KVANTITATIVNÍ KLASIFIKACE TYPŮ URBANISTICKÉ STRUKTURY MĚST

Lukáš Kopp

V prostředí územního plánování dochází k postupnému (re)etablování strukturálního pohledu na uspořádání měst. Jedním z primárních nástrojů strukturálního územního plánování je rozdělení území města na základě jeho převažujícího charakteru na menší, skladebné prostorové jednotky. Převažující kvalitativní přístupy s sebou však nesou řadu omezení, mj. v jejich reprodukovatelnosti, empirické objektivitě, ale také náročnosti z pohledu časových a institucionálních kapacit. Cílem příspěvku je na případové studii hl. m. Prahy předložit jeden z možných alternativních přístupů ke klasifikaci a prostorovému vymezení urbanistické struktury, který vychází z etablující se disciplíny kvantitativní urbánní morfologie. Tento přístup je zaměřen na zvýšení objektivity popisu urbanistické struktury měst, nevázaný na předem definované hranice nebo kategorie. Kategorie struktur jsou definovány statisticky pomocí měřitelných znaků základních strukturálních konceptů městské formy a následného zachycení vztahů mezi nimi. Představená metodika nabízí aplikaci zejména v rámci tvorby územně analytických podkladů jako empirický podklad či evaluační nástroj umožňující doplnění nebo revizi postupů založených na kvalitativním přístupu vymezování a charakterizování typů urbanistické struktury měst.

Klíčová slova: urbanistická struktura, města, typologie, metodika

Úvod

Jedním z úkolů územního plánování je *„stanovovat podmínky pro provedení změn v území, zejména pak pro umístění a uspořádání staveb s ohledem na stávající charakter a hodnoty území a na využitelnost navazujícího území“* [§ 19 odst. 1 písm. e) zákona č. 183/2006 Sb.]. Pojem *charakter území* ale bývá v praxi předmětem výkladů a problémů. Stávající stavební zákon s pojmem charakter území sice dlouhodobě pracuje [§ 18 odst. 5 zákona č. 183/2006 Sb.], nově jej definuje až od ledna 2023 v § 19a: *„Charakter území se určuje zejména podle funkčního využití, struktury a typu zástavby, uspořádání veřejných prostranství, dalších prvků prostorového uspořádání a urbanistických, architektonických, estetických, kulturních a přírodních hodnot území, včetně jejich vzájemných vztahů a vazeb, a to především vymezením v územně plánovací dokumentaci.“*

Součástí charakteru území města je i jeho forma – struktura a typ zástavby, uspořádání veřejných prostranství a dalších prvků prostorového uspořádání a jejich vzájemná provázanost. Termín *městská forma* chápeme jako soubor fyzických charakteristik městského prostředí vztahující se k velikosti, tvaru a konfiguraci městského prostředí a jeho částí. *Strukturu* je možno obecně chápat jako síť komponent v souboru nebo systému, provázaných vzájemnými vztahy a pozicemi [Veverka, 2013]. *Urbanistickou strukturu města* můžeme výsledně definovat jako způsob půdorysného a prostorového zastavění města daného mj. půdorysnou strukturou sídla, hmotovým a výškovým uspořádáním zástavby, způsobem zastavění a řešením uliční sítě [Rozmanová et al., 2022]. Znalost o urbanistické struktuře je považovaná v rámci územně analytických podkladů (ÚAP) a územně plánovací dokumentace (ÚPD) za důležitou a cennou, neboť patří k významným hodnotám území, je součástí jeho identity a představuje jeden z klíčových prvků utváření hmotného městského prostředí [Ibid.]. Urbanistická struktura je také jako složka urbanistické koncepce součástí územního plánu [příloha č. 7 k vyhlášce č. 500/2006 Sb.]. Průzkumy a rozbory urbanistické struktury jsou rovněž důležitým zdrojem pro naplnění sledovaného jevu č. 11a ÚAP – Struktura a výška zástavby [příloha č. 1 k vyhlášce č. 500/2006 Sb.]. Městské prostředí a jeho charakter obsahuje vedle prostorové složky také funkční, provozní a přírodní složky, včetně komplexního rámce urbanistických, architektonických, kulturních a dalších hodnot, jejich vzájemných pozic a vztahů. Snaha o holistické zkoumání městského prostředí z pozice čistě kvantitativního vědeckého přístupu by mohla vést k přílišnému redukcionismu sledované reality v procesu jejího uchopení a popisu, a proto zde ostatní složky městského prostředí nejsou předmětem vědeckého zkoumání.

Urbanistická struktura města je složitě popsatelný aspekt, jelikož vychází z komplexního souvrství rozmanitých prvků města, jejich charakteristik a vzájemných vazeb, které často překračují prostorová měřítka. Již Jane Jacobs navrhovala uvažovat o městech, pro jejich pochopení, jako *o problémech organizované komplexity*, což znamenalo *„zabývat se současně velkým množstvím faktorů, které jsou vzájemně propojeny do organického celku“* [Jacobs, 1961, str. 432]. Pro absenci jasného hierarchického uspořádání je však náročné urbanistickou strukturu uchopit a popsat [Alexander, 1966].

Jedno z řešení nabízejí urbánní typologie, tj. klasifikace fyzického prostředí, založené na předem definovaných obecných typech. Urbánní typologie jsou v současném diskursu o městech a urbanismu všudypřítomné, vyskytující se v pojmech jako *bloková struktura* či *struktura zahradního města.* Vycházejí ale především z praxe, jsou pouze volně definované a málokdy jsou podrobeny formálnímu zkoumání [Berghauser Pont et al., 2019]. Formální popis a analýzu typologické morfologie města lze nalézt především v interdisciplinárním oboru urbánní morfologie, nauce o formě lidských osídlení, procesu jejich utváření a proměny [Moudon, 1997]. Studie v oboru urbánní morfologie přinesly v průběhu let širokou a rozmanitou škálu výzkumných výstupů [Conzen,

1960; Whitehand, 2001]. Ty byly většinou zaměřeny na typologicko-morfologickou klasifikaci urbanistické struktury získávanou vizuálním hodnocení rozměrů a tvarů budov, pozemků, bloků a geometrií uliční sítě. Tyto postupy byly aplikovány i v rámci studie formy českých měst, např. v metodikách určování charakteru a urbanistické struktury zástavby městských sídel [Rozmanová et al., 2022], identifikaci a ochraně atributů hodnot historických českých měst [Jehlík et al., 2019] či pro prostorové vymezení stavových lokalit pro potřeby ÚAP hl. m. Prahy [Institut plánování a rozvoje hl. m. Prahy, 2020]. Tyto přístupy ale představují výzvu pro hodnocení současného města, které je často velmi heterogenní, s prolínajícími se urbanistickými strukturami a typy zástavby. Přístupy založené apriori na expertním posouzení s sebou nesou značnou časovou a institucionální náročnost zpracování a další omezení spojená s replikovatelností výsledků, příp. vzájemného srovnání napříč vícero studiemi.

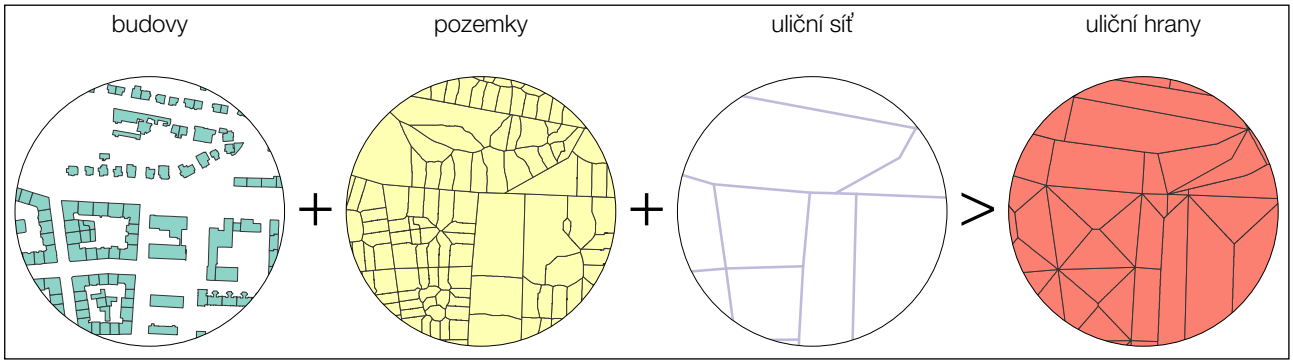
Jako protiváha tradičním kvalitativním postupům vznikla na poli urbánní morfologie odnož kvantitativní urbánní morfologie *(ang. urban morphometrics)* vycházející z kvantitativních, datově založených, systematických a komplexních definic, měření a klasifikací forem lidských osídlení [Dibble et al., 2017]. Ta nabízí spektrum metod analýz urbanistické struktury měst, zaměřených na extrakci vnitřních prostorových vzorců, charakterizujících konkrétní místa pomocí číselně vyjádřených charakteristik fyzického prostředí. Tato disciplína nabízí rozrůstající se množství studií klasifikace urbanistické struktury měst napříč prostorovými měřítky, od sousedství [Dibble et al., 2017], přes celá města [Fleischmann et al., 2021], až po metropolitní regiony [Fusco et al., 2019]. I v rámci českého prostředí se tento přístup ke studiu urbanistické struktury měst začíná pozvolna objevovat a etablovat [Dvořák, 2021; Institut plánování a rozvoje hl. m. Prahy, 2020].

Cílem tohoto výzkumu je aplikací kvantitativních metod urbánní morfologie skrze měřitelné znaky strukturálních konceptů městské formy definovat a klasifikovat urbanistickou strukturu města na případové studii hl. m. Prahy a následně, na základě jejich vzájemné podobnosti, prostorově vymezit jednotlivé typy urbanistické struktury a určit, jaké charakteristiky jsou pro jednotlivé typy specifické a jakých hodnot nabývají. Znalost o rozmístění a charakteristice typů urbanistické struktury je důležitá, neboť odlišné typy vykazují různou míru adaptability a rezilience [Feliciotti, 2018], stejně tak vztah fyzické a funkční složky měst (např. rozmístění komerčních aktivit) je v rámci jednotlivých urbanistických struktur různorodý a sleduje odlišné zákonitosti [Araldi, 2019]. K problematice adaptability nebo funkčních změn měst je lépe přistupovat z pozice jejich jednotlivých charakteristických částí než celku. V procesech územního plánování může být metoda využita jako jeden z podkladů při určování prostorové složky charakteru území, resp. při stanovování podmínek pro provedení změn v území, a kvantifikovat rozsahy, v jakých se jednotlivé fyzické charakteristiky (např. hrubá podlažní plocha budov, podlažnost budov, orientace pozemku vůči ulici nebo šířka a otevřenost ulice) pohybují. Taková znalost může být účelná i ve fázi přípravy záměrů výstavby, protože může stavebníkům poskytnout kvantifikovatelné informace o charakteru území, do kterého stavební záměr umisťují.

Metodika

Předkládaná metodika je rozdělena do následujících sousledných kroků: i) definice strukturálních prvků fyzického prostředí a jejich vymezení v prostoru; ii) definice jednotky členění prostoru vhodné pro analýzu urbanistické struktury; iii) výběr měřitelných znaků těchto prvků s použitím minimálního souboru výzkumných dat; iv) aplikace shlukové analýzy pro identifikaci ideálního počtu skupin shluků, tj. počtu typů výsledných struktur; v) následná aplikace hierarchické shlukové analýzy pro určení míry vzájemné podobnosti mezi skupinami. Pro získání kvantifikovatelného popisu urbanistické struktury je nutné zachytit její základní prvky, ale také vztahy mezi nimi. Základními použitými strukturálními koncepty jsou budovy, pozemky a uliční síť (obr. 1) [Moudon, 1997]. Jejich vlastnosti, vzájemné vztahy a především četné opakování specifických kombinacích vede v průběhu času k etablování jednotlivých typů urbanistických struktur [Kropf, 2018].

Výslednou klasifikaci urbanistické struktury nevyhnutelně ovlivňuje nejen výběr měřitelných znaků, ale také základní jednotka analýzy. Studie urbánní formy doposud dominantně upřednostňovaly analýzy urbanistické struktury měst způsobem, jakým je viditelná na plánu města. Tento způsob vychází z tradiční dekompozice prostoru města na bloky, pozemky a budovy, studia jejich charakteristik a vzájemných vztahů [Kropf, 2018]. Předkládaná studie si na rozdíl od předchozích ukládá za cíl charakterizovat urbanistickou strukturu města tak, jak ji zažívají pěší při pohybu městem [Fusco et al., 2017]. Charakter území je, v kontextu měst jako lidských osídlení, nikoliv vlastnost plánu města, ale vlastnost jeho



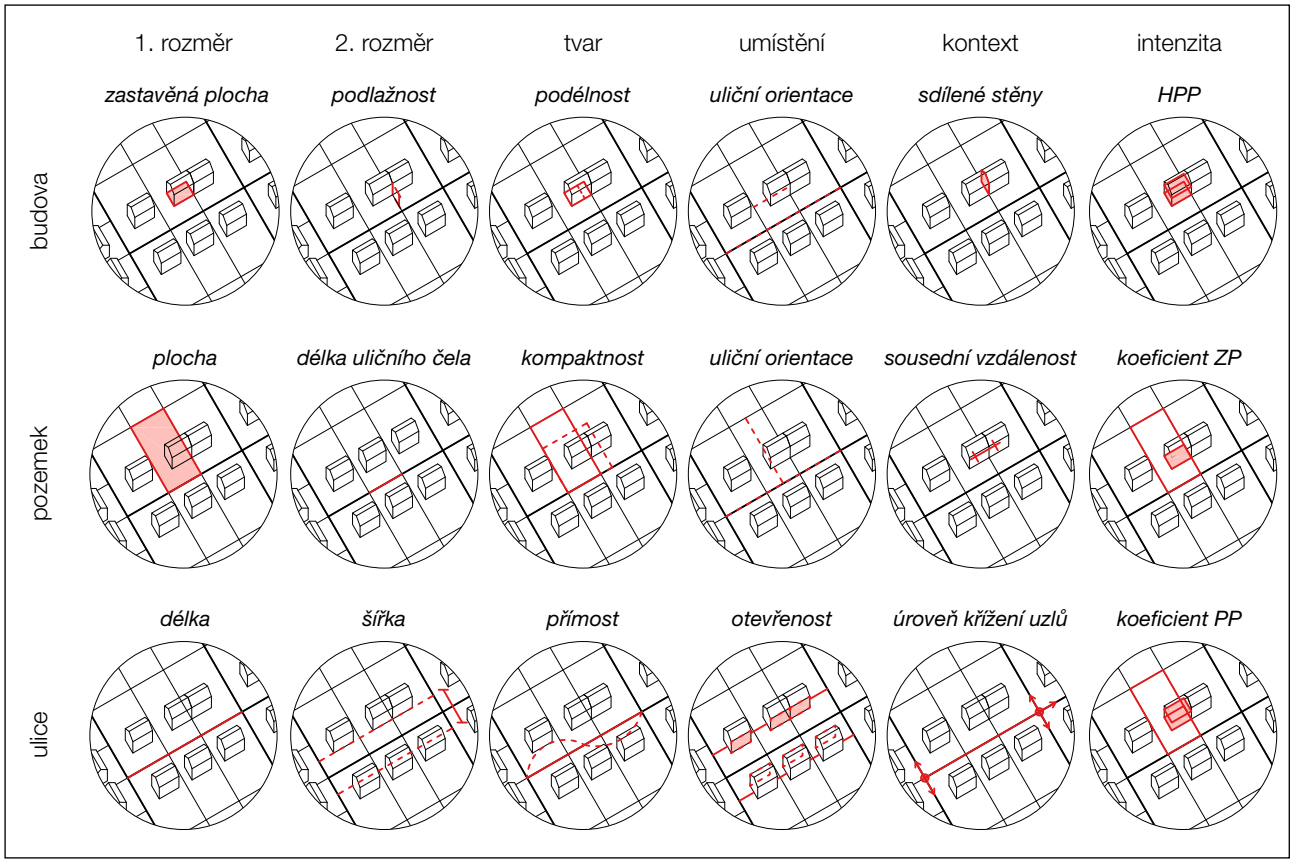
Obr. 1: Aplikované prostorové koncepty tvořící urbanistickou strukturu sídel

prostoru, vnímaného a zažívaného lidmi, kteří se v něm nacházejí. Charakter území, jehož součástí je i urbanistická struktura (mj. struktura a typ zástavby, její umístění na pozemku a uspořádání veřejných prostranství), je vnímaný v rámci ulice a dvojice protějších uličních front, nikoliv podél všech stran městského bloku. Základní jednotkou analýzy je tzv. plocha vlivu uličního úseku (obr. 1), s rozlišením dvojice jeho stran (tj. uličních front), dále pro srozumitelnost nazývaná jako uliční fronta a plocha jejího vlivu. Ta je prostorově vyjádřena pomocí zobecněných *Thiessenových polygonů*, vystavěných okolo uličních úseků a následně rozdělených podél jejich osy ve dví. Každá uliční fronta tak, oproti celé ulici, může být výsledně součástí jiného typu urbanistické struktury města.

Charakteristiky prostorových prvků utvářejících urbanistickou strukturu je možno popsat pomocí souboru měřitelných znaků. V současné literatuře kvantitativní urbánní morfologie *(ang. urban morphometrics)* existuje široké spektrum charakteristik, jejichž výčet přesahuje cíl tohoto článku. Souhrnný přehled je možno nalézt v [Gil et al., 2012; Dibble et al., 2017; Fleischmann et al., 2020]. Pro výběr výsledných charakteristik byla zavedena trojice kritérií. Zaprvé, výsledný soubor by měl obsahovat charakteristiky jak budov, tak i pozemků a ulic, a to v co nejvíce vyváženém počtu. Zadruhé, charakteristiky budov, pozemků a ulic by měly každý z těchto strukturálních konceptů popsat z hlediska jeho rozměrů (půdorysných, v případě budov i podlažnosti), tvaru, umístění, lokálního prostorového kontextu a intenzity. Zatřetí, pro účely této analýzy jsou vybrány takové charakteristiky, které se běžně užívají v obdobných studiích [Dibble et al., 2017; Fleischmann et al., 2021; Gil et al., 2012] či jsou aplikovány formou regulačních prvků v nástrojích územního plánování (např. koeficient zastavěných ploch, koeficient podlažních ploch, maximální počet nadzemních podlaží či minimální a maximální plošná výměra pozemku). Zachycení prostorových vztahů budov, pozemků a ulic tak popisuje vztahy mezi prvky stejného typu (budova–budova), např. jejich vzájemná vzdálenost a velikost utvářeného meziprostoru, ale i mezi prvky odlišných typů (budova–ulice). Celkový soubor představuje 18 měřitelných znaků trojice prvků městské formy, které následně slouží pro popis a klasifikaci urbanistické struktury (obr. 2 a tab. 1).

Pro absenci strukturálního rozdělení prostoru v měřítku pozemků, kdy katastrální mapy člení území dle vlastnictví, což ne vždy odpovídá reálným fyzickým hranicím, je tato vrstva nahrazena tzv. *teselací budov* [Fleischmann et al., 2020]. Ta vychází z matematického principu *Voroného (Thiessenova) diagramu* představující způsob dekompozice prostoru určeného vzdáleností mezi jednotlivými budovami navzájem a prostorovou limitací uliční sítě. Teselací budovy se tak rozumí půdorysná plocha budovy a okolní nezastavěná plocha, která má k dané budově blíže než ke kterékoliv jiné budově. Pro srozumitelnost budeme dále o tomto strukturálním prvku hovořit jako o pozemku. Je nutné mít na paměti, že jeho prostorová manifestace neodpovídá fyzickým hranicím pozemků (mj. tím, že je vždy ukončena až u osy ulice).

Hodnoty těchto 18 měřitelných znaků (obr. 3) jsou v rámci případové studie hl. m. Prahy vypočteny za pomocí *Momepy* balíčku [Fleischmann, 2019] urče-



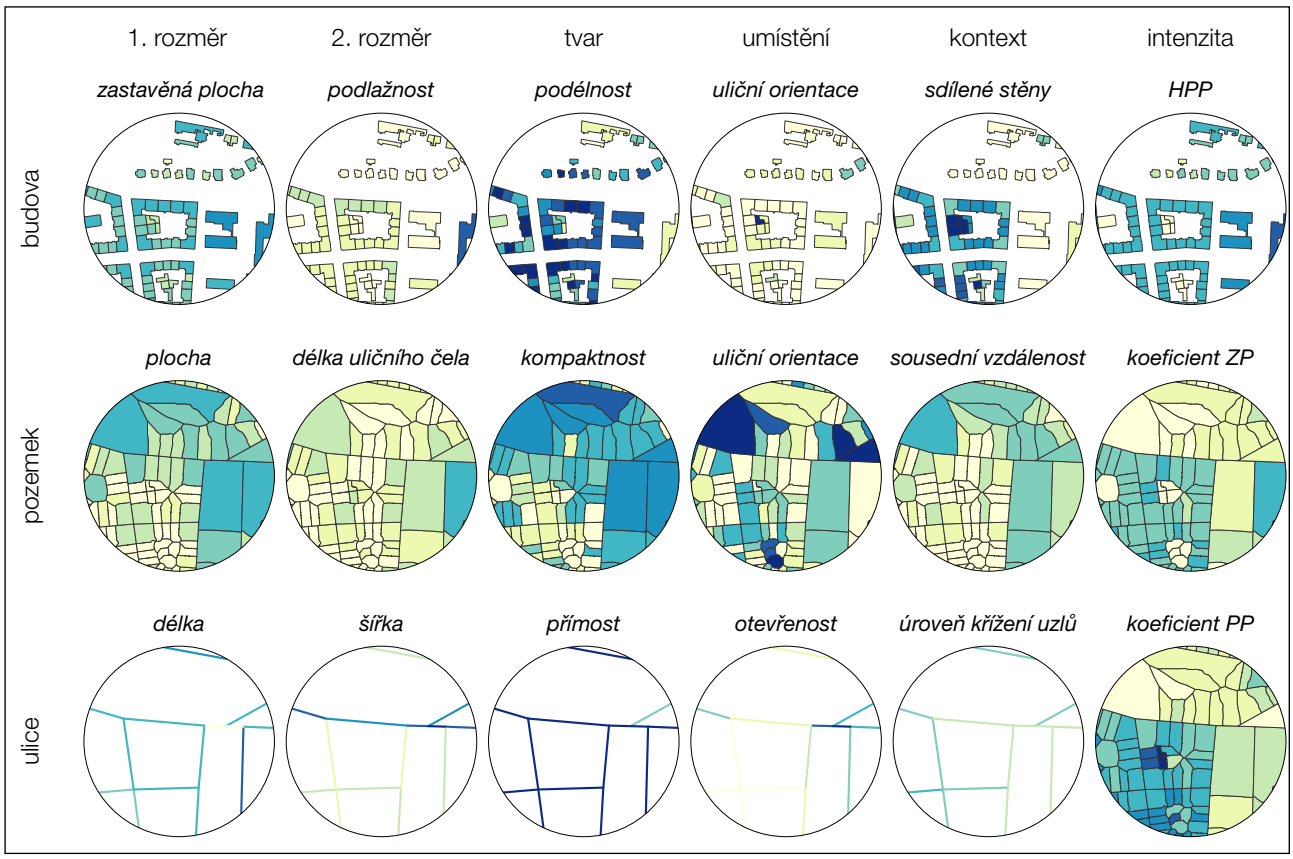
Obr. 2: Měřitelné znaky strukturálních konceptů městské formy

prvek	charakteristika	definice
budova	zastavěná plocha	plocha ohraničená pravoúhlými průměty vnějšího líce obvodových konstrukcí všech nadzemních konstrukcí do vodorovné roviny
	podlažnost	celkový počet plnohodnotných nadzemních podlaží po hlavní římsu budov, tj. bez započítání podkroví a ustupujících podlaží
	podélnost	míra, do jaké se plocha hypotetického obdélníku opsaného okolo půdorysného tvaru budovy odlišuje od plochy čtverce o stejném obvodu
	uliční orientace	úhlová odchylka hlavní podélné osy budovy od osy nejbližší přiléhající ulice
	podíl sdílených stěn	vyjadřuje poměr mezi délkou obvodových stěn, kterou budova sdílí se sousedními budovami, a celkovou délkou jejích obvodových stěn
	hrubá podlažní plocha (HPP)	násobek zastavěné plochy budovy a počet jejích nadzemních podlaží (bez plochy ustupujících podlaží, částí podkroví a podzemních podlaží)
pozemek	plocha	zastavěná plocha budovy a okolní plocha, která má k dané budově blíže než ke kterékoliv jiné budově
	délka uličního čela	délka hrany, kterou pozemek svírá s přilehlou ulicí
	kompaktnost	míra, do jaké se podíl obvodu a plochy pozemku odlišuje od stejného podílu hypotetického čtvercového pozemku o stejném
	uliční orientace	úhlová odchylka podélné osy pozemku, kterou pozemek svírá s osou nejbližší přilehlé ulice
	vzdálenost sousedního pozemku	vzdálenost středu pozemku od nejbližšího středu sousedních pozemků
	koeficient zastavěných ploch (KZP)	poměr mezi součtem zastavěných ploch budovy a celkovou plochou pozemku
	koeficient podlažních ploch (KPP)	poměr mezi součtem hrubých podlažních ploch a celkovou plochou pozemku
ulice	délka	délka uličního úseku, prostorově vymezeného dvojicí uzlů (tj. křižovatek, v případě slepých ulic jejich ukončením)
	šířka	průměrná vzdálenost mezi protilehlými uličními fasádami budov připadajících k danému uličnímu úseku
	přímost	součet úhlových odchylek osy uličního úseku
	otevřenost	poměr mezi celkovou půdorysnou délkou fasád budov přiléhající k danému uličnímu úseku a zbylým otevřeným prostorem mezi fasádami
	úroveň křížení uzlů	průměrný počet uličních úseků navazujících na daný uliční úsek

Tab. 1: Popis měřitelných znaků strukturálních konceptů městské formy

ného pro analýzu kvantitativní analýzy městské formy v programovacím prostředí jazyka Python. Následně je každé jednotce analýzy, tj. uliční frontě a ploše jejího vlivu, přiřazena typická hodnota každého z 18 znaků nacházejících se ve vzdálenosti do tří sousedních jednotek, tj. jednotek topologicky vzdálených do třetí řady. Tím je zohledněn i bezprostřední kontext okolí, nezbytný pro analýzu typů urbanistické struktury, utvářející souvislé území. Nutno zmínit, že v české legislativě definující pojem *„charakter území"* není určeno, o jak rozsáhlém prostoru pojem „území" pojednává. Volba velikosti kontextu proto zůstává arbitrární, založená na cíli a měřítku studie. Pro zachycení typického charakteru okolí jsou jednotlivé kontextuální charakteristiky vyjádřeny jako medián původních hodnot, který není citlivý vůči odlehlým, tj. krajně atypickým, hodnotám. Charakter urbanistické struktury není určený pouze typickými hodnotami jejích znaků (např. dvoupodlažní a čtyřpodlažní zástavba), ale také mírou jejich různorodosti, či naopak stejnorodosti. Dva typy urbanistické struktury mohou mít totožně v průměru čtyřpodlažní zástavbu. V prvním případě se může jednat o homogenní zástavbu výhradně čtyřpodlažních budov, v případě druhém o heterogenní zástavbu složenou ze stejného podílu dvou- a šestipodlažních budov. K původním 18 ukazatelům popisujícím medián hodnot měřitelných znaků je přidán soubor dalších 18 ukazatelů popisujících jejich rozptyl, konkrétně mezikvartilové rozpětí, odolné vůči odlehlým hodnotám.

V posledním kroku metodiky jsou jednotlivé uliční fronty a jejich plochy vlivu, za pomoci shlukových analýz, zařazeny do výsledných typů urbanistické struktury. Cílem shlukových analýz je identifikovat přirozenou strukturu v souboru dat, tj. seskupovat množiny objektů takovým způsobem, kdy objekty ve stejné skupině (shluku) jsou si navzájem více podobné (ve smyslu hodnot jednotlivých měřitelných charakteristik) než objekty v jiných skupinách. Pro účely této studie byla použita metoda Gaussového směsného modelu *(ang. Gaussian mixture model)*. Jedná se o probabilistický model, který oproti jiným dokáže identifikovat i menší a nepravidelné shluky dat. Pro hodnocení ideálního počtu výsledných shluků, tj. počtu typů urbanistické struktury, je zapotřebí zavést hodnoticí kritérium. Zde je aplikována dvojice běžně užívaných kritérií určených pro vyhodnocení datové stejnorodosti a kompaktnosti výsledných shluků, *Bayesovo informační kritérium (BIC)* a *Akaikeho informační kritérium (AIC)*. Výsledný počet shluků je nakonec za pomoci druhé shlukovací analýzy, tzv. *Wardovy hierarchické shlukové analýzy (ang. Ward's hierarchical clustering)* rozčleněn v rámci dendrogramu, tj. stromového grafu, do jednotlivých větví na základě jejich vzájemné



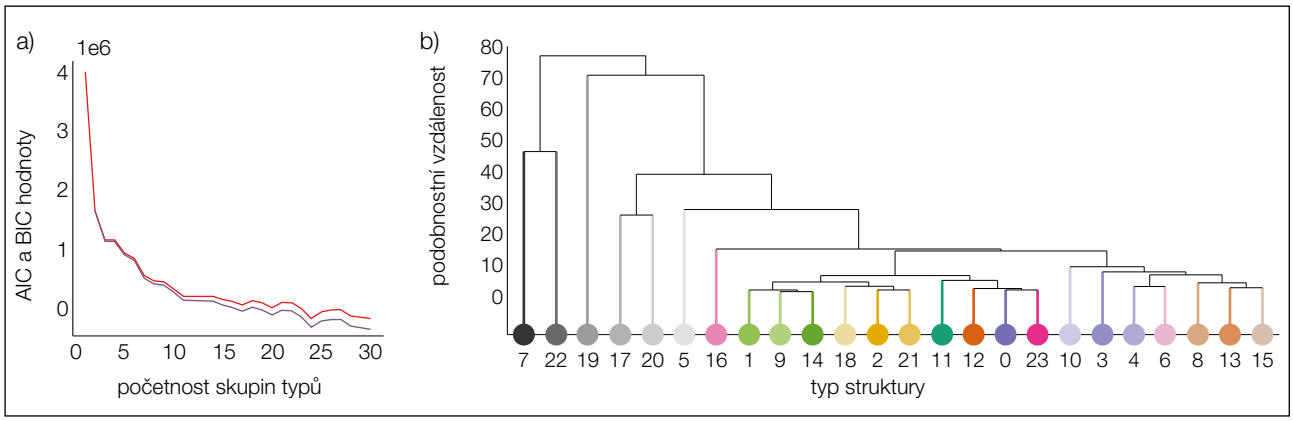
Obr. 3: Měření znaků strukturálních konceptů městské formy

podobnosti. Obdobným způsobem jsou utvářeny v genealogii rodinné rodokmeny nebo v biologii taxonomické stromy živočišných a rostlinných druhů. Díky dendrogramu je možné určit, do jaké míry si jsou jednotlivé typy urbanistické struktury podobné. Jednotlivé typy urbanistické struktury města jsou závěrem projektovány do mapy a interpretovány na základě kombinace vizuálního pozorování a hodnocení vybraných charakteristik pomocí krabicových grafů.

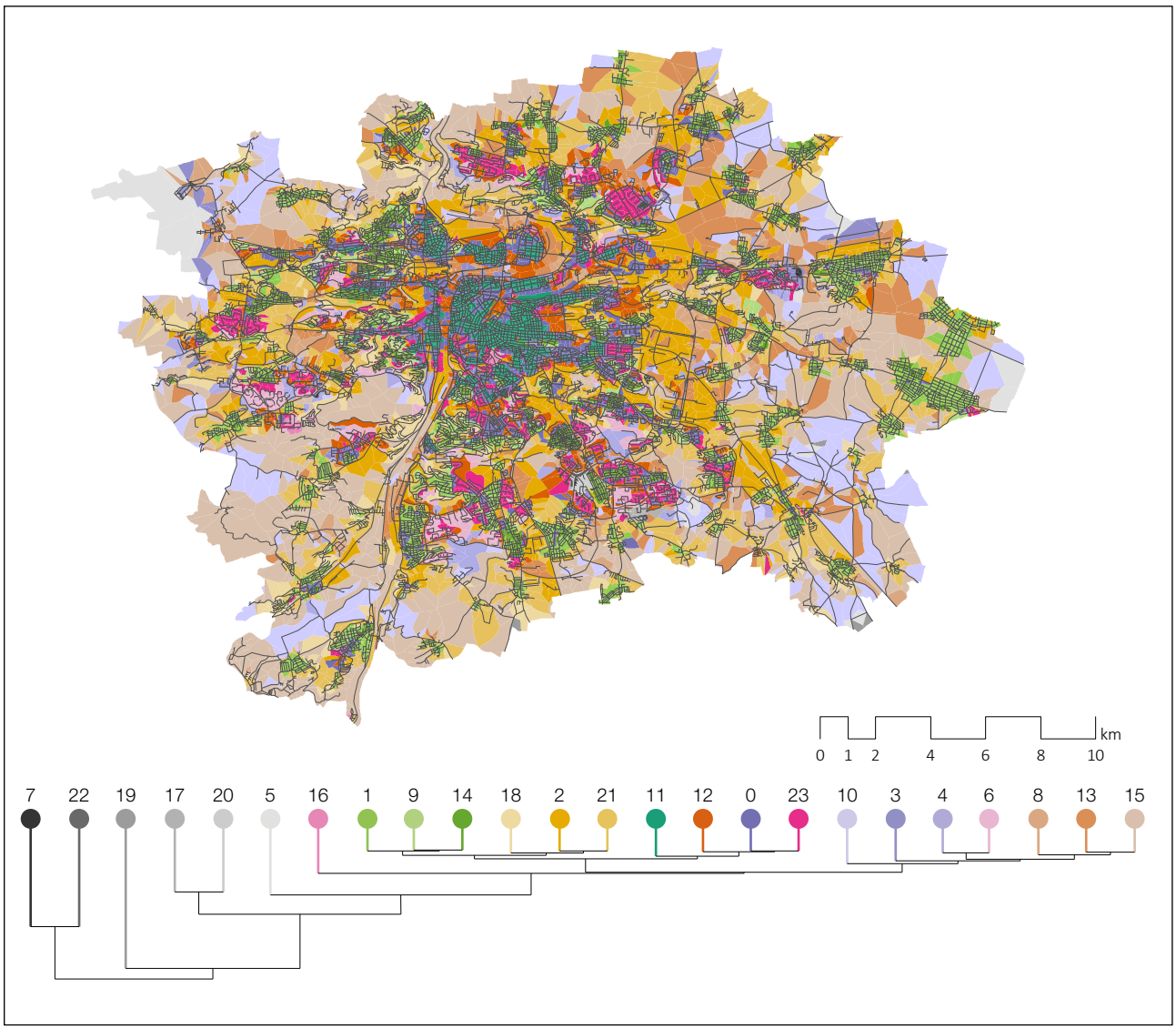
Předkládaná metodika je aplikovaná na případové studii hl. m. Prahy; na území vymezeném jejími administrativními hranicemi. Pro případovou studii byla Praha zvolena jednak na základě faktorů její rozlohy, dlouhodobého vývoje a terénní konfigurace implikující existenci množství specifických typů urbanistické struktury [Institut plánování a rozvoje hl. m. Prahy, 2020], jednak na základě dostupnosti vhodných dat nutných pro hlubší zkoumání její urbanistické struktury z pozice kvantitativní urbánní morfologie. Jako datový podklad slouží volně dostupná geografická data *(open data)* budov a ulic získaná na Geoportálu Praha (https://www.geoportalpraha.cz).

Výsledky

Na základě BIC a AIC hodnoticích kritérií (obr. 4) je výsledkem shlukové analýzy 24 typů urbanistické struktury města. Dendrogram (zleva doprava) zobrazuje 6 typů (očíslovaných v legendě grafu v pořadí 7–5) specifických svojí odlišností a nízkým početním zastoupením ve městě (v nižších desítkách). Dále lze identifikovat tři hlavní skupiny typů dělících se na jednotlivé typy. Prostorové rozmístění jednotlivých typů odhaluje na území hl. m. Prahy některé jasné vzorce,



Obr. 4: a) Hodnoticí kritéria výsledného počtu typů urbanistické struktury města
b) Dendrogram vyjadřující jejich vzájemnou podobnost



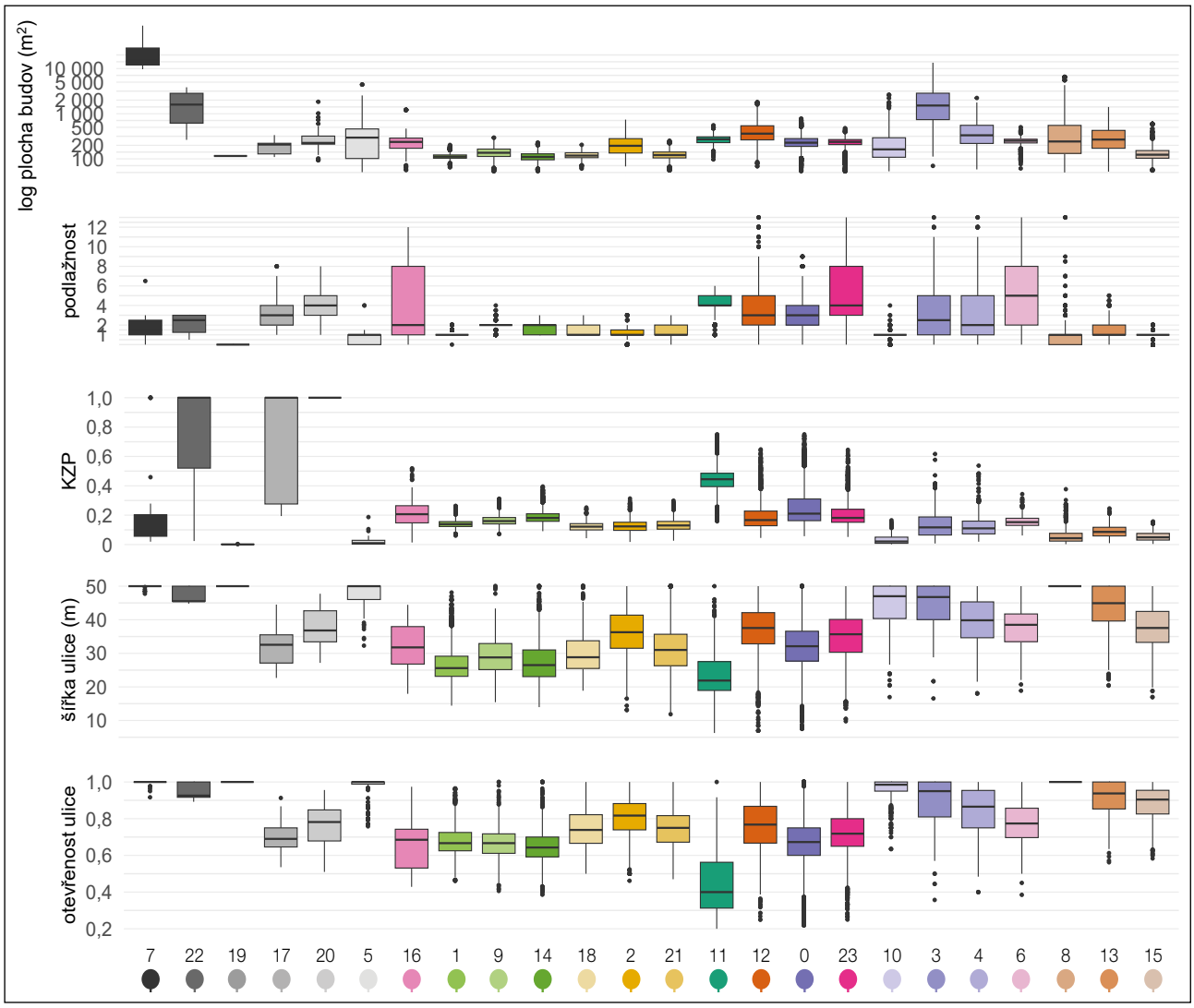
Obr. 5: Prostorové rozmístění identifikovaných typů urbanistické struktury města

Obr. 6: Příklady identifikovaných typů urbanistické struktury města

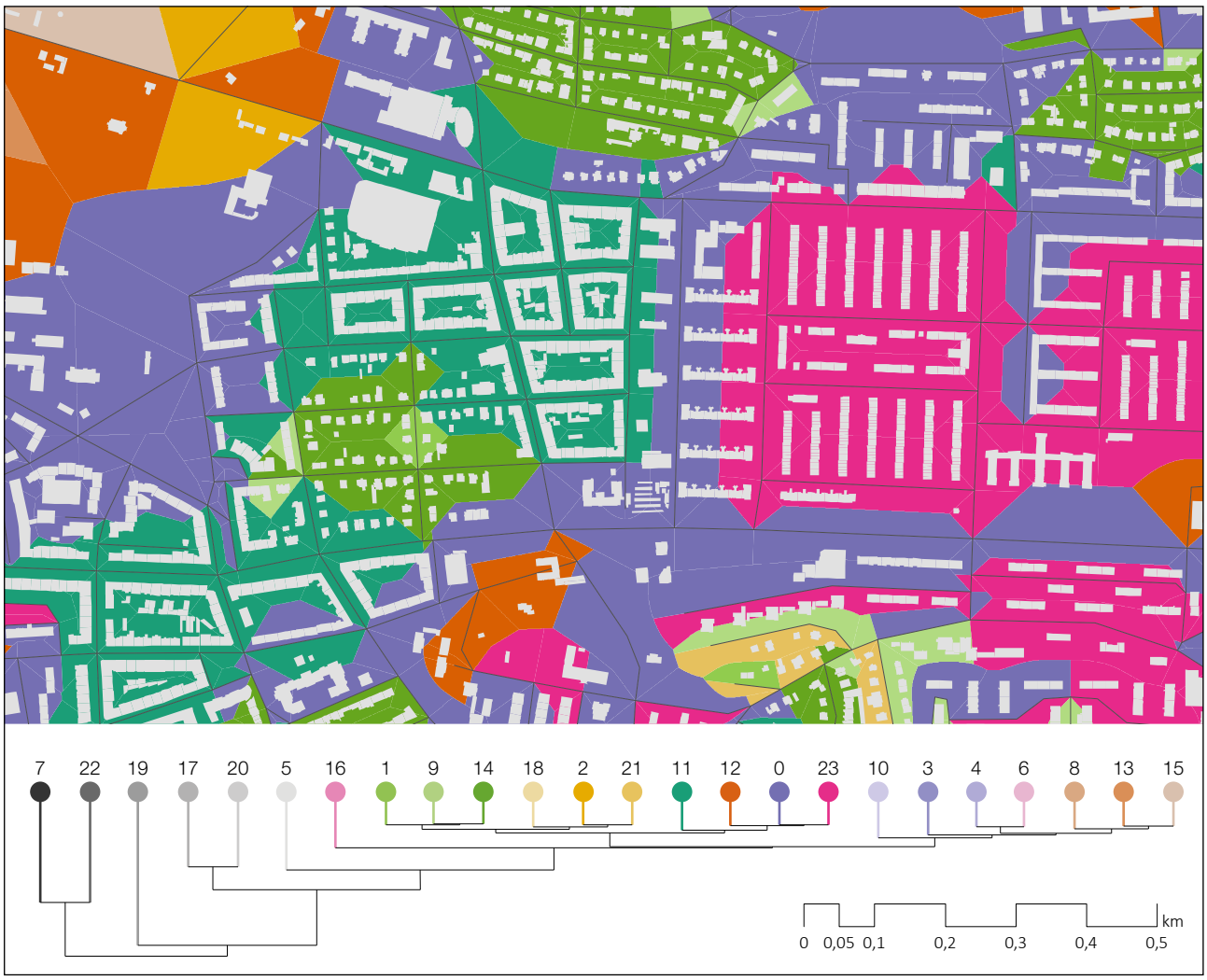
stejně tak rozdílnosti mezi nimi. Na základě čistě vizuálního pozorování jsou, především ve vystavěném prostředí města, identifikované typy urbanistické struktury čitelné a jasně vymezené (obr. 5). Je zde čitelná např. bloková struktura (11), heterogenní struktura na pomezí blokové a modernistické (0), struktury zahradního města (1, 14), výrazný prstenec modernistických struktur (6, 23), struktury areálů (2, 3, 13) nebo postmoderní zástavba bytových domů (16) (obr. 6).

Na příkladu krabicového grafu (obr. 7) vybraných charakteristik lze interpretovat jednotlivé typy urbanistické struktury města ve vztahu k typickým (medián) hodnotám těchto charakteristik a míře rozsahu, kterou hodnoty nabývají (mezikvartilové rozpětí, ve kterém se pohybuje 50 % případů). S výjimkou šesti atypických struktur (očíslovaných v legendě grafu v pořadí 7–5) dosahuje nejvyšší typickou půdorysnou plochu budov struktura tvořena rozsáhlými halovými stavbami (3), naopak nejmenší půdorysnou plochu budov vykazují typy struktury zahradního města (1, 9, 14). Ty se vzájemně odlišují především podlažností a KPP. Bloková struktura (11) je charakteristická vyšší podlažností, která je na rozdíl od modernistické struktury (23, 6) mnohem více homogenní, typicky v rozsahu 4–5 NP. Vyjma atypických struktur také dosahuje nejvyšších hodnot KZP a nejnižší otevřenosti ulic, tj. poměrem mezi volným a budovami blokovaným pohledem kolmo na osu ulice. Důkladným porovnáním středních hodnot a jejich rozsahu lze charakterizovat všech 24 identifikovaných typů urbanistické struktury města, jejich vzájemné podobnosti a rozdíly.

Konkrétnější interpretaci výsledků lze získat při zaměření se na vybrané území a porovnání vymezených typů urbanistické struktury s původními charakteristikami budov, pozemků a ulic. Území představující část pražských Strašnic bylo vybráno záměrně pro ilustraci území, které je do značné míry heterogenní a kde se setkává několik typů urbanistické struktury (obr. 8). Na základě vizuálního zhodnocení se vnitřní části jednotlivých typů zdají být přiřazeny správně, tj. odpovídají kvalitativnímu typologicko-morfologickému způsobu klasifikace. Ve střední a jihozápadní části výřezu je čitelná bloková struktura (11), která se směrem na západ postupně rozpadá. Stejně tak je dobře čitelná modernistická struktura (23) sídliště Solidarita a prvorepubliková vilová zástavba ve struktuře zahradního města (14) na severu. Problém je



Obr. 7: Krabicový graf vybraných charakteristik identifikovaných typů urbanistické struktury města



Obr. 8: Prostorové rozmístění identifikovaných typů urbanistické struktury města ve vybraném území

možné identifikovat v okrajových částech, při hranicích jednotlivých typů urbanistické struktury. Zde výsledek analýzy shluků často neodpovídá realitě, kdy výsledné struktury obsahují nesprávné prostorové přesahy či utvářejí velmi malé, izolované shluky. Za touto skutečností stojí především volba míry lokálního prostorového kontextu během operacionalizace pojmu „okolí“, který byl zvolen v rozsahu tří topologických kroků. Nedostatky spočívají zejména v nepřesvědčivému určení prostorových hranic jednotlivých typů urbanistické struktury. V těchto nejasných případech je nutno přihlédnout v rámci širšího kontextu k okolním typům a při jejich prostorovém vymezení postupovat za pomoci expertního posouzení.

Diskuse

Představená metodika je založena na minimu vstupních informací, pro její aplikaci jsou nutná pouze data reprezentující budovy a uliční síť, která jsou dostupná např. z RÚIAN databáze nebo jako otevřená data Open Street Map. Umožňuje analýzy městské formy v detailu i v měřítku celého města. Je objektivní v tom smyslu, že nevyžaduje expertní názor, ale je založená na měření jednotlivých aspektů formy města; překračuje problematiku omezených časových a institucionálních kapacit spojených s kvalitativními způsoby určování typů urbanistické struktury města; je reprodukovatelná a umožňuje srovnání výsledků napříč městy. Samotný výběr měřitelných charakteristik, konkrétní metody shlukové analýzy a případové studie, je založený na expertním posouzení a do velké míry zůstává subjektivní. Představená metoda je pouze jednou z celé řady metod založených na kvantitativním přístupu ke klasifikaci urbanistické struktury měst. Nabízí kompromis mezi extenzivním souborem měřitelných znaků základních prvků formy města a omezením spojeným s následnou zpětnou interpretací výsledných typů vůči původním měřením. Je vyvážená, co do zastoupení základních strukturálních konceptů (budova, pozemek, ulice), tak do zastoupení jejich prostorových charakteristik a vzájemných vztahů.

V analytickém rámci a výběru konkrétních měřitelných znaků strukturálních konceptů městské formy byl kladen důraz především na vyváženost jejich celkového zastoupení popisující stejnou měrou jejich rozměry, tvar, umístění, prostorový kontext a intenzitu. Výslednou klasifikaci jednotlivých typů urbanistické struktury tak lze považovat za nezatíženou směrem k určitým vlastnostem městské formy. Počet výsledných typů je optimální čistě z pohledu datové podobnosti. Pro konkrétní účely může být potřeba pracovat s více generalizovanou,

nebo naopak konkrétní informací. Je nutno zmínit, že tzv. *třetí rozměr města*, tj. výškové uspořádání zástavby, je v souboru 18 měřitelných znaků zastoupen pouze třikrát: jednou přímo v měření podlažnosti, poté nepřímo v měření intenzity hrubých podlažních ploch a koeficientu podlažních ploch. To je mj. dáno tím, že zbylé dva strukturální koncepty pozemků a ulic, na rozdíl od zástavby, člení a definují formu města v jeho planárních rozměrech. Samotné měření výšky staveb, např. od úrovně rostlého terénu po jejich hlavní římsu, není v představené metodě aplikováno z důvodu absence potřebných dat. V současném diskursu územního a městského plánování je výškové uspořádání zástavby hlavní charakteristikou formy měst a v kontextu aplikovatelnosti metody pro účely územního plánování je tato charakteristika nedostatečně zastoupená. Použití prezentované metody je však nutně limitované, neboť je zaměřena na prostorovou složku městského prostředí a neobsahuje posouzení funkční, přírodní a sociální složky. Stejně tak objektivita a míra praktické využitelnosti může být ověřena až časem, s množstvím praktických implementací.

Závěr

V této studii jsme vytvořili typologii urbanistické struktury hl. m. Prahy založené na měřitelných znacích trojice strukturálních konceptů – budov, pozemků a ulic. S ohledem na vyváženost zastoupení jednotlivých charakteristik rozměrů, tvarů, umístění, prostorového kontextu a intenzity vznikl soubor celkem 36 charakteristik, 18 zaměřených na měření typické (mediánové) hodnoty těchto znaků a dalších 18 zacílených na zachycení různorodosti jejich distribuce pomocí mezikvartilového rozpětí. Jednotlivé typy urbanistické struktury tvoří celistvá, spojitá území, kdy jejich jedna část v charakteru odpovídá části sousední. Pro zachycení této skutečnosti jsou tyto charakteristiky popsány v rámci lokálního kontextu definovaného jako tři topologické kroky, tj. vzdálenost ob tři sousední řady. Výsledný soubor kontextuálních charakteristik městské formy byl poté vypočten na novou prostorovou jednotku měření: uliční frontu a její plochu vlivu. Oproti tradičnímu pohledu uvnitř oboru urbánní morfologie, chápající urbanistickou strukturu města skrze plán města, reflektuje tato prostorová jednotka perspektivu lidí pohybujících se v ulicích.

Představená metodika klasifikace typů urbanistické struktury města je ukázkou jednoho z mnoha přístupů, jakým je možno nahlížet na problematiku čtení a uchopení komplexních vrstev struktury městského prostředí. Nabízí celistvou klasifikaci urbanistické struktury s minimem omezení, co do předem stanovených typů, tak do definovaných hranic. S využitím rozvíjejících se metod strojového učení, založené na hledání podobností dat, definuje výsledný počet typů urbanistické struktury města a následně i jejich vzájemnou podobnost. Jednotlivé typy jsou určeny statisticky pomocí měřitelných znaků základních strukturálních konceptů městské formy a následným zachycení vztahů mezi nimi. Znalost o rozmístění a charakteristice urbanistické struktury města je důležitá, protože její odlišné typy vykazují různou míru adaptability a vztah fyzické a funkční složky městského prostředí je v rámci jednotlivých typů urbanistické struktury různorodý. V procesech územního plánování může být metoda využita jako jeden z podkladů při určování prostorové složky charakteru území a při stanovování kvantifikovatelných podmínek pro provedení změn v území

Dalším směrem výzkumu, s cílem překonat některá současná omezení, by mohla být aplikace analýzy shlukování pomocí *Bayesovských sítí* nebo dalších technik strojového učení schopných identifikovat typy struktur, které konzistentně sdílí pouze některé charakteristiky. Současně s volbou odlišných výpočtů by se následný výzkum mohl ubírat problematikou volby ideálního rozsahu prostorového kontextu, nebo zapojením např. tzv. *krigovacích* metod, kdy charakteristiky bližších objektů mají ve výsledku větší váhu než objekty vzdálenější. To vše s cílem přinést přesněji určené a vymezené typy urbanistické struktury měst.

Použité zdroje:

ALEXANDER, CH. 1966. A city is not a tree. In: *City.* 1966, sv. 122, 1, str. 58–62.

ARALDI, A. 2019. *Retail Distribution and Urban Form. Street-based Models for the French Riviera.* Nice: Université Côte d'Azur, 2019.

BERGHAUSER PONT, M. et al. 2019. The spatial distribution and frequency of street, plot and building types across five European cities. In: *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science.* 2019, sv. 46, 7, str. 1226–1242.

CONZEN, M. R. G. 1960. Alnwick, Northumberland: A Study in Town-Plan Analysis. In: *Transactions and Papers (Institute of British Geographers).* 1960, sv. 27, str. 3–122.

DIBBLE, J. et al. 2017. On the origin of spaces: Morphometric foundations of urban form evolution. In: *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science.* 2017, sv. 46, 4.

DVOŘÁK, M. 2021. *Urbánní forma a fraktální uspořádání města.* Praha: České vysoké učení technické v Praze. Fakulta architektury, 2021.

FELICIOTTI, A. 2018. *Resilience and urban design: a systems approach to the study of resilience in urban form: learning from the case of the Gorbals.* Glasgow: University of Strathclyde, 2018.

FLEISCHMANN, M. 2019. Momepy: Urban Morphology Measuring Toolkit. In: *Journal of Open Source Software.* 2019, sv. 4, 43, str. 1807.

FLEISCHMANN, M. et al. 2021. Methodological foundation of a numerical taxonomy of urban form. In: *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science.* 2021, sv. 49, 4.

FLEISCHMANN, M. et al. 2020. Morphological tessellation as a way of partitioning space: Improving consistency in urban morphology at the plot scale. In: *Computers, Environment and Urban Systems.* 2020, sv. 80.

FLEISCHMANN, M., ROMICE, O. & PORTA, S. 2020. Measuring urban form: overcoming terminological inconsistencies for a quantitative and comprehensive morphologic analysis of cities. In: *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science.* 2020, sv. 48, str. 2133–2150.

FUSCO, G. & ARALDI, A. 2019. From the street to the metropolitan region: pedestrian perspective in urban fabric analysis. In: *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science.* 2019, sv. 46, 7, str. 1243–1263.

FUSCO, G. & ARALDI, A. 2017. The nine forms of the French Riviera: Classifying urban fabrics from the pedestrian perspective. In: *24th ISUF International Conference: City and territory in the Globalization Age.* 2017.

GIL, J. et al. 2012. On the Discovery of Urban Typologies: Data Mining the Multi-dimensional Character of Neighbourhoods. In: *Urban Morphology.* 2012, sv. 16, 1, str. 27–40.

HAMAINA, R., LEDUC, T. & MOREAU, G. 2012. Towards Urban Fabrics Characterization Based on Buildings Footprints. In: GENSEL, J., DIDIER, J. & VANDENBROUCKE, D. *Bridging the Geographic Information Sciences.* Berlin: Springer, 2012, sv. 2, str. 327–346.

INSTITUT PLÁNOVÁNÍ A ROZVOJE HL. M. PRAHY. 2020. *Územně analytické podklady: 200 Město – fyzické vystavěné prostředí.* Praha: IPR Praha, 2020.

JACOBS, J. 1961. *The Death and Life of Great American Cities.* New York: Random House, 1961.

JEHLÍK, J. et al. 2019. *Metodika komplexní identifikace a ochrany atributů hodnot historických měst a jejich veřejných prostorů pro záchranu a zachování jejich autenticity.* Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2019.

KROPF, K. 2018. *The Handbook of Urban Morphology.* New Jersey: Wiley, 2018. ISBN 9781118747698.

MOUDON, A. V. 1997. Urban Morphology as an emerging interdisciplinary field. In: *Urban Morphology.* 1997, sv. 1, 1, str. 3–10.

ROZMANOVÁ, N. & POKORNÁ, Z. 2017. *Charakter a struktura zástavby venkovských sídel v územních plánech.* Brno: Ústav územního rozvoje, 2017. ISBN 978-80-87318-62-1.

ROZMANOVÁ, N. et al. 2022. *Charakter a struktura městských sídel v územních plánech.* Brno: Ústav územního plánování, 2022. ISBN 978-80-7663-029-1.

VEVERKA, M. 2013. *Evoluce svým vlastním tvůrcem: Od velkého třesku ke globální civilizaci.* Praha: Prostor, 2013. ISBN: 978-80-7260-276-6.

Vyhláška č. 500/2006 Sb., o územně analytických podkladech, územně plánovací dokumentaci a způsobu evidence územně plánovací činnosti. In: *ASPI* [právní informační systém]. Wolters Kluwer ČR [cit. 27. 10. 2023].

WHITEHAND, J. 2001. British urban morphology: the Conzenian tradition. In: *Urban Morphology.* 2001, sv. 5, 2, str. 103–109.

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). In: *ASPI* [právní informační systém]. Wolters Kluwer ČR [cit. 27. 10. 2023].

Zákon č. 283/2021 Sb., stavební zákon. In: *ASPI* [právní informační systém]. Wolters Kluwer ČR [cit. 27. 10. 2023].

Ing. arch. Lukáš Kopp
✉ koppluka@gmail.com
Ústav urbanismu
Fakulta architektury ČVUT v Praze

ENGLISH ABSTRACT

Quantitative Classification of Urban Structure Types, by Lukáš Kopp

The structural view of urban planning is gradually (re)establishing itself within the spatial planning environment. One of the primary tools of structural spatial planning is the division of a city's territory into smaller, constituent spatial units based on its predominant character. However, the prevailing qualitative approaches carry with them a number of limitations, including their reproducibility, and empirical objectivity, but also their demandingness in terms of time and institutional capacity. The aim of the paper is to use the case study of the capital city of Prague to present one of the possible alternative approaches to the classification and spatial definition of the urban structure, which stems from the currently establishing discipline of quantitative urban morphology. This approach is aimed at increasing the objectivity of the description of the urban structure of cities, not bound to predefined boundaries or categories. Categories of structures are defined statistically by using measurable features of the basic structural concepts of urban form and subsequent capturing of the relationships between them. The presented methodology offers an application especially in the framework of the creation of spatial analytical documents as an empirical basis or an evaluation tool, allowing for the supplementation or revision of procedures based on a qualitative approach to defining and characterizing types of urban structure of cities.