o servisní zásahy a všechny tyto záznamy byly rovněž odstraněny, jelikož se nejedná o interakci uživatele Rekola s aplikací. Poslední sloupec Počet validních záznamů značí výsledný počet záznamů, které byly po prostorové a atributové selekci zachovány v jednotlivých datových souborech a jedná se tak o očištěné datové sady, které jsou připravené pro vstup do následných analýz.

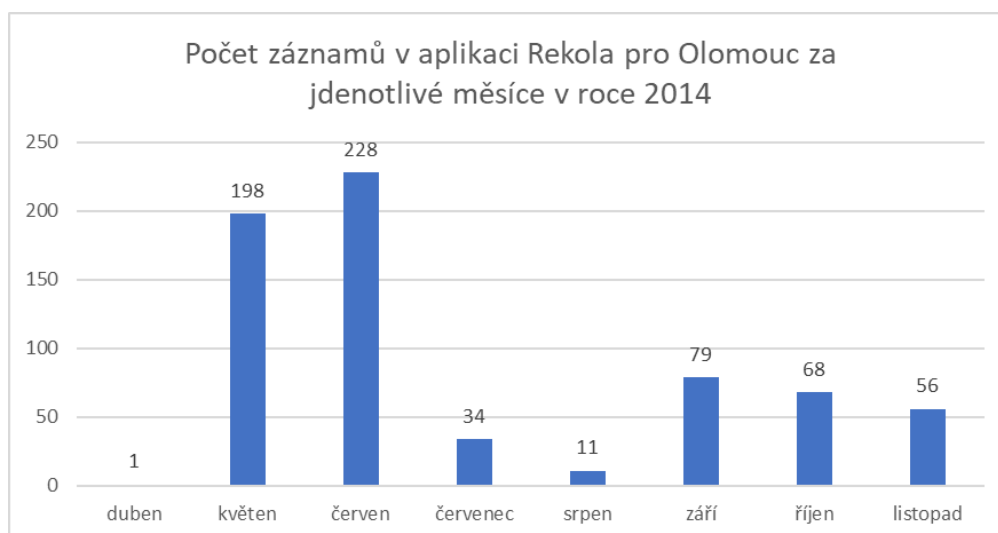
V některých případech předzpracování byl zaznamenán poměrně značný úbytek v počtu záznamů pro jednotlivé datové soubory. Například u dat za Olomouc v roce 2014 došlo ve fázi prostorové filtrace k redukci počtu záznamů z 2185 záznamů na 759 záznamů. Tento pokles však nebyl zapříčiněn tím, že by uživatelé bikesharingu Rekola vyplnili chybně přibližně každou druhou ze tří výpůjček, ale nastal kvůli tomu, že část kol byla během sezóny přesunuta z Uherského Hradiště, kde probíhal testovací provoz těchto Rekol, a tyto záznamy se po výběru z databáze také objevily ve výsledném datovém souboru, který byl obdržén od sdružení Rekola. Další významný pokles z 5646 záznamů na 3236 záznamů nastal v případě Pardubic za rok 2015. Zde došlo k velmi podobné situaci jako v Olomouci za rok 2014, protože probíhal přesun kol mezi Pardubicemi a Hradcem Králové. Z tohoto důvodu obsahovala data za Pardubice poměrně velký počet záznamů na území Hradce Králové, které byly při výběru z databáze zahrnuty do dat pro Pardubice. Vůbec největší pokles dat pak nastal v případě datové sady za Olomouc v roce 2016, kdy z původních 49 859 záznamů bylo použito 5963 validních záznamů. Stejně jako v předešlých případech to bylo způsobeno tím, že kola byla pod stejným databázovým identifikátorem používána ve vícero městech, konkrétně v Praze a následně v Olomouci. Z výše popsaných jevů plyne poměrně značná důležitost především správně provedeného prostorového předzpracování dat, které zaručuje, že do následujících analýz budou vstupovat skutečně pouze záznamy o výpůjčkách, které proběhly v rámci využívání bikesharingu Rekola v daném městě. Závěrem je také potřeba dodat, že v některých případech poměrně značný úbytek dat nebyl zapříčiněn velkou mírou chybovosti uživatelů, ale především generalizovaným exportem z databáze.

## 4.2 Neprostorové analýzy

Tato kapitola je první ze dvou částí analytického šetření datových sad o chování uživatelů bikesharingu Rekola. Již podle názvu bude tato kapitola zaměřena především na statistické vyhodnocení dat se zaměřením na využívání bikesharingu Rekola v jednotlivých městech v rámci měsíců, týdnů, dnů i jednotlivých hodinových intervalů během dne a na základě těchto dat se pokusí charakterizovat typické chování uživatelů v daném městě za příslušný rok.

### 4.2.1 Olomouc 2014

Data o využívání jízdních kol bikesharingu Rekola v Olomouci za rok 2014 obsahují po fázi předzpracování celkem 675 validních záznamů. Na základě tohoto údaje bylo provedeno v průměru přibližně 3 záznamy denně v rámci celé sezóny. Při počtu 29 jízdních kol, která byla v dané sezóně v provozu, se jedná v průměru o 23 záznamů na jedno kolo za sezónu. Vůbec nejvíce záznamů pak bylo zaregistrováno v úterý 27. května, kdy proběhlo celkem 27 záznamů. Následuje středa 18. června s 24 záznamy, středa 21. května s 17 záznamy, úterý 17. června s 17 záznamy a neděle 8. června s 15 záznamy. Záznamy mají časový rozsah od 30. dubna do 30. listopadu roku 2014.



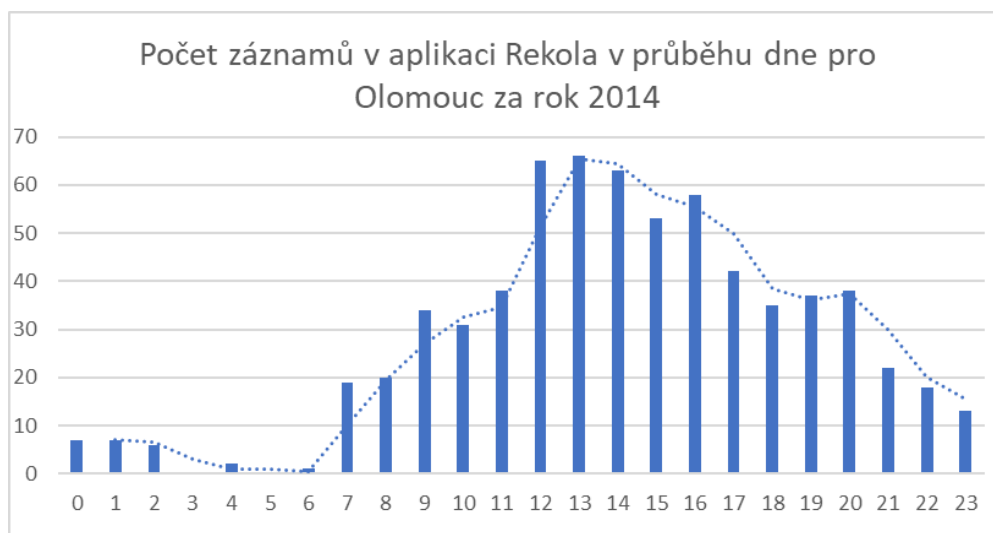
Graf 4.1 Počet záznamů bikesharingu Rekola za jednotlivé měsíce v Olomouci za rok 2014

Graf 4.1 obsahuje přehled počtu záznamů interakcí uživatelů s aplikací za jednotlivé měsíce v roce 2014. Po spuštění služby na přelomu konce dubna a začátku května došlo k poměrně prudkému nárůstu záznamů v měsících květen a červen, ve kterých proběhlo celkem 63 % záznamů z celé sezóny. Následoval výrazný pokles v měsících červenec a srpen především z důvodu akademických prázdnin. Následoval nárůst počtu záznamů v měsíci září, který však ale již nemohl konkurovat předešlým akademickým měsícům květen a červen. Je však nutné poznamenat, že zimní semestr začal až v druhé polovině září. V říjnu došlo k mírnému poklesu oproti září a v listopadu opět k mírnému poklesu oproti říjnu. Poměrně zajímavý je fakt, že po úspěšném spuštění bikesharingu Rekola nedošlo k opětovnému nastartování služby po konci akademických prázdnin, kdy bylo zaznamenáno výrazně nižší množství záznamů.

Tab. 4.2 Počet záznamů v rámci dnů v týdnu za rok 2014

Den	Počet záznamů
<b>Pondělí</b>	87
<b>Úterý</b>	130
<b>Středa</b>	128
<b>Čtvrtek</b>	97
<b>Pátek</b>	92
<b>Sobota</b>	69
<b>Neděle</b>	72

Tabulka 4.2 zobrazuje data o počtu záznamů za jednotlivé dny v týdnu sečtené za celý rok 2014. Mezi dny s největším počtem záznamů řadíme především úterý a středu s maximem v úterý, kdy došlo celkem k 130 vypůjčení a vracení. Následuje trojice pondělí s 87 záznamy, čtvrtek s 97 záznamy a pátek s 92 záznamy. Nejméně záznamů bylo zaznamenáno o víkendech, kdy v sobotu proběhlo 69 záznamů a v neděli 72 záznamů. Poměrně zajímavý jev je vysoká aktivita uživatelů v úterý a ve středu oproti ostatním dnům pracovního týdne.



Graf 4.2 Počet záznamů bikesharingu Rekola v průběhu dne v Olomouci za rok 2014

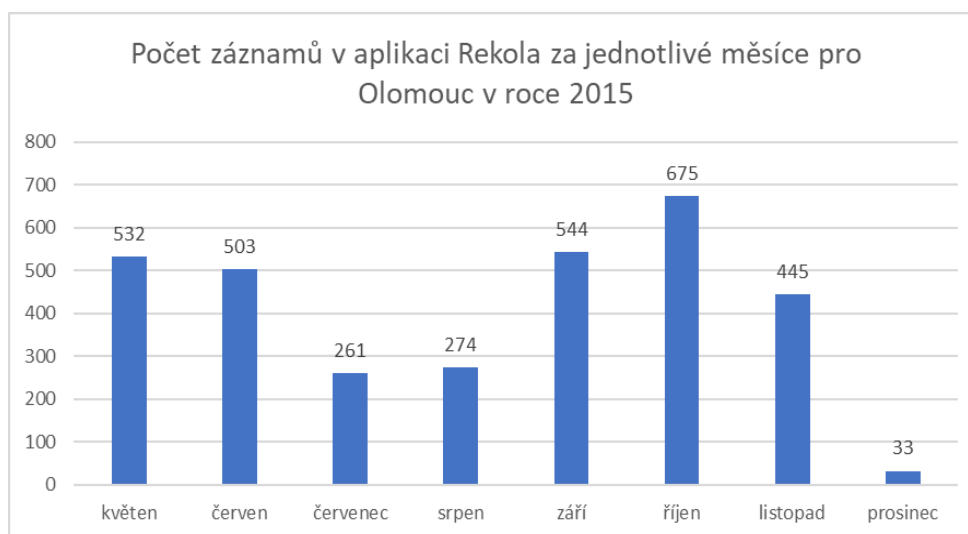
Graf 4.2 obsahuje přehled počtu záznamů aplikace v průběhu dne rozdělených do hodinových intervalů. Z těchto dat lze odvodit aktivitu uživatelů Rekol v průběhu dne. V ranních hodinách dochází k nárůstu počtu záznamů. K tomuto nárůstu dochází konkrétně mezi 7. a 8. hodinou. Následuje postupný stoupající trend až do 12. hodiny. Zde dochází k druhému skokovému nárůstu, kdy mezi 12. až 14. hodinou dochází k největší aktivitě uživatelů za celý den. Následuje opět klesající průběh až do večerních hodin. Z grafu je na první pohled patrný nepoměr dopoledne oproti odpoledne. Z tohoto faktu lze usoudit, že bikesharing Rekola nebyl v roce 2014 využíván k pravidelnému dojíždění do školy či práce, ale spíše k jednorázovým výpůjčkám v době oběda či k dojíždění k odpoledním aktivitám.

Z výše popsaných jevů lze vysledovat především výrazně klesající zájem o bikesharing Rekola v průběhu sezóny. Po velmi úspěšném období květen až červen

došlo k výraznému poklesu záznamů, ve zbytku sezóny se už žádný měsíc nepřiblížil v počtech záznamů květnu či červnu.

#### 4.2.2 Olomouc 2015

Data o aktivitě uživatelů aplikace bikesharingu Rekola v Olomouci za rok 2015 obsahují po fázi předzpracování celkem 3267 validních záznamů. Na základě tohoto údaje bylo provedeno v průměru 15 záznamů denně v rámci celé sezóny. Při počtu 25 jízdních kol, která byla v dané sezóně v provozu, se jedná v průměru o 131 záznamů na jedno kolo za sezónu. Vůbec nejvíce záznamů pak bylo zaregistrováno ve čtvrtek 8. října, kdy bylo zaregistrováno celkem 55 záznamů. Následuje pátek 23. října s 46 záznamy, čtvrtek 22. října s 42 záznamy, středa 23. září s 41 záznamy a středa 13. května s 38 záznamy. Záznamy mají časový rozsah od 1. května do 3. prosince roku 2015.



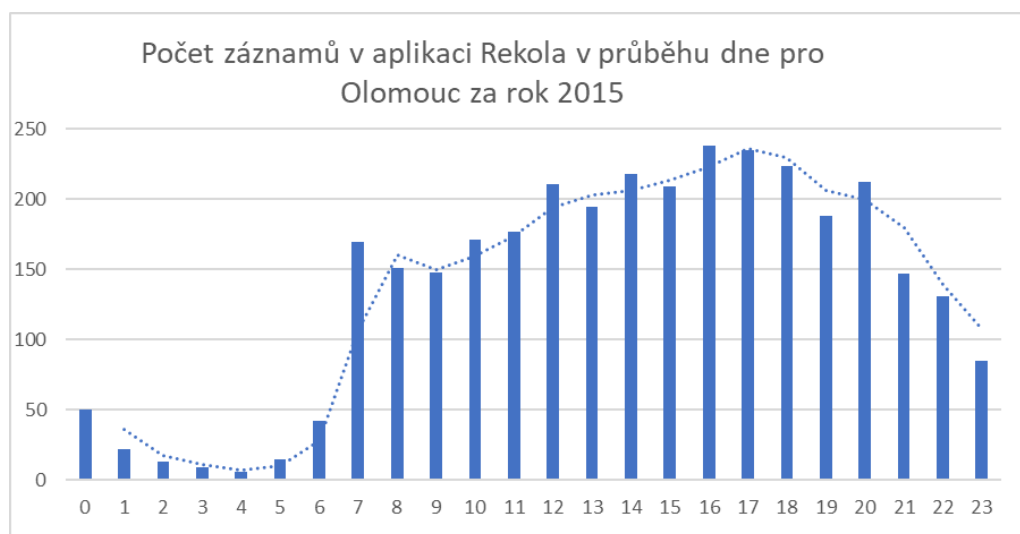
Graf 4.3 Počet záznamů bikesharingu Rekola za jednotlivé měsíce v roce 2015

Graf 4.3 obsahuje přehled počtu zaznamenané aktivity uživatelů za jednotlivé měsíce v roce 2015. Po spuštění služby na přelomu konce dubna a začátku května došlo k poměrně prudkému nárůstu záznamů v měsících květen a červen, což zapříčinil především probíhající letní akademický semestr. Následoval pokles v měsících červenec a srpen především z důvodu akademických prázdnin. Vůbec nejúspěšnější měsíce roku 2015 z hlediska počtu záznamů byly měsíce září a říjen, což zapříčinil opět začátek podzimního akademického semestru, který začínal v druhé polovině září. A také pravděpodobně i větší známost služby Rekola jak mezi studenty, tak i obyvateli města Olomouce, jelikož se jednalo o druhý rok provozu. V měsíci listopadu pak již došlo k poměrně očekávanému poklesu množství záznamů z důvodu stále méně příznivého počasí pro přepravu na jízdním kole.

Tab. 4.3 Počet záznamů v rámci dnů v týdnu za rok 2015

Den	Počet záznamů
<b>Pondělí</b>	571
<b>Úterý</b>	555
<b>Středa</b>	552
<b>Čtvrtek</b>	587
<b>Pátek</b>	474
<b>Sobota</b>	237
<b>Neděle</b>	291

Tabulka 4.3 zobrazuje data o počtu záznamů za jednotlivé dny v týdnu sečtené za celý rok 2015. Mezi dny s největším počtem záznamů řadíme pondělí, úterý, středu a čtvrtek s lokálním maximem ve čtvrtek, kdy došlo celkem k 587 záznamů v aplikaci. V tyto dny se v Olomouci nachází nejvíce studentů Univerzity Palackého, kteří docházejí na pravidelnou výuku v rámci prezenčního studia. V pátek již dochází k poklesu na 474 záznamů, protože část studentů již nemá pravidelnou výuku. Úplně nejnižší počet byl potom zaznamenán v sobotu a neděli, kdy je počet záznamů v průměru téměř poloviční oproti období pondělí až čtvrtek. Nizký provoz o víkendů je pravděpodobně způsoben úbytkem studentů, kde část na víkend odjíždí domů a také se nejedná o pracovní dny, takže ani lidé dojíždějící do práce nevyužívají tolik služeb bikesharingu Rekola.



Graf 4.4 Počet záznamů bikesharingu Rekola v průběhu dne za rok 2015

Graf 4.4 obsahuje přehled počtu záznamů zaregistrovaných v aplikaci v průběhu dne rozdělených do hodinových intervalů. Z těchto dat lze odvodit aktivitu uživatelů Rekol v průběhu dne. V ranních hodinách dochází poměrně logicky nárůst počtu záznamů. Konkrétně v intervalu mezi 7. a 8. hodinou ranní přichází prudký nárůst z důvodu dojíždění uživatelů do školy či práce. Následuje mírný pokles mezi 8. až 10. hodinou. Od 10. hodiny pak převažuje stoupající trend, který vrcholí mezi 16. a 17. hodinou. Ve večerních hodinách poté následuje klesající trend až do hodin nočních s drobným vychýlením mezi 20. a 21. hodinou.



Tab. 4.4 Počet záznamů v rámci dnů v týdnu za měsíce červenec a srpen v roce 2015

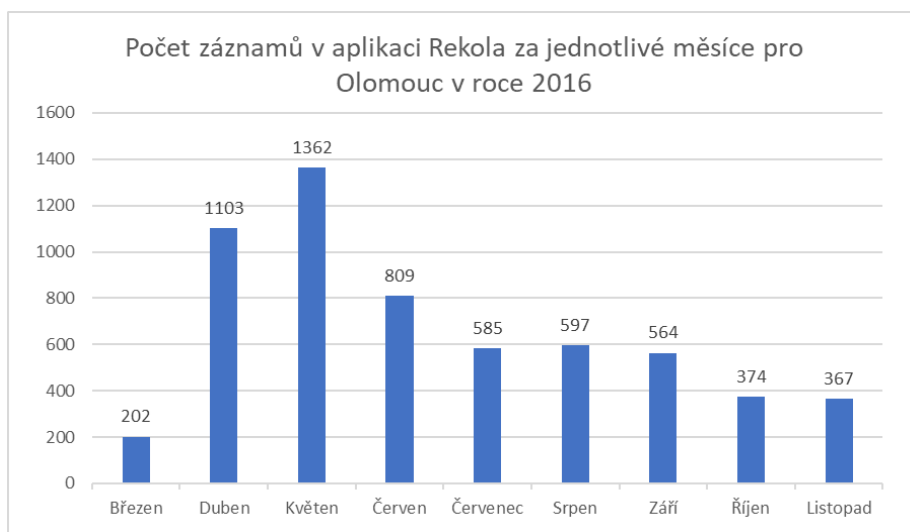
<b>Den</b>	<b>Počet záznamů</b>
<b>Pondělí</b>	77
<b>Úterý</b>	92
<b>Středa</b>	102
<b>Čtvrtek</b>	98
<b>Pátek</b>	86
<b>Sobota</b>	40
<b>Neděle</b>	40

Tabulka 4.4 ukazuje počet zaznamenaných záznamů za jednotlivé dny v týdnu v průběhu akademických prázdnin v roce 2015. Zajímavostí je, že v rámci pracovních dnů není pátek dnem s nejnižším počtem záznamů, kterým je naopak pondělí. Navíc trend počtu záznamů na intervalu pondělí až pátek je stoupající od pondělí do středy a následně směrem k pátku je klesající. Z těchto hodnot je poměrně znatelný rozdíl oproti celoročním hodnotám a lze usoudit, že hlavní skupinu z hlediska využívání bikesharingu Rekola o akademických prázdninách tvořili obyvatelé dojíždějící do práce, za nákupy či volnočasovými aktivitami, jelikož nejnižších hodnot nabývají víkendové dny a dále dny, které mají nejbližší právě k víkendům.

Z výše popsaných grafů a tabulek se průběh dat nejvíce blíží typickému průběhu pro univerzitní město. Lze se tedy domnívat, že hlavní skupinou, která tvořila klientelu bikesharingu Rekola v Olomouci byli studenti a pracovníci Univerzity Palackého. Nejvíce je toto tvrzení patrné z grafu 4.3, který ukazuje významný pokles aktivity uživatelů bikesharingu Rekola v době akademických prázdnin na téměř poloviční hodnoty záznamů oproti letnímu a zimnímu semestru. Další skupinu uživatelů pravděpodobně tvořili obyvatelé města Olomouce, kteří využívali bikesharing Rekola k dojíždění do zaměstnání, což je nejvíce patrné z tabulky 4.4 a také grafu 4.4. Dalším poměrně zajímavým zjištěním je, že popularita bikesharingu Rekola v průběhu sezóny narůstala, což ukazuje především graf 4.3, z čehož lze usoudit, že bikesharing Rekola má v Olomouci potenciál do dalších let. Na zvýšení popularity bikesharingu Rekola má také vliv kampaň, která je cílená na studenty Univerzity Palackého, kde studenti mají 50% slevu na roční či měsíční členství bikesharingu Rekola (město Olomouc, 2014).

### **4.2.3 Olomouc 2016**

Datová sada, obsahující data o aktivitě uživatelů bikesharingu Rekola za Olomouc 2016, obsahuje po fázi předzpracování celkem 5963 validních záznamů. V rámci celé sezóny, kdy byl bikesharing Rekola v provozu, to znamená přibližně průměrný počet 23 záznamů denně. Při počtu 19 kol, která byla v provozu, to znamená přibližně 314 záznamů na jedno kolo za celou sezónu. Vůbec nejvíce záznamů proběhlo ve středu 11. května, kdy bylo zaregistrováno celkem 75 záznamů. Druhým dnem s nejvíce záznamy bylo úterý 26. dubna s 74 záznamy. Třetí největší počet záznamů byl zaregistrován v pondělí 2. května s 72 záznamy, následuje středa 18. května s 71 záznamy a pátek 13. května s 68 záznamy. Záznamy mají časový rozsah od 20. března do 30. listopadu roku 2016.



Graf 4.5 Počet záznamů bikesharingu Rekola v Olomouci za jednotlivé měsíce v roce 2016

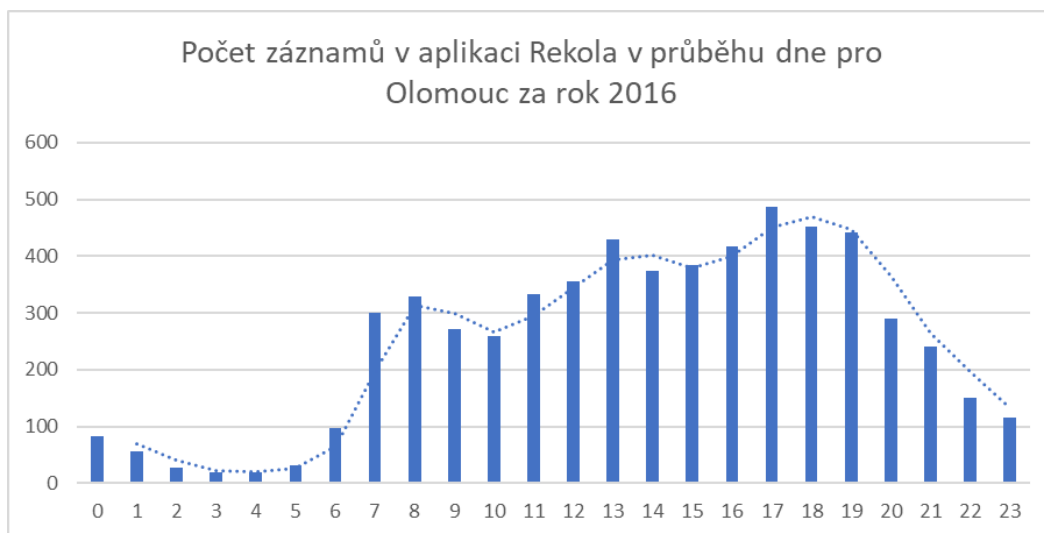
Graf 4.5 ukazuje množství zaznamenané aktivity uživatelů bikesharingu Rekola za jednotlivé měsíce v roce 2016. Z grafu je patrné, že největší zájem o bikesharing Rekola byl v období letního semestru v rozmezí měsíců duben až červen, kdy absolutně nejvíce záznamů proběhlo v měsíci květnu. Tento fakt potvrzuje i jev, že všech pět jednotlivých dnů s největším počtem záznamů je právě z tohoto období, kdy čtyři připadají na měsíc květen a jeden den na měsíc duben. Následuje útlum v měsících červen a srpen, který je poměrně logický, jelikož se jedná o období akademických prázdnin. V měsíci září se však nepodařilo navázat na úspěšné jaro a počet záznamů v aplikaci zůstává na obdobné úrovni jako o měsících prázdninových. V říjnu a listopadu pak dochází k dalšímu poklesu počtu záznamů. Zajímavé je například porovnání měsíců duben a říjen, kdy v říjnu bylo zaznamenáno téměř třetinové množství záznamů oproti dubnu, z čehož lze vyhodnotit podzimní část sezóny za nevydařenou v porovnání s jarními měsíci.

Tab. 4.5 Počet záznamů v rámci dnů v týdnu za rok 2016

Den	Počet záznamů
<b>Pondělí</b>	1127
<b>Úterý</b>	1092
<b>Středa</b>	1045
<b>Čtvrtek</b>	928
<b>Pátek</b>	845
<b>Sobota</b>	483
<b>Neděle</b>	443

Tabulka 4.5 představuje počet zaregistrovaných záznamů bikesharingu Rekola za jednotlivé dny v týdnu v rámci uplynulé sezóny 2016. Z tabulky je patrný klesající trend v průběhu týdne, kdy maximum s 1127 záznamy bylo v pondělí a následuje mírný pokles až do středy, ze středy na čtvrtek je pak již zaznamenán pokles o více než 100 záznamů a podobný jev následuje i z čtvrtka na pátek. Víkendové dny pak již tradičně představují nejnižší hodnoty počtu zaznamenané aktivity uživatelů, která je

téměř poloviční oproti pracovním dnům. Tento výše popsany průběh je poměrně typický pro univerzitní město, kdy nejvíce studentů se po městě pohybuje v rozmezí dnů pondělí až čtvrtek a poté směrem k víkendů následuje pokles aktivity uživatelů z důvodu odjezdu části studentů do míst svého bydliště.

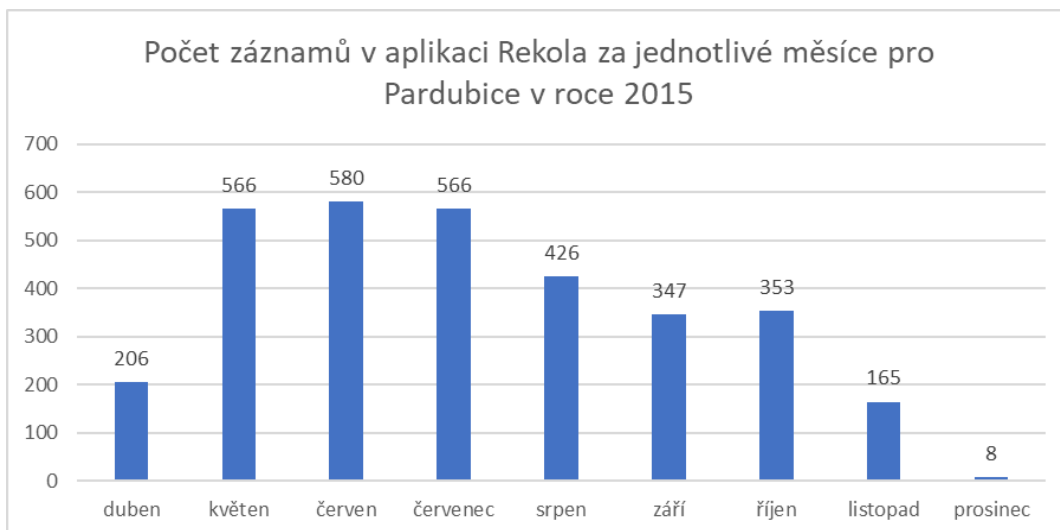


Graf 4.6 Počet záznamů bikesharingu Rekola v průběhu dne za sezónu 2016

Graf 4.6 reprezentuje aktivitu uživatelů bikesharingu Rekola rozdělenou do hodinových intervalů za celý rok 2016. První významnější nárůst aktivity uživatelů je patrný mezi 7. a 8. hodinou, který je poměrně logický z důvodu dojíždění studentů na přednášky či pracujících do zaměstnání. Po mírném poklesu následuje druhý nárůst aktivity mezi 11. až 13. hodinou, kdy uživatelé využívají služeb bikesharingu především k přesunu na oběd. Nejvyšší aktivita za celý den byla zaznamenána mezi 16. až 19. hodinou, kdy dochází k přesunu dojíždějících zpět do místa bydliště a zároveň k dojíždění za volnočasovými aktivitami. Po 19. hodině pak dochází k téměř konstantnímu poklesu až do dalšího rána.

#### 4.2.4 Pardubice 2015

Data o aktivitě uživatelů sdílených kol bikesharingu Rekola v Pardubicích za rok 2015 obsahují po fázi předzpracování celkem 3217 validních záznamů. Na základě tohoto údaje bylo provedeno v průměru přibližně 14 záznamů denně v rámci celé sezóny. Při počtu 37 jízdních kol, která byla v dané sezóně v provozu, se jedná v průměru o 87 záznamů na jedno kolo za sezónu. Vůbec nejvíce záznamů pak bylo zaregistrováno ve středu 27. května, kterých v daný den proběhlo celkem 41. Následují čtyři dny se shodným počtem 35 záznamů. Konkrétně se jedná o úterý 19. května, pondělí 8. června, středu 24. června a pátek 24. července. Záznamy mají časový rozsah od 15. dubna do 7. prosince roku 2015.



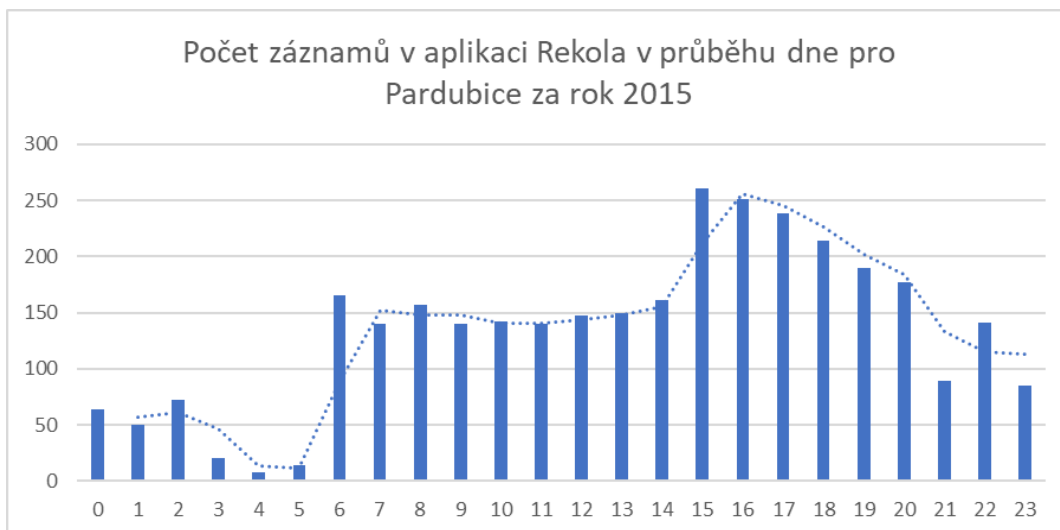
Graf 4.7 Počet záznamů bikesharingu Rekola za jednotlivé měsíce v roce 2015

Graf 4.7 obsahuje přehled počtu záznamů za jednotlivé měsíce v roce 2015. Po spuštění služby v polovině dubna došlo k poměrně prudkému nárůstu v měsících květen, červen a červenec, kdy červen byl z hlediska počtu záznamů vůbec nejúspěšnějším měsícem z celé uplynulé sezóny. Následoval pokles v měsíci srpen a také v měsíci září došlo k úbytku záznamů oproti předešlému měsíci. V říjnu se zastavil klesající trend, ale v měsíci listopadu už opět poměrně výrazně klesl počet záznamů oproti říjnu. Na začátku prosince pak byla sezóna Rekol ukončena.

Tab. 4.6 Počet záznamů v rámci dnů v týdnu za rok 2015

den	počet záznamů
<b>Pondělí</b>	545
<b>Úterý</b>	535
<b>Středa</b>	496
<b>Čtvrtek</b>	487
<b>Pátek</b>	458
<b>Sobota</b>	338
<b>Neděle</b>	358

Tabulka 4.6 zobrazuje data o počtu záznamů za jednotlivé dny v týdnu sečtené za celý rok 2015. Největší množství aktivity uživatelů bylo zaregistrováno v první dva pracovní dny s maximem hned v pondělí. Následuje pokles ve středu a poměrně stejný počet záznamů i ve čtvrtek. V pátek byl zaznamenán další pokles oproti středě a čtvrtku. Vůbec nejméně záznamů pak proběhlo o víkendových dnech, kde minimum nastalo v sobotu.



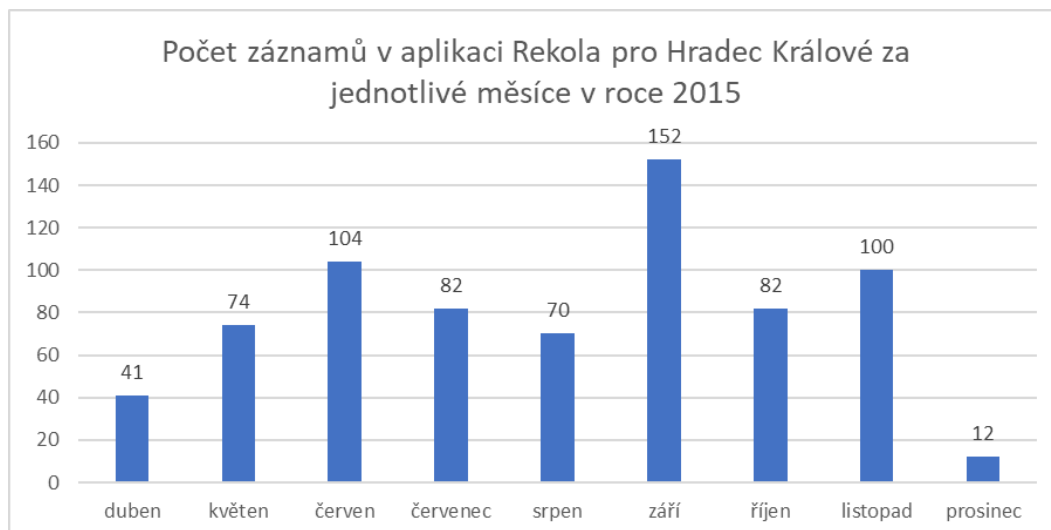
Graf 4.8 Počet záznamů bikesharingu Rekola v průběhu dne za sezónu 2015

Graf 4.8 vizualizuje množství aktivity uživatelů bikesharingu Rekola v Pardubicích v průběhu dne za hodinové intervaly. Na základě těchto dat lze charakterizovat aktivitu uživatelů v průběhu dne. Hned od 6. hodiny ranní dochází k prudkému nárůstu počtu záznamů především z důvodu dojížděky do práce. Následně až do 15. hodiny zůstává počet přibližně stejný, ale mezi 15. a 16. hodinou dochází k druhému skokovému nárůstu a mezi 15. a 16. hodinou dochází k největšímu počtu záznamů za celý den. V tuto dobu se bude jednat především o přepravu obyvatel z místa zaměstnání domů, případně i nákupy či volnočasové aktivity. Následuje pravidelný pokles počtu záznamů až do 22. hodiny, ale mezi 22. a 23. dochází ještě k poslednímu nárůstu množství záznamů.

Z výše popsaných grafů a tabulek se průběh dat nejvíce blíží typickému průběhu pro město, kde převládá dojížděka do zaměstnání. Lze se tedy domnívat, že hlavní skupinou, která tvořila klientelu bikesharingu Rekola v Pardubicích v roce 2015, byli především obyvatelé Pardubic, kteří využívali bikesharing Rekola k dojíždění do zaměstnání, což je nejvíce patrné z tabulky č.3. Dalším poměrně zajímavým zjištěním je, že popularita bikesharingu Rekola v průběhu sezóny měla klesající tendenci z hlediska aktivity uživatelů, což ukazuje především graf 4.7.

#### 4.2.5 Hradec Králové 2015

Data o využívání jízdních kol bikesharingu Rekola v Hradci Králové za rok 2015 obsahují po fázi předzpracování celkem 717 validních záznamů. V přepočtu na dny, kdy byla bikesharingová služba spuštěna, se jedná v průměru o přibližně 3 záznamy denně. V přepočtu na 13 kol, která byla v dané sezóně v provozu, se jedná o přibližně 55 záznamů na jedno kolo. Den s největším zaregistrovanou aktivitou uživatelů připadá na úterý 3. listopadu s 18 záznamy. Dále je středa 7. října s 16 záznamy, následuje středa 16. září s 14 záznamy, pátek 26. června s 11 záznamy a sobota 30. června s 10 záznamy. Záznamy mají časový rozsah od 19. dubna do 3. prosince roku 2015.



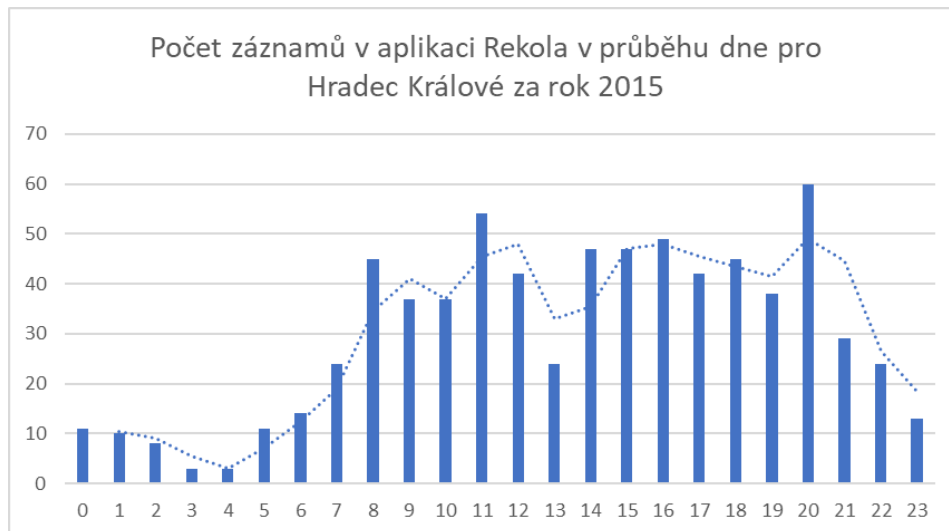
Graf 4.9 Přehled aktivity uživatelů bikesharingu Rekola za jednotlivé měsíce

Graf 4.9 ukazuje přehled počtu záznamů za jednotlivé měsíce. Po spuštění služby v dubnu 2015 je vidět stoupající trend až do června. Následuje pokles záznamů v měsících červenec a srpen, což je jev poměrně typický a byl také zaznamenán i ve většině ostatních měst, jelikož se jedná o období letních prázdnin a dovolených. V září došlo k poměrně úspěšnému restartování služby, jelikož měsíc září je nejúspěšnějším měsícem celé sezóny. Následuje opět pokles v měsíci říjen oproti září a v listopadu menší nárůst oproti říjnu.

Tab. 4.7 Počet záznamů v rámci dnů v týdnu za rok 2015

Den	Počet záznamů
<b>Pondělí</b>	85
<b>Úterý</b>	142
<b>Středa</b>	122
<b>Čtvrtek</b>	103
<b>Pátek</b>	112
<b>Sobota</b>	89
<b>Neděle</b>	64

Tabulka 4.7 představuje přehled aktivity uživatelů bikesharingu Rekola v rámci jednotlivých dnů v týdnu za celý rok 2015. Největší počet záznamů připadá na úterý, které následuje středa, pátek a poslední den, který se dostal přes hranici sta záznamů je čtvrtek. Poměrně zajímavé je, že víkendová sobota těsně předstihla den všedního týdne pondělí. Nejmenší počet záznamů pak připadá na neděli.



Graf 4.10 Počet záznamů bikesharingu Rekola v průběhu dne za sezónu 2015

Graf 4.10 představuje aktivitu uživatelů bikesharingu Rekola v hodinových intervalech během dne pro data za celou sezónu. První nárůst přichází mezi 5. až 9. hodinou, což je poměrně typické, jelikož se jedná o ranní dojíždění do školy či případně do zaměstnání. Následuje druhý nárůst záznamů mezi 11. a 12. hodinou, kdy pravděpodobně dochází k dojíždění na oběd a z oběda. Mezi 14. a 16. hodinou dochází opět k nárůstu, jelikož se jedná o časový interval, kdy dochází k návratu ze školy či ze zaměstnání. Poslední významnější nárůst aktivit uživatelů byl zaznamenán mezi 20. a 21. hodinou, což je interval s vůbec největším počtem záznamů, kdy docházím především k dojíždění za volnočasovými aktivitami.

Data o aktivitě uživatelů bikesharingu Rekola v Hradci Králové za rok 2015 představují spíše typičtější chování pro město, kde dominuje dojíždka do zaměstnání. Oproti ostatním univerzitním městům nepřevládá největší počet záznamů ve dnech pondělí až čtvrtek, jak ukazuje tabulka 4.7. Také v případě měsíčního přehledu nedochází k významnějším rozdílům mezi semestrem a akademickými prázdninami, jak ukazuje graf 4.9. Jelikož se jedná o první sezónu bikesharingu Rekola v Hradci Králové, není počet záznamů nějak velký, a z tohoto důvodu je obtížnější stanovit pravidla chování a hlavní skupinu uživatelů. Na základě výše popsaných jevů lze však konstatovat, že s větší pravděpodobností se bude jednat především o dojíždějící do zaměstnání. Zajímavé je denní maximum záznamů kolem 20. hodiny, což nasvědčuje využívání pro volnočasové aktivity.

#### 4.2.6 České Budějovice 2015

Data o využívání jízdních kol bikesharingu Rekola v Českých Budějovicích za rok 2015 obsahují po fázi předzpracování celkem 624 validních záznamů. Jelikož byla služba Rekola v Českých Budějovicích spuštěna až v září, tak v datech jsou logicky obsažena záznamy v rozmezí září až prosinec. V přepočtu na dny, kdy byla bikesharingová služba spuštěna, se jedná v průměru o přibližně 8 záznamů denně. V přepočtu na 12 kol, která byla v dané sezóně v provozu, se jedná o přibližně 52 záznamů na jedno kolo. Dnem s největším počtem záznamů je čtvrtek 12. listopadu s 28 záznamy, následuje čtvrtek 19. listopadu s 26 záznamy, pátek 30. října s 24 záznamy a středa 30. září se čtvrtkem

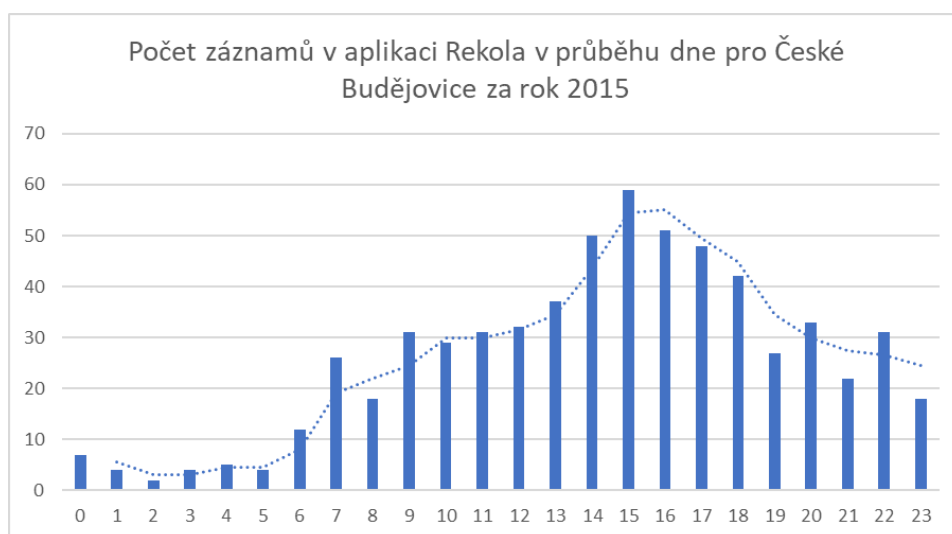
29. října společně s 22 záznamy. Záznamy mají časový rozsah od 19. září do 8. prosince roku 2015.

Z hlediska aktivity uživatelů v rámci jednotlivých měsíců, tak po spuštění služby v září bylo dosaženo celkem 73 záznamů v říjnu následuje poměrně významný nárůst na celkový počet 227 záznamů. Nejvíce záznamů bylo zaregistrováno v listopadu s 249 záznamy a v prosinci, kdy byla sezóna ukončena 8. prosince, je celkem zaznamenáno 74 záznamů. Zajímavý je především fakt, že nejvíce záznamů proběhlo v listopadu, což u žádné jiné datové sady v období září až prosinec nenastalo. Je zde patrný vliv informační kampaně o zavedení služby.

Tab. 4.8 Počet záznamů v rámci dnů v týdnu za rok 2015

Den	Počet záznamů
<b>Pondělí</b>	55
<b>Úterý</b>	113
<b>Středa</b>	75
<b>Čtvrtek</b>	126
<b>Pátek</b>	95
<b>Sobota</b>	80
<b>Neděle</b>	79

Tabulka 4.8 představuje počty záznamů za jednotlivé dny v týdnu za celou sezónu v roce 2015. Zobrazená data nereflktují zcela typický průběh ať už pro univerzitní město, tak ani pro město, kde dominuje dojíždka do zaměstnání. Zajímavé jsou poměrně značné rozdíly mezi pondělím až čtvrtkem, kdy z pondělí s 55 záznamy proběhl nárůst na 113 záznamů v úterý, následuje pokles na 75 záznamů ve středu a opětovný nárůst na 126 záznamů ve čtvrtek. Z výše pospaných dat lze konstatovat, že o rozložení záznamů v průběhu týdne rozhodovaly především výchyly v jednotlivých dnech, jelikož čtvrtek je také zastoupen ve třech z pěti dnů ve statistice dnů s největším počtem záznamů.



Graf 4.11 Počet záznamů bikesharingu Rekola v průběhu dne za sezónu 2015



Graf 4.11 představuje aktivitu uživatelů bikesharingu Rekola v průběhu dne za celou sezónu 2015. Ze zaznamenaných dat můžeme vysledovat poměrně neobvyklý průběh stoupajícího trendu až do 15. hodiny, kde dojde ke zlomu a poté následuje až do konce dne pokles počtu záznamů. Nejvíce záznamů proběhlo mezi 14. a 18. hodinou, z čehož lze usoudit, že hlavní aktivitu uživatelů nepředstavovalo dojíždění do školy či případně do zaměstnání, ale jednoúčelová přeprava s různými jednorázovými důvody jako například nákupy, návštěva úřadů, volnočasové aktivity a další. Zajímavý je poměrně vysoký počet záznamů kolem 22. hodiny, který lze přisoudit na cesty domů z například kulturních a sportovních akcí.

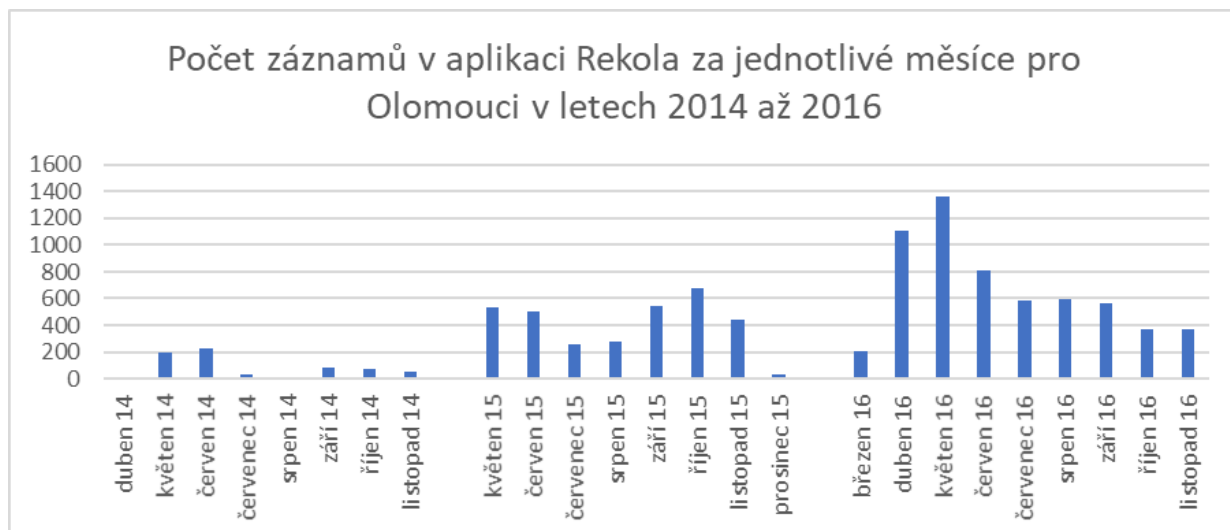
Z výše pospaných jevů lze konstatovat, že chování uživatelů Rekol v Českých Budějovicích v roce 2015 bylo ze všech datových sad nejvíce odlišné od ostatních měst a nelze tak vysledovat nějaký charakteristický trend. Je však nutné poznamenat, že služba Rekola byla spuštěna až od měsíce září a za takto krátký interval je poměrně obtížné vysledovat nějaký typický vzorec či trend pro chování uživatelů.

#### **4.2.7 Rekola v Olomouci v období 2014 až 2016**

Olomouc je jediná lokalita, pro kterou se podařilo získat data za více než jednu sezónu. Z předchozích kapitol je známo, že se jedná konkrétně o tři datové sady za roky 2014, 2015 a 2016. Cílem této kapitoly bude porovnat tyto datové sady a pokusit se tak charakterizovat vývoj chování uživatelů Rekol a také zhodnotit rozvoj bikesharingové služby Rekola v Olomouci za tři roky jejího provozu.

První měřitelnou hodnotou, která slouží k porovnání těchto datových sad, je počet validních záznamů po fázi předzpracování dat. Datová sada za Olomouc v roce 2014 obsahuje celkem 675 validních záznamů. V roce 2015 pak bylo zaznamenáno již 3267 validních záznamů, data za rok 2016 obsahují celkem 5963 validních záznamů. Druhý rok bylo tedy zaznamenáno téměř pětikrát větší aktivita než v roce prvním. Ve třetím roce se pak jednalo o téměř dvojnásobný nárůst záznamů oproti roku předchozímu. Z těchto údajů lze označit rozvoj bikesharingu Rekola v Olomouci za úspěšný, jelikož nedošlo ke stagnaci či propadu aktivity uživatelů, ale naopak dochází ke kontinuálnímu růstu.

Z hlediska aktivity uživatelů v rámci jednotlivých dnů v týdnu vždy za celou sezónu, která je zobrazená v tabulkách 4.2, 4.3 a 4.5 lze asi nejvíce usoudit, že mezi uživateli bikesharingu Rekola v Olomouci převládali studenti. Ve všech třech letech výrazně převládá aktivita všedního týdne nad víkendem a v letech 2015 a 2016 je pak nejslabším dnem z celého týdne vždy s výraznějším odstupem pátek. V případě akademického týdne je pátek dnem, kdy na univerzitě probíhá nejméně výuky a část studentů opouští město. V roce 2014 tomu tak není, ale jelikož se jedná o první rok spuštění služby a poměrně nízký počet záznamů, je potřeba přisoudit větší relevantnost výstupům z dat z let 2015 a 2016, kde je množství záznamů mnohonásobně vyšší a lépe tak vypovídá o chování uživatelů.



Graf 4.12 Aktivita uživatelů Rekola za jednotlivé měsíce mezi roky 2014 až 2016

Z grafu 4.12 je patrný především významný nárůst absolutního počtu záznamů v průběhu studovaného období. Dále lze v letech 2014 a 2015 vysledovat rozdíl mezi měsíci semestru a akademických prázdnin, v jejichž důsledku byl v měsících červen a srpen nižší počet záznamů. Rok 2016 je v tomto případě jiný. V první části dochází k poklesu počtu záznamů v červenci a srpnu oproti letnímu semestru, v září však nedochází k opětovnému nárůstu, nýbrž ke stagnaci počtu záznamů a následnému poklesu. Podzim roku 2016 tak jde proti dlouhodobému trendu nárůstu aktivity uživatelů. Jednou z příčin může být například podceněná marketingová kampaň na začátek nového akademického roku, kdy si místní oddělení Rekol mohlo po úspěšném jarním období spoléhat, že služba je již natolik známá, že nebude zapotřebí další větší propagace. O těchto příčinách lze však jen polemizovat.

## 4.3 Prostorové analýzy

Tato kapitola by se z pohledu geoinformatiky dala považovat za stěžejní. Jejím hlavním účelem je analyzovat data o bikesharingu Rekola ve vybraných městech prostřednictvím zvoleného GIS softwaru, výstupu těchto analýz následně vizualizovat do map a veškeré zjištěné skutečnosti patřičně okomentovat.

Z hlediska dat, které jsou pro následující prostorové analýzy nezbytné, je zapotřebí zmínit především datové sady o aktivitě uživatelů Rekol, které jsou v použity i v kapitolách 4.1 Předzpracování dat a 4.2 Neprostorové analýzy. Další datové sady, které je potřeba zmínit jsou zóny pro vracení Rekol v daném městě. Jedná se o jeden či více polygonů, které v každém městě definují prostor, kde uživatelé mohou vracet vypůjčená Rekola. Tyto datové sady byly rovněž obdrženy od administrátora Rekol ve formátu .kml kromě jediné, a to Olomouce za rok 2014. Tato data nebyla nikdy administrátorem Rekol předána a jelikož se jedná o jedinou datovou sadu z roku 2014, tak se nabízí otázka, jestli v tomto roce zóna existovala. Další datové sady, které je třeba zmínit, jsou data o cyklostojanech a cyklostezkách. Obě tyto datové sady byly získány terénním sběrem v roce 2016.

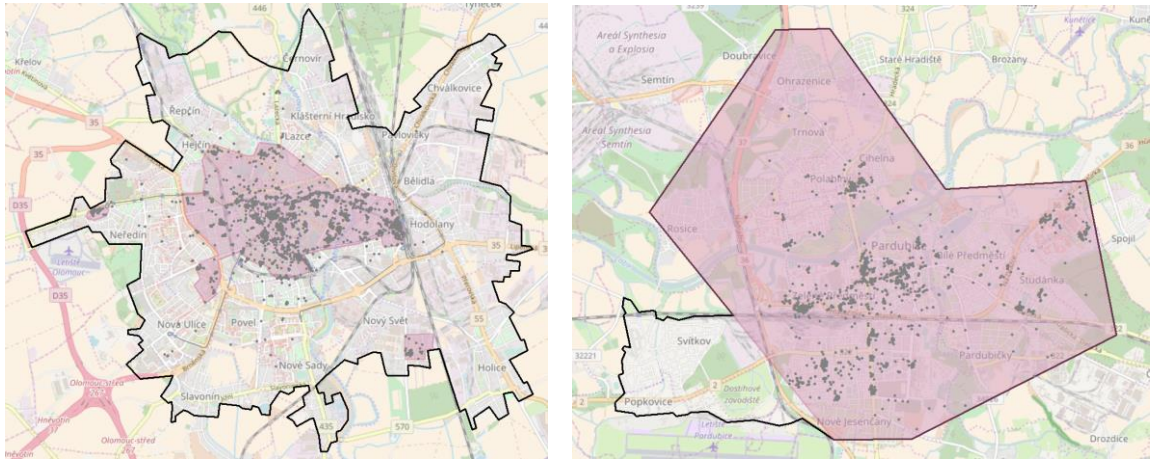
### Příprava a konverze dat

Před samotnými prostorovými analýzami je také potřeba popsat přípravu a konverzi dat pro jejich následný vstup do analýz. Tato kapitola se neshoduje s kapitolou 4.1 Předzpracování dat, která je zaměřena především na očištění datových souborů od nežádoucích záznamů v datech. Tato kapitola se zaměřuje na převod obdržených textových souborů s daty na třídy prvků Esri geodatabáze, které slouží jako vstupy do prostorových analýz. Tato konverze je nutná z důvodu, že veškeré prostorové analýzy budou prováděny v prostředí ArcGIS for Desktop.

Prvním krokem je import obdrženého .csv souboru do prostředí softwaru QGIS. Zde probíhá prostorová a atributová filtrace, která je popsána v kapitole 4.1 Předzpracování dat. Následuje uložení očištěného datového souboru do formátu Esri shapefile. Tento soubor je následně přidán do projektu v aplikaci ArcMap a zde proběhne jeho import do již předpřipravené Esri geodatabáze. Je nutné poznamenat, že výše popsaný postup není jediný a existuje řada variant jako tuto konverzi provést včetně varianty provedení celé konverze v aplikaci ArcMap. Tento postup byl vybrán pouze pro z autorova pohledu uživatelsky přívětivějšího prostředí programu QGIS.

### 4.3.1 Úspěšnost vracení kol v zónách

Jak již bylo zmíněno, v každém městě byla navržena sdružením Rekola zóna, kde by všichni uživatelé měli vracet zapůjčená Rekola. Toto pravidlo však hned v několika případech nebylo dodrženo. Z tohoto důvodu byla pro každý datový soubor provedena analýza, která vyjadřuje poměr kol vrácených v zóně a kol vrácených mimo zónu určenou pro vracení kol. Jelikož se jedná výhradně o úspěšnost vracení kol, byly pro účely této analýzy vyselektovány pouze záznamy typu „returned“, aby se tak skutečně dostalo názvu analýzy a zároveň nedošlo ke zkreslení výsledků záznamy o zapůjčení kol, které jsou pro tuto analýzu nežádoucí.



Obr. 4.3 Příklad vymezené zóny pro vracení kol (růžový polygon) pro Pardubice v roce 2015 (vlevo) a Olomouc v roce 2016 (vpravo) včetně dat o vracení kol

S každou novou sezónou dochází k úpravě zóny pro vracení Rekol v daném městě administrátory Rekol tak, aby bylo čím dál méně případů vracení kol mimo zónu k tomu určenou. V případě Olomouce, kde byla obdržena data za roky 2014 až 2016, tak lze také vyhodnotit, jestli se tyto úpravy úspěšně promítly na statistikách vrácených kol uvnitř zóny.

Tab. 4.9 Přehled úspěšnosti vracení kol v zónách pro jednotlivé datové sady

<b>Data</b>	<b>Záznamů celkem</b>	<b>Záznamů v zóně</b>	<b>Úspěšnost</b>
Olomouc 2014	411	308	75 %
Olomouc 2015	1995	1403	70 %
Olomouc 2016	3162	2966	94 %
Pardubice 2015	1985	1985	100 %
Hradec Králové 2015	445	300	67 %
České Budějovice 2015	416	366	88 %

Tabulka 4.9 představuje přehled úspěšnosti vracení kol v zónách pro všechny datové sady. Jak již bylo zmíněno, pro Olomouc za rok 2014 nebyla obdržena data se zónou pro vracení Rekol. Pro data v Olomouci z roku 2014 byla použita zóna z roku 2015. Údaje v tabulce pro Olomouc 2014 lze tedy brát pouze jako orientační a nereprezentují reálné hodnoty. V případě dat za Olomouc v roce 2015 proběhlo 70 %, což je druhá nejhorší úspěšnost za všechny města v roce 2015 a značí poptávku uživatelů o rozšíření stávající zóny do dalších lokalit v Olomouci. K tomuto rozšíření došlo a v roce 2016 je již úspěšnost vracení v zóně 94 % a tuto optimalizaci zóny lze tedy považovat za velmi úspěšnou. K základní zóně v centru města byly v roce 2016 přidány dvě izolované zóny v lokalitě fakulty tělesné kultury v Neředíně a v lokalitě přírodovědecké fakulty na Novém Světě. Navíc centrální zóna zahrnuje i areál Fakultní nemocnice.

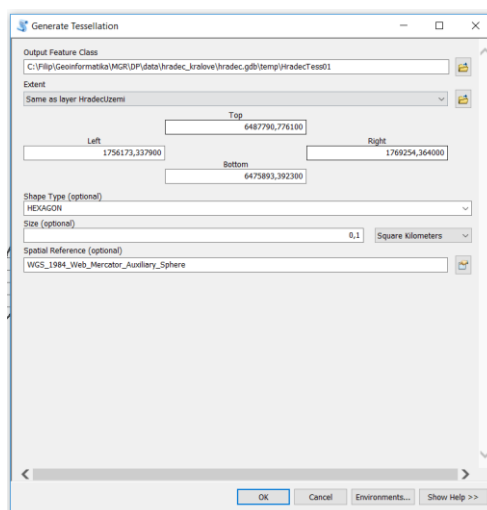
Zóna navržená v Pardubicích je poměrně specifická, jelikož většinou skoro až přesahuje hranice města, jak ilustruje Obrázek 4.3. V případě Hradce Králové se jedná o vůbec nejhůře navrženou zónu, jelikož pouze dvě třetiny vracení kol proběhlo uvnitř zóny k tomu určené. V Českých Budějovicích byla v roce 2015 zaznamenána

88% úspěšnost vracení kol v zóně, což lze považovat za poměrně vhodně navrženou zónu.

### 4.3.2 Aktivita uživatelů bikesharingu Rekola

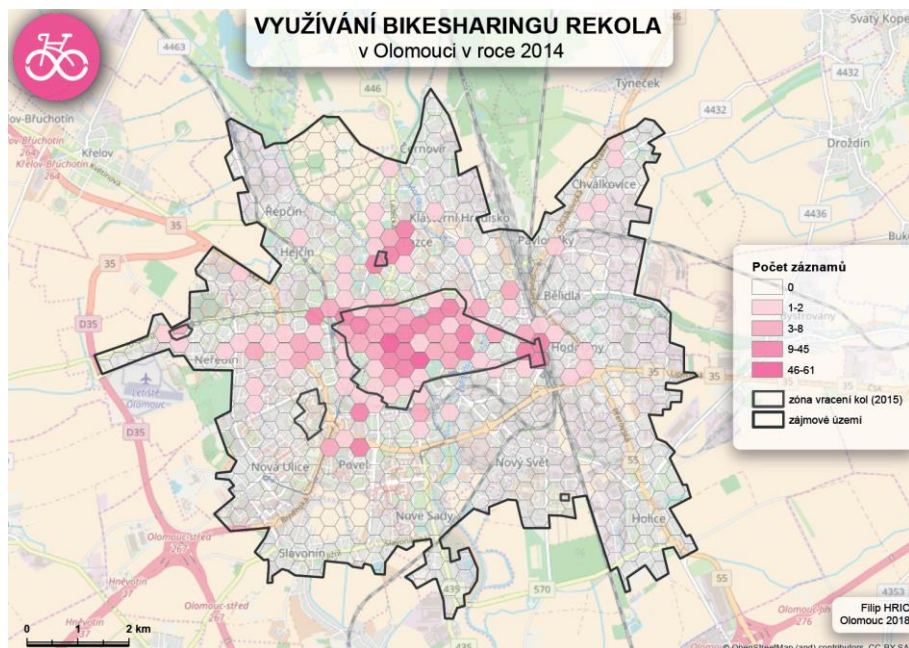
Jednou z hlavních analýz je vizualizace aktivity uživatelů bikesharingu Rekola v rámci zájmového území ve studovaných městech. Jedná se o vizualizaci, která představuje prostorovou variabilitu využívání bikesharingu Rekola v daných městech, závislost využívání bikesharingu na zóně pro vracení kol a v případě Olomouce také časový vývoj používání Rekol v letech 2014 až 2016.

Datové sady za jednotlivá města obsahují poměrně značné množství bodů a z tohoto důvodu nelze použít bodovou metodu. Jako vizualizační metoda byla zvolena metoda pseudokartogramu. Všechny následující mapové výstupy jsou obsaženy na příloženém DVD v plném rozlišení ve formátu .pdf. V prvním kroku byla vytvořena pravidelná hexagonová síť za pomoci nástroje Generate Tessellation v ArcMap. Po otestování několika variant byla stanovena jako optimální plocha jednoho hexagonu na 0,1 km<sup>2</sup>.



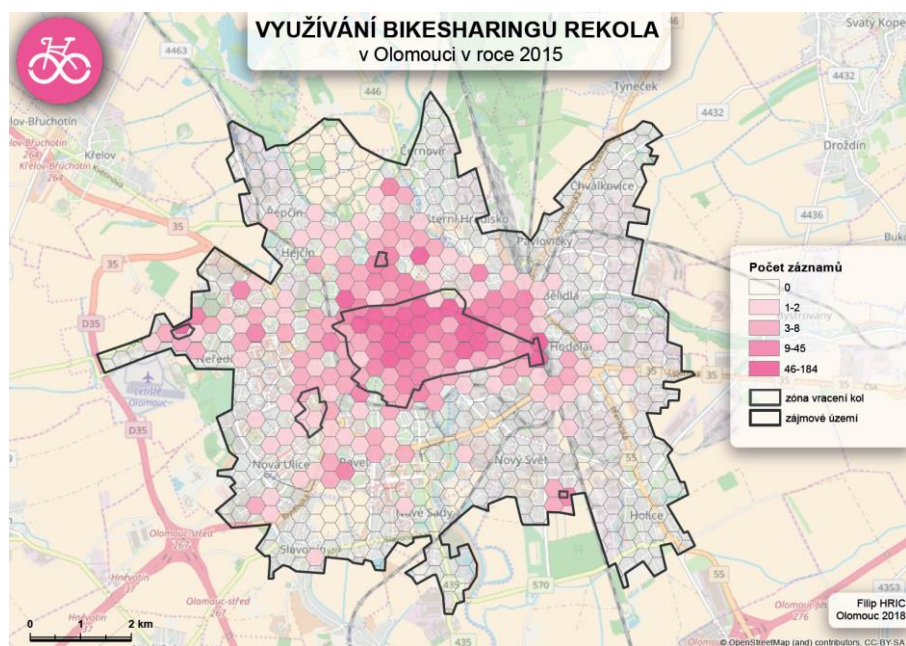
Obr. 4.4 Použití nástroje Generate Tessellation včetně nastavení parametrů pro Hradec Králové

Vygenerovaná síť byla následně ořezána dle zájmového území, a to z důvodu, že se data v jednotlivých městech po fázi předzpracování nacházejí právě jen v tomto území. Dalším krokem bylo použití nástroje Spatial Join a za pomoci něj přiřazení vygenerovaným hexagonům informaci o počtu záznamů bikesharingu Rekola, které proběhly na území jednotlivých vygenerovaných hexagonů. Poslední krokem bylo zvolení vhodné intervalové stupnice, kdy byly hodnoty o rozsahu všech datových sad rozděleny do kvantilů. Pro všechny datové sady je tak použita totožná intervalová stupnice tak, aby bylo možné jednotlivé vizualizace datových sad porovnat. V případě Olomouce je možné vysledovat vývoj aktivity uživatel bikesharingu Rekola v letech 2014 až 2016.



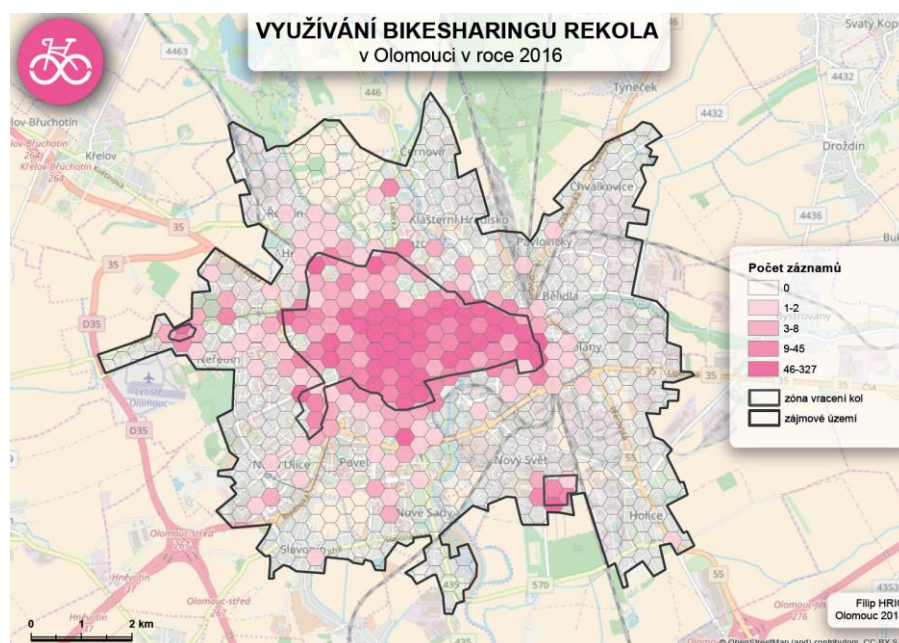
Obr. 4.5 Využívání bikesharingu Rekola v Olomouci v roce 2014

Obrázek 4.5 představuje vizualizaci aktivity uživatelů bikesharingu Rekola v roce 2014. Je zapotřebí zmínit, že zóna pro vracení kol, která je v mapě použita je zóna z roku 2015, jelikož zóna z roku 2014 nebyla obdržena, a slouží tak čistě pro ilustrační účely. Z mapy je patrné, že nejvíce aktivity bylo soustředěno do historického centra města. Další značná aktivita byla zaznamenána v oblasti hlavního vlakového nádraží a také v městské části Lazce. Jelikož se jedná o první sezónu bikesharingu Rekola v Olomouci a vzhledem k tomu, že rok 2014 byl z hlediska počtu záznamů v Olomouci nejslabší, nelze očekávat nějakou průměrnou aktivitu, což dokazuje, že pouze dva hexagony nabývají hodnot nejvyššího intervalu stupnice s maximem 61 záznamů.



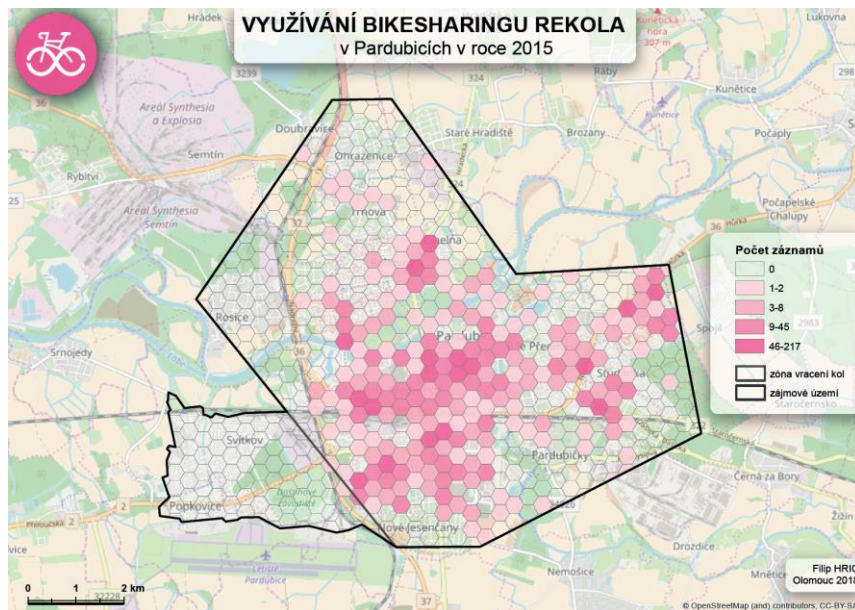
Obr. 4.6 Využívání bikesharingu Rekola v Olomouci v roce 2015

Obrázek 4.6 obsahuje vizualizaci aktivity uživatelů bikesharingu Rekola v Olomouci v roce 2015. Z mapy je poměrně patrné navýšení aktivity oproti předešlému roku. Hlavní ohnisko aktivity zůstává v historickém centru města s rozšířením na campus Univerzity Palackého na ulici 17. listopadu. Další lokalita s významnou aktivitou je opět hlavní vlakové nádraží. Bikesharing se také začal využívat v lokalitách Neředín a Nový Svět, kde lze opět předpokládat spojitost s budovami univerzity. Celkově lze z mapy vyčíst poměrně značné rozprostření aktivity uživatelů, a tedy také nedostačující parametry navržené zóny, což dokazuje také kapitola 4.3.1. Úspěšnost vracení kol v zónách, kde byla zjištěna 70% úspěšnost vracení kol v zóně pro Olomouc v roce 2015, a lze se tedy domnívat, že hlavní poptávkou uživatelů je používat bikesharing v rozsáhlejší oblasti, než bylo v roce 2015 možné.



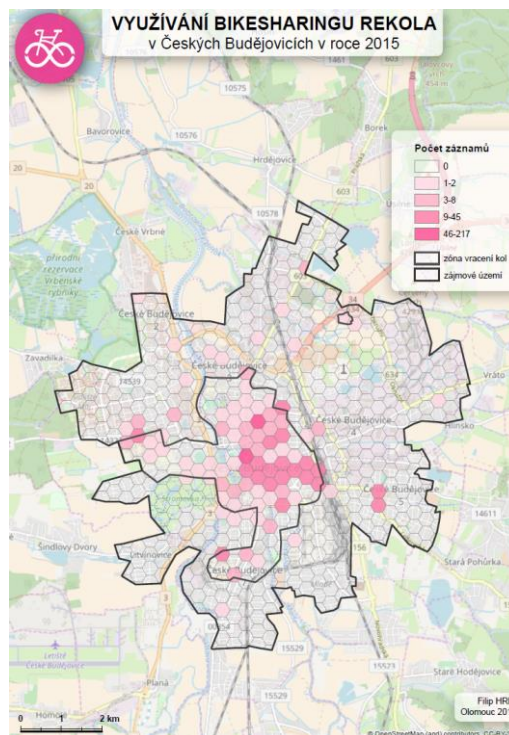
Obr. 4.7 Využívání bikesharingu Rekola v Olomouci v roce 2016

Obrázek 4.7 představuje vizualizaci aktivity využívání bikesharingu Rekola v Olomouci v roce 2016. Oproti roku 2015 si lze všimnout rozšíření zóny pro vracení kol tak, aby byla vyslyšena poptávka uživatelů z předešlé sezóny. Toto rozšíření zóny lze považovat za velmi uspokojujivé, jelikož úspěšnost vracení kol v zóně se zvýšila ze 70 % z roku 2015 na 94 % v roce 2016. Za touto změnou mohla také stát lepší informovanost uživatelů bikesharingu a respektování vracení kol v rozšířené zóně. Jako hlavní ohnisko aktivity uživatelů bylo opět historické centrum. Následně je aktivita poměrně kompaktně rozšířena přes campus univerzity na ulici 17. listopadu až na hlavní vlakové nádraží. Další směr šíření aktivity vede před třídu Svobody směrem na tržnici až ke galerii Šantovka. Zvýšenou aktivitu lze také zaznamenat v lokalitě Nový Svět, kde se nachází Vědeckotechnický park univerzity.



Obr. 4.8 Využívání bikesharingu Rekola v Pardubicích v roce 2015

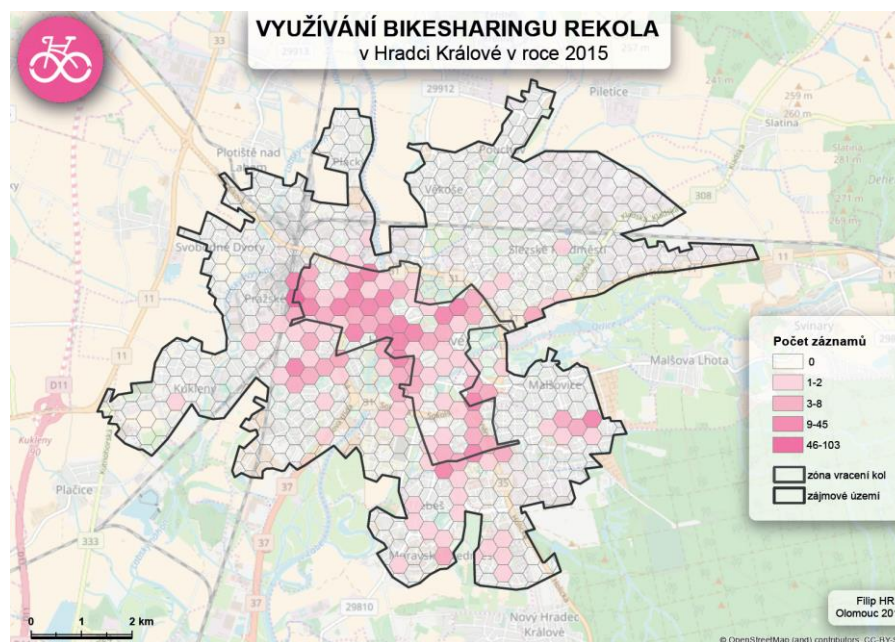
Obrázek 4.8 představuje aktivitu uživatelů bikesharingu Rekola v Pardubicích v roce 2015. Hned na první pohled je patrná velmi benevolentně navržená zóna pro vracení kol, která téměř kopíruje celé zájmové území. I vzhledem k tomu je úspěšnost vracení kol v zóně 100%. Oproti Olomouci, kde dominuje jedno hlavní centrum aktivity, si lze povšimnout, že v Pardubicích bylo využívání Rekol více prostorově různorodé. Centrum města a hlavní vlakové nádraží je významná oblast z hlediska používání Rekol. Dále si však lze povšimnout, že se kola používaly také v okrajových částech města, jako jsou například Polabiny, Bílé Předměstí nebo Nové Jesenčany, o což se zasloužilo především navržením rozsáhlé zóny, kde je možné vracet kola.



Obr. 4.9 Využívání bikesharingu Rekola v Českých Budějovicích v roce 2015



Obrázek 4.9 představuje vizualizaci aktivity uživatelů bikesharingu Rekola v Českých Budějovicích za rok 2015. V případě této datové sady je nutné poznamenat, že se jedná o záznamy z období září až prosinec, jelikož byla služba Rekola spuštěna až v září. Z hlediska úspěšnosti vracení kol v zóně byla zjištěna 88% úspěšnost, což značí velmi vhodně navrženou zónu pro vracení kol. Jako hlavní oblast aktivity uživatelů lze opět vymežit historické centrum a hlavní vlakové nádraží. Jediná významnější lokalitu, kde se využívala Rekola mimo zónu je okolí ulice Ledenické nacházející se východně od zóny pro vracení kol.



Obr. 4.10 Využívání bikesharingu Rekola v Hradci Králové v roce 2015

Obrázek 4.10 obsahuje vizualizaci aktivity uživatelů bikesharingu Rekola v Hradci Králové v roce 2015. Z mapy je patrné, že část aktivity proběhla mimo zónu pro vracení kol. Konkrétní úspěšnost vracení byla 67 %, což je nejnižší úspěšnost ze všech datových sad vůbec. Nejvíce aktivity bylo podobně jako v předešlých městech zaznamenáno v historickém centru a v okolí hlavního vlakového nádraží. Další významnější aktivita byla zaznamenána v jižní části zóny v okolí nákupního centra Futurum.

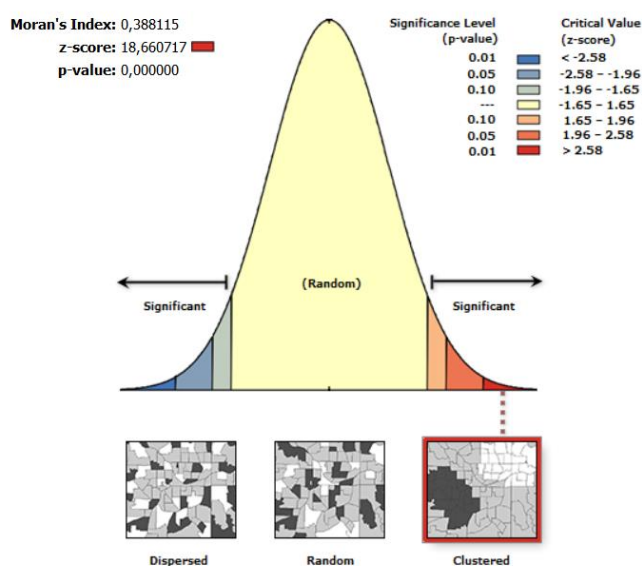
### 4.3.3 Shlukování záznamů a identifikace shluků

Tato kapitola je zaměřena na analýzy shlukování záznamů bikesharingu Rekola v jednotlivých městech. V prostředí ArcGIS je pro tyto analýzy vyčleněn toolbox Spatial Statistics Tools. Konkrétně potom toolset Mapping Clusters, ve kterém byly zvoleny nástroje Spatial Autocorrelation (Morans I), Cluster and Outlier Analysis (Anselin Local Moran I) a Hot Spot Analysis (Getis-Ord  $G_i^*$ ). Jako alternativa k těmto nástrojům byl popsán také nástroj Kernel Density, který je součástí toolboxu Spatial Analyst Tools, toolset Density. Jako vstupní vrstva do těchto analýz poslouží vrstva pravidelné hexagonové sítě, která v atributové tabulce obsahuje informaci o počtu záznamů bikesharingu Rekola, které proběhly na ploše daného hexagonu v dané sezóně v daném

městě. Postup vzniku této vrstvy je popsán v kapitole 4.3.2 Aktivita uživatelů bikesharingu Rekola.

### Spatial Autocorrelation (Morans I)

Nástroj Spatial Autocorrelation měří prostorovou uspořádanost hodnot daného datového souboru a analyzuje, jestli se dané hodnoty shlukují, jsou rozptýlené nebo se v daném prostoru vyskytují náhodně. Výstupem z této analýzy je zpráva nebo html report, který udává hodnotu Moranova I indexu, z-score a p-value. Z-score udává míru uspořádanosti hodnot v prostoru a p-value udává statistickou významnost shluků. V případě záporného z-score jsou hodnoty datového souboru rozptýleného charakteru a v případě kladného z-score jsou hodnoty datového souboru uspořádaného charakteru (ArcGIS Desktop, 2016).



Obr. 4.11 Ukázka html reportu pro data za Olomouc v roce 2016

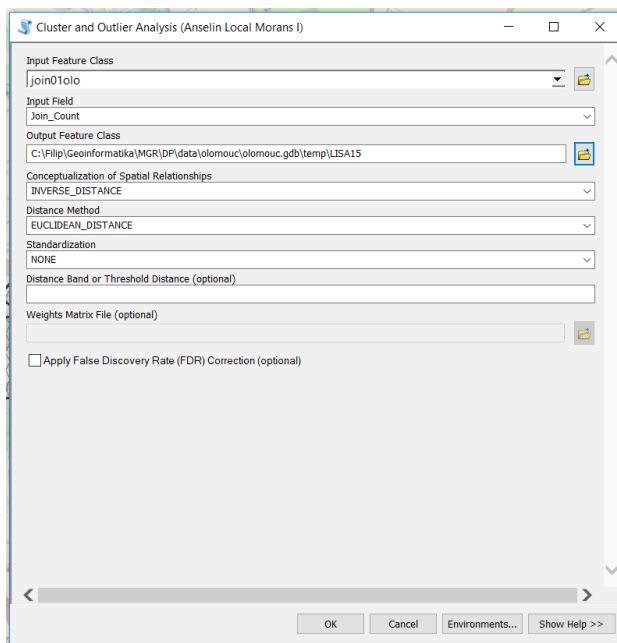
Tab. 4.10 Přehled naměřeného z-score a Moranova I indexu

Data	Z-score	Morans I index
Olomouc 2014	18,66	0,39
Olomouc 2015	22,86	0,49
Olomouc 2016	22,27	0,48
Pardubice 2015	9,67	0,21
Hradec Králové 2015	10,43	0,20
České Budějovice 2015	15,97	0,36

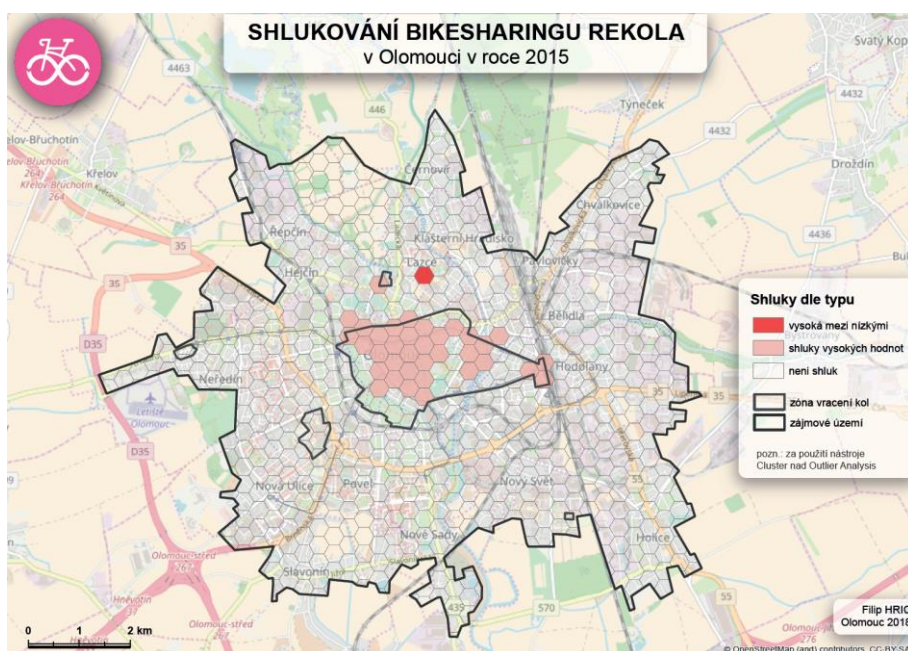
Tabulka 4.10 představuje přehled zjištěné prostorové autokorelace na základě analýzy Spatial Autocorrelation pro všechny datové sady. Především dle naměřeného z-score je patrné, že u všech datových sad je vysoký předpoklad pro shlukování hodnot, jelikož hodnota z-score ve všech případech mnohonásobně přesahuje hraniční hodnotu pro shlukování.

## Cluster and Outlier Analysis (Anselin Local Moran I)

Nástroj Cluster and Outlier Analysis vypočítává pro každý hexagon hodnotu Moranova I, z-score a p-value. Na základě těchto hodnot nástroj rozhoduje, jestli se jedná o prostorový shluk (cluster) vysokých hodnot či shluk nízkých hodnot. Dále je také schopný určit, jestli daný hexagon nepředstavuje tzv. Outlier, což znamená hexagon s vysokou hodnotou obklopený nízkými hodnotami a naopak. Výsledný cluster type může tedy nabývat hodnot LL (nízké hodnoty mezi nízkými hodnotami), LH (nízká hodnota mezi vysokými hodnotami), HL (vysoká hodnota mezi nízkými hodnotami) a HH (vysoká hodnota mezi vysokými hodnotami (ArcGIS Help, 2012a).



Obr. 4.12 Cluster and Outlier Analysis včetně nastavení parametrů

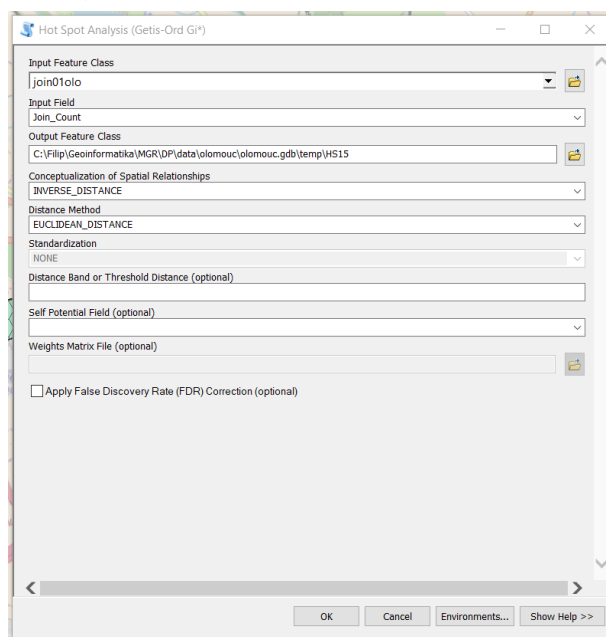


Obr. 4.13 Cluster and Outlier Analysis pro data za Olomouc v roce 2015

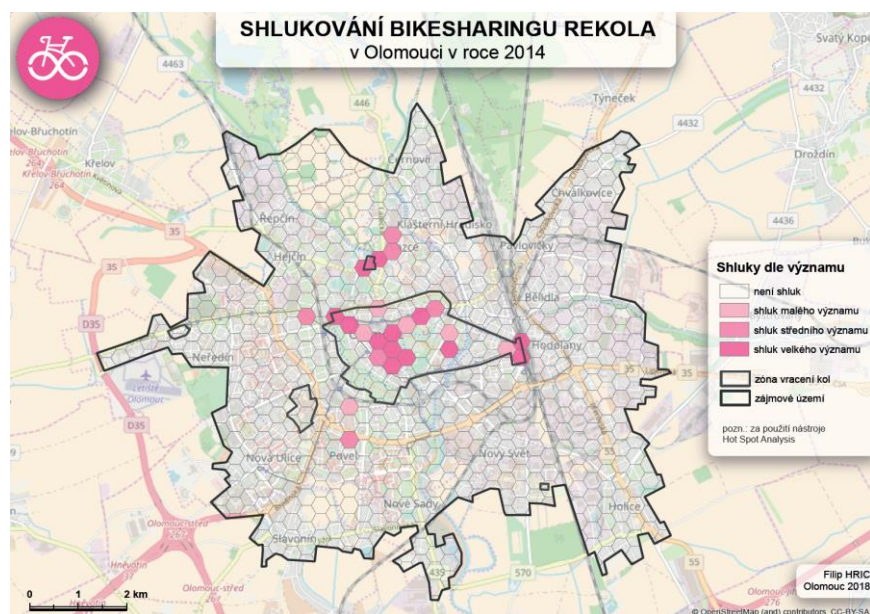
Obrázek 4.13 představuje výstup z analýzy Cluster and Outlier Analysis pro Olomouc za rok 2015. Z hlediska prostorové lokalizace shluků je vidět poměrně značná podobnost s výstupem z Hot Spot Analysis pro Olomouc za rok 2015. V mapě převažují shluky vysokých hodnot, které jsou obklopené opět vysokými hodnotami. Pouze v lokalitě Lazce se nachází jeden polygon, který představuje tzv. Outlier, tedy polygon s vysokou hodnotou daného jevu, obklopený polygony nízkých hodnot. Tento shluk může být zapříčiněn tím, že si jeden uživatel vypůjčoval po celý rok kolo pro každodenní dojíždění. Tyto jevy mohly nastat především v počátcích služby Rekola v jednotlivých městech, kdy ještě nebyl bikesharing až tak široce rozšířen. Zbývající výstupy z Cluster and Outlier Analysis jsou obsaženy v přílohách k diplomové práci.

### Hot Spot Analysis (Getis-Ord Gi\*)

Nástroj Hot Spot Analysis provádí výpočet Getis-Ord Gi\* statistiky pro každý datový záznam (v našem případě hexagon) příslušného datového souboru. Výsledné z-score a p-value poté říkají, kde se shlukují hexagonu s vysokými hodnotami nebo naopak s nízkými hodnotami. Tento nástroj pracuje na principu, že se na každý hexagon dívá v kontextu sousedních hexagonů, takže jednotlivý hexagon s vysokou hodnotou obklopený hexagony s nízkými hodnotami nemusí být považován jako statisticky významný shluk. Významným shlukem je považován hexagon, který je obklopen hexagony o vysokých hodnotách. Gi\* statistika, která se pro každý hexagon počítá, je v atributové tabulce zastoupena sloupcem z-score. Interpretace této hodnoty je následující, čím vyšší je hodnota z-score, tím větší je shlukování hexagonů s vysokými hodnotami daného jevu v dané lokalitě. Naopak čím nižší je z-score, tím větší je shlukování hexagonů s nízkými hodnotami daného jevu v dané lokalitě. Nástroj Hot Spot Analysis do výpočtu zahrnuje hodnotu hexagonu, pro který se aktuálně vypočítává Gi\* statistika, čímž se liší od Cluster and Outlier Analysis, která počítá hodnotu daného hexagonu pouze z hodnot jeho okolí. Na základě vypočteného z-score a p-value je pak danému hexagonu přiřazena konkrétní klasifikace 0 (není shluk); 1 (shluk malého významu); 2 (shluk středního významu) nebo 3 (shluk velkého významu). Slovní klasifikace v závorce za hodnotami byla vytvořena pro vysvětlení významnosti jednotlivých shluků v legendě map pro jednodušší pochopení daného jevu čtenářem mapy (ArcGIS Help, 2012b).



Obr. 4.14 Nástroj Hot Spot Analysis včetně nastavení parametrů



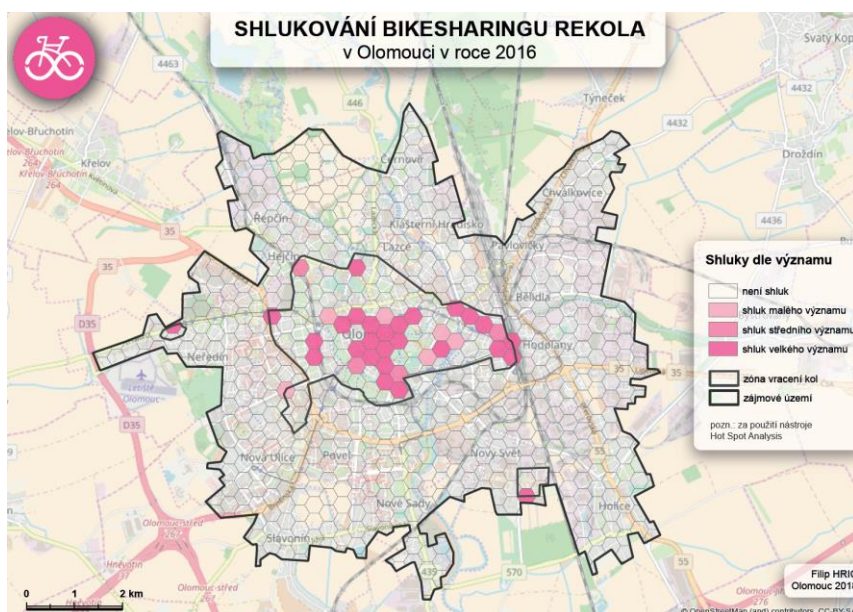
Obr. 4.15 Hot Spot Analysis pro data za Olomouc v roce 2014

Obrázek 4.15 zobrazuje mapu shlukování bikesharingu Rekola v Olomouci v roce 2014 prostřednictvím nástroje Hot Spot Analysis. Největší shluk se nachází v historickém centru města v oblasti Horního a Dolního. Z této lokality pokračuje shlukování směrem k ulici Hynaisova, kde se nachází např. budovy Magistrátu města Olomouce nebo tzv. Ušatý dům. Další shlukování pak probíhá směrem k tř. 1. máje, kde se nachází například knihovna UP nebo katedrála sv. Václava. Další významný shluk byl zaznamenán v městské části Lazce v okolí Sportovní haly UP a také studentských kolejí. V oblasti hlavního vlakového nádraží byl zaznamenán poměrně významný shluk a v neposlední řadě také v okolí univerzitních budov na ulici 17. listopadu.



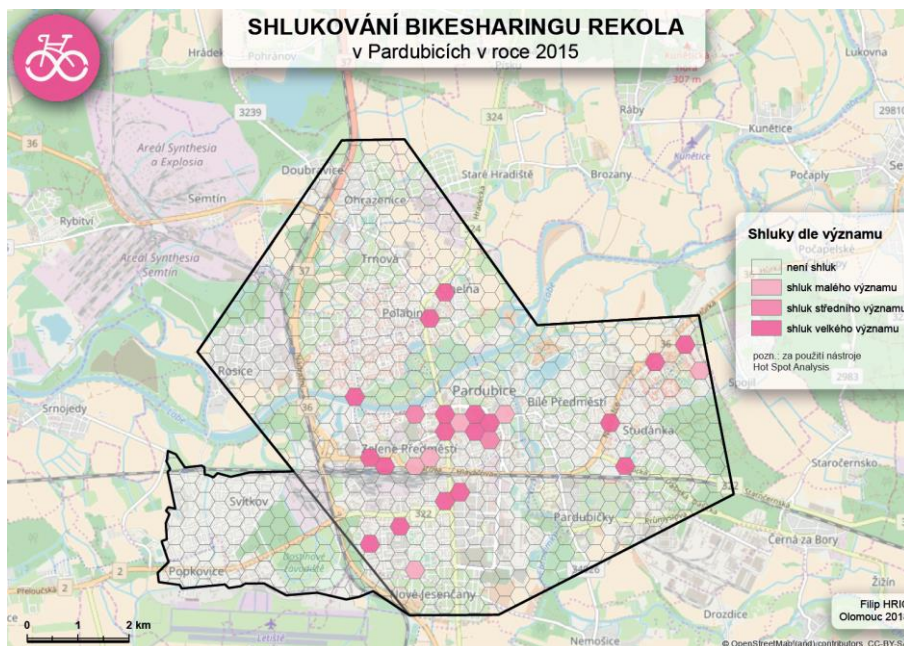
Obr. 4.16 Hot Spot Analysis pro data za Olomouc v roce 2015

Obrázek 4.16 zobrazuje mapu shlukování bikesharingu Rekola v Olomouci v roce 2015 prostřednictvím nástroje Hot Spot Analysis. Z mapy je patrné, že z hlediska shlukování bikesharingu Rekola hraje opět hlavní roli historické centrum města Olomouce, kde především posílila významnost jednotlivých shluků. Shlukování opět pokračuje směrem k ulici Hynaisova a druhým směrem k tř. 1. máje, kde začíná druhá nejvýznamnější oblast v okolí ulice 17. listopadu, kde se nachází kampus univerzity. Hlavní vlakové nádraží představuje další významnou oblast shlukování aktivity uživatelů Rekol. Menší shluky byly následně zaznamenány v lokalitě Neředín a Lazce.



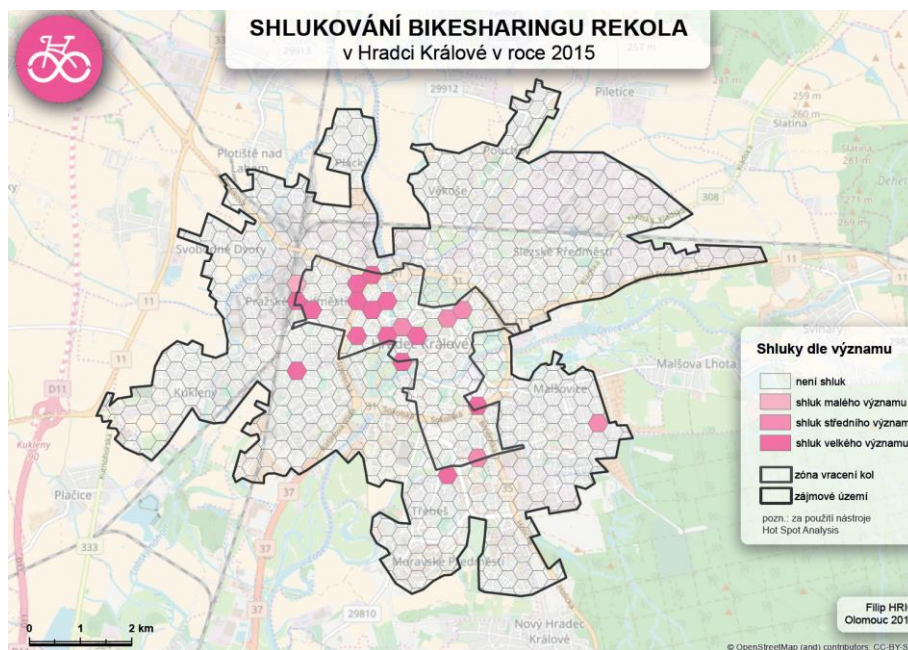
Obr. 4.17 Hot Spot Analysis pro data za Olomouc v roce 2016

Obrázek 4.17 zobrazuje mapu shlukování bikesharingu Rekola v Olomouci v roce 2016 prostřednictvím nástroje Hot Spot Analysis. Hlavní shluk lze opět lokalizovat do historického centra města, tentokrát rozšiřující se směrem ke galerii Šantovka. Druhým významným shlukem představuje hlavní vlakové nádraží, který se rozpíná podél Masarykovy třídy směrem k ulici Komenského. Další shluk byl opět zaznamenán v kampusu univerzity na ulici 17. listopadu. Nově byl také zaznamenán shluk v lokalitě ulice Na vozovce. Následují pak již jen drobné shluky jako například v Neředíně, Novém Světě, Lazcích a Hejčíně.



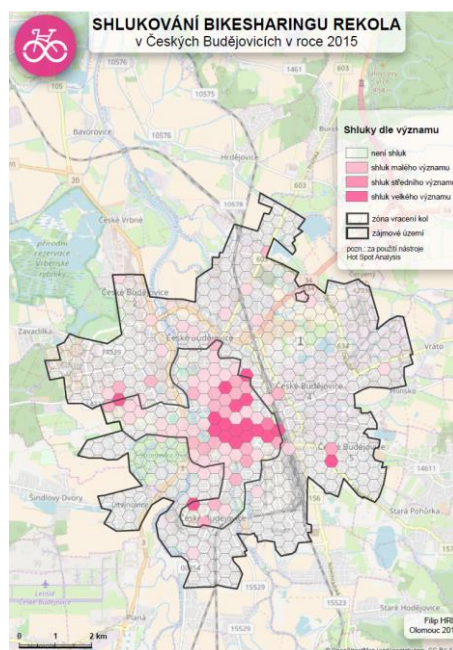
Obr. 4.18 Hot Spot Analysis pro data za Pardubice v roce 2015

Obrázek 4.18 zobrazuje mapu shlukování bikesharingu Rekola v Pardubicích v roce 2015 prostřednictvím nástroje Hot Spot Analysis. Oproti Olomouci je patrná mnohem větší decentralizace shluků, které jsou rozmístěny po celém městě. Tento jev je patrně zapříčiněn především díky benevolentně navržené zóně pro vracení kol a umožňuje tak dle potřeb uživatelům používat kola na téměř celém území města. Největší shluk se nachází na území historického centra města. Další významnou lokalitu tvoří opět hlavní vlakové nádraží. Další shluk pak tvoří nákupní zóna na ulici Jana Palacha. Shlukování aktivity uživatelů bylo také zaznamenáno na území kampusu Univerzity Pardubice. Následuje celá řada menších shluků, jejichž společný znak je, že se nachází v lokalitách obytné zástavby, kde byla pravděpodobně Rekola využívána k celoročnímu dojíždění z a do místa bydliště uživatelů.



Obr. 4.19 Hot Spot Analysis pro data za Hradec Králové v roce 2015

Obrázek 4.19 zobrazuje mapu shlukování bikesharingu Rekola v Hradci Králové v roce 2015 prostřednictvím nástroje Hot Spot Analysis. Největší shluk se nachází v okolí tř. Karla IV. Další shluk se rozprostírá mezi náměstím Svobody a Velkým náměstím. Další lokalita, kde bylo zaznamenáno shlukování, je hlavní vlakové nádraží. Následuje opět série menších shluků, které se větší části nacházejí v obytných zónách a lze tak předpokládat, že se jednalo celoroční dojíždění z a do místa bydliště uživateli Rekol.



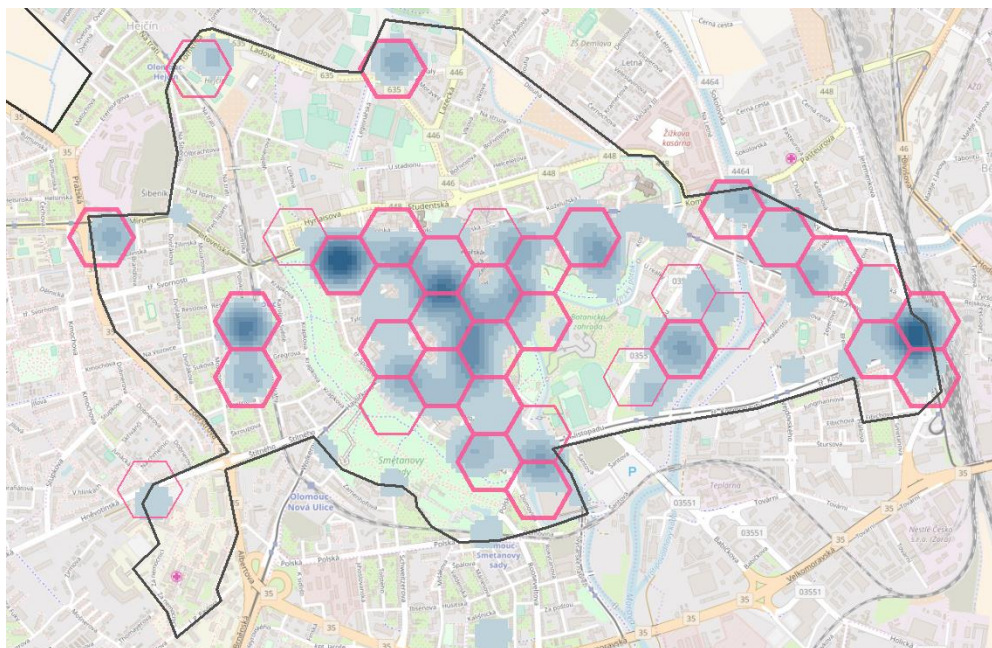
Obr. 4.20 Hot Spot Analysis pro data za České Budějovice v roce 2015

Obrázek 4.20 zobrazuje mapu shlukování bikesharingu Rekola v Českých Budějovicích v roce 2015 prostřednictvím nástroje Hot Spot Analysis. Hlavní shluk tvoří jako ve většině předchozích měst historické centrum města s prodloužením k hlavnímu vlakovému nádraží. Další shluk byl zaznamenán v ulici Branišovská, kde se nachází Akademická knihovna. Další lokalitou, kde došlo ke shlukování aktivity uživatelů Rekol, je areál nemocnice v Českých Budějovicích. Ostatní shluky se již nachází v obytných čtvrtích, kde pravděpodobně probíhala dojíždka uživatelů do a z místa bydliště.

### Kernel Density

Další nástroj k identifikaci shlukování, který může sloužit jako alternativa pro Hot Spot Analysis, je nástroj Kernel Density. Tento nástroj počítá hustotu bodů ze vstupní vrstvy okolo každé buňky výstupního rastru. Hlavní rozdíl oproti Hot Spot Analysis tedy je, že vstupem je bodová vrstva, a nikoliv polygonová síť a výstupem je ohodnocený rastr, a nikoliv polygonová síť s označením shluků v atributové tabulce. Hlavní předností rastrového výstupu z Kernel Density je větší prostorová přesnost zjištěných shluků, jelikož základní rozlišovací jednotkou je buňka rastru a nedochází tak ke shlazování prostorové přesnosti shluků, ke kterým by mohlo dojít v případě polygonové sítě (ArcGIS Desktop, 2017).





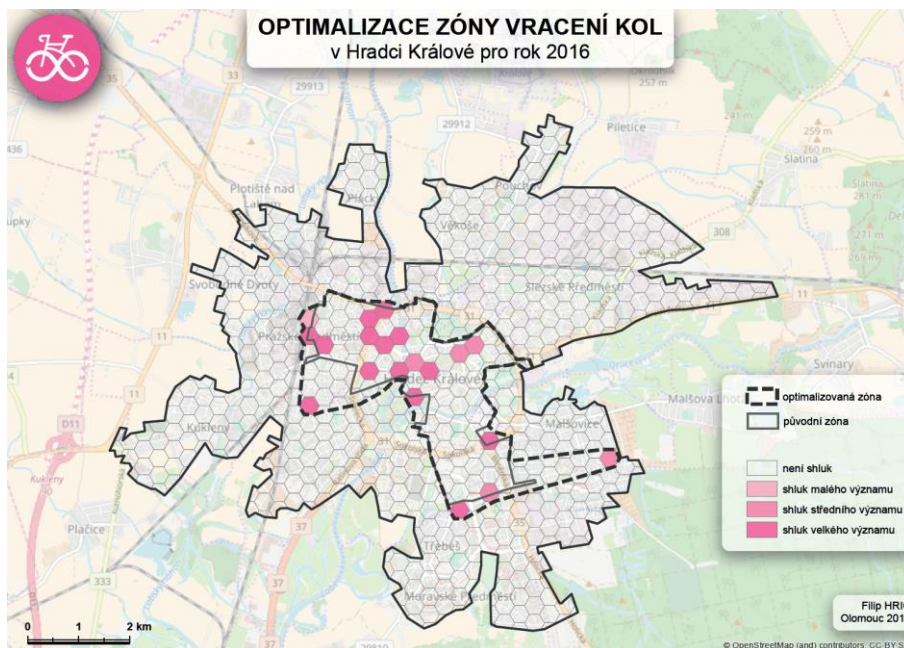
Obr. 4.21 Ukázka porovnání výstupu Kernel Density (rastr) a Hot Spot Analysis (hexagony)

Obrázek 4.21 poukazuje na rozdíl výstupů z nástroje Kernel Density a Hot Spot Analysis. Parametry analýzy Kernel Density byly ponechány ve výchozím nastavení. Z obrázku je patrné, že v některých případech dochází skutečně k drobnému shlazení či posunutí shluků v hexagonové síti a nástroj Kernel Density může posloužit jako vhodná alternativa k analýze shlukování dat o využívání bikesharingu.

#### 4.3.4 Optimalizace zóny pro vracení kol

V kapitole 4.3.1 Úspěšnost vracení kol v zónách proběhlo šetření, jak vhodně byla navržena daná zóna pro vracení kol v daném městě pro potřeby uživatelů bikesharingu Rekola. Ze závěrů tohoto šetření vyplynulo, že v nejméně dvou případech nebyla tato zóna navržena vhodně pro potřeby uživatelů. První případ byla Olomouc v roce 2015, kde byla zjištěna 70% úspěšnost vracení kol v zóně. V Olomouci byl však tento problém rozšířením zóny na další sezónu, kde již byl 95% úspěšnost vracení kol v zóně. Druhým problémovým místem byl Hradec Králové v roce 2015, kde byla zjištěna 67% úspěšnost vracení kol v zóně. V této kapitole bude stávající zóna optimalizována tak, aby úspěšnost vracení kol v této zóně zvýšila a naplnily se tak potřeby uživatelů z hlediska používání bikesharingu Rekola v jiných lokalitách než ve stávající zóně.

Jako hlavní kritérium pro novou zónu bude sloužit výstup z Hot Spot Analysis pro Hradec Králové v roce 2015. Nová zóna bude navržena tak, aby obsahovala všechny shluky z této analýzy, což by mělo zaručit pokrytí všech významných míst, kde jsou uživatelé bikesharingu aktivní.



Obr. 4.22 Optimalizace zóny vracení kol v Hradci Králové pro rok 2016

Obrázek 4.22 představuje optimalizovanou zónu pro vracení kol po úpravě na základě dat o shlukování aktivity uživatelů Rekol v roce 2015. Jak již bylo zmíněno, tak v původní zóně byla úspěšnost vracení kol 67%. V optimalizované zóně byla zjištěna 91% úspěšnost vracení kol. Jedná se tak o poměrně značný nárůst a nová zóna by tak měla mnohem lépe splňovat požadavky uživatelů Rekol. Tento postup je aplikovatelný na kterákoliv města v případě, že by nastalo obdobná situace nízké úspěšnosti vracení kol v zóně.

## 5 VÝSLEDKY

Hlavním výsledkem diplomové práce je kapitola 4 Analýza dat bikesharingu Rekola. Tato kapitola se skládá z podkapitol 4.1 Předzpracování dat, 4.2 Neprostorové analýzy a 4.3 Prostorové analýzy. Celkově tato kapitola vytváří ucelený postup pro analýzu dat o používání bikesharingu. Z hlediska výstupů diplomová práce obsahuje celkem 12 grafů, 10 tabulek a 18 map.

### 5.1 Předzpracování dat

Kapitola 4.1 Předzpracování dat popisuje postup pro odstranění nežádoucích záznamů z datových souborů, aby se zamezilo zkreslením následných analýz. Předzpracování dat se skládá ze dvou hlavních kroků, kterými jsou prostorová filtrace a atributová filtrace. Pro účely prostorové filtrace byly vytvořeny zájmová území pro každé studované město a následně byly odfiltrovány všechny nežádoucí záznamy, které se vyskytovaly vně definované zájmové území. V rámci atributové filtrace byly odstraněny všechny záznamy, které nepředstavovaly aktivitu uživatele Rekol. Většinou se jednalo o nežádoucí servisní zásahy zaměstnanců Rekol, které by také zkreslovaly výsledné analýzy. Výstupem z kapitoly 4.1 Předzpracování dat jsou datové soubory očištěné o všechny nežádoucí záznamy a připravené pro vstup do neprostorových a prostorových analýz.

### 5.2 Neprostorové analýzy

Kapitola 4.2 Neprostorové analýzy představuje výsledky statistického šetření nad daty o používání bikesharingu Rekola ve vybraných městech.

První datová sada byla za Olomouc v roce 2014 a obsahovala celkem 675 záznamů. Nejvíce záznamů v rámci jednoho dne proběhlo v úterý 27. května, kdy proběhlo celkem 27 záznamů. Z hlediska používání bikesharingu v rámci jednotlivých měsíců bylo možné vypočítat z grafu 4.1 klesající tendenci v počtech záznamů, kdy nejvíce záznamů proběhlo v květnu a červnu, v dalších měsících se již žádný měsíc nedostal ani na polovinu hodnot května či června. Z hlediska počtu záznamů v rámci dnů v týdnu bylo nejvíce zaregistrováno v úterý se 130 záznamy a ve středu se 128 záznamy. Z grafu 4.2, který představuje denní aktivity uživatelů v hodinových intervalech za celý rok, je vidět poměrně značný nepoměr dopoledne oproti odpoledne. Z tohoto poznatky se lze domnívat, že Rekola v roce 2014 byla využívána k jednorázovým výpůjčkám či k dojezdě k odpoledním aktivitám.

Data pro Olomouc za rok 2015 obsahují celkem 3267 záznamů. Nejvíce záznamů v rámci jednoho dne proběhlo v čtvrtek 8. října, kdy proběhlo celkem 55 záznamů. Z grafu 4.3, který zobrazuje počty záznamů v rámci měsíců, lze vypočítat typický průběh pro univerzitní město, kdy dochází k úbytku počtu záznamů v době akademických prázdnin na téměř polovinu oproti měsícům letního či zimního semestru. Z hlediska počtu záznamů v rámci dnů v týdnu bylo nejvíce zaregistrováno ve čtvrtek se 587 záznamy. Velmi podobné hodnoty byly zjištěny také v pondělí, úterý a středu, což opět napovídá, že významnou skupinu uživatelů tvořili studenti univerzity. Dalším poměrně zajímavým zjištěním je, že popularita bikesharingu Rekola v průběhu sezóny narůstala, což ukazuje především graf 4.3.

Data pro Olomouc za rok 2016 obsahují celkem 5963 záznamů. Nejvíce záznamů v rámci jednoho dne proběhlo ve středu 11. května, kdy proběhlo celkem 75 záznamů. Z grafu 4.5, který zobrazuje počty záznamů za jednotlivé měsíce, je patrné, že největší

zájem o bikesharing Rekola byl v období letního semestru v rozmezí měsíců duben až červen, kdy v květnu proběhlo 1362 záznamů, což bylo nejvíce z celého roku. Poté následoval každým měsícem pokles záznamů až do konce sezóny. Z hlediska počtu záznamů v rámci dnů v týdnu bylo nejvíce zaregistrováno v pondělí s 1127 záznamy. Následovalo úterý, středa a čtvrtek, což opět napovídá průběhu typickému pro univerzitní město.

Data pro Pardubice za rok 2015 obsahují celkem 3217 záznamů. Nejvíce záznamů v rámci jednoho dne proběhlo ve středu 27. května, kdy proběhlo celkem 41 záznamů. Z grafu 4.7, který zobrazuje počty záznamů za jednotlivé měsíce, je patrné, že největší zájem o bikesharing Rekola byl v období květen až červenec. Následuje klesavý trend až do konce sezóny. Z hlediska počtu záznamů v rámci dnů v týdnu bylo nejvíce zaregistrováno v pondělí s 545 záznamy. Následuje úterý, středa a čtvrtek, což opět napovídá, že podstatnou skupinu uživatelů tvořili studenti.

Data pro Hradec Králové za rok 2015 obsahují celkem 717 záznamů. Nejvíce záznamů v rámci jednoho dne proběhlo ve úterý 3. listopadu, kdy proběhlo celkem 18 záznamů. Data o aktivitě uživatelů bikesharingu Rekola v Hradci Králové za rok 2015 představují spíše typičtější chování pro město, kde dominuje dojíždka do zaměstnání. Oproti ostatním univerzitním městům nepřevládá největší počet záznamů ve dnech pondělí až čtvrtek, jak ukazuje tabulka 4.7. Také v případě měsíčního přehledu nedochází k významnějším rozdílům mezi semestrem a akademickými prázdninami, jak ukazuje graf 4.9.

Data pro České Budějovice za rok 2015 obsahují celkem 624 záznamů. Nejvíce záznamů v rámci jednoho dne proběhlo ve čtvrtek 12. listopadu, kdy proběhlo celkem 28 záznamů. Vzhledem k velmi krátkému fungování služby Rekola je potřeba konstatovat, že chování uživatelů Rekol v Českých Budějovicích v roce 2015 bylo ze všech datových sad nejvíce odlišné od ostatních měst a nelze tak vysledovat nějaký charakteristický trend. Je však nutné poznamenat, že služba Rekola byla spuštěna až od měsíce září a za takto krátký interval je poměrně obtížné vysledovat nějaký typický vzorec či trend pro chování uživatelů.

Poslední částí hodnocení bylo sledování vývoje služby Rekola v Olomouci v letech 2014 až 2016. Hlavními závěry byly stoupající absolutní počet záznamů v průběhu let a také, že poměrně významnou skupinu uživatelů Rekol tvořili studenti, což je nejvíce patrné z tabulek 4.2, 4.3 a 4.5.

### **5.3 Prostorové analýzy**

Kapitola prostorové analýzy představuje všechny výsledky, které vznikly analýzou dat bikesharingu Rekola v geografických informačních systémech. V úvodu kapitoly je popsán postup konverze obdržených dat do prostředí ArcGIS for Desktop.

První analýzou je vyhodnocení úspěšnosti vracení kol v zónách. Tabulka 4.9 zobrazuje přehled zjištěných úspěšností pro jednotlivá města. Nejvyšší úspěšnost byla zjištěna v Pardubicích, kde byla 100% úspěšnost, následuje Olomouc v roce 2016 s 94% úspěšností, České Budějovice s 88% úspěšností, Olomouc v roce 2014 se 75% úspěšností, Olomouc v roce 2015 se 70% úspěšností a Hradec Králové s 67%.

Další analýzou je aktivita uživatelů bikesharingu Rekola. Uvnitř zájmového území byla vytvořena pravidelná hexagonová síť a každému hexagonu byl přidán počet záznamů, které proběhly na jeho území. Po vytvoření společné intervalové stupnice byla následně pro každou sadu vyhotovena mapa o aktivitě uživatelů. Obrázek 4.5 představuje vizualizaci aktivity uživatelů bikesharingu Rekola v Olomouci v roce 2014,

obrázek 4.6 za Olomouc v roce 2015, obrázek 4.7 za Olomouc v roce 2016, obrázek 4.8 za Pardubice v roce 2015, obrázek 4.9 za České Budějovice a obrázek 4.10 za Hradec Králové. Každá mapa obsahuje příslušný komentář o rozložení aktivity uživatelů bikesharingu Rekola v daném městě v daném roce. Všechny mapy jsou rovněž obsaženy na příloženém DVD v plném rozlišení ve formátu .pdf.

Další analýzou je shlukování záznamů bikesharingu a identifikace těchto shluků. První částí této analýzy je zjištění prostorové autokorelace pomocí nástroje Spatial Autocorrelation (Morans I), která zjišťuje, jestli se dochází v daných datových souborech ke shlukování hodnot. Tabulka 4.10 obsahuje přehled naměřeného z-score a Moranova I indexu. Bylo zjištěno, že všechny datové soubory splňují limity pro shlukování. Dalším krokem je provedení analýzy Cluster and Outlier Analysis (Anselin Local Moran I), která hledá shluky vysokých hodnot a nízkých hodnot. Dále také hledá tzv. Outlier, což znamená hexagon s vysokou hodnotou obklopený nízkými hodnotami a naopak. Obrázek 4.13 představuje ukázkou výstupu z této analýzy. Poslední částí je analýza Hot Spot Analysis (Getis-Ord  $G_i^*$ ), která na základě vypočtených hodnot z-score a p-value klasifikuje hexagony dle míry shlukování. Obrázek 4.15 představuje vizualizaci shlukování bikesharingu Rekola v Olomouci v roce 2014, obrázek 4.16 za Olomouc v roce 2015, obrázek 4.17 za Olomouc v roce 2016, obrázek 4.18 za Pardubice v roce 2015, obrázek 4.19 za Hradec Králové a obrázek 4.20 za České Budějovice. Každá mapa obsahuje příslušný komentář o shlukování bikesharingu Rekola v daném městě v daném roce. Všechny mapy jsou rovněž obsaženy na příloženém DVD v plném rozlišení ve formátu .pdf. Poslední analýzou v této kapitole je Kernel Density, která počítá hustotu bodů ze vstupní vrstvy okolo každé buňky výstupního rastru. Hlavní rozdíl je tedy rastrový výstup oproti vektorovému z Hot Spot Analysis. Obrázek 4.21 obsahuje porovnání výstupu z Kernel Density a Hot Spot Analysis.

Poslední prostorovou analýzou je Optimalizace zóny pro vracení kol, ve které je upravována zóna v Hradci Králové tak, aby se zvýšila úspěšnost vracení kol v zóně. Jako hlavní kritérium pro novou zónu slouží výstup z Hot Spot Analysis pro Hradec Králové v roce 2015. Nová zóna je navržena tak, aby obsahovala všechny shluky z této analýzy, což by mělo zaručit pokrytí všech významných míst, kde jsou uživatelé bikesharingu aktivní. Obrázek 4.22 obsahuje optimalizovanou zónu pro vracení kol, ve které se zvýšila úspěšnost vracení kol z 67% na 91%.

## 6 DISKUZE

První diskutovanou otázkou, která se nabízí, je proč nebyla od společnosti Rekola získána data z více měst a také za rok 2017? Cílem při jednání s Rekolou bylo získat data především za Olomouc, jelikož se jedná o domovské město univerzity Palackého, a nakonec se podařilo získat data za rok 2014 až 2016. Při jednání o datech byly vzneseny dotazy i na větší města jako Praha či Brno. Zde však byla ze strany Rekol negativní reakce z důvodu, že nechtějí poskytovat pro ně citlivá data z měst, kde jim hrozí konkurenční boj a mohli by tak poskytnout výhodu své konkurenci, ke které by se tato práce mohla dostat. V případě dat za rok 2017 je potřeba zmínit velmi komplikovanou a zdlouhavou komunikaci s Rekolou, kdy data za rok 2016 byla obdržena po roční komunikaci až 17. 1. 2018, a lze považovat za poměrně úspěšné, že data za rok 2016 v práci vůbec jsou, jelikož předání předcházely desítky neúspěšných e-mailů a telefonátů.

Další otázkou, která se nabízí, je proč nebyly do analýz zahrnuty digitalizované stojany a cyklostezky? V případě cyklostezek tak bylo především z důvodu, že v Olomouci se nejedná o síť, ale pouze o útržkovité segmenty linií, pro které nebylo nalezeno v prostorových analýzách využití. Původní myšlenkou bylo provést nad cyklostezkami síťové analýzy například z hlediska z časové dostupnosti jednotlivých stojanů, ale vzhledem k malé koncentraci cyklostezek v Olomouci se od tohoto nápadu upustilo. V případě cyklostanů byly provedeny pokusy o analýzu vazby cyklostanů na koncentraci jednotlivých záznamů. Zde však byl problém v nastavení velikosti bufferů okolo stojanů a prostorové nepřesnosti záznamů Rekol. Pokud se nastavila vzdálenost 20 metrů od stojanů, tak se vybralo jen velmi malé procento záznamů a už i hranice 20 metrů je zavádějící, jelikož Rekola jsou často parkována v bezprostřední blízkosti stojanů například u zábradlí či sloupů. V případě nastavení 50metrové zóny bylo vybráno větší množství stojanů, zde už je ale informační hodnota výstupu téměř mizivá, jelikož 50 metrů je už výrazný zásah do prostoru okolo stojanu. Vzhledem k téměř nulové informační hodnotě výstupů bylo od této analýzy nakonec upuštěno.

Další otázkou, která se nabízí je, proč při fázi předzpracování dat dochází k tak významnému úbytku záznamů? Tato otázka je částečně zodpovězena právě v kapitole 4.1 Předzpracování dat. Důvodů je hned několik. Hlavním důvodem je prostorový výběr administrátorem Rekol, který poměrně často zahrnuje údaje z jiných měst, než bylo požadováno. To bývá často zapříčiněno tím, že kola, která pod jedním bike ID v databázi byla v provozu ve více městech a záznamu z cizího města se tedy přenesou do datového souboru požadovaného města. Nejvíce tak bylo v případě Olomouce za rok 2016, kdy datový soubor obsahoval desetitisíce záznamů z území Prahy a tyto záznamy musely být ihned odstraněny. Nejedná se tedy o problém, že by se uživatelé Rekol dopouštěli tolika chyb při používání bikesharingu, ale tyto nežádoucí záznamy vznikaly většinou při exportu dat z databáze administrátorem Rekol. Dalším důvodem je výskyt servisních záznamů v datech. Tyto záznamy jsou atributově odlišeny a nenesou informaci o aktivitě uživatelů a opět musejí být odmazány. Nejedná se však o chyby v datech, ale o nežádoucí záznamy, které byly vyexportovány z databáze společně s daty o používání Rekol.

## 7 ZÁVĚR

Hlavním cílem diplomové práce bylo analyzování dat o využívání systému sdílených kol Rekola ve vybraných městech. V rámci analyzování dat pak vytvořit ucelený postup na analýzu bikesharingových dat, který by mohl být užitečný v dalších letech při vzniku dalších prací s tematikou analyzování bikesharingu. Celkem bylo obdrženo šest datových sad za Olomouc v roce 2014, Olomouc v roce 2015, Olomouc v roce 2016, Pardubice v roce 2015, Hradec Králové v roce 2015 a České Budějovice v roce 2015.

Hlavním výsledkem diplomové práce je kapitola 4 Analýza dat bikesharingu Rekola a její dílčí podkapitoly. Kapitola 4.1 Předzpracování dat shrnuje postup pro odstranění nežádoucích záznamů z obdržených datových sad tak, aby nedošlo ke zkreslení následných analýz a obsahuje i statistiku o jednotlivých datových souborech a jejich předzpracování.

Kapitola 4.2 Neprostorové analýzy shrnuje statistickou charakteristiku všech obdržených datových sad. Data jsou zobrazena v měsíčních, týdenních, denních a hodinových přehledech v podobě grafů a tabulek a každé město obsahuje charakteristiku chování uživatelů Rekol na základě zjištěných poznatků.

Kapitola 4.3 obsahuje výstupy prostorových analýz, které byly provedeny nad daty bikesharingu Rekola. První analýzou je vyhodnocení úspěšnosti vracení kol v zónách, následuje aktivita uživatelů bikesharingu Rekola, další analýzou je shlukování záznamů bikesharingu a identifikace shluků a poslední analýzou je optimalizace zóny pro vracení kol. Každá analýza obsahuje výsledné mapy a také komentář o zjištěných poznacích. Z hlediska výstupů diplomová práce obsahuje celkem 12 grafů, 10 tabulek a 18 map.

## POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

Časté otázky [online]. 2018c [cit. 2018-04-23]. Rekola. Dostupné z WWW: <<https://www.rekola.cz/caste-otazky>>.

DEMAIO, Paul. Bike-sharing History, Impacts, Models of Provision, and Future. *The Journal of Public Transportation*. 2009, 12, 4, s. 41–57. ISSN 1077-291X.

Dobré ráno s českou televizí – Rekola. [online]. 2014 [cit. 2018-04-23]. Česká televize. Dostupné z WWW: <<http://www.ceskatelevize.cz/porady/10435049455-dobre-rano/314292320020021/?video&index=313631>>.

HOMEPORT. [online]. 2016 [cit. 2018-04-23]. Bikesharing.cz. Dostupné z WWW: <<http://www.bikesharing.cz/bikesharing-v-cr.html>>.

How Cluster and Outlier Analysis (Anselin Local Moran's I) works. [online]. 2012a [cit. 2018-04-23]. ArcGIS Help. Dostupné z WWW: <[http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/#/How\\_Cluster\\_and\\_Outlier\\_Analysis\\_Anselin\\_Local\\_Moran\\_s\\_I\\_works/005p00000012000000/](http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/#/How_Cluster_and_Outlier_Analysis_Anselin_Local_Moran_s_I_works/005p00000012000000/)>.

How Hot Spot Analysis (Getis-Ord  $G_i^*$ ) works. [online]. 2012b [cit. 2018-04-23]. ArcGIS Help. Dostupné z WWW: <[http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/#/How\\_Hot\\_Spot\\_Analysis\\_Getis\\_Ord\\_Gi\\_works/005p00000011000000/](http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/#/How_Hot_Spot_Analysis_Getis_Ord_Gi_works/005p00000011000000/)>.

How Kernel Density works. [online]. 2017 [cit. 2018-04-23]. ArcGIS Desktop. Dostupné z WWW: <<http://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/spatial-analyst/how-kernel-density-works.htm>>.

How Spatial Autocorrelation (Global Moran's I) works. [online]. 2016 [cit. 2018-04-23]. ArcGIS Desktop. Dostupné z WWW: <<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/h-how-spatial-autocorrelation-moran-s-i-spatial-st.htm>>.

HÝBNER, R. Návrh optimálního rozmístění stanic půjčoven kol a jejich kapacit v Olomouci [online]. Diplomová práce. Univerzita Palackého, Olomouc, 2013, Přírodovědecká fakulta. Dostupné z WWW: <<http://theses.cz/id/8xeafg/>>.

KUTAL, J. Analýza současného stavu parkovacích podmínek pro jízdní kola u vybraných institucí na území města Olomouce [online]. Diplomová práce. Univerzita Palackého, Olomouc, 2014, Fakulta tělesné kultury. Dostupné z WWW: <<http://library.upol.cz/arl-upol/cs/csg/?repo=upolrepo&key=71838956317>>.



PAVLOVCOVÁ, M. Bikesharing – veřejné sdílení kol v Brně [online]. Diplomová práce. Univerzita Palackého, Olomouc, 2014, Fakulta tělesné kultury. Dostupné z WWW: <[https://theses.cz/id/ejcczg/Bikesharing\\_-\\_veejn\\_sdlen\\_jzdnch\\_kol\\_v\\_Brn.pdf](https://theses.cz/id/ejcczg/Bikesharing_-_veejn_sdlen_jzdnch_kol_v_Brn.pdf)>.

*Půjčovny kol ČD Bike.* [online]. 2018 [cit. 2018-04-23]. České dráhy. Dostupné z WWW: <<https://www.cd.cz/dalsi-sluzby/pujcovny-kol-cd-bike/default.htm>>.

*Statistiky Praha Karlín.* [online]. 2018 [cit. 2018-04-23]. HOMEPORT. Dostupné z WWW: <<https://www.praha-kola.cz/karlinske-statistiky.html>>.

*Tarify a ceník* [online]. 2018b [cit. 2018-04-23]. Rekola. Dostupné z WWW: <<https://www.rekola.cz/tarify-a-cenik>>.

*Uber kupuje za 200 milionů dolarů startup na sdílení elektrických kol JUMP Bikes.* [online]. 2018 [cit. 2018-04-23]. CzechCrunch. Dostupné z WWW: <<https://www.czechcrunch.cz/2018/04/uber-kupuje-za-200-milionu-dolaru-startup-na-sdileni-elektrickykh-kol-jump-bikes/>>.

*Univerzita podporuje rozvoj cyklistiky ve městě* [online]. 2014 [cit. 2018-04-23]. město Olomouc. Dostupné z WWW: <<http://www.olomouc.eu/aktualni-informace/aktuality/15860/>>.

*Velonet – hotový systém přenesený do Brna* [online]. 2017 [cit. 2018-04-23]. Brno na kole. Dostupné z WWW: <<http://brnonakole.cz/rekola-vs-velonet-srovnani-bikesharingu-brne/>>.

VOŽENÍLEK, Vít. Diplomové práce z geoinformatiky. Olomouc, UP: Vydavatelství Univerzity Palackého, 2002. ISBN 8024404699.

*V Praze si lidé mohou půjčovat kola na ulici.* [online]. 2005 [cit. 2018-04-23]. NaKole.cz. Dostupné z WWW: <<https://www.nakole.cz/clanky/108-v-praze-si-lide-mohou-pujcovat-kola-na-ulici.html>>.

*With Hundreds Of Millions Of Dollars Burned, The Dockless Bike Sharing Market Is Imploding.* [online]. 2017 [cit. 2018-04-23]. Forbes. Dostupné z WWW: <<https://www.forbes.com/sites/evgenytchebotarev/2017/12/16/with-hundreds-of-millions-of-dollars-burned-the-dockless-bike-sharing-market-is-imploding/#183ab41c543b>>.

*Začít jezdit* [online]. 2018a [cit. 2018-04-23]. Rekola. Dostupné z WWW: <<https://www.rekola.cz/pages/zacit-jezdit>>.

*Zakladatel Mall.cz, Ondřej Fryc investoval desítky milionů Kč do českého bikesharingu Rekola.* [online]. 2016 [cit. 2018-04-23]. CzechCrunch. Dostupné z WWW: <<https://www.czechcrunch.cz/2016/11/zakladatel-mall-cz-ondrej-fryc-investoval-desitky-milionu-kc-do-ceskeho-bikesharingu-rekola/>>.

# PŘÍLOHY

## **Volné přílohy**

Příloha 1 DVD

Příloha 2 poster

## **Popis struktury DVD**

mapy

data

web

text