

## Analýza území pomocí prostorových datasetů

Territory analysis with spatial datasets

Daniel Kliment<sup>\*,1</sup>

<sup>1</sup>Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Purkyňova 464, 612 00 Brno-Medlánky

### Abstrakt

Příspěvek zaměřen na zkoumání závislosti geolokačních dat a cenových údajů na prostorových charakteristikách území v jednotlivých urbanistických strukturách. Datová sada prostorových charakteristik území byla získána z OpenStreetMap jako zdroje informací pro popis a rozbor území urbanistické struktury. Každá urbanistická struktura (typologie) ve městě má své vlastnosti dané charakterem veřejných prostranství, měřítkem staveb, vzájemnými vazbami a atmosférou. Pro potřeby srovnání sledovaných vybraných statistických dat jsem urbanistickou strukturu města Brna rozdělil do několika základních typů: kompaktní struktura, bloková struktura, smíšená struktura, novodobé obytné soubory, solitérní vily a rodinné domy. Pro vyhodnocení byla použita metoda Multiple-sample comparison, konkrétně analýza rozptylu (ANOVA). Analýza interakce mezi obyvateli a městským prostorem může pomoci ke správnému usměrnění tvorby životního prostředí a souvisejícího veřejného prostoru. Přínos spočívá v ukázce inovativního přístupu ke sběru a využití informací pomocí otevřených prostorových dat prostřednictvím datových platform.

**Klíčová slova:** Geolokační data; charakteristika území; OpenStreetMap; prostorová data; urbanistická struktura.

### Citace:

KLIMENT, Daniel. Analýza území pomocí prostorových datasetů. Online. *Soudní inženýrství*. 2023, roč. 34, č. 02, s. 15-21. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2023.2.15>.

### DOI:

[doi.org/10.13164/SI.2023.2.15](https://doi.org/10.13164/SI.2023.2.15)

### \*Korespondenční adresa autora:

[daniel.kliment@vut.cz](mailto:daniel.kliment@vut.cz)

### Přijato do redakce:

19.11.2023

### Recenzní řízení:

03.12.2023

### Publikováno:

06.12.2023



**Copyright:** © 2023 The Author. This work is licensed under Attribution 4.0 International. To view a copy of this license, visit:

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## Extended abstract

### Introduction

This research seeks to comprehend and analyze the dynamic interplay between residents and urban spaces, emphasizing the use of geolocation data as an indicator of area quality, which, in turn, may influence property prices. Using OpenStreetMap as a valuable repository of spatial data can help planners and developers support critical decisions in shaping land development. The agglomeration benefits of cities, resulting from spatial concentration of activities, are also investigated, with an emphasis on understanding how cities evolve beyond their primary functions. OpenStreetMap is employed to scrutinize global geospatial data, offering empirical insights into street networks across different urban scales.

### Materials and methods

Each urban structure (typology) in the city has its own characteristics determined by the character of public spaces, the scale of buildings, interrelationships and atmosphere. The data source is the open platform data.bno.cz, which accesses relevant data sets in various formats, including CSV, JSON and XML. For the purpose of comparison of the selected statistical data, I have divided the urban structure of Brno into several basic types: Compact, Block, Mixed, Modern Residential Complexes, Villas, and Family Houses — the study utilizes the Multiple-sample comparison method, specifically Analysis of Variance (ANOVA), to discern significant differences in spatial characteristics among these structures. The analysis also incorporates Fisher's Least Significant Difference (LSD) method to identify specific mean differences between different urban structures. Visual representation through Box-and-Whisker Plots enhances the interpretation of results.

### Results

The actual analysis involves an in-depth examination of spatial characteristics through various indicators extracted from OpenStreetMap data. These indicators include a spectrum of factors such as road network length, serviceability index, dust pollutant concentration, population density, park area, floor area index, number of dwellings, number of houses, occupancy index, crime incidence, sales area, development area as per the master plan, resident satisfaction index, resident presence index as per mobile operator data, and number of housing offers. The results show that urban structures can generally be divided into two groups: compact or block structures and modern residential complexes, single-family houses and villas. Mixed structures tend to fit more closely with the characteristics of the second group.

### Conclusions

The paper concludes that this innovative approach to utilizing open spatial data platforms contributes to transparency and innovation in municipal governance. Statistical tests reveal significant differences between structures for specific indicators, highlighting their diverse impact on the quality of life of residents. This paper sheds light on the distinctive characteristics and influences of different urban structures, offering valuable insights for urban planning and decision-making at the municipal and community levels. The detailed analysis of the interaction between residents and urban spaces contributes to informed development strategies, demonstrating the potential of innovative approaches to data collection and utilization through open spatial data platforms.

**Keywords:** Geolocation data; area characteristics; OpenStreetMap; spatial data; urban structure.

#### **Citation:**

KLIMENT, Daniel. Analýza území pomocí prostorových datasetů. Online. *Soudní inženýrství*. 2023, roč. 34, č. 02, s. 15-21. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2023.2.15>.

#### **DOI:**

[doi.org/10.13164/SI.2023.2.15](https://doi.org/10.13164/SI.2023.2.15)

#### **\* Author's correspondence address:**

[daniel.kliment@vut.cz](mailto:daniel.kliment@vut.cz)

#### **Accepted for editing:**

November 19, 2023

#### **Review proceedings:**

December 12, 2023

#### **Published:**

December 06, 2023



**Copyright:** © 2023 The Author. This work is licensed under Attribution 4.0 International. To view a copy of this license, visit:

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## 1 ÚVOD

Hlavní myšlenkou je pochopit a vhodně analyzovat interakci mezi obyvateli a městským prostorem. Pochopení vztahu může pomoci osobám zaměřeným na plánování a rozvoj území s rozhodovací pravomocí. Aktivita obyvatel založená na geolokačních datech může být ukazatelem kvality území, což může do jisté míry ovlivňovat také ceny nemovitých věcí (staveb). Vývojem informačních technologií, rozsáhlým sběrem dat a dostupností datových platform se nabízí použití otevřených prostorových dat prostřednictvím OpenStreetMap jako cenného zdroje informací. Nicméně jednotlivé charakteristiky území nemají smysl samy o sobě, jejich vypovídací schopnost se projevuje až při hodnocení a interpretaci sledovaných jevů ve správně uchopených a popsanych souvislostech. Vhodná analýza interakce mezi obyvateli a městským prostorem může vést ke správnému usměrnění tvorby životního prostředí a souvisejícího veřejného prostoru. Přínos výzkumu spočívá také v ukázce inovativního přístupu ke sběru a využití informací pomocí otevřených prostorových dat prostřednictvím datových platform.

Aglomerační výhody města jsou způsobeny zejména prostorovou koncentrací činností. K prvotní funkci města se přidávají další funkce, jako jsou bydlení, práce a rekreace. Úkolem definovat širokou škálu indikátorů udržitelného rozvoje ve všech sledovaných a definovaných pilířích udržitelnosti se zabýval výzkum G. Kopáčika a kol. Cílem bylo prozkoumat jejich naplňování v různých charakteristických typech urbanistických struktur tří rozdílných velkých měst. [1]

Důsledky samoorganizujících se jevů pro plánování a rozvoj území jsou relativně novým tématem výzkumu, které získává stále větší ohlas u urbanistů. Samoorganizace je proces, při němž vzájemným působením mezi složkami neuspořádaného systému vzniká nějaká podoba řádu. Tento proces je spontánní a není nijak centrálně řízen. Problémem je, že koncept samoorganizace je v současné době v debatě o současném plánování uplatňován různými způsoby, což vyvolává nedorozumění, pochybné definice a sporné praktické návrhy. Rozkrýt tuto složitou problematiku rozlišením jednotlivých urbanistických jevů se zabývali Stefano Moroni, Ward Rauws a Stefano Cozzolino ve své publikaci „Forms of self-organization: Urban complexity and planning implications“. [2]

Zkoumáním OpenStreetMap jako cenného zdroje celosvětových geoprostorových dat užitečného pro výzkumníky v oblasti měst se zabýval Geoff Boeing z Northeastern University. Byla představena analýza amerických uličních sítí z OpenStreetMap v měřítku metropole, obce a čtvrti, konkrétně každého amerického města a městečka, urbanizované oblasti podle sčítání lidu a čtvrti definované společností Zillow. Předkládá empirické poznatky o podobě měst a charakteristikách uličních sítí v USA s důrazem na měřítka důležitá pro teorii grafů, dopravu, urbanistický design a morfologii, jako je struktura, propojenost, hustota, centralita a odolnost. [3]

Vytvořit podklad pro kvalifikované rozhodování odpovědné samosprávy o rozvoji svého území je smyslem publikace „Hustota a ekonomika měst“ od Tomáše Hudečka a kol. Výzkum jednoznačně ukázal, že řídké bydlení se nevyplácí – ani obyvatelům, ani městu. Z porovnání urbanistických struktur a hustoty obyvatelstva, která se s nimi pojí, vychází, že vztah mezi náklady a hustotou není přímý. Nelze však jednoznačně říct, že hustší je vždy zárukou dobrého, stejně jako řídkší podstatou špatného, je třeba brát v potaz i další parametry a konkrétní hodnoty hustot. Cílem bylo ukázat, že veřejné finance a hospodaření v území velmi úzce souvisejí s urbanismem a strukturou zástavby. [4]

Některé obdobné vědecké studie ukazují, že extenzivní rozšiřování města prostřednictvím sídelní kaše negativně ovlivňuje výdaje města, což uvádí například publikace španělských autorů Hortas-Rico a Solé-Ollé. [5] Jiná studie, kterou zveřejnil Holcombe a Williams, právě poukazuje na existenci fázových přechodů a prahových předělů ve velikosti a koncentraci území měst. [6]

## 2 STANOVENÍ URBANISTICKÝCH STRUKTUR

Základní typické struktury byly vybrány z hlediska urbanismu s ohledem na typologii, mají jistá specifika a základní parametry území. Urbanistická struktura tedy popisuje část území, která má určité vlastnosti a charakter (pozitivní i negativní). Bere v úvahu zejména formu zástavby a navazujících veřejných prostor, které se liší v závislosti na funkci a lokalizaci. Každá urbanistická struktura (typologie) ve městě má své vlastnosti dané charakterem veřejných prostranství, měřítkem staveb, vzájemnými vazbami a atmosférou. Pro potřeby srovnání sledovaných vybraných dat jsem urbanistickou strukturu města Brna rozdělil do několika základních typů:

**Kompaktní struktura** – neboli rostlá struktura představuje především historické jádro města. Je typická nepravidelně často velmi úzkými ulicemi a kamennými náměstími. Vysoká míra zastavěnosti území. Domy stojí na uliční čáře a tvoří uzavřené nepravidelné bloky. Parcely jsou malé, nepravidelného tvaru. Ulice neumožňují plnohodnotný automobilový provoz. Funkce je smíšená s výrazným podílem bydlení a občanským vybavením. Lokalita: Brno-město, Staré Brno, Zábřovice.

**Bloková struktura** – tvořena uzavřenými většinou pravidelnými bloky. Ulice tvoří pravidelnou síť, která má jasnou hierarchii, náměstí a dvorní prostory jsou často parkově upravená. Domy stojí na uliční čáře, parcely jsou pravidelné. Bloky jsou uspořádány do čtvrtí a doplněny parky. Převažuje funkce bydlení. Lokalita: Veveří, Královo Pole, Ponava.

**Smíšená struktura** – smíšená struktura nemá jednotnou typologii. Kombinují se v ní jak kompaktní bloky, tak polootevřené bloky. Částečně se v ní mohou vyskytovat i solitérní stavby typické pro modernistické město. Měřítko je proměnlivé. Smíšená struktura na půdorysů původních obcí začleněných do území měst. Lokalita: Trnítá, Komárov, Žabovřesky.

**Novodobé obytné soubory** – jedná se o volnou zástavbu bytových domů v zeleni (např. panelová sídliště) funkcionalistického rázu. Struktura je tvořena solitérními stavbami obklopenými parkem ve volné zástavbě. Měřítko je velké, veřejná prostranství nejsou jasně ohraničena a nemají hierarchii. Doprava je často segregována na pěší a pro automobily. Lokalita: Bohunice, Bystrc, Lesná, Líšeň.

**Solitérní vily** – jedná se o vily samostatně umístěné v zahradách, většinou vícepodlažní. Stavební čára ustupuje od uliční čáry, vzniká tak předzahrádka. Hranice mezi veřejným a neveřejným prostorem je často segregována oplocením. Síť uličních prostranství je pravidelná, zpravidla komponovaná, doplněná náměstími s parkovou úpravou. Lokalita: Černá Pole, Pisárky, Stránice, Jundrov.

**Rodinné domy** – strukturu tvoří rodinné domy samostatně umístěné v zahradách. Domy bývají spíše menší a nízkopodlažní. Stavební čára je zpravidla otevřená a domy mívají předzahrádku. Hranice mezi veřejným a neveřejným prostorem je často segregována oplocením. Síť uličních prostranství obvykle vykazuje pravidelnost. Stavební bloky doplňují drobné parky a náměstí. Lokalita: Černovice, Maloměřice, Komín, Židenice.

### 3 ANALÝZA ÚZEMÍ

#### 3.1 Charakteristiky území

Datová sada prostorových charakteristik území byla získávána z OpenStreetMap, což je jedním ze zásadních zdrojů informací pro popis a rozbor území urbanistické struktury. OpenStreetMap představuje vizualizaci dostupných geografických dat do podoby digitální topografické mapy. Jednotlivé charakteristiky území jsou stanoveny na základě analýzy a dostupnosti prostorových dat. Charakteristiky splňují kritéria tematické a prostorové relevance. Při výběru dat je potřeba vždy vycházet také z předpokladu, že údaje o vybraných charakteristikách jsou veřejně přístupné a dostupné pro všechny zvolené urbanistické struktury území. Mezi prostorové charakteristiky území byly zařazeny následující indikátory: celková délka komunikační sítě, index obslužnosti, koncentrace poléťavého prachu, obvykle bydlící obyvatelstvo, plocha parků a veřejné zeleně, index podlažnosti, počet bytů, počet domů, index obydlenosti, počet krimi přestupků, prodejní plocha prodejen zboží, výměra ploch zástavby dle ÚPD, index spokojenosti obyvatel, index výskytu obyvatel podle dat mobilních operátorů, počet nabídek rezidenčních nemovitých věcí. Všechna data byla získána z oficiálního datového portálu [data.brno.cz](https://data.brno.cz), který poskytuje přístup k různým souborům otevřených dat týkajících se města. Datové sady jsou k dispozici v různých formátech, například CSV, JSON a XML, a lze je bezplatně stáhnout pro osobní i komerční použití. Součástí webových stránek je také datový portál, který uživatelům umožňuje zkoumat datové sady, vizualizovat je na mapách a filtrovat je na základě různých kritérií. Cílem webu je podporovat transparentnost a otevřenost městské správy a podporovat vývoj inovativních řešení, která jsou přínosem pro občany a podniky.

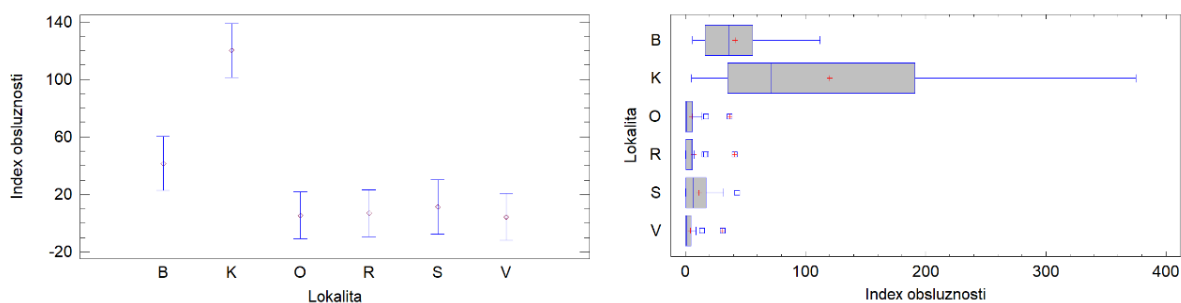
#### 3.2 Metody analýzy urbanistických struktur

Pro analýzu byla použita metoda Multiple-sample comparison, konkrétně analýza rozptylu (ANOVA). ANOVA otestuje, zda mezi průměry existují významné rozdíly. Pokud takové rozdíly existují, testy vícenásobného rozsahu vám řeknou, které prostředky vykazují významnou odlišnost od ostatních. Pokud testovaná data naznačují určitou

významnou nenormálnost dat, která porušuje předpoklad, že data pocházejí z normálního rozdělení, je nutné tato data transformovat nebo použít Kruskalův-Wallisův test k porovnání mediánů namísto průměrů. Kruskalův-Wallisův test testuje nulovou hypotézu, že mediány jsou stejné. Pokud je hodnota P menší než 0,05, existuje mezi mediány statisticky významný rozdíl na 95,0 % hladině spolehlivosti. Pro zjištění, které mediány se vzájemně významně liší, je použito grafické zobrazení Box-and-Whisker Plot.

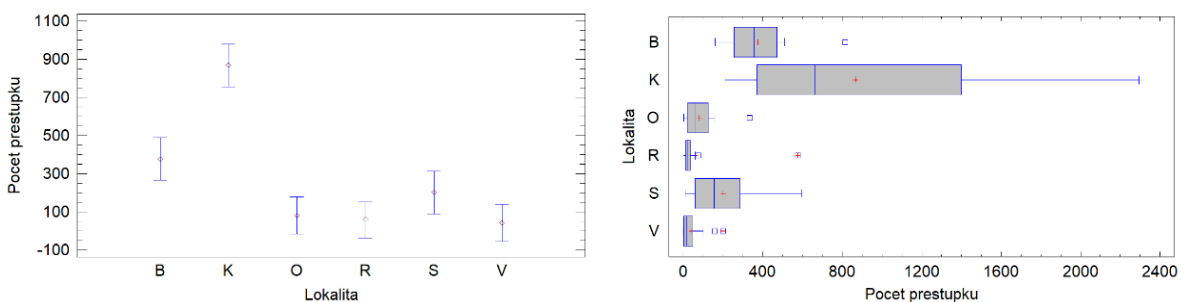
### 3.3 Vlastní analýza urbanistických struktur

Pomocí postupu vícenásobného porovnání bylo určeno, které střední hodnoty v jednotlivých urbanistických strukturách se významně liší od ostatních. Metoda použita k rozlišení mezi průměry, je Fisherův postup nejmenšího významného rozdílu (LSD). Intervaly LSD, známé také jako intervaly nejmenších významných rozdílů, jsou způsobem, jak určit, zda existují významné rozdíly mezi průměry dvou nebo více skupin. LSD interval je specifický typ LSD intervalu, který se počítá tak, aby zahrnoval skutečný rozdíl mezi dvěma průměry s 95% spolehlivostí. To znamená, že pokud by se experiment mnohokrát opakoval, v 95 % případů by skutečný rozdíl mezi průměry spadl do intervalu LSD. V datech je naznačena určitá významná nenormálnost dat, která porušuje předpoklad, že data pocházejí z normálního rozdělení. Byla potřeba určitá data transformovat nebo použít Kruskalův-Wallisův test k porovnání mediánů místo průměrů. Mediány, které se vzájemně významně odlišují, jsou zobrazeny pomocí grafického zobrazení Box-and-Whisker Plot.



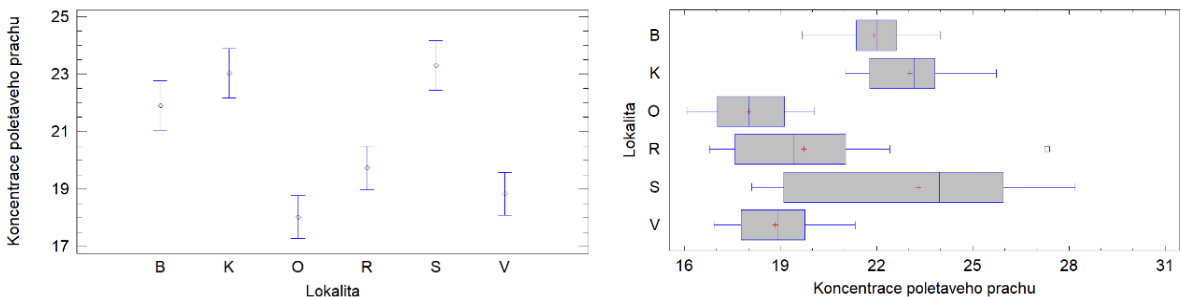
**Graf 1** Graf znázorňující rozložení dat pro indikátor indexu obslužnosti v urbanistických strukturách

**Graph 1** Graph showing the distribution of data for the occupancy index indicator in urban structures



**Graf 2** Graf znázorňující rozložení dat pro indikátor počtu přestupků v urbanistických strukturách

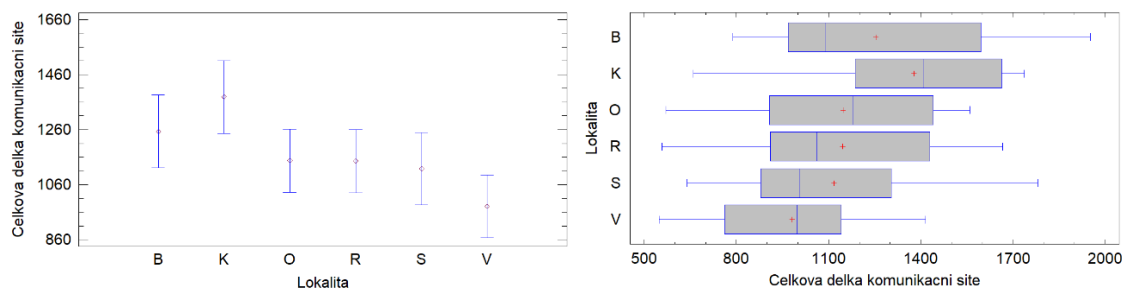
**Graph 2** Graph showing the distribution of data for the indicator of the number of offences in urban structures



**Graf 3** Graf znázorňující rozložení dat pro indikátor koncentrace polévatého prachu v urbanistických strukturách

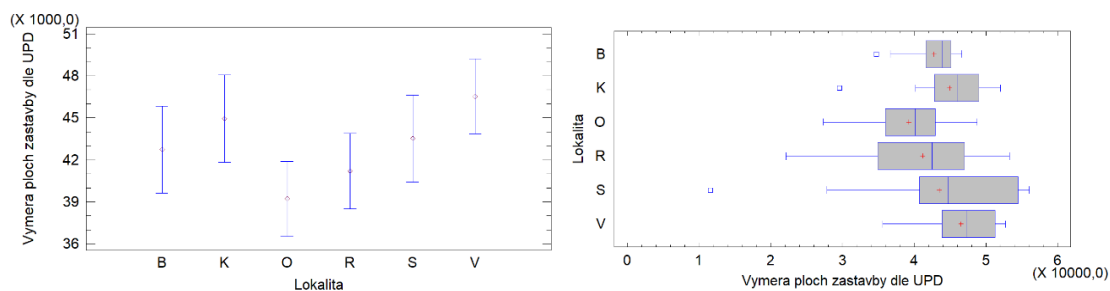
**Graph 3** Graph showing the distribution of data for the fugitive dust concentration indicator in urban structures

Graf 1 ukazuje distribuci indexu obslužnosti v jednotlivých urbanistických strukturách, a to konkrétně Blokové a Kompaktní strukturu. Ostatní struktury jsou zastoupeny jako jedna skupina, jelikož jsou si velmi podobné a rozdíly mezi nimi nejsou statisticky významné. Graf 2 vykresluje, že struktury Rodinné domy, Solitérní vily a Novodobé obytné soubory mají menší počet přestupků a jsou tedy klidnější, zatímco Bloková a Kompaktní struktura jsou shodně nejrizikovější z pohledu počtu přestupků. U indikátoru koncentrace polévatého prachu, který znázorňuje graf 3, můžeme vidět velkou odlišnost ve výsledných datech původních a datech transformovaných, což je způsobeno nenormálností dat. Statisticky významný rozdíl je u struktury Kompaktní a Blokové v porovnání se strukturou Novodobých obytných souborů, Solitérních vil a Rodinných domů. Smíšená struktura je v tomto ohledu odlišná pouze od Novodobých obytných souborů.



**Graf 4** Graf znázorňující rozložení dat pro indikátor celkové délky komunikační sítě v urbanistických strukturách

**Graph 4** Graph showing the distribution of data for the indicator of the total length of the communication network in urban structures



**Graf 5** Graf znázorňující rozložení dat pro indikátor výměry ploch zástavby dle ÚPD v urbanistických strukturách

**Graph 5** Graph showing the distribution of data for the indicator of the area of built-up areas according to the Urban Development Plan in urban structures

Graf 4 ukazuje distribuci celkové délky komunikační sítě pro jednotlivé urbanistické struktury. Graf 5 indikuje statisticky významný rozdíl u výměry plochy dle zástavby ÚPD, který má mezi sebou struktura Blokovaná a Novodobé obytné soubory, dále Solitérní vilové zástavby a Novodobé obytné soubory. Indikátor celková délka komunikační sítě vykazuje statisticky významný rozdíl mezi strukturou Solitérních vil a Kompaktní strukturou. Ostatní struktury jsou si velmi podobné a můžeme tvrdit, že rozdíly hodnot indikátoru nejsou statisticky významné.

## 4 ZÁVĚR

Z výsledků zkoumání lze usoudit, že jednotlivé urbanistické struktury mají specifické charakteristiky a vlastnosti, které se promítají do jejich ukazatelů a mohou mít vliv na kvalitu života obyvatel a celkově jejich spokojenost. Blokovaná a kompaktní struktura se ukazují jako nejrizikovější zejména z hlediska indexu obslužnosti a počtu přestupků. Naopak urbanistické struktury Solitérních vil, Rodinných domů a Novodobých obytných souborů vykazují klidnější prostředí s menším počtem přestupků a menší koncentrací polétavého prachu. Z hlediska výměry plochy dle zástavby ÚPD jsou nejpodobnější Solitérní vilové zástavby a Novodobé obytné soubory, které se od sebe odlišují pouze mírně. Celková délka komunikační sítě má statisticky významný rozdíl mezi Solitérními vilami a Kompaktní strukturou, zatímco ostatní struktury jsou si velmi podobné. Při pohledu na zkoumané indikátory prostorových charakteristik lze zobecnit urbanistické struktury na dvě skupiny, kdy do první spadá Kompaktní a Blokovaná struktura, do druhé potom Novodobé obytné soubory, solitérní vilová zástavba a rodinné domy. Smíšená struktura potom inklinuje svými vlastnostmi spíše ke druhé skupině.

Grafická vizualizace numerických dat pomocí kvartilů v krabicovém grafu přehledně ukazuje rozdíly ve vyšetřovaných indikátorech prostorových charakteristik území a dává náhled na rozložení hodnot v jednotlivých urbanistických strukturách. Tyto informace mohou být užitečné při plánování a rozhodování o urbanistickém rozvoji na úrovni měst a obcí. Analýza interakce mezi obyvateli a městským prostorem může dále pomoci ke správnému usměrnění tvorby životního prostředí a souvisejícího veřejného prostoru. Přínos spočívá v ukázce inovativního přístupu ke sběru a využití informací pomocí otevřených prostorových dat prostřednictvím datových platform.

## 5 PODĚKOVÁNÍ

Príspevek byl zpracován za podpory Specifického vysokoškolského výzkumu MŠMT č.j. ÚSI-J-22-7987.

## 6 REFERENCE

- [1] KOPÁČIK, Gabriel; WITTMANN, Maxmilian; KILNAROVÁ, Pavla; FRANTIŠÁK, Luboš; HAVLIŠ, Karel et al. *Vliv charakteru a umístění urbanistické struktury na udržitelný rozvoj území*. Případové studie Brno–Ostrava–Zlín. Akademické nakladatelství CERM©, s.r.o., 2019. ISBN 978-80-7623-007-1.
- [2] MORONI, Stefano; RAUWS, Ward; COZZOLINO, Stefano. *Forms of self-organization: Urban complexity and planning implications*. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science. 2020; vol. 47, no. 2, s. 220-234. Dostupné z: doi:10.1177/2399808319857721.
- [3] BOEING, Geoff. *A multi-scale analysis of 27,000 urban street networks: Every US city, town, urbanized area, and Zillow neighborhood*. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science [online]. 2020, vol. 47, no. 4, s. 590-608. ISSN 2399-8083. Dostupné z: doi:10.1177/2399808318784595. [cit. 2023-11-20].
- [4] HUDEČEK, Tomáš; DLOUHÝ, Martin; HNILIČKA, Pavel; LEŇO CUTÁKOVÁ, Lucie; LEŇO, Michal. *Hustota a ekonomika měst*. [Praha]: ČVUT – Masarykův ústav vyšších studií, [2018]. ISBN 978-80-87931-75-2.
- [5] HORTAS-RICO, Miriam; SOLÉ-OLLÉ, Albert. *Does Urban Sprawl Increase the Costs of Providing Local Public Services? Evidence from Spanish Municipalities*. Urban Studies. 2010, vol. 47, no. 7, s. 1513–1540.
- [6] HOLCOMBE, Randall; WILLIAMS, DeEdgra. *The Impact of Population Density on Municipal Government Expenditures*. Public Finance Review. 2018, vol. 36, no. 3, s. 359–373.