

**Moderná humánna geografia mesta Bratislava:
priestorové štruktúry, siete a procesy**



Moderná humánna geografia mesta Bratislava: priestorové štruktúry, siete a procesy

Ján Buček, Pavol Korec (editori)

Ján Buček, Pavol Korec (editori)

**Moderná humánna geografia mesta Bratislava:
priestorové štruktúry, siete a procesy**

Ján Buček, Pavol Korec
(editori)

Bratislava, 2013

Univerzita Komenského
Prírodovedecká fakulta
Katedra humánnej geografie a demografie

Vydanie tejto monografie bolo podporené v rámci riešenia výskumného projektu VEGA č.1/0709/11 „**Adaptabilita priestorových systémov v post-transformačnom období**“ a výskumného projektu APVV č. 0018-12 „**Humánnogeografické a demografické interakcie, uzly a kontradikcie v časopriestorovej sieti**“.

Recenzovali: doc. RNDr. Antonín Vaishar, CSc.
Mgr. Richard Pouš, PhD.

doc. RNDr. Ján Buček, CSc., prof. RNDr. Pavol Korec, CSc. – editori
Moderná humánna geografia mesta Bratislava: priestorové štruktúry, siete a procesy.
Bratislava: Univerzita Komenského, Prírodovedecká fakulta, Katedra humánnej geografie a demografie

Bratislava 2013: Univerzita Komenského
Prírodovedecká fakulta, Katedra humánnej geografie a demografie
web: www.humannageografia.sk
e-mail: khg@fns.uniba.sk

Copyright © editori a autori

Obsah tejto monografie je chránený autorským zákonom.
Editori a autori doporučujú citovanie tejto monografie podľa autorov a názvov jednotlivých kapitol.

Grafická úprava: Branislav Šprocha a Miroslava Šprochová
Návrh obálky: Vladimír Bačík
Foto na obálke: AV studio, s.r.o.
Náklad: 150 kusov
Rozsah publikácie: 345 strán / 27,95 AH
Publikácia neprešla jazykovou úpravou.

Tlač: KO & KA spol. s r.o., Tlačiareň K-PRINT, Kadnárova 102, SK - 831 06 Bratislava

ISBN: 978-80-223-3516-4

Obsah

Predslov	5
1. Poloha mesta Bratislava <i>Pavol Korec</i>	7
2. Pozícia Bratislavy a jej regiónu v regionálnej štruktúre Slovenska <i>Pavol Korec</i>	27
3. Demografický obraz Bratislavy <i>Branislav Bleha, Juraj Majo, Branislav Šprocha</i>	55
4. Bratislava - mesto narastajúcich sociálnych nerovností <i>Alena Rochovská, Miriam Miláčková, Lukáš Námešný</i>	89
5. Ekonomická báza Bratislavy, jej vývoj a perspektívy <i>Pavol Korec</i>	119
6. Inovátori vo výskume a vývoji technológií v Bratislave <i>Slavomír Ondoš, Eva Polonyová, Filip Lehocký</i>	147
7. Bratislava - najvýznamnejšie centrum mestského turizmu na Slovensku <i>Ingrid Bučeková</i>	171
8. Poloha uzla Bratislava v dopravných siet'ach <i>Marcel Horňák, Vladimír Bačík</i>	195
9. Funkčná adaptácia pôdorysu Bratislavy <i>Slavomír Ondoš</i>	229
10. Politický život Bratislavy z perspektívy jej volebného správania <i>Martin Plešivčák</i>	257
11. Priestorová organizácia miestnej samosprávy Bratislavy v teoretickom a medzinárodnom kontexte <i>Ján Buček</i>	313
O autoroch	343

Slavomír Ondoš

9. Funkčná adaptácia pôdorysu Bratislavy

9.1 Úvod

Mestá sú jedným z množstva objektov, ktoré vytvára ľudská kultúra. Ich veľkosť, kombinácia dynamiky a trvácnosti, variability a pravdepodobne jednotný princíp, na ktorom sú bez zjavného zámeru vystavané v rôznych častiach sveta a v rôznych historických obdobiach z nich robí čosi podstatné. Otázka ich pôvodu a v druhom pláne aj otázka dôvodu pre ich existenciu naprieč turbulentným príbehom dejín je neustále prítomná. Nájdenie odpovedí je pritom nevyhnutným predpokladom pre zmyslupnosť snáh o skvalitnenie života v mestách. A nielen v nich. Mestá sú popri všetkom pozitívnom, čo do nich prilákalo žiť prakticky už viac než polovicu planéty, aj generátormi prevažnej väčšiny dnešných environmentálnych problémov (Glaeser 2011, Grimmond 2007, Fragkias et al. 2013).

Mestá sú zhmotnením medziľudskej interakcie, ktorá má sama o sebe veľa dimenzií (Bettencourt et al. 2010). Ľudia na výhodnosť spolupráce pre svoj život prišli prirodzene už dávno. Možnosť špecializovať svoju každodennú aktivitu a výsledok v podobe tovaru či služby vymeniť za výsledok aktivity iných ľudí, akokoľvek triviálne to znie, je vysoko pravdepodobne jedným z kľúčových inovácií civilizácie. Napokon, nielen našej. Ekonomickú výhodnosť spojenia špecializácie s výmenou evolúcia objavila aj pre iné sociálne druhy. Vzájomná blízkosť je pritom pre efektívnu výmenu limitujúca. Mesto je infraštruktúrou pre život rešpektujúci tento evolučne výhodný ekonomický princíp (Duranton 1999).

Ak hovoríme o meste rešpektujeme konvenciu. Jej ohraničenie ale nie je jednoduché, ak vôbec možné. Ak je mesto vnútorne špecializovanou a spolupracujúcou entitou, jednoduchý myšlienkový experiment nám napovie, že musí pozostávať z analogicky špecializovaných a spolupracujúcich fragmentov tejto entity, až po úroveň jednotlivcov. Ak sa pokúsime v hierarchii mierky odkročiť od mesta ďalej, uvidíme, že aj mesto ako celok musí byť nutne špecializované a otvorené spolupráci s inými mestami. Výsledkom nie je nič iné ako sídelná sieť, urbanizovaný región (Portnov et al. 2009). Napriek tomu, že istú časť tohto organizmu zvykneme nazývať vidiekom. Vidiek nie je nič hodnotnejšie, v jadre bližšie prírode, ale ani nie menejcenné. Vidiek je organickou súčasťou presieťovaného celku evolučne organizovanej ľudskej spoločnosti. Jeho výnimočnosťou je jeho primárna funkcia, o ktorú zefektívnením realizácie už na mnohých miestach prišiel, produkcia potravín.

Nie náhodou taká štruktúra pripomína teoretický koncept komplexnej vyvíjajúcej sa siete, ktorý skúma v poslednom čase prudko sa vyvíjajúca oblasť fyziky, sieťová veda (Barthélemy 2011, Bettencourt et al. 2007; Crucitti et al. 2006a, 2006b). Komplexná sieť

má charakteristickú topológiu, poriadok v prepojení množiny uzlov, ktoré môžu, ale nemusia mať, orientáciu a váhu. Topológia je artefaktom, ktorý vzniká emergentne ako výsledok evolúcie rešpektujúcej niekoľko základných pravidiel (Masucci et al. 2013). Jedným z kľúčových sa zdá byť prítomnosť preferencie v nadväzovaní nových prepojení. Okrem iných fenoménov tým vzniká v sieti komunitná štruktúra. Ak je ľudská spoločnosť skutočne na týchto princípoch sa vyvíjajúcou komplexnou sieťou, súčasný fyzikálny prístup k jej modelovaniu môže priniesť natolko zásadné poznatky, že ich dosah zatiaľ nie je možné predvídať. Okrem toho, že urbanizáciu, zdá sa, dokonale umiestňuje do rámca prírodných zákonitostí, má aj veľmi konkrétny, hmatateľný rozmer.

Každý člen spolupracujúcej komunity potrebuje bývať, pracovať a výsledky svojej práce dať k dispozícii ostatným členom, stretávať sa s nimi. Obýva pritom reálny priestor, v ktorom je nutné prekonávať vzdialenosti. Ani vytvorenie virtuálneho priestoru, v ktorom pracuje čoraz viac dnešných ľudí, zdá sa, s potrebou neustále sa pohybovať a stretávať s inými nič nezmenilo (Noulas et al. 2012). Mestské plánovanie, ktoré túto logiku v jadre urbanizácie rozpoznalo a snažilo sa jej realizáciu pomerne naivne efektívizovať sa nazýva moderné.

V priebehu 20. storočia sa moderné hnutie stalo normotvorné. V protiklade k neudržateľne pôsobiacemu chaosu, neefektívite industriálneho mesta to skutočne aj pôsobí ako pokrok. Oddelili sa miesta vyhradené pre odlišné každodenné aktivity. Produkcia, vrátane výstavby, sa skoncentrovala. Zdalo sa, že vhodnou cestou je obmedzenie priestoru pre náhodu organickej výstavby, ktorá nikdy nie je a ani nemôže byť dokončená. Moderný prístup k rozvoju mesta vo vysnívanej optimálnej forme však viedol do slepej uličky, či už bola realizácia procesu vedome riadená alebo ponechaná trhovej súťaži. Moderne organizované mesto potrebuje dopravovať svojich obyvateľov, vďaka separácii aktivít na čoraz väčšie vzdialenosti (Burchfield et al. 2006, Duranton et al. 2012) a čoraz rýchlejšie.

Doprava je napokon rozvojovou prioritou a nie podporou skutočného rozvoja, na ktorý sa medzitým v podstate zabudlo. Vážnejšia reflexia moderného prístupu k mestskému životu súvisí práve so zabudnutou podstatou žiadúceho smeru rozvoja. Moderná spoločnosť v ideálnej podobe zefektívňuje realizáciu separovaných aktivít svojimi špecializovanými fragmentmi tak ďaleko, že nutne stratí kontakt s regenerujúcou dynamikou. Jej súčasťou je však aj istá, a nie malá miera, neefektivity. Neustála tvorba inovácií v kreativitu podporujúcom prostredí je súčasťou neefektívneho, no paradoxne práve preto samoregenerujúceho sa organizmu spoločnosti. Inovácie sú však súčasne len zriedka skutočne užitočné.

V mestskej forme to znamená ústup od výstavby vopred detailne premyslených miest považovaných za hotové dielo. Neznamená to ani tak rezignáciu na potrebné regulácie. Skôr to znamená ponechať vývoj vo väčšej miere organickému vývoju riadenému trhom. Ak dokážeme spoznať jadro mestotvorného procesu, možno budeme vedieť lepšie určiť kam ešte má siahať náhoda, kde je predpoklad, že mesto svoj rozvoj ustriehe samo sebareguláciou a kde je priestor pre umeleckú tvorbu architekta.

V tejto kapitole sa budeme zaoberať morfológiou mesta, výhradne pôdorysom jeho hmotnej urbanistickej štruktúry. Cieľom je popísať heterogenitu morfologickej priestorovej štruktúry mesta, ktoré v prevažujúcom modernom organizme integruje predmoderné jadro a je už pomerne vážne modifikované postmoderným chaosom výstavby počas posledného ekonomického cyklu v podmienkach limitovanej regulácie. V súlade so sieťovým prístupom ukážeme, že pre uvažovanú deskriptívnu analýzu potrebujeme minimalistickú dátovú bázu. Morfológii sa budeme venovať výhradne na báze líniových prvkov chodníkov a ciest, ktoré sú zaznamenané na administratívnom území mesta súradnicami zameraných lomových bodov ich stredových osí. Tieto považujeme za dôležitejší hmotný artefakt než samotné budovy, ktorých pôdorys a vzájomné priestorové vzťahy sú tradičným zdrojom informácií v morfologickej analýze miest. Raz vyčlenené mestské bloky sú subjektom neustálej transformácie. Domy sa stavajú a asanujú, transformujú, zvyšujú. Cesty však zväčša nie. Pôdorys ich línií je prakticky nemenný, pokiaľ do mesta nevstúpi intervencia Hausmannovskej dimenzie.

9.2 Metódy

Cieľom tejto kapitoly je deskripcia morfologickej priestorovej štruktúry mesta na báze súčasného interdisciplinárneho diskurzu, ku ktorému je možné sa metodologicky pripojiť popri tradičných mesto skúmajúcich odvetviach aj v ekonómii, v počítačovej vede a vo fyzike komplexných sietí.

Zvolili sme transformáciu pôdorysu uličnej siete kooperujúcu so všetkými tromi výskumnými oblasťami. Priestorová ekonometria ponúka inovatívne cesty pre výskum súvislostí medzi fenoménmi spoločensko-ekonomickej reality lokalizovanými v geografickom alebo inom abstraktnom priestore. Ich lokalizácia aktívne vstupuje do genézy ako aj generovanej štruktúry. Tradičné štatistické modelovanie rozširuje o priestorové váhy a pod vrstvami štatistických komplexít sa snaží odkryť elementárne štandardné správanie sa aktérov. Rola času je tu taktiež rozpoznaná a do modelovania je integrovaná rozšírením dimenzionality dát a analytických nástrojov v panelovom rámci. Problémom, ku ktorému sa ešte vrátíme však je, že vôbec nie je jasné či hľadanie niekoho ako štandardný aktér je skutočne zmysluplné.

Mikrosimulácie vyvíjané na tradícii počítačovej vedy majú výhodu v tom, že nikoho takého nehľadajú. Sú sústredené na emergentné štruktúry, ktoré vznikajú aktivitou, rozhodovaním, pohybom veľkého množstva aktérov rešpektujúcich prekvapujúco jednoduchý súbor pravidiel individuálneho správania a vzájomného kontaktu. Do tejto oblasti spadajú hravé celulárne automaty ako aj multiagentné vyvíjajúce sa systémy, a ich rôzne kombinácie, nezriedka komunikujúce s priestorovo-ekonometrickými cestami výskumu. Výkonné a najmä prístupné technológie posledných rokov umožnili, že snahy o replikovanie komplexných, inak len ťažko uchopiteľných javov reálneho sveta, akou je urbanizácia, pokročili veľmi ďaleko. Teoreticky však nemožno povedať, že by zásadne

zmenili náš pohľad zadaný v dobách dávno pred súčasným technologickým horizontom.

Pre fyziku nie je koncept vyvíjajúcej sa siete novinkou. Dlhú sa však preceňoval význam náhody pri jej evolúcii. Náhodou generovaná sieť nemá schopnosť sformovať niektoré z vlastností, ktoré spravidla sú prítomné v empirickej stope komplexných sietí reálneho sveta. Ide najmä o mocninovú distribúciu, ktorou sa variabilita sieťových fenoménov vyznačuje. Ide o známe pravidelnosti v distribúcii, ktoré Zipf popísal v hierarchii veľkosti miest závislej na poradí, alebo Christaller v priestorovej geometrii lokálnych trhových centier (Mulligan et al. 2012). V obidvoch prípadoch ide o pravidelnosti univerzálne, vytvárajúce sa bez zjavnej koordinácie v priebehu dlhej histórie urbanizovaných krajín na celom svete. V inej mierke a inou formalizáciou ich zachytávajú von Thünen a Alonso gradientom špecializácie poľnohospodárskej produkcie okolo lokálneho trhu, či klesajúcou krivkou ponukovej renty medzi centrom a perifériou mesta.

Charakteristickou črtou mocninovej distribúcie je, že nemá zjavnú mierku. Distribúcia je tvorená veľkým množstvom pozorovaní zanedbateľne nízkych hodnôt distribuovaného fenoménu v porovnaní so skutočne malým množstvom pozorovaní, ktoré koncentrujú dominantnú časť toho istého fenoménu. Nejde pritom o žiadnu anomáliu, extrémne pozorovanie, ktoré sa v bežnom ekonometrickom modelovaní musí zo súboru odstrániť, keďže "deformuje" výsledok hľadania.

Mocninovo distribuovaná sieť je poskladaná z heterogenitou sa vyznačujúcich častí. Medzi prevažujúcou väčšinou slabo prepojených uzlov vysoko vyčnieva limitovaná špička hierarchie uzlov kľúčového významu, ku ktorým sú pripojení lokálne, či globálne, takmer všetci. Typické mesto je organizované presne takto. Má jasne vyvinuté rušné celomestské centrum a so vzdáľovaním sa od neho pozorujeme pokles gradientu intenzity prítomnosti ľudí. V menšej mierke sa rovnaký scenár opakuje v lokálnych centrách preložených globálnym gradientom. Niektoré mestá môžu vo výsledku pôsobiť veľmi chaoticky, no aj z ich pôdorysu možno identifikovať, že z matematického hľadiska sú fraktálom (Encarnacao et al. 2012, Lu et al. 2004, Tannier et al. 2011). Spravidla len štatistickým, čo neznamená nič iné ako to, že ak akúkoľvek časť celku mesta izolujeme zistíme, že je mu štatisticky podobná. Preto sa o meste hovorí ako o sebe-podobnej štruktúre, podobne ako mnohé iné prírodné objekty: oblaky, snehové vločky, riečne siete, blesky, tvary reliéfu, pobrežné línie a morské vlny, vzory sfarbenia organizmov, ich cievy a nervové sústavy, či tep srdca.

Ak by sme morfogenezu vedeli názorne retrospektívne vrátiť až k predurbánnej krajine, dokázali by sme zrekonštruovať proces, ktorým fraktál bez koordinácie mnohých generácií na seba reagujúcich aktérov vznikol. Pozornosť na seba pritom púta variabilita architektonických foriem i samotné usporiadanie objektov, ktoré sa v priebehu histórie zjavne mení, reagujúc na meniaci sa charakter mesto užívajúcej a súčasne na svoj obraz modifikujúcej spoločnosti. Evolúcia mesta pritom nie je len zaujímavým bádateľským orieškom, pri ktorom sa možno ponoriť do historických obrazových a textových prameňov. Podľa súčasného pohľadu štúdia fyziky komplexných sietí je samotná dôvodom, ktorý spôsobuje mnohé dlho nevysvetlené univerzálne pravidelnosti, aj tie

vyššie spomínané. A zdá sa, že to tak robí aj obdivuhodne konzistentne, so všetkými ich implikáciami.

Územie mesta v prvom kroku transformujeme do pravidelnej štvorcovej siete. Táto transformácia nie je bežnou súčasťou transformácie uličnej siete do grafu, no prinesie neskôr rad výhod, pre ktoré stojí za to aj istá informačná strata, ktorú nutne prináša, no v dimenzii mesta je zanedbateľná. Pravidelná štvorcová sieť identických území univerzálne na seba napojených je nesmiernou analytickou výhodou. Predovšetkým, je ľahké meniť dĺžku hrany štvorca čo umožňuje manipulovať analytickou mierkou. Sieťový fenomén je súčasne viacmierkový. A bolo by naivné očakávať, že princípy jeho výstavby sú v hierarchii mierok identické.

V druhom kroku získané štvorcové územia binárne kategorizujeme podľa toho, či na svojom území majú alebo nemajú časť cestnej siete. Zahŕňame všetky líniové prvky, ktoré obsahujú aktuálne dáta voľne dostupnej globálnej databázy OpenStreetMap (Corcoran et al. 2013), nielen automobilmi legálne zjazdne cesty, ale aj chodníky, schody, poľné a lesné cesty. Každý takýto líniový prvok totiž je potenciálne transformovaný na plnohodnotnú cestu, zachytáva trasu, ktorou sa pohybujú cez územie mesta s väčšími či menšími obmedzeniami meniacich sa pravidiel a technologických možností ľudia slobodne. V princípe sú v tejto cestenej sieti generované individuálne cesty s najrôznejšími motiváciami medzi každou možnou dvojicou východzieho a cieľového bodu.

Tu prichádza na rad generalizácia do vopred definovanej, no modifikovateľnej mierky. V tejto kapitole sme sa rozhodli pracovať vo veľkej mierke. Územie mesta sme rozdelili na štvorce s hranou dĺžky 10 m, čím získavame prehľad o všetkých 100 m² veľkých územných fragmentoch a o tom, či sú, alebo nie sú, napojené na cestnú sieť. Nielen však to. Ku každej bunke systému vieme identifikovať konkrétnych susedov. V tejto kapitole pracujeme s konceptom tzv. Rook susedstva. Za susedov považujeme všetky bunky, s ktorými bunka zdieľa líniu svojej hranice. V rastri štvorcov môže mať potom každá bunka jedného až štyroch susedov. Konceptne by žiadna z nich nemala byť bez susedov, keďže cestná sieť nutne presahuje 10 m rozlíšenie nami použitého rastra.

Takto zadefinovaný súbor binárnych relácií bez orientácie a váhy, len medzi geograficky lokalizovanými bunkami, má v sebe, napriek extrémnej jednoduchosti s ktorou je vystavaný, hypoteticky vysokú mieru komplexnosti. Predpokladáme, že bunky sa vyznačujú výraznou variabilitou polohy v získanej rozmernej sieti väzieb medzi bunkou a jej 1-4 susedmi. Analyzovaná sieť celomestskej cestnej siete pozostáva z 392 754 buniek, čo znamená, že do analýzy zachytíme 39,3 km², 10,7% územia mesta (367,6 km²). Inými slovami, 89,3% územia nemá kontakt s cestnou sieťou do 10 m. Medzi týmito bunkami v pozícii uzlov siete existuje 872 697 binárnych prepojení. Priemerná bunka má 2,2 susedov. Ide o 11,1% viac než má bunka zapojená do priamej línie.

Sieťový model nie je distribuovaný v území homogénne. Mestské časti majú súčasne v správe územný rozvoj rôzne veľkých fragmentov získanej siete. Periférne mestské časti majú na svojom území veľa otvoreného priestoru a len malé jadrá urbanizovaného "tkaniva" ulíc, naopak mestské časti v strede mesta sú hustou sieťou ulíc prakticky vyplnené. Práve transformácia otvoreného priestoru na uličnú sieť typickú pre mesto bez

ohľadu na skutočnú hustotu zástavby blokov, sa javí ako proces kľúčovej dôležitosti, prakticky nezvratný. Otvorená krajina reprezentovaná typickými využitiami zeme (lesné a poľnohospodárske využitia) sa mení na zastavanú.

Tab. 9.1: Distribúcia buniek sieťového modelu v mestských častiach

Mestská časť	Počet uzlov	%
Bratislava - Ružinov	70 353	17.9
Bratislava - Petržalka	59 143	15.1
Bratislava - Nové Mesto	47 468	12.1
Bratislava - Rača	29 451	7.5
Bratislava - Staré Mesto	26 726	6.8
Bratislava - Podunajské Biskupice	20 293	5.2
Bratislava - Karlova Ves	19 237	4.9
Bratislava - Záhorská Bystrica	18 296	4.7
Bratislava - Devínska Nová Ves	16 784	4.3
Bratislava - Rusovce	13 332	3.4
Bratislava - Dúbravka	12 713	3.2
Bratislava - Vajnory	10 866	2.8
Bratislava - Vrakuňa	10 735	2.7
Bratislava - Jarovce	10 716	2.7
Bratislava - Devín	9 619	2.4
Bratislava - Čunovo	9 274	2.4
Bratislava - Lamač	7 748	2.0
Bratislava	392 754	100.0

V nasledujúcom texte popíšeme v súčasnosti pozorovanú dynamiku foriem využitia zeme. Predpokladáme, že v dynamike uvidíme regeneráciu vnútromestského gradientu vyplňaním plôch cielene vynechaných inžiniersky naprojektovanou a realizovanou urbanizáciou povojnových desaťročí, ktorou vznikli modernistické mestské štvrte okolo predsociálneho jadra mesta a jadier pôvodne vidieckych obcí, dnes periférnych mestských častí. Pozorovanú dynamiku následne skonfrontujeme so sieťovou interpretáciou pôdorysu uličnej siete, v ktorej by sa podľa evolučnej interpretácie mala nachádzať extrahovateľná syntetická informácia o variabilite predpokladov pre rýchlosť, ktorou hmotná urbanizácia postupuje priestorom (Strano et al. 2012).

Javí sa, že vhodným bodom, kde je potrebné začať túto interpretáciu je identifikácia rozdielnej roly do siete zapojených uzlov. Pod uzlom v našom prípade chápeme štvorcové územie jednej bunky rastra s fragmentom cestnej siete, tak ako boli identifikované vyššie. Prvá dostupná možnosť, sledovať počet relácií, ktorými je uzol zapojený k všetkým ostatným s ktorými má priamu reláciu v našom prípade nie je použiteľný. Do úvahy však prichádza alternatíva, ktorá pracuje s konceptom najkratšej cesty.

Vo vytvorenej sieti sú, ako bolo uvedené, neustále generované náhodné cesty z ľubovoľného východiska do ľubovoľného cieľa. Ich frekvencia ani dĺžka nás v tomto bode nebude zaujímať. Tieto kvality ciest prirodzene celkom náhodné nie sú, v súlade s po-

dobným modelovaním vieme, že reagujú na distribúciu bývania a "práce", v najširšom možnom chápaní. Do mesta dochádza denne veľké množstvo ľudí, cez mesto prechádza množstvo iných, ktorí tu ani nebývajú, ani "nepracujú". Dopravný aspekt diania je však pre nás irelevantný. Čo nás však zaujíma veľmi, je trasa cez reťaz konkrétnych uzlov, ktorými pohybujúci sa aktér prechádza. Ak predpokladáme, že sa správa racionálne, zvolí najkratšiu možnú alternatívu trasy. Najkratšie cesty teda možno nájsť pre ľubovoľný pár uzlov, medzi ktorými možno generovať pohyb mestského aktéra.

Uzlovo špecifická centralita podľa medziľahlosti (betweenness) je frakcia najkratších ciest medzi každou dvojicou uzlov v sieti, ktoré prechádzajú cez uzol. Táto miera má interdisciplinárne pozadie, bola vyvinutá v sociologickom a súčasne v matematickom výskume. Centralita $C^B(i)$ uzla i podľa bežnej definície závisí na počte najkratších ciest n_{jk} z uzla j do uzla k , z ktorých frakcia prechádza uzlom i

$$C^B(i) = \frac{1}{(N-1)(N-2)} \sum_{i \neq j \neq k} \frac{n_{jk}(i)}{n_{jk}}$$

Množstvo aplikácií tohto jednoduchého konceptu sa ukazuje v rôznych oblastiach bádania mimoriadne cenných. Je však súčasne vysoká variabilita v spôsobe konštrukcie skúmanej siete a teda aj vysoká variabilita interpretácií získaných hodnôt centrality. Celkom iný zmysel má hodnota centrality v prípade sociálnej siete, obchodných vzťahov medzi firmami, či interakčná sieť medzi proteínmi v biologickom organizme. Čo však majú spoločné je, že tok, akokoľvek definovaný, je v sieti alokovaný v závislosti na topológii siete. Ak sa vrátíme k prepojeniu uskutočnenému fyzikou vyvíjajúcich sa komplexných sietí, determinujúca topológia v sebe nesie proces, ktorým bola, fragment po fragmente, vystavaná.

Nemali by sme teda nutne potrebovať poznať históriu evolúcie siete a výslednú topológiu súčasne. Z topológie by sme mali byť schopní jasne vyčítať, akým spôsobom vznikla. A nielen to, keďže ak porozumieme procesu evolúcie siete, mali by sme byť, aspoň v štatistických limitoch, schopní extrapolovať v súčasnosti pozorovanú topológiu do jej budúcich stavov. Centralita podľa medziľahlosti sa javí ako silný nástroj vhodný pre tento účel.

Pre mesto a pre každú jeho mestkú časť budeme následne analyzovať distribúciu hodnôt tejto centrality. Vizualne rozdiely obrázkov v prílohe transformujeme do štatistickej empirickej distribúcie $P(C^B)$

$$P(C^B) = \int_{C^B}^{+\infty} \frac{N_{C^B}}{N} dC^B$$

kde N_{C^B} je počet uzlov s hodnotou centrality C^B . Exponenciálny model empirickej distribúcie má tvar $P(C^B) \sim e^{-C^B/s}$. Interpretácia parametra modelu nie je jednoduchá. Parameter s riadi sklon línie v logaritmickej grafe. Čím je tento sklon vyšší, tým

rýchlejšie, no univerzálne v celej škále distribúcie ubúda frekvencia výskytu uzlov s rastúcou centralitou. Teoreticky dokonalá priamka však v empirickej distribúcii nie je pravdepodobná, distribúcia kombinuje lokálne zrýchlenia a spomalenia. V grafe sa to prejavuje zakriveniami empirickej línie a poklesom spoľahlivosti odhadu.

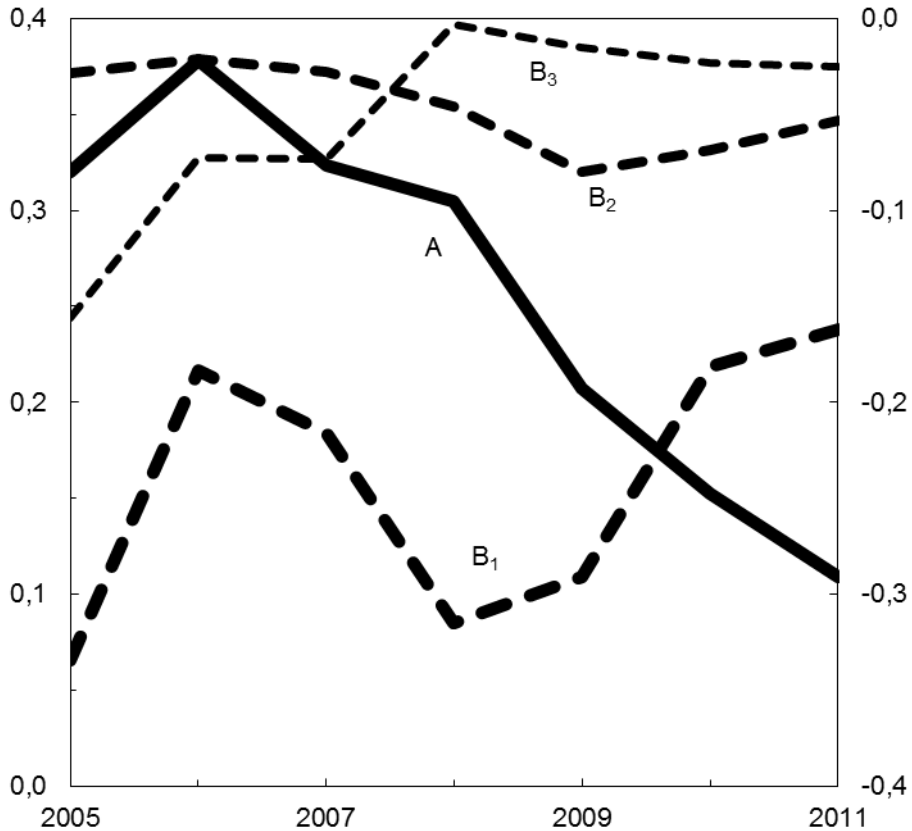
Očakávame, že variácia v parametroch popísaných modelov kumulatívnej empirickej distribúcie pomôže odhaliť charakter odlišnosti hmotnej urbanizácie vo vizuálne zjavne sa líšiacich mestských častiach. Okrem diferencie medzi centrom a perifériou očakávame, že distribúcie odhalia intenzitu inžinierskej intervencie v modernistických štvrtiach v kontraste s organicky vytvorenou štruktúrou pôdorysu historických častí mesta. Inžiniersky vstup pritom mohol mať rôznu úroveň kvality z hľadiska korešpondencie s charakterom pôdorysu, ktorý by vznikal postupnou expanziou a vyplňaním priestoru trhovou súhrou drobných aktérov. To sa v Bratislave niekoľko desaťročí prakticky nedialo, keďže nebol prítomný žiadny trh s nehnuteľnosťami. Mesto modifikovali len intervencie architektov a až následne sú vystavené pôsobeniu trhom regulovanej kreativity.

9.3 Nárast zástavby

Územie mesta je dynamické z hľadiska svojej funkčnej štruktúry. Táto dynamika je prirodzene v úzkej súvislosti viazaná práve na proces hmotnej urbanizácie. V minulých rokoch sme boli svedkami kulminácie ekonomického cyklu manifestovaného zvýšenou dynamikou na trhu s nehnuteľnosťami hlavného mesta. Transformované bolo zastavané územie, no tak isto došlo k jeho významnému rozšíreniu do otvorenej krajiny periférie. Kým v roku 2003 tvorila zástavba 18,3% územia mesta v roku 2012 už tvorí 20,5%. Absolútne došlo k nárastu o 8,1 km², ktoré boli pridané k 67,2 km² na začiatku tohto obdobia. Obrázok 9.1 ukazuje, že rast zastavanej plochy počas zaznamenaného desaťročia nebol rovnomerný. Krivka medziročných diferencií kulminovala v polovici nultých rokov a následne začala klesať, rýchlejšie najmä po roku 2008. Drží sa však v celom zachytenom období vysoko nad neutrálnou úrovňou.

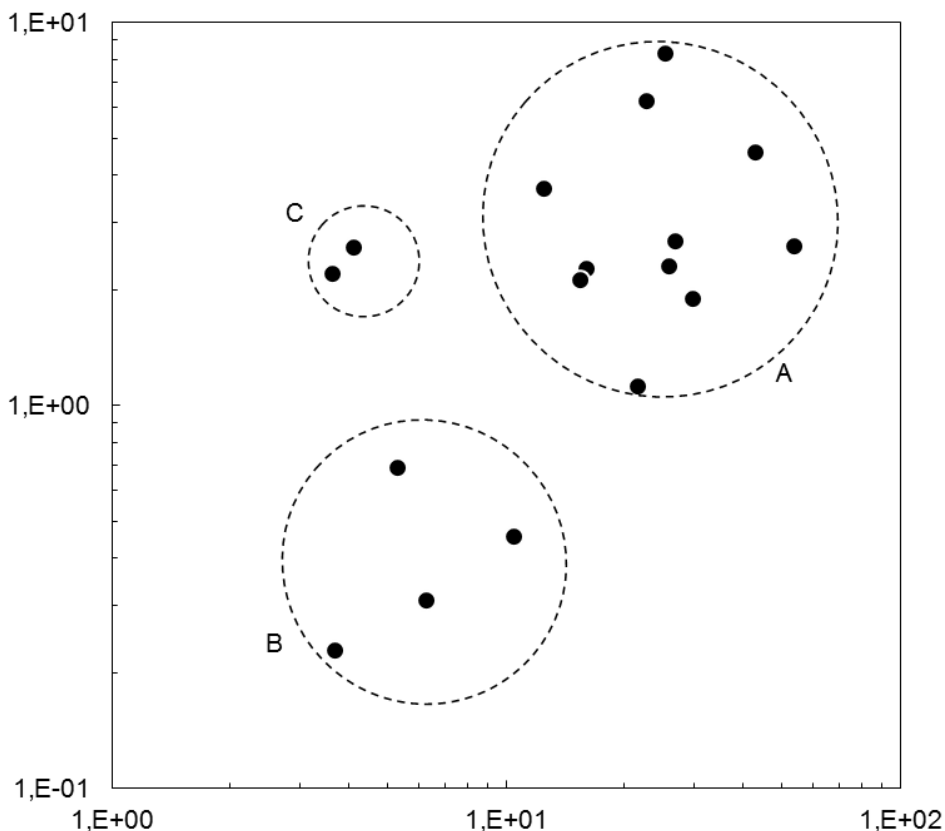
Sumárne dáta prezrádzajú, že nová zástavba vznikala najmä na ornej pôde periférie mesta. V priebehu rovnakého obdobia jej ubudlo 8,9 km². Na území hlavného mesta však ide stále o dominujúcu funkciu. Pokrýva 27,9% v roku 2012. Podľa tvaru krivky si všimnime, že ani jej ubúdanie nebolo počas zaznamenaného obdobia rovnomerné. V poslednom období sa zdá, že negatívny trend bol spomalený. Opustenie ornej pôdy však nesaturuje len zástavba. Jej časť sa pravdepodobne mení na lúky. Od roku 2003 ich pribudlo 4,0 km² k pôvodným 4,4 km². Les tvorí v meste stabilných 22,0% výmery. Jeho stratu, ktorá je vyčíslená na 0,1 km² nemožno so stratou ornej pôdy vôbec porovnávať. V meste sa však strácajú plochy pestovania trvalých kultúr, vinice a ovocné sady. Počas uvedených rokov Bratislava prišla o 1,4 km² viníc z ich pôvodnej výmery 8,1 km² a o 2,0 km² ovocných sádov z pôvodnej výmery 4,8 km². Ani ich dynamika nie je lineárna. Rýchlosť ubúdania viníc po roku 2007 predstihla ovocné sady.

Obr. 9.1: Meniaci sa podiel využití zeme na výmere územia mesta



Pozn.: Trojročný kľzavý priemer medziročnej diferencie štyroch najdynamickejších kategórií: na ľavej osi krivka A - zástavba, na pravej osi krivky B₁ - orná pôda, B₂ - vinice a B₃ - ovocné sady.
Zdroj: GKÚ.

Zistená dynamika má okrem heterogénnej distribúcie v čase aj variabilnú manifestáciu v pôdoryse priestoru mesta. Mestské časti sú vysoko diferencované z hľadiska miery zastavania svojho územia, ako aj z hľadiska dynamiky tejto miery. Najviac zástavby má na svojom území relatívne k svojej výmere centrálné Staré Mesto (54,0-56,6%). Nasleduje Ružinov, ktorý sa pohybuje pod 50%, ostatné modernistické štvrte s 20-30% a periféria, kde zastavanie klesá pod 5%. Vzťah zastavania a dynamiky nárastu zástavby ilustruje obrázok 9.2. Identifikujeme v ňom existenciu troch režimov pozorovanej urbanizácie. Hustá zástavba v režime A sa spája s vysokou dynamikou. Riedka zástavba v režime B sa spája s nízkou dynamikou. Na ceste medzi týmito režimami je identifikovaný tretí prechodný režim C, nízko zastavaný no vysoko dynamický, na úrovni štandardu režimu A. Režim A, v ktorom pribudlo 6,6 km² zástavby z celkových 8,1 km² je taktiež vnútorne ďalej diferencovaný.

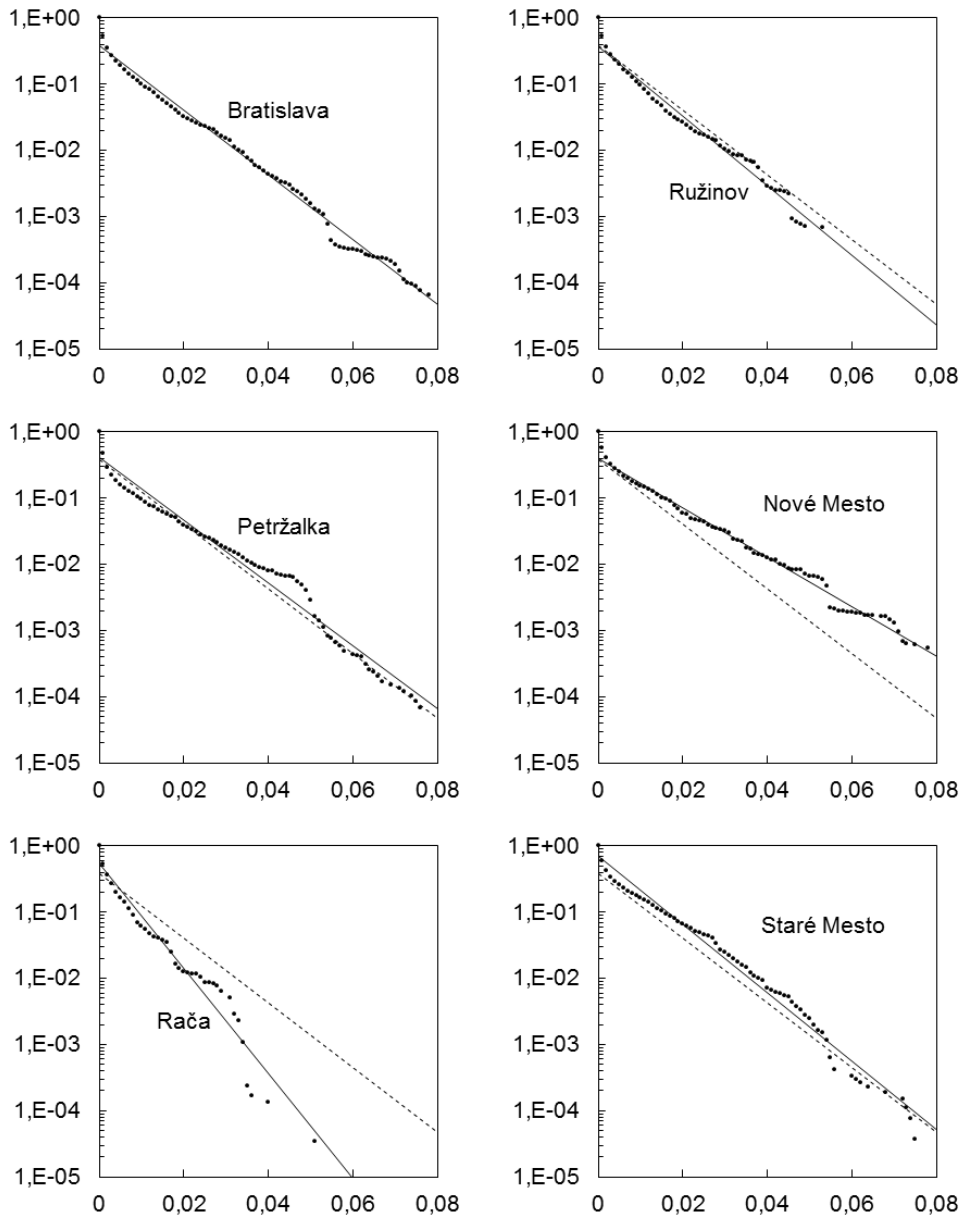
Obr. 9.2: Tri rýchlostné režimy hmotnej urbanizácie počas posledného desaťročia

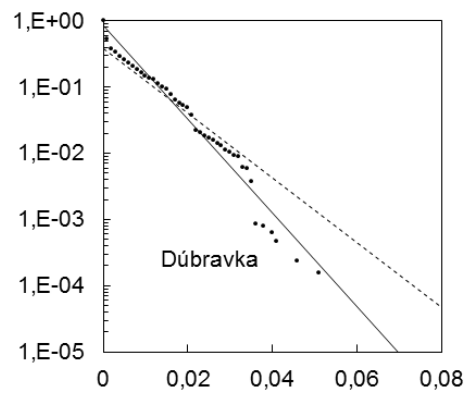
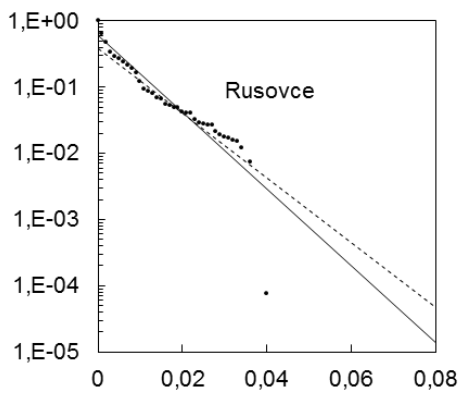
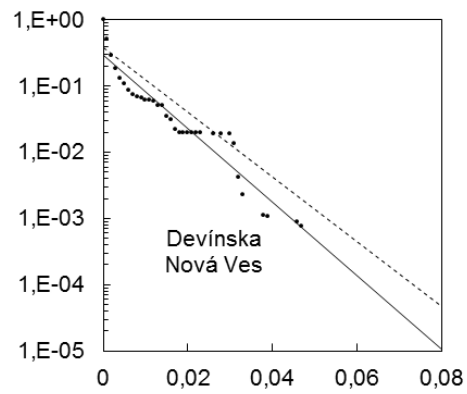
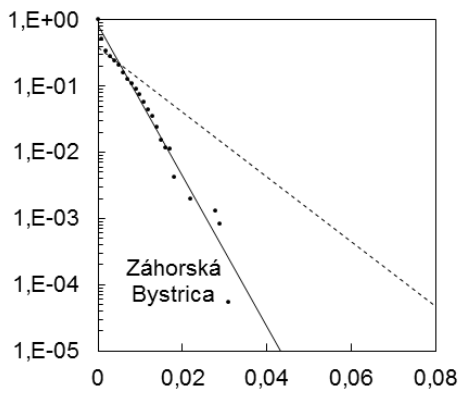
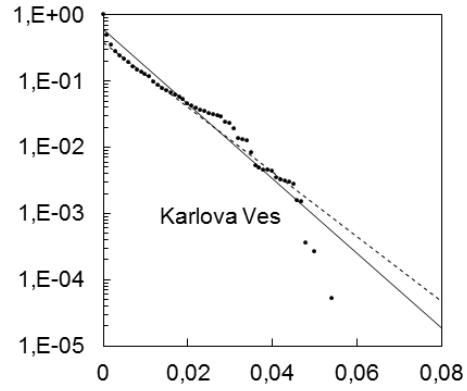
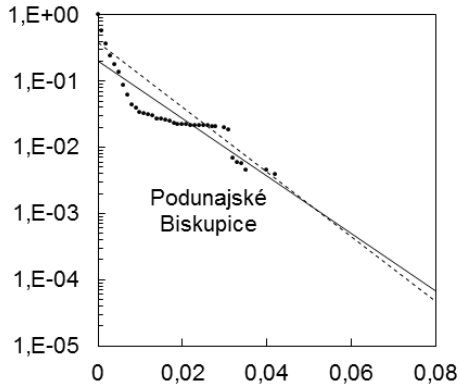
Pozn.: Vzťah miery zastavania v roku 2003 na horizontálnej osi a zmeny v miere zastavania do roku 2012 na vertikálnej osi: C - Čunovo a Jarovce, B - Devín, Podunajské Biskupice, Rusovce a Záhorská Bystrica, A - ostatné mestské časti.

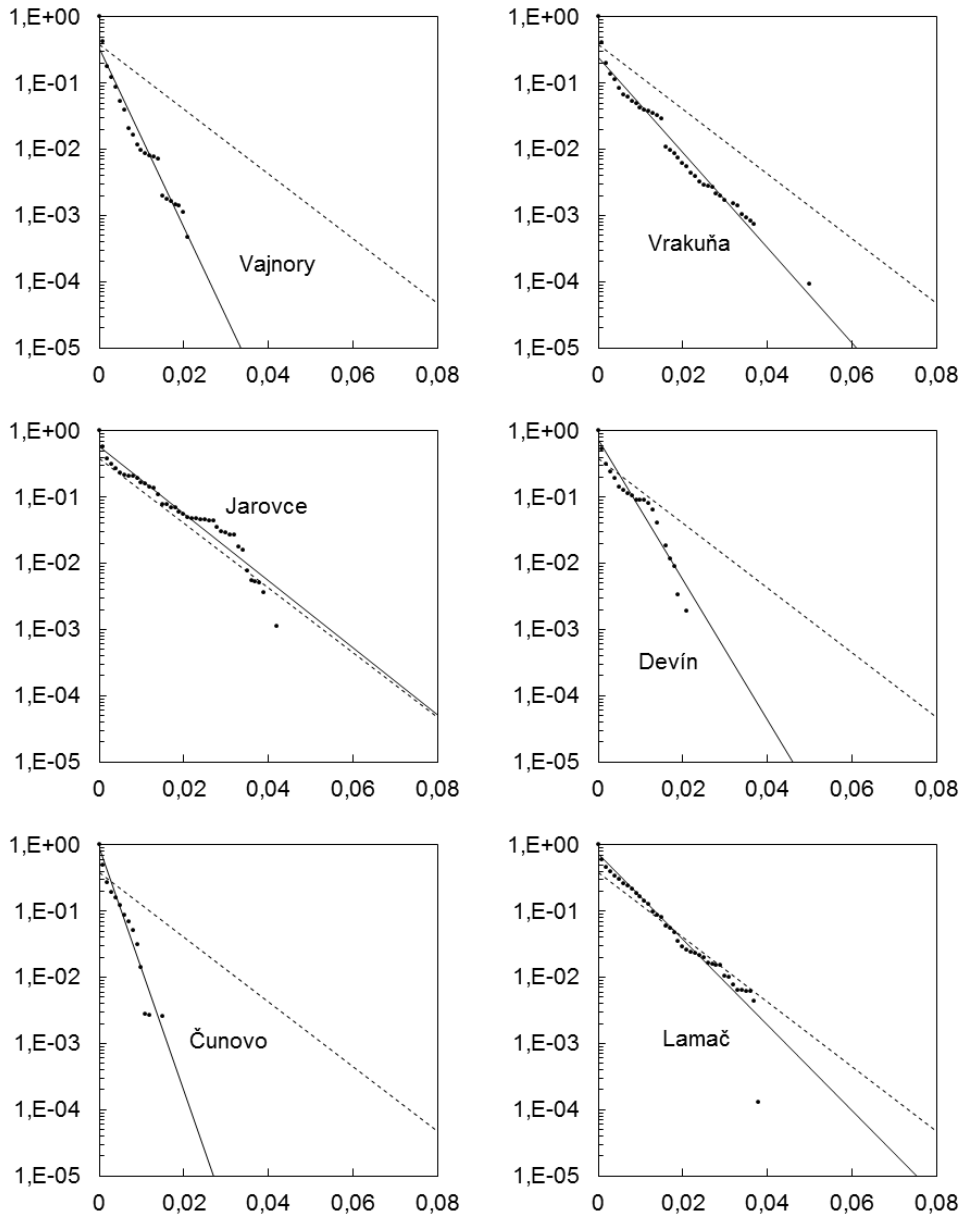
Zdroj: GKÚ.

Jednoduchá deskripcia založená na porovnaní dvoch horizontov v evolúcii pôdorysu podľa úhrnných hodnôt druhov pozemkov teda potvrdzuje implikácie morfolologickej štruktúry ako vyvíjajúcej sa siete. Dobre zapojené, a preto aj husto urbanizované fragmenty organizmu sa ďalej urbanizujú rýchlejšie než slabo zapojené, riedko urbanizované. Ak si uvedomíme mieru skreslenia agregovanú z rozličných zdrojov tejto jednoduchšej analýzy vychádza nám pomerne veľká šanca, že v prípade mikroskopického prístupu k pôdorysu reálnej zástavby v čase, by sme odhalili tento vzťah omnoho presvedčivejšie.

Obr. 9.3: Empirické distribúcie centrality podľa medzil'ahlosti a exponenciálny model tvaru $P(C^B) \sim e^{-C^B/s}$







Pozn.: Krivky pre mestskú časť plnou čiarou, krivka pre celú sieťovú štruktúru mesta prerušovanou čiarou.

Zdroj: OpenStreetMap.

Tab. 9.2: Exponenciálny model tvaru $P(C^B) \sim e^{-C^B/s}$

Mestská časť	Distribúcia		Miera zastavanosti	
	s	R^2	2003	2003-2012
Nové Mesto	0.012	0.988	21.7	1.1
Podunajské Biskupice	0.010	0.808	10.4	0.5
Petržalka	0.009	0.975	26.0	2.3
Jarovce	0.009	0.930	4.1	2.6
Staré Mesto	0.008	0.984	54.0	2.6
Ružinov	0.008	0.978	42.9	4.6
Devínska Nová Ves	0.008	0.919	15.4	2.1
Karlova Ves	0.008	0.934	27.0	2.7
Rusovce	0.007	0.820	6.3	0.3
Lamač	0.007	0.912	12.5	3.7
Dúbravka	0.006	0.964	29.8	1.9
Vrakuňa	0.006	0.967	25.3	8.3
Rača	0.005	0.944	16.0	2.3
Devín	0.004	0.920	3.7	0.2
Záhorská Bystrica	0.004	0.964	5.3	0.7
Vajnory	0.003	0.955	22.7	6.2
Čunovo	0.002	0.940	3.6	2.2
Bratislava	0.009	0.992	18.3	2.2

Pozn.: Miera zastavanosti z celkovej výmery území mestských častí v roku 2003 (%) a prírastok miery do roku 2012.

Zdroj: OpenStreetMap a GKÚ.

Analýza empirických distribúcií centrality podľa medziľahlosti potvrdzuje, že jednotlivé časti mesta nie sú z hľadiska topológie svojho pôdorysu zďaleka identické. Obrázok 9.3 ilustruje v prvom paneli situáciu z hľadiska kompletnej sieťovej štruktúry mesta. Nasledujúcich sedemnást' panelov konfrontuje celomestský model s modelmi fragmentov tejto štruktúry. Všetky z nich veľmi dobre aproximuje regresne vypočítaná línia exponenciálneho modelu. Jej sklon je však variabilný, podobne ako miera korešpondencie modelu s empirickou distribúciou. Grafy niektorých častí sú fragmentované, názorne ukazujú, že v súčasnej sieťovej štruktúre nie sú vyčlenené optimálne, bez ohľadu na historické kritériá.

Sklon krivky modelu plynule narastá medzi Novým Mestom a Čunovom. Oproti celomestskej krivke je sklon troch modelov nižší a sklon štrnástich modelov vyšší. Odlišnosti medzi nimi nie je možné exaktne interpretovať, najmä z dôvodu nevhodnosti administratívneho členenia pre morfológickú analýzu. O nájdení prirodzených zlomov v sieti môžeme uvažovať v súvislosti s identifikáciou komunitnej štruktúry komplexnej siete. V súlade s očakávaním vidíme, že fragmenty pôdorysu vidieckeho charakteru nachádzame, s výnimkou Jaroviec, zoskupené v dolnej časti tabuľky 9.2. V kontraste k nim sa nachádzajú fragmenty zoskupené v hornej časti tabuľky. Všimnime si ďalej, že diferenciácia podľa aproximujúceho modelu nezodpovedá ani úrovni miery zastavania

štvrte a ani dynamike merajúcej zmenu miery počas posledného desaťročia. Súvislosti, v prípade že majú objektívnu povahu, tu budú hlbšie než v prvom pláne a budú zastreté zatiaľ nedostatočnou presnosťou komparácie bez vyčlenenia pôdorysných komunít.

Administratívne hranice sú pravdepodobne aj dôvodom pomerne významnej variácie v kvalite aproximácie. S výnimkou Rusoviec a Podunajských Biskupíc sa R^2 drží stále na uspokojivej úrovni. V týchto prípadoch sa javí, že problém vzniká ako kombinácia neorganického vyčlenenia sieťového fragmentu bez vyváženia jednou z jeho častí. Tak je tomu napríklad v prípade Ružinova. Jeho územie je rozsiahle a heterogénne. Pozostáva z kompletného prierezu východnej Bratislavy od vnútorného mesta po perifériu okolo diaľnice a letiska, taktiež však z industriálneho areálu rafinérie a priľahlého brehu Dunaja. Túto mestskú časť však nachádzame s parametrami modelu blízkyimi Starému Mestu. Dôvodom je, že dominantná časť sieťovej štruktúry je priamo zrastená a kvalitatívne pripomína práve pôdorys v jadre mesta. V Jarovciach je naproti tomu vidiecke jadro obce minimálneho rozsahu aj v území samotnej štvrte. Nemôže vyniknúť nad lineárnymi prvkami diaľničnej infraštruktúry, ale taktiež ciest vybudovaných okolo hrádze vodného diela.

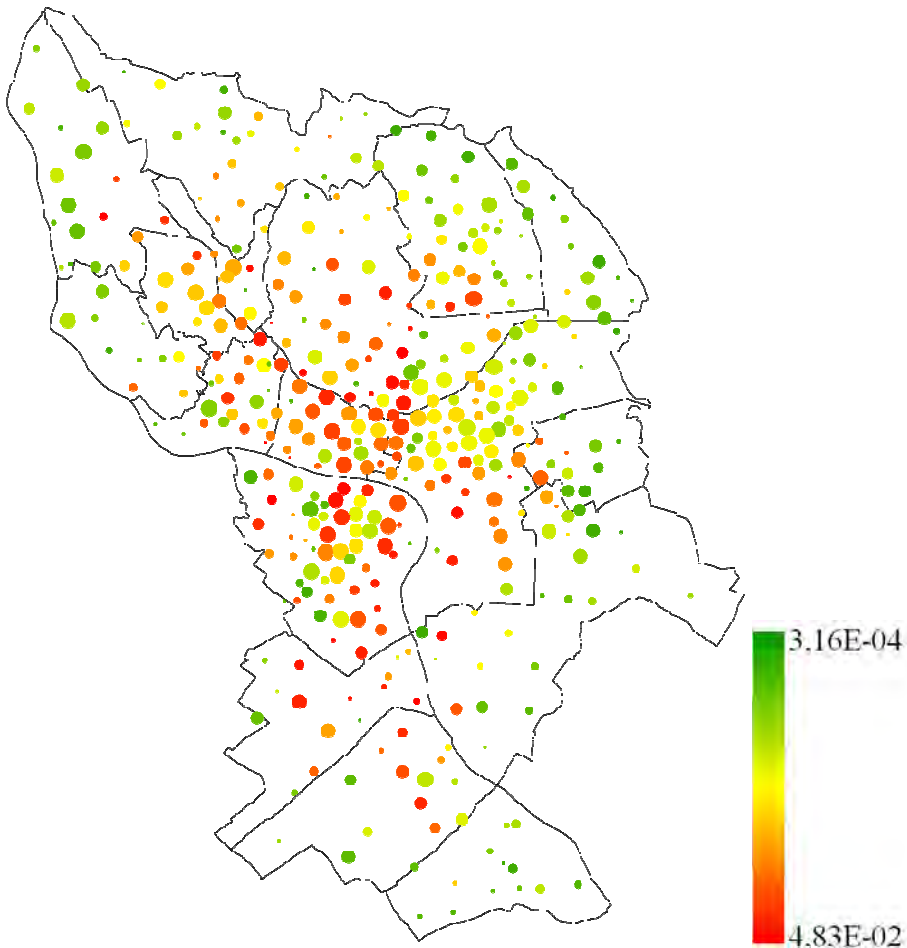
Ak hľadáme pravidlo, ktoré by pomohlo orientácii v zobrazenej sérii empirických a exponenciálne aproximovaných distribúcií centrality, pravdepodobne ním bude kontrast medzi hmotnou urbanizáciou v ranej a v pokročilej fáze. Vidiecke pôdorysy periférnych štvrtí nachádzame, až na výnimky s veľmi vysokým sklonom kriviek. S pribúdajúcou hodnotou centrality v nich frekvencia ubúda veľmi rýchlo. Čím viac sa prostredie charakterom blíži k mestskému, tým je sklon nižší. S pribúdajúcou centralitou sa frekvenciu výskytu už neznižuje tak prudko, ich relatívne zastúpenie v sieťovom fragmente je vyrovnané.

9.4 Identifikácia pôdorysných komunít

Výpočet sklonu exponenciálneho modelu v súbore mestských častí naznačuje, že analytické uchopenie morfológie nevyhnutne potrebuje byť založené vo výberovom rámci vlastnom morfológii. To napokon aj je východisko rozpoznané praxou tradičnej morfologickej analýzy. Postup sieťovo založenej analýzy identické metodické východisko tak isto vyžaduje. Očakávame, že aproximácia exponenciálnym modelom odhalí existenciu významnej heterogenity vnútri rôznorodých území jednotlivých mestských častí.

Vnútna štruktúra komplexnej siete je závislá, podobne ako miery centrality, od topológie vybudovanej z veľkého množstva vzájomných relácií uzlov. Niektoré časti siete sú medzi sebou prepojené lepšie než iné. V sieti sa nachádzajú zóny lokálne zníženej intenzity prepojenia, ktoré umožňujú sieť ako celok rozdeliť do siete vlastných organických fragmentov. Získané útvary by mali byť analogické morfologickým jednotkám tradičnej morfologickej analýzy mesta.

Obr. 9.4: Sieťové komunity pôdorysu a parameter ξ lokálneho exponenciálneho modelu distribúcie $P(C^B) \sim e^{-C^B/\xi}$



Pozn.: Veľkosť znaku podľa počtu uzlov v komunite. Desať kvantilov.

Príslušnosť každého uzla k sieťovej komunite sme odhadli pomocou v súčasnosti najrozšírenejšej formy detekcie komunít v rozmerných sieťach metódou Louvain. Tento postup je založený na maximalizácii špecifickej funkcie, tzv. modularity sieťovej partície. Modularita meria jeden z aspektov štruktúry siete. Partícia s vysokou modularitou má husté prepojenie medzi uzlami v rovnakej komunite a súčasne riedke prepojenie medzi uzlami v rôznych komunitách. V prvom kroku je modularita optimalizovaná lokálne, v nasledujúcom iteratívne hierarchicky vyššie budovaním pracovnej siete nad získanými komunitami v prvom kroku. Limitom metódy je jej mierkové obmedzenie. Otázka presnosti detekcie sieťových štruktúr by si vyžadovala viac experimentov.

Pre náš účel však získanú komunitnú štruktúru možno považovať za užitočnú. Naším cieľom je kontrola variácie distribúcie centrality vnútri mestských častí, čo nám získaný výsledok umožňuje. Celkový počet 392 754 uzlov je distribuovaný do 457 ko-

munít. Priemerne je v štandardnej komunite 859 uzlov. V 408 z nich (89,3%) je možné empirickú distribúcie centrality podľa medziľahlosti aproximovať líniou exponenciálneho modelu. Pre úspornosť výsledok v podobe variácie parametra α ilustrujeme na obrázku 9.4. Keďže komunity sú rôzne veľké, znázorňujeme ich značkou variabilnej veľkosti, v desiatich veľkostných kvantiloch. Hodnoty parametra sa pohybujú medzi naznačeným minimom a maximom, s priemernou úrovňou váženou veľkosťou komunity 0,0056.

V obrázku 9.4 sa potvrdzuje predpoklad deformácie zistených sklonov aproximujúcej línie vnútornými kontrastmi. Jednoznačne v území mesta identifikujeme jeho urbanizované časti. Tieto tak isto vieme rozlíšiť podľa toho, ako v ich lokálnej distribúcii centrality ubúda frekvencia s jej zvyšujúcou sa úrovňou. Ako príklad si všimnime vnútorné zloženie mestských častí na juhu mesta, z ktorých len Čunovo na svojom území nemá komunity s nízkym sklonom empirickej distribúcie. Jarovce a Rusovce ich obsahujú, preto ich celkový sklon pripomína urbanizované štvrte. Ide však o iluzórnu podobnosť. Pripomeňme, že sieťové komunity nie sú identifikované v administratívnej štruktúre štvrtí. Ich hranice nekorešponujú, sú vytvorené automaticky, iteratívnym postupom metódy Louvain. Napriek tomu vieme intravilán z obrázku pomerne bezpečne identifikovať. Parameter α exponenciálneho modelu distribúcie centrality zachytáva čosi mestu výsostne vlastné, a čo zdá sa nie je ani mierou zastavanosti a ani jeho dynamikou.

9.5 Záver

Vnútroštruktúru pôdorysu mesta sme v tejto kapitole priblížili na niekoľkých úrovniach. Vychádzajúc z minimálneho dátového základu línií komunikácií na území mesta sme morfológiu transformovali do komplexnej siete. Diferencovanú rolu jednotlivých uzlov sme posúdili centralitou podľa medziľahlosti, polohy na najkratších cestách náhodne generovaných užívateľmi siete. Bez poznania ich distribúcie v priestore sme zistili, že centralita identifikuje významné trasy v meste veľmi spoľahlivo. Problematicky sa však javia štruktúry modernistických štvrtí, ktoré nerešpektujú princípy organických, relatívne pomaly budovaných častí mesta.

Analýza empirickej distribúcie centrality v mestských štvrtiach potvrdila, že sa od seba líšia charakterom topológie svojich pôdorysov. Centrum mesta a periféria sa v súlade s očakávaním odlišujú sklonom aproximujúcej krivky exponenciálneho modelu, ktorý je však stále veľmi kvalitným priblížením nepravidelnej distribúcie. Podozrenie, že za problematickou interpretáciou v prípade niektorých periférnych štvrtí je heterogénna štruktúra v ich hraniciach potvrdzuje opakovanie odhadu v sieťových komunitách.

Dosiahnuté výsledky zatiaľ neumožňujú nadviazať kontakt medzi sieťovou analýzou pôdorysu uličnej siete, úrovňou a dynamikou zastavanosti. Hypoteticky by mali byť lokality v ranom štádiu hmotnej urbanizácie menej dynamické než lokality v pokročilom štádiu. Hmotnú štruktúru mesta odôvodnene považujeme za vyvíjajúcu sa sieť, resp. jej zhmotnenie. V súlade s poznatkom, že dosiahnutá intenzita napojenosti na sieť preferuje tvorbu nových, vznikajúcich prepojení aj zisťujeme, že v Bratislave tento efekt je prí-

tomný aj na úrovni mestských častí a to aj v zázname o pohybe medzi kategóriami využitia zeme v záznamoch katastra. Nájdenie empiricky potvrdených súvislostí medzi jednou a druhou oblasťou je výzvou pre ďalší výskum. Otvára sa tým inšpiratívna a z dátového i analytického hľadiska mimoriadne úsporná cesta, ktorej možno predvídať budúcnosť.

Praktický význam uvedených zistení je možné vidieť najmä v informovaní územno-plánovacej praxe, za ktorú zodpovedajú kompetentné samosprávy. Svojimi rozhodnutiami formujú dianie v neustále sa meniacom organizme hmotného mesta. Ako sme demonštrovali, nie je to proces náhodný, ale podliehajúci zákonitostiam dlhodobého vývoja, mimo horizontu dostupného jednej generácii. Jednou z kľúčových zákonitostí sa pritom javí byť funkčná adaptácia pôdorysu. Mesto je fragmentované do organických zón v rôznom štádiu priblíženia sa, zatiaľ problematcky interpretovanej, no jednoznačne vnímanej a aj vo verejnom diskurze artikulovanej kvalite hmotného prostredia. Z perspektívy načrtnutej touto prácou sa napríklad "poškodenie" modernistických sídlisk novými investíciami môže javiť ako prínosné. Na rozdiel od expanzie mesta ďalšími inžinierskymi zásahmi v otvorenej krajine.

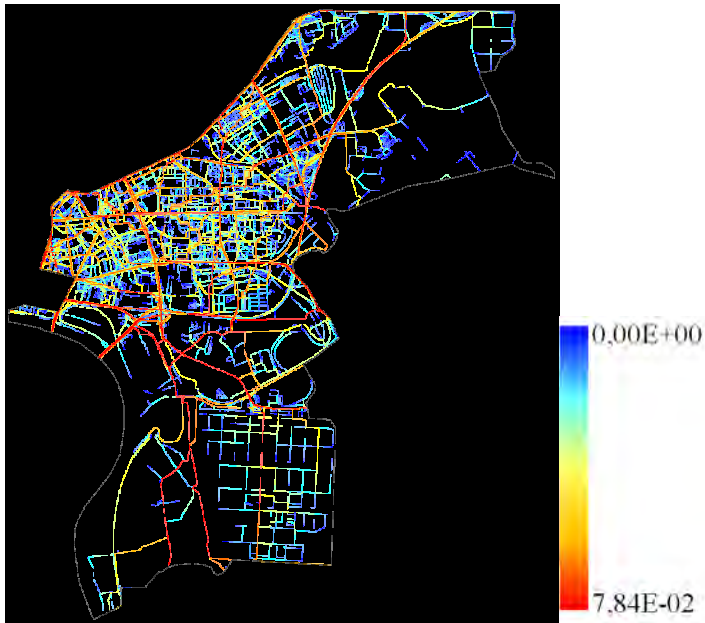
Zoznam použitej literatúry

- BARTHÉLEMY, M. 2011. Spatial networks. *Physics Reports*, 499, 1-3, 1-101.
- BETTENCOURT, L. M. A., LOBO, J., HELBING D., KÜHNERT, C., WEST, G. B. 2007. Growth, innovation, scaling, and the pace of life in cities. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104, 17, 7301-7306.
- BETTENCOURT, L. M. A., WEST, G. B. 2010. A unified theory of urban living. *Nature*, 467, 7318, 912-913.
- BURCHFIELD, M., OVERMAN, H. G., PUGA D., TURNER, M. A. 2006. Causes of sprawl: A portrait from space. *The Quarterly Journal of Economics*, 121, 2, 587-633.
- CORCORAN, P., MOONEY, P. 2013. Characterising the metric and topological evolution of OpenStreetMap network representations. *The European Physical Journal Special Topics*, 215, 1, 109-122.
- CRUCITTI, P., LATORA, V., PORTA, S. 2006a. Centrality in networks of urban streets. *Chaos*, 16, 015113, <http://dx.doi.org/10.1063/1.2150162>
- CRUCITTI, P., LATORA, V., PORTA, S. 2006b. Centrality measures in spatial networks of urban streets. *Physical Review E*, 73, 3, 036125, doi: 10.1103/PhysRevE.73.036125.
- DURANTON, G. 1999. Distance, land, and proximity: economic analysis and the evolution of cities. *Environment and Planning A*, 31, 12, 2169-2188.
- DURANTON, G., TURNER, M. A. 2012. Urban growth and transportation. *Review of Economic Studies*, 79, 4, 1407-1440.

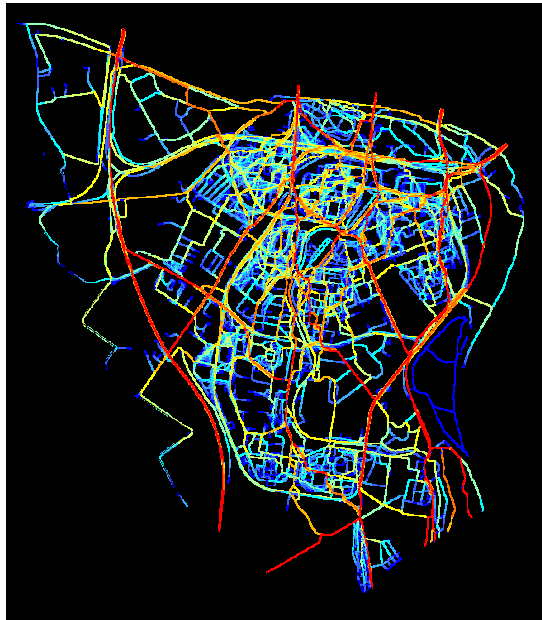
- FRAGKIAS, M., LOBO, J., STRUMSKY, D., SETO, K. C. 2013. Does size matter? Scaling of CO² emissions and U.S. urban areas. *PLoS ONE*, 8, 6, e64727, doi:10.1371/journal.pone.0064727.
- ENCARNACAO, S., GAUDIANO, M., SANTOS, F. C., TENEDORIO, J. A., PACHECO, J. M. 2012. Fractal cartography of urban areas. *Scientific Reports*, 2, 527, doi: 10.1038/srep00527.
- GLAESER, E. 2011. *Triumph of the city*. London: Macmillan.
- GRIMMOND, S. 2007. Urbanization and global environmental change: local effects of urban warming. *Geographical Journal*, 173, 1, 83-88.
- LU, Y., TANG, J. 2004. Fractal dimension of a transportation network and its relationship with urban growth: a study of the Dallas - Fort Worth area. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 31, 6, 895-911.
- MASUCCI, A. P., STANILOV, K., BATTY, M. (2013) Limited urban growth: London's street network dynamics since the 18th century. *PLoS ONE*, 8, 8, e69469, doi:10.1371/journal.pone.0069469
- MULLIGAN, G. F., PARTRIDGE, M. D., CARRUTHERS, J. I. 2012. Central place theory and its reemergence in regional science. *The Annals of Regional Science*, 48, 2, 405-431.
- NOULAS, A., SCELLATO, S., LAMBIOTTE, R., PONTIL, M., MASCOLO, C. 2012. A tale of many cities: Universal patterns in human urban mobility. *PLoS ONE*, 7, 5, e37027, doi:10.1371/journal.pone.0037027.
- PORTNOV, B., SCHWARTZ, M. 2009. Urban clusters as growth foci. *Journal of Regional Science*, 49, 2, 287-310.
- STRANO, E., VINCENZO, N., LATORA, V., PORTA, S., BARTHÉLEMY, M. 2012. Elementary processes governing the evolution of road networks. *Scientific Reports*, 2, 296, doi: 10.1038/srep00296.
- TANNIER, C., THOMAS, I., VUIDEL, G., FRANKHAUSER, P. 2011. A fractal approach to identifying urban boundaries. *Geographical Analysis*, 43, 2, 211-227.

Obr. 9.5: Centralita podľa medziľahlosti $C^B(\bar{i})$ distribuovaná v jednotlivých mestských častiach

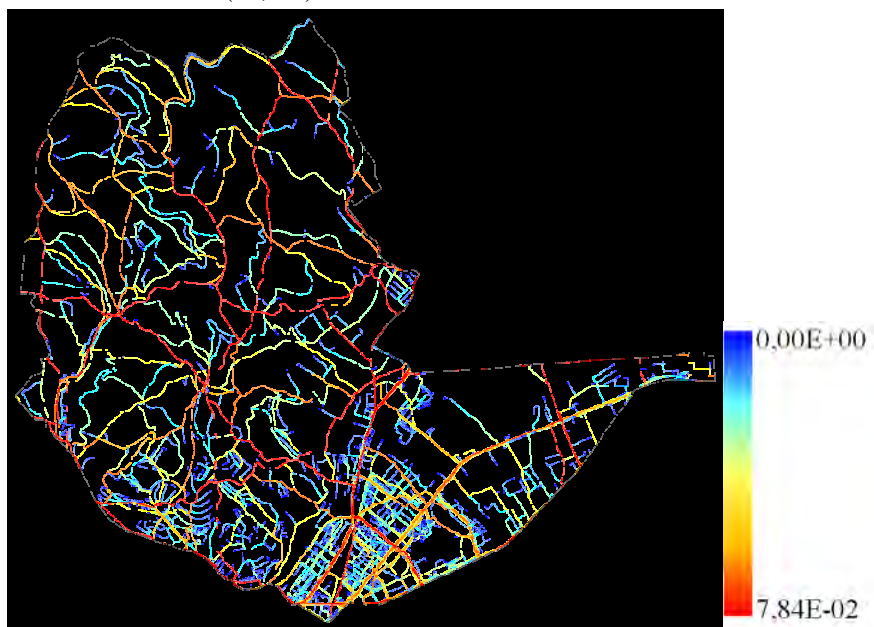
Bratislava - Ružinov (17,9%)



Bratislava - Petržalka (15,1%)



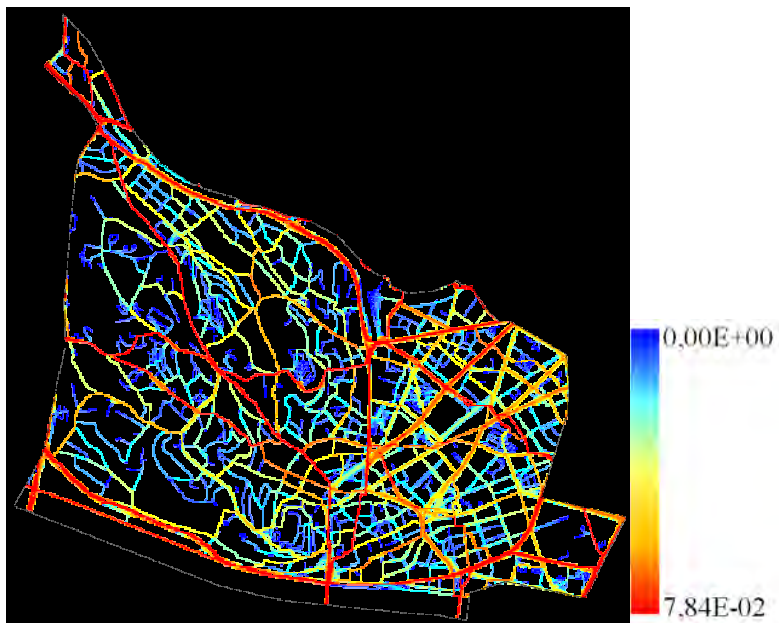
Bratislava - Nové Mesto (12,1%)



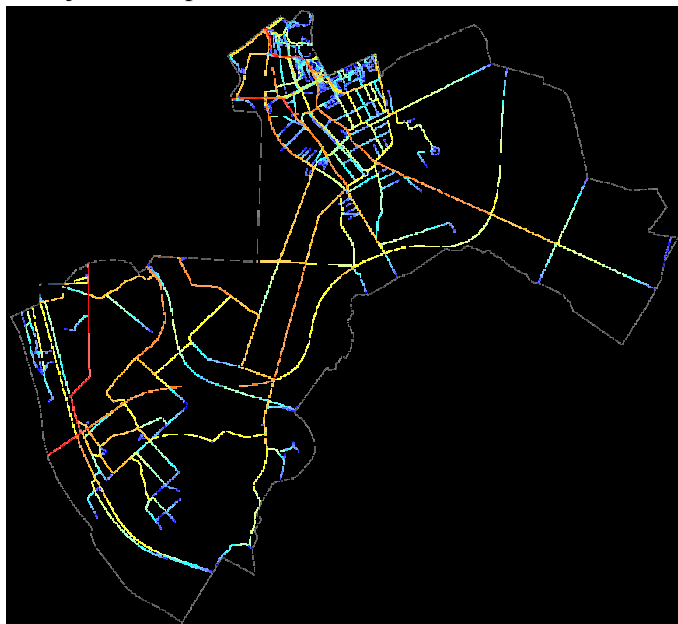
Bratislava - Rača (7,5%)



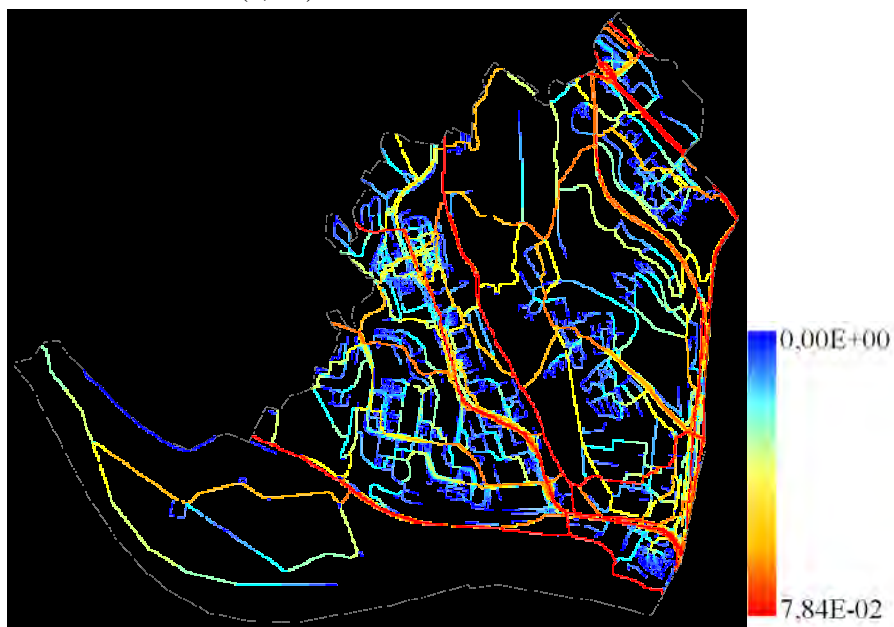
Bratislava - Staré Mesto (6,8%)



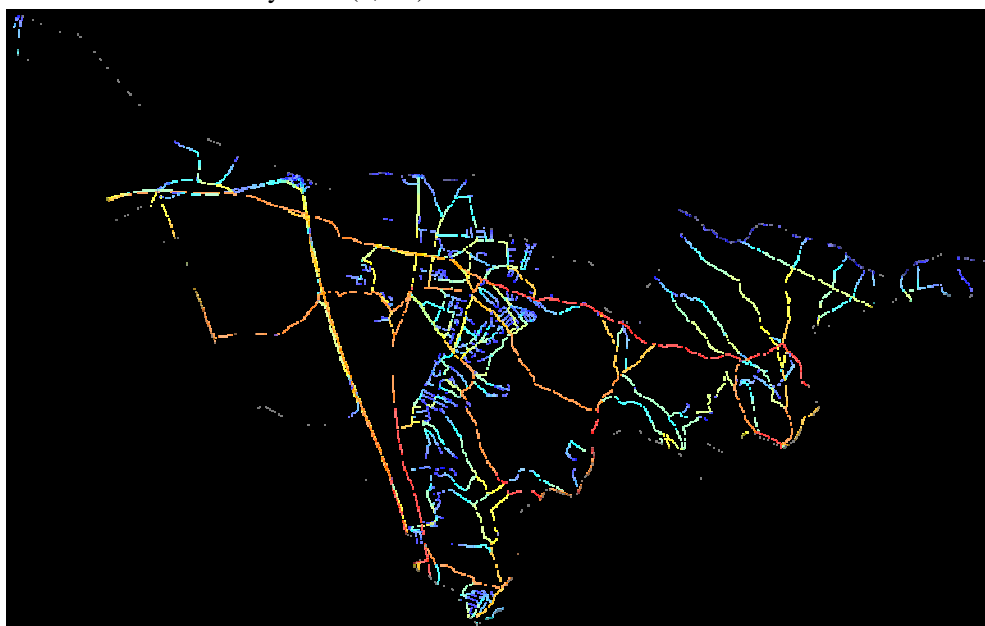
Bratislava - Podunajské Biskupice (5,2%)



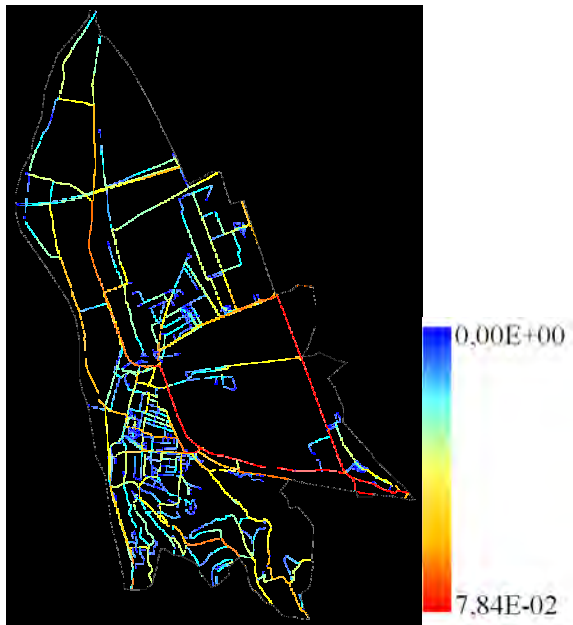
Bratislava - Karlova Ves (4,9%)



Bratislava - Záhorská Bystrica (4,7%)



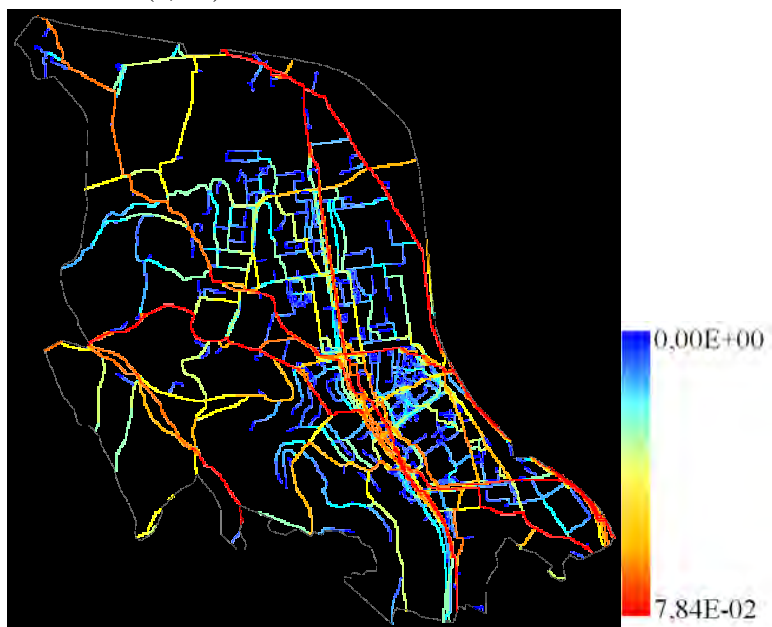
Bratislava - Devínska Nová Ves (4,3%)



Bratislava - Rusovce (3,4%)



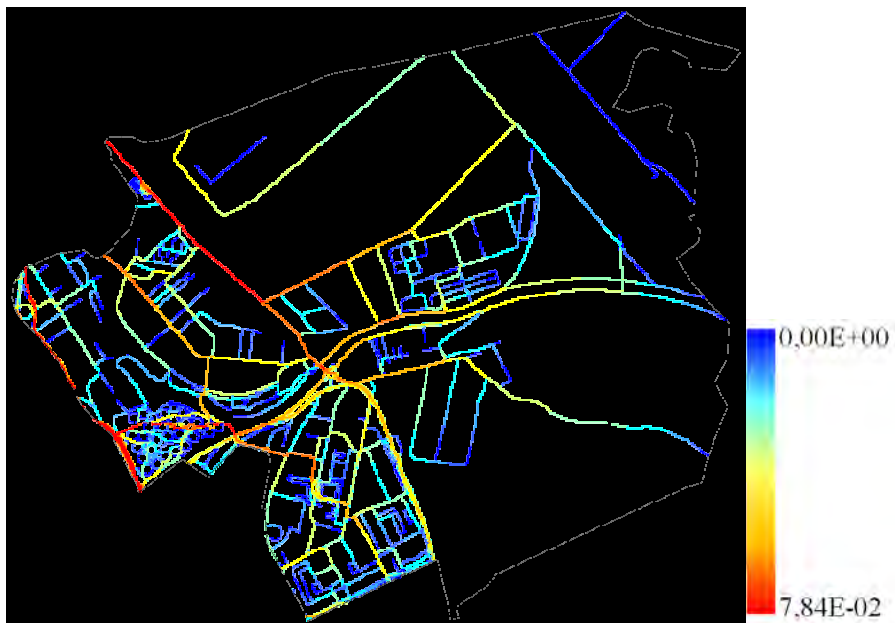
Bratislava - Dúbravka (3,2%)



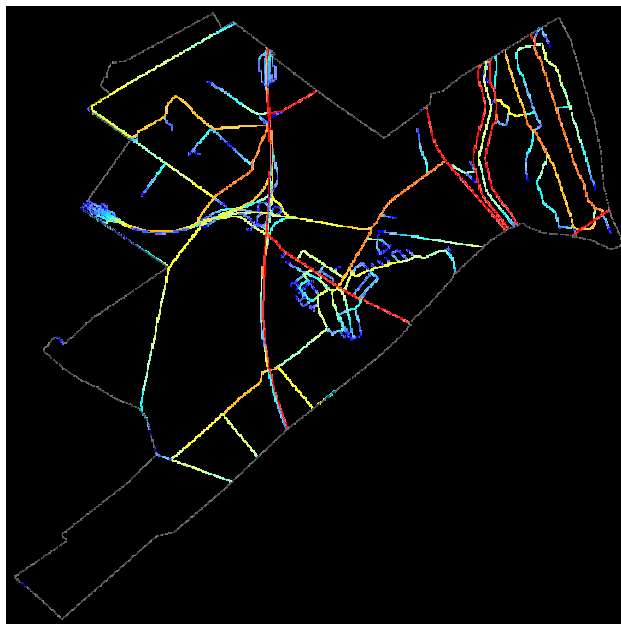
Bratislava - Vajnory (2,8%)



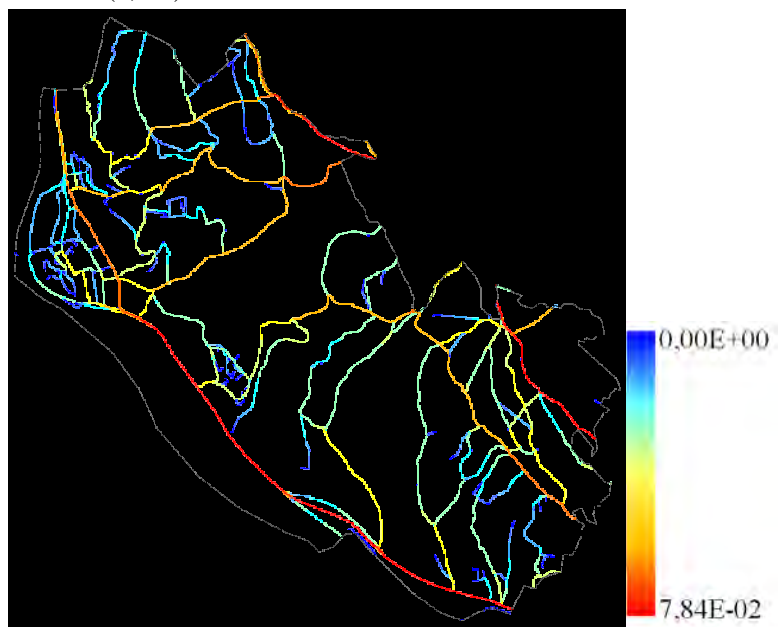
Bratislava - Vrakuňa (2,7%)



Bratislava - Jarovce (2,7%)



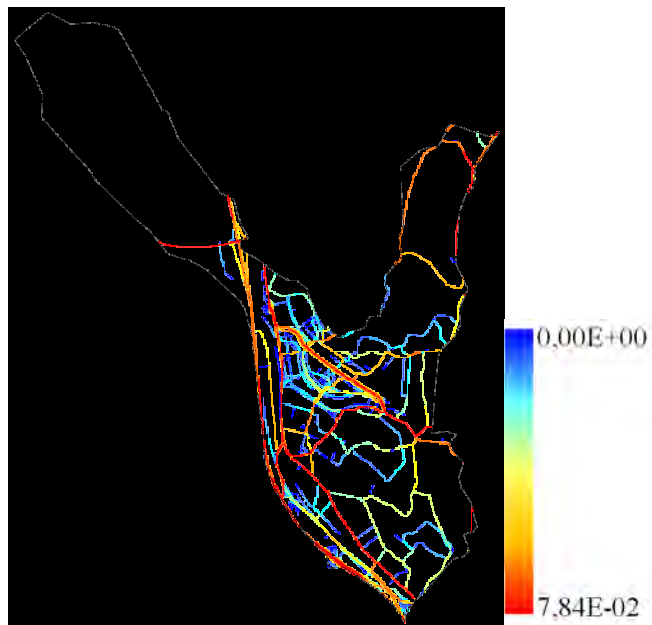
Bratislava - Devín (2,4%)



Bratislava - Čunovo (2,4%)



Bratislava - Lamač (2,0%)



Pozn.: Podiel na celomestskej sieťovej štruktúre transformovaného pôdorysu v zátvorke. Štvrte sú usporiadané od najväčšej po najmenšiu z hľadiska územného rozsahu siete komunikácií.