



URBANISTINIŲ STRUKTŪRŲ POTENCIALO VERTINIMAS: KAUNO CENTRAS MIESTO VISUMOS KONTEKSTE

Kęstutis Zaleckis¹, Jūratė Kamičaitytė-Virbašienė²

*Kauno technologijos universitetas, Architektūros ir kraštotvarkos katedra,
Studentų g. 48, 51367 Kaunas, Lietuva*

El. paštas: ¹kestutis.zaleckis@ktu.lt, ²jurate.kamicaityte@ktu.lt

Įteikta 2011-10-23

Santrauka. Miesto, kaip nuolat besikeičiančios sudėtingos sistemos, atsinaujinimo ir evoliucionavimo potencialą atskleidžia apibendrinti jo posistemų potencialų įvertinimo rezultatai. Tam tikslui gali būti naudojamas fraktalinės analizės metodas, kuris atskleidžia ne tik vertinamos struktūros formos savybes, bet ir jos funkcines galimybes. Urbanistinis potencialas suprantamas kaip metafunkcinės miesto teritorijų ir erdviųjų struktūrų galimybės, kurias parodo pastatų (srautų generatoriai), gatvių (ryšiai tarp generatorių), želdynų (ekokompensacinės teritorijos ir žalieji srautų generatoriai miesto bipolėje metafunkcinių zonų sistemoje) ir viešųjų erdvių (srautų generatoriai ir ryšių erdvės) fraktaliniai indeksai. Naudojant šį metodą atliktas Kauno urbanistinių struktūrų potencialo vertinimas. Tyrimo rezultatai leidžia išryškinti metafunkcines Kauno miesto zonas: urbanistinį karkasą, gamtinį karkasą ir fonines, neišnaudotų urbanistinės kokybinės ir kiekybinės plėtros galimybių teritorijas, nurodant jų urbanistinės morfostruktūros trūkumus. Rezultatai taip pat leidžia identifikuoti vertingų urbanistinių teritorijų erdvinio kodo kompleksiškus parametrus, kurie gali būti naudojami reglamentuojant teritorijų panaudojimą.

Reikšminiai žodžiai: urbanistinis potencialas, urbanistinė morfostruktūra, viešosios erdvės, gatvių tinklas, želdynai, Kaunas.

Įvadas

Pasaulis – dinamiška kompleksiška sistema. Žvelgiant iš Euklidinės geometrijos pozicijų pasaulio forma yra chaotiška, fragmentuota, nereguliari, tačiau šis tariamas nereguliarumas slepia giluminę tvarką. Nors erdvinės pasaulio formos sunkiai aprašomos naudojant Euklido geometrijos modelius, ši pirmu žvilgsniu nepastebima, giluminė tvarka gali būti aprašoma naudojant fraktalus.

Gamtinėje aplinkoje dažnai sutinkama fraktalinė struktūra yra būdinga ir miestui. Didžioji dalis miestų yra suplanuoti naudojant Euklido geometrijos formas. Savaimė formavęsi miestai nėra tokie geometriškai taisyklingi ir paprasti, tačiau net ir suplanuotuose miestuose visados atsiranda nedidelė, planuotojų nekontroliuojama ir neplanuota kaita. Taigi visi miestai, kaip ir gamtinės struktūros, turi tam tikro *nereguliarumo* ir *chaotiškumo*. Kitas esminis bendras miesto ir fraktalo požymis – *savipanašumas*. Pastatų grupė panaši į kvartalą, kvartalas – į miesto rajoną, rajonas – į visą miestą. Be abejo, miestams nėra būdingas tikslus savipanaš-

mas, kai mažesnės fraktalo dalys yra identiškos stambesnio mastelio dalims, tačiau apytikslis ir statistinis arba atsitiktinis savipanašumas matomas visose urbanistinėse struktūrose. Kaip ir fraktalui, miestui būdinga mastelių gausa ir *savipanašumas esant skirtingiems masteliams*: panašios funkcijos skirtingose miesto vietose ir esant skirtingiems masteliams, panašios erdvinės struktūros ir kt. Urbanistinės struktūros ar jų dalys, kaip ir fraktalas, kad ir kiek tankėtų, negali visiškai užpildyti jam skirtos erdvės (*porėtumo* požymis) – mieste lieka tam tikrų gamtinio pobūdžio teritorijų, tarp pastatų – erdvių ir pan. Dėl minėtų analogiškų esminių savybių miesto struktūra yra vis dažniau modeliuojama kaip fraktalas (Batty 1994; Salingaros 2005).

Kiek ir kaip fraktalas užpildo jam skirtą erdvę esant įvairiems masteliams nusako fraktalinis indeksas – *D*. Vertinant Kauno urbanistinį potencialą ir atliekant teritorijų fraktalinę analizę, naudojamas *box counting* metodas. Jo esmė: nagrinėjamas urbanistinis piešinys dengiamas skirtingo dydžio tinklu ir skaičiuojamas

užpildytų bei neužpildytų tinklo kvadratėlių skaičius esant skirtingiems masteliams. Taip gaunamas fraktalinis indeksas dažniausiai naudojamas urbanistinėms struktūroms klasifikuoti ir modeliuoti (Frankhauser 2004), tačiau, naudojantis logine analogija su neurbanistinėse struktūrose atliekamų tyrimų rezultatais ir pasirenkant tam tikrą eksponentinį tinklo keitimo dydį, galima fraktalinį indeksą naudoti ir kokybiniam urbanizuotų teritorijų vertinimui.

Atliekant tyrimą remiamasi šiais teiginiais:

- Nikos A. Salingaros atliktuose erdvės suvokimo dėsningumų tyrimuose nustatė architektūrinei urbanistinei kompozicijai būdingą mastelių seką, kurioje kiekvienas aukštesnio mastelio objektas yra didesnis už žemesnio mastelio objektą skaičiumi $e - 2,7$ (Salingaros 1995, 2006). Tai gamtoje sutinkama ir žmogui priimtina mastelių seka, kurią atitinkančios arba į ją įsirašančios antropogeninės sistemos ar objektai gali būti laikomi optimaliais jų kompozicijos suvokimo požiūriu.
- Remiantis Nikos A. Salingaros suformuluotais suvokimo požiūriu optimalios architektūrinės kompozicijos dėsniais, kurių vienas teigia, kad funkcinis ir kompozicinis struktūros centras turi sutapti (Salingaros 1995, 2006) (kalbant apie pusiau ar visai savarankiškai besivystančias sistemas galima teigti, kad ne tik turi, bet ir sutampa), kompozicinės formos kompleksiskumą ir komplikuotumą galima susieti su funkcinio sistemos kompleksiskumu. Medžiaginis kompleksiskumas suprantamas kaip elementų, susietų įvairiais ryšiais, gausa ir įvairovė. Funkcinį kompleksiskumą nusako: sudėtinga struktūra; sistemos atminties buvimas (miestas kaip akmenyje fiksuotas laikas, išorinė sąmonės forma ir kultūrinių bei istorinių artefaktų koncepcija (Cole 1998)) arba gebėjimas atsakyti į išorės poveikius ir prie jų prisitaikyti naudojant grįžtamąjį ryšį (*feedback*) ir kartu keistis bei išlikti. Dėl savo erdvinų struktūrų kompleksiskumo didelė dalis miestų prisitaikė ir išliko bei tenkino radikaliai skirtingų politinių, ekonominių, socialinių sistemų poreikius: vergovės, feodalizmo, kapitalizmo, socializmo, autoritarinių režimų ir demokratinių santvarkų.
- Remiantis erdvės sintaksės teorija (Hillier 2007) galima kalbėti apie vienokios ar kitokios erdvinės formos poveikį joje vykstantiems socialiniams procesams (savotišką erdvinį ir architektūrinį determinizmą) ir matyti abu miesto gyvenimo lygmenis kaip vienos sistemos neatsiejamas dalis, o ne vien tik teritoriją ar erdvę kaip daiktą savyje. Ši teorija pasiūlė iš esmės naują požiūrį į fizinę erdvę, pakeisdama ar papildydama tris iki jos egzistavusius

požiūrius (teritorinį, semantinį, objektyvistinį), ir iš esmės labiau atitinka kompleksinį požiūrį į pasaulį ir mus supančią aplinką.

Fraktalinio indekso naudojimo kokybinei struktūrų analizei analogai:

- Tiriant krūties auglių mėginius, didesnis fraktalinis indeksas rodo vėlesnę darinio raidos stadiją, o mažesnis – gijimo procesą (Sullivan *et al.* 2008).
- Moksliniais tyrimais yra nustatytas atitikimas tarp didesnio fraktalinio indekso ir žmogaus matomo lauko patrauklumo (Hagerhall *et al.* 2004).
- Teksaso universitete atlikti tyrimai rodo tiesioginį ryšį tarp gatvių tinklo didesnio kompleksiskumo ir fraktalinio indekso dydžio (Yongmei *et al.* 2004).
- Remiantis fraktalinės analize teikiami siūlymai urbanizuotos aplinkos ekologiniam optimalumui užtikrinti (Haowei *et al.* 2011) ir kt.

Taigi iš esmės galima teigti, kad fraktalinis indeksas ne tik atskleidžia vertinamos struktūros formos savybes, bet ir jos funkcines galimybes arba, kitaip tariant, **potencialą**. Šis potencialas, kalbant apie urbanistinę Kauno struktūrą, gali būti visiškai, iš dalies išnaudojamas arba visai nepanaudojamas. Pvz., Kaunas – žalias miestas, neišnaudojantis turimo potencialo. Fraktalų savybių raiška objekte rodo jo, kaip organizmo arba kompleksiškos dinaminės sistemos, gyvybingumą, kompleksiskumo laipsnį, multifunkciškumą, prisitaikymo ir evoliucionavimo galimybes, talpumą – esamos erdvinės struktūros galimybę integruoti įvairias funkcijas ir panaudas, nekeičiant savo formos.

Atliekamo tyrimo tikslas – Kauno miesto teritorijų urbanistinio potencialo kompleksiškas vertinimas, išryškinant centrinės dalies potencialą (atnaujinimo, konversijos, plėtros požiūriu) viso miesto kontekste. Urbanistinis potencialas suprantamas kaip metafunkcinės miesto teritorijų galimybės. Jos gali būti panaudojamos šiuo metu, neišnaudojamos arba teritorija gali turėti jas ateityje.

Vertinant urbanistinį potencialą atliekamas keturių urbanistinės struktūros sudedamųjų dalių fraktalinių indeksų skaičiavimas: *pastatų, gatvių, želdynų, viešųjų erdvių*. Pastarosios suprantamos kaip vienas iš trijų svarbiausių miesto gyvenimo požymių. Pagal L. Mumford tai – gatvės kultūros formavimosi erdvės (Mumford 1960, 1968): pakankamai seklūs ir integruojančios vidinės miesto erdvės *Space Syntax* teorijos požiūriu (Hillier 2007).

Tyrimo rezultatai, naudojant perdengimo metodą, leis išryškinti metafunkcines Kauno miesto zonas: urbanistinį karkasą, gamtinį karkasą ir fonines, neišnaudotų urbanistinės kokybinės ir kiekybinės plėtros galimybių teritorijas, nurodant jų urbanistinės morfostruktūros trūkumus. Rezultatai taip pat leis

identifikuoti vertingų urbanistinių teritorijų erdvinio kodo kompleksiškus parametrus, kurie gali būti naudojami reglamentuojant teritorijų panaudojimą. Pvz.: urbanistinis karkasas – aukštas pastatų, viešųjų erdvių, gatvių fraktalinis indeksas, mažas želdynų fraktalinis indeksas; gamtinis karkasas (Kavaliauskas 1992) – mažas pastatų, kelių, viešųjų erdvių fraktalinis indeksas, didelis želdynų fraktalinis indeksas; saugomos urbanistinės struktūros dalies fraktalinis indeksas gali būti naudojamas kaip tam tikras išsaugotino *status quo* indikatorius ir kt.

Atliekant skaičiavimus visa miesto teritorija dalinama į sąlyginius tyrimo vienetus, pasižyminčius savitu morfotipu ar jų rinkiniu, funkcinium vienetu, semantiniu ir istoriniu bendrumu. Teritorinių tyrimo vienetų ribos nesutampa su miesto seniūnijų administracinėmis ribomis. Tokių vienetų išskirta 29. Kiekvieno tyrimo vieneto fraktalinis indeksas lyginamas su viso miesto fraktaliniu indeksu ir kai kuriais kitų autorių atliekant Vakarų Europoje tyrimus nustatytais atitinkamų urbanistinių morfotipų dominuojančiais fraktaliniais indeksais. Pastarasis palyginimas atliekamas tik pastatams kaip svarbiausiems miesto srautų ir procesų generatoriams. Esant skirtingiems morfotipams tyrimo vienetė taip pat nustatomas ir dominuojančio morfotipo fraktalinis indeksas ir lyginamas su visos tyrimo vieneto teritorijos fraktaliniu indeksu. Taip nustatomas esamo užstatymo poveikis teritorijos funkciniam ir kompoziciniam kompleksškumui, jos užpildo tolygumas/netolygumas ir tam tikros fraktalinio indekso didinimo urbanistinėmis priemonėmis ribos.

Tyrimų rezultatai: Kauno miesto teritorijų urbanistinio potencialo vertinimas

Fraktalinė pastatų analizė. Pastatai – tai esminiai urbanistinių srautų generatoriai, kuriuos papildo viešosios erdvės. Bendras fraktalinis viso Kauno miesto užstatymo indeksas lygus 1,445. Lyginant jį su Prancūzijoje Pierre Frankhauser vykdytos tyrimų programos *Research program of the French Ministry of Planning about the „emergent cities“* (Morphological... 2011) rezultatais (juose apibendrinami Angers, Basel, Brussels, Cergy-Pontoise, Lille, Lyon, Milan, Montbéliard, Ruhr, Saarbrücken, Stuttgart, Strasbourg, Barcelona, Dijon, Helsinki urbanistinių struktūrų tyrimai), kur nustatytas žemiausias priemiesčių fraktalinis indeksas yra 1,61, galima teigti, kad užstatymo požiūriu Kaunas yra ne tik žymiai ekstensyviau urbanizuotas, labiau monofunkcinis ir pan., tačiau kaip urbanistinė sistema veikia iš esmės mažiau efektyviai arba yra netgi žemesniame urbanistinės evoliucijos lygmenyje. Vakarų Europoje fraktalinio indekso skirtumai tarp skirtingų

morfotipų (fraktalinis centro indeksas kinta nuo 1,8 iki 1,95; modernistinių miegamųjų rajonų – nuo 1,63 iki 1,77; priemiesčių – nuo 1,61 iki 1,87) nėra tokie dideli kaip Kaune. Tai rodo, kad netgi iš esmės skirtingi užstatymo morfotipai gali pasiekti pakankamai aukštą kompleksškumo laipsnį neprarasdami savitų charakteristikų. Tikėtina, kad Kaune yra galimybių didinti urbanistinių teritorijų potencialą neprarandant vertingų jų savybių.

Senamiestis, Naujamiestis ir istoriniai priemiesčiai Žaliakalnis bei Žemieji Šančiai turi pakankamai artimą vienas kitam fraktalinį indeksą, nors jų morfostruktūra iš esmės skiriasi. Tai lokaliu pavyzdžiu patvirtina viso miesto teritorijos užstatymo kompleksškumo didinimo galimybes, neprarandant vertingų jų charakteristikų (1 pav.).

Senamiestyje, Naujamiestyje, Žaliakalnyje ir Sargėnuose lyginant visos teritorijos ir jos dominuojančio morfotipo fraktalinius indeksus nustatyta, kad morfotipų įvairovė didina teritorijos užstatymo kompleksškumą ir kartu – jos potencialą. Ten, kur neprieštaraujama kultūros paveldo apsaugos reikalavimams, įvairovę būtų skatintina didinti ir paveldinėse miesto dalyse. Sargėnai galėtų būti tam tikras principinis modelis priemiesčio kaimynystėms, Žaliakalnis – artimoms miesto centrui kaimynystėms.

Senamiesčio ir Naujamiesčio atskirų kvartalų fraktalinio indekso netolygumai rodo esminę šių teritorijų kompleksškumo didinimo galimybę. Tai patvirtina ir šiandieninės Senamiesčio situacijos lyginimas su 1863 m. (Naujamiestis tada dar nebuvo užstatytas visiškai) (2 pav.). Didinamo fraktalinio indekso riba galėtų tapti Senamiestyje didžiausią fraktalinį indeksą turinčio kvartalo lygis.

Užstatymo požiūriu kompleksškiausios teritorijos yra Senamiestis, Naujamiestis, Žaliakalnis ir Žemieji Šančiai (žr. lentelę). Šios teritorijos turi didžiausią urbanistinių potencialą Kaune, tačiau, nepaisant to, palyginti su vakarų analogais, gali būti gerokai tankinamos arba didinama jų morfostruktūrinė įvairovė, neprarandant vertingų esamos morfostruktūros savybių, jeigu tai neprieštaruoja kultūros paveldo apsaugos reikalavimams. Žemieji Šančiai – pavyzdys teritorijos, kuri savo jau turimo urbanistinio potencialo neišnaudoja – esamos funkcijomis teritorija gali būti prilyginta miesto periferijai, tačiau jos užstatymo morfostruktūros fraktalinis indeksas artimas miesto centrui. Tai leidžia daryti prielaidą, kad Žemieji Šančiai galėtų būti viena iš centro plėtros krypčių, panaudojant esamą teritorijos užstatymo potencialą ir išsaugant esminius užstatymo principus. Iš dalies tai pasakytina ir apie Žaliakalnį.

Nustatytos kelios teritorijos, kuriose nėra vientisos urbanistinės struktūros požymių: Veršva, Kleboniškis,



1 pav. Kauno Senamiesčio (A), Naujamiesčio (B), Žaliakalnio (C) ir Žemųjų Šančių (D) užstatymo analizės brėžiniai, iliustruojantys morfostruktūros skirtumus

Fig. 1. Schemes of development analysis of Kaunas Old Town (A), New Town (B), Zaliakalnis (C) and Zemieji Sanciai (D) districts exemplifying differences of morfostructure



2 pav. 1863 m. Kauno užstatymas

Fig. 2. Development of Kaunas in 1863

Neries slėnis (žr. lentelę). Neturinčios fraktalinės struktūros arba žemą užstatymo (ir aukštą želdinių) fraktalinį indeksą turinčios teritorijos yra potencialiai palankios gamtiniam karkasui formuoti: Panemunė, Petrašiūnai, Jiesia, Veršva, Lampėdžiai, Kleboniškis, Romainiai, Palemonas.

Foninės užstatymo teritorijos, kurių urbanistinis potencialas vertinant užstatymo fraktalinį indeksą yra artimas bendram miesto fonui (žr. lentelę), gali būti renovuojamos siekiant padidinti jų fraktalinį indeksą. Jis gali būti didinamas tiek didinant užstatymo intensyvumą, tiek morfotipų įvairovę.

Gatvių tinklo fraktalinė analizė. Gatvės yra pagrindiniai ryšiai tarp urbanistinių srautų generatorių – pastatų. Apibendrinant tyrimų rezultatus galima teigti, kad visa miesto teritorija yra pakankamai gerai pasiekiamą ir gatvių tinklas yra pakankamai tolygus visame mieste. Iš esmės jis gali būti radikaliai nekeičiamas.

Nuo foninio fraktalinio indekso atsilieka tik teritorijos, kuriose yra didelių gamtinių plotų arba dominuoja vienos linijinės gatvės struktūra: Jiesia, Aleksotas, Veršva, Kleboniškis ir kt.

Fraktalinis gatvių indeksas galėtų būti didinamas tik arčiau centro esančiose, potencialiose jo plėtros ar jo funkcionavimui svarbiose teritorijose: Vilijampolėje ir Aleksote (3 pav.).

Žaliakalnis ir Žemieji Šančiai formuoja savotišką „aukštesnio indekso“ zoną aplink centro branduolį ir šiuo požiūriu yra šiek tiek mažesnį fraktalinį indeksą turinčio Senamiesčio ir Naujamiesčio pilnavertį funkcionavimą užtikrinanti teritorija (tarsi kraujagyslės, tiekiančios kraują širdžiai) (4 pav.).

Lyginant su 1863 m. esamas Kauno gatvių fraktalinis indeksas yra mažesnis, o tai rodo prastesnį visos teritorijos pasiekiamumą ir didesnį gatvių tinklo ne-

tolygumą (žr. lentelę). Tai savotiškas Kauno paradoksas: pasauliniai tyrimai rodo nuosekliai augantį gatvių tinklo fraktalinį indeksą vystantis ir augant miestui – ypač centrinėse dalyse (Lu, Tang 2004).

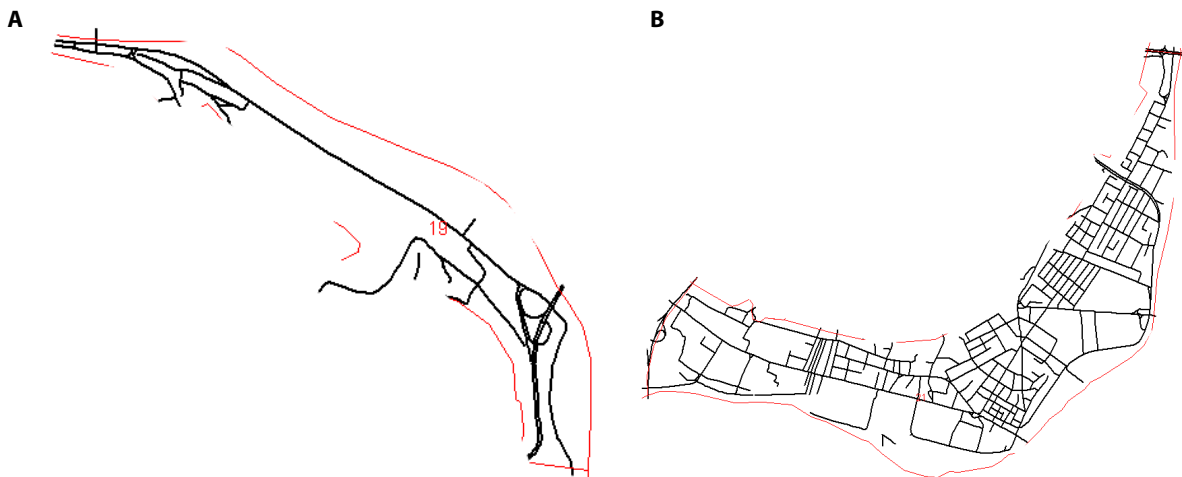
Viešųjų erdvių fraktalinė analizė. Viešosios erdvės atliekant tyrimą apibrėžtos kaip gatvės kultūros erdvės (vienas iš esminių miesto gyvenimo požymių pagal L. Mumford (Mumford 1960, 1968)). Joms priskiriamos neintensyvaus transporto gatvės senamiestyje, pėsčiųjų gatvės, aikštės, skverai, žaliųjų teritorijų dalys arti užstatymo, kai jas kerta į traukos centrus aiškiai orientuoti takai, pėsčiųjų zonos greta svarbių gatvių, kuriose formuojasi multifunkcis koridorius, artimas Naujojo urbanizmo koridorių modeliams (American... 2006), savaime besiformuojančios viešosios erdvės greta prekybos centrų ir kt.

Lyginant su pastatų ir gatvių tinklo analizės rezultatais, viso miesto viešųjų erdvių fraktalinis indeksas yra gerokai žemesnis. Tai rodo šios urbanistinės struktūros sąlyginį silpnumą Kaune ir leidžia teigti, kad viešųjų erdvių sistema mieste yra neišvystyta ir pakankamai kryptingai neformuota.

Miesto centras (Senamiestis ir Naujamiestis) išsiskiria aukščiausiu fraktaliniu indeksu, kuris šio užstatymo morfotipo atveju praktiškai pasiekia maksimumą. Nedidelis rezervas viešųjų erdvių indeksui didinti Naujamiestyje – jam būdingų pasაžų kūrimas.

Artimoje miesto centro zonoje – Žaliakalnyje situaciją gerina erdvės greta Savanorių prospekto (savotiška kukli bendrojo urbanistinio koridoriaus forma) ir Ažuolyno dalys. Žemųjų Šančių viešųjų erdvių fraktalinis indeksas artimas viso miesto foniniam indeksui (neišvystyta struktūra) (5 pav.).

Kitose miesto teritorijose, kuriose fraktalinis indeksas artimas bendram miesto fonui, situaciją gelbsti



3 pav. Aleksoto (A) ir Vilijampolės (B) gatvių tinklo struktūra, kurios D turėtų būti didinamas

Fig. 3. Structure of streets network in Aleksotas (A) and Vilijampole (B) D of which has to be increased



4 pav. Kauno Senamiesčio (A), Naujamiesčio (B), Žaliakalnio (C) ir Žemųjų Šančių (D) gatvių tinklo analizės brėžiniai, iliustruojantys tinklo netolygumą

Fig. 4. Schemes of streets network analysis of Kaunas Old Town (A), New Town (B), Zaliakalnis (C) and Zemieji Šanciai (D) districts exemplifying unevenness of network

žaliosios erdvės, atliekančios ir viešųjų erdvių funkciją, erdvės besiformuojančiose centrinėse vietose (greta prekybos centrų) ir savaime susiformavę urbanistinių koridorių fragmentai (žr. lentelę).

Fraktalinė želdynų analizė. Želdynai atlieka kompensacinę ir srautų žaliųjų generatorių vaidmenį bipolėje miesto metafunkcinių zonų sistemoje.

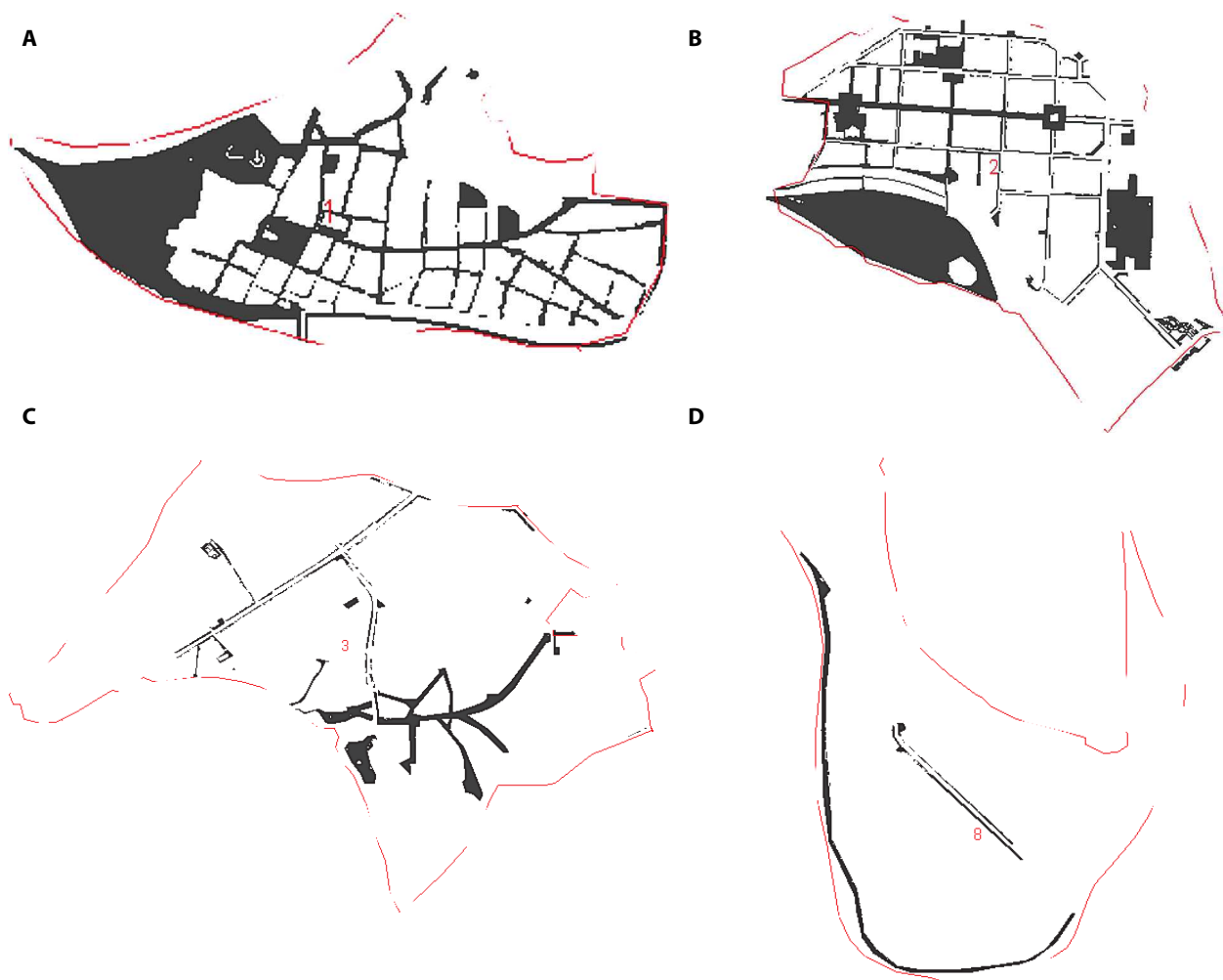
Nors Kauno struktūra pakankamai kompaktiška, miestas turi didelį gamtinį potencialą, kuris nėra intensyviai naudojamas miesto reikmėms. Nemaža dalis aukštą želdynų potencialą turinčių teritorijų yra izoliuotos nuo miesto jų naudojimo nekatalizuojančių kaimyninių funkcijų, pvz., Davalgonių miškas greta rytinio pramonės rajono. Miestui būdinga iš „salų“ sudaryta želdynų sistema, kurią būtų tikslinga papildyti žaliosiomis jungtimis. Galbūt formuojant jungtis galima atsakyti dalies mažesnio rekreacinio ir ekologinio

potencialo bei sunkiau pasiekiamų žaliųjų teritorijų, išlaikant bendrą arba rajoninį nepakitusį fraktalinį jų indeksą ir taip užtikrinant želdynų naudojimo intensyvumo didinimą.

Išskirtinė Kauno centro situacija: jis turi ne tik aukščiausią mieste urbanistinį, bet ir pakankamai aukštą gamtinį potencialą. Galima teigti, kad čia realiai egzistuoja „kompaktiško ir ekologiško miesto“ modelis (6 pav.).

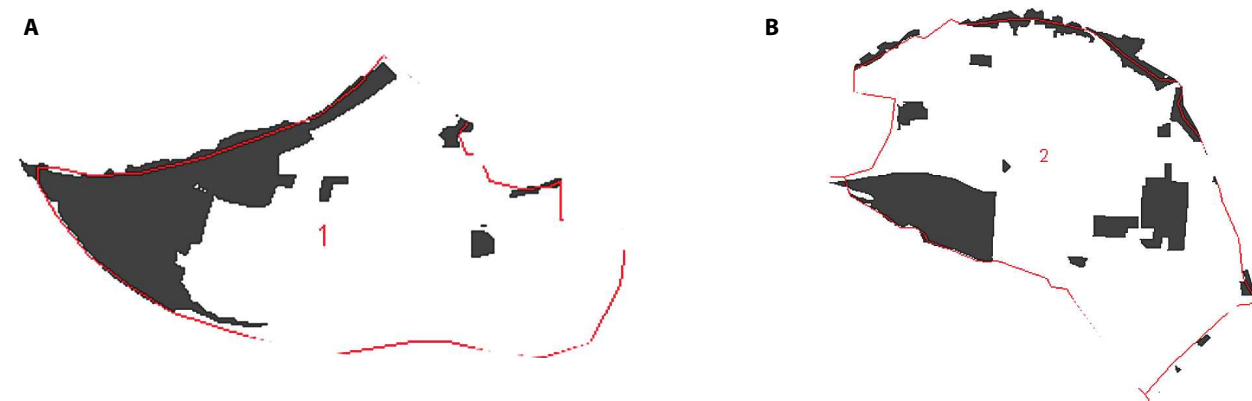
Gamtinį miesto karkasą tikslinga projektuoti Kleboniščio, Panemunės, Lampėdžių ir kitose mažesnėse iš dalies gamtinėse teritorijose.

Pakankamai svarbų vaidmenį didinant gamtinį miesto teritorijų potencialą atlieka buvę Kauno tvirtovės gynybiniai statiniai, pvz., Klinikų rajono pakankamai aukštas gamtinis potencialas iš esmės užtikrinamas septintojo forto (žr. lentelę).



5 pav. Kauno Senamiesčio (A), Naujamiesčio (B), Žaliakalnio (C) ir Žemųjų Šančių (D) viešųjų erdvių analizės brėžiniai, iliustruojantys viešųjų erdvių struktūros skirtumus: maksimalus D Senamiestyje (A) bei Naujamiestyje (B) ir didintinas D Žaliakalnyje (C) ir Žemuosiuose Šančiuose (d)

Fig. 5. Schemes of public spaces analysis of Kaunas Old Town (A), New Town (B), Zaliakalnis (C) and Zemiejų Šančiai (D) districts exemplifying differences of structure of public spaces: maximum D in Old Town (A) and New Town (B) and D to be developed in Zaliakalnis (C) and Zemiejų Šančiai (D)



6 pav. Kauno Senamiesčio (A) ir Naujamiesčio (B) želdynų analizės brėžiniai, iliustruojantys „kompaktiško ir ekologiško miesto“ modelį

Fig. 6. Schemes of greenery analysis of Kaunas Old Town (A) and New Town (B) exemplifying model of “compact and ecological town”

Lentelė. Kauno urbanistinių struktūrų fraktalinės analizės rezultatai**Table.** Results of fractal analysis of Kaunas urban structures

Tyr. vnt. Nr.	Sąlyginis pavadinimas	Užstatymo <i>D</i>	Gatvių <i>D</i>	Viešųjų erdvių <i>D</i>	Želdynų <i>D</i>	Pastabos
	Kauno miestas	1,445* (1,248 pagal 1863 m. duomenis)	1,458 (1,494 pagal 1863 m. duomenis)	1,215 (1,494 pagal 1863 m. duomenis)	1,541 (1,236 pagal 1863 m. duomenis)	Tai bendras foninis atskirų struktūrų fraktalinis indeksas viso miesto teritorijoje.
1.	Senamiestis	1,51 (1,327 pagal 1863 m. duomenis)	1,359 (1,444 pagal 1863 m. duomenis)	1,487 (1,444 pagal 1863 m. duomenis)	1,498 (1,178 pagal 1863 m. duomenis)	
	Dominuojantis morfotipas	1,607	1,383 (su Vilniaus g.)			Netolygus fraktalinis užstatymo indeksas rodo teritorijos potencialo didinimo galimybes neprarandant esminių erdvių jos charakteristikų.
2.	Naujamiestis	1,567	1,405	1,569	1,494	
	Dominuojantis morfotipas	1,578	1,425 (su Laisvės al.)			Netolygus fraktalinis užstatymo indeksas rodo teritorijos potencialo didinimo galimybes neprarandant esminių erdvių jos charakteristikų.
3.	Žaliakalnis	1,5	1,442	1,348	1,512	
	Dominuojantis morfotipas	1,363				Pastatų užpildo fraktalinio indekso skirtumai rodo morfostruktūros įvairovės svarbą urbanistiniam teritorijos potencialui.
4.	Klinikos ir 7 fortas	1,515	1,483	0,9486	1,277	
	Dominuojantis morfotipas	1,328				Pastatų užpildo fraktalinio indekso skirtumai rodo morfostruktūros įvairovės svarbą urbanistiniam teritorijos potencialui.
5.	Kalniečiai – Eiguliai – Dainava	1,521	1,454	1,313	1,373	Teritorijos viešųjų erdvių pakankamai aukštą urbanistinį potencialą lemia žalieji plotai, atliekantys viešosios erdvės funkcijas.
	Dominuojantis morfotipas	1,422				Indekso pokytis parodo įvairovės svarbą ir modernistinių rajonų urbanistinės renovacijos realias galimybes bei galimus kelius.
6.	KTU – Girstutis – Baršausko g.	1,498	1,421	1,158	1,424	
7.	A. Šančiai	1,444	1,43	0,6568	1,582	
8.	Ž. Šančiai	1,539	1,447	1,224	1,442	Atsižvelgiant į esamą teritorijos naudojimą galima teigti, kad ji turi didelį neišnaudotą urbanistinį potencialą.

Lentelės pabaiga

Tyr. vnt. Nr.	Sąlyginis pavadinimas	Užstatymo D	Gatvių D	Viešųjų erdvių D	Želdynų D	Pastabos
	Gyvenamasis sodybinis užstatymas greta Nemuno	1,431				
	Buv. Kareivinių kompleksas	1,434				
9.	Rytinis pramonės raj.	1,516	1,363	1,158	1,569	Atsižvelgiant į esamą teritorijos naudojimą galima teigti, kad ji turi didelį neišnaudotą urbanistinį potencialą.
	Rajono dalis	1,567				
10.	Amalių sodai – 6 fortas	1,282	1,434	-	1,342	
11.	Palemonas	1,386	1,402	-	1,625	
12.	Petrašiūnai	1,401	1,31	1,162	1,606	Teritorijos viešųjų erdvių kompleksiskumą lemia žalieji plotai, atliekantys viešosios erdvės funkcijas.
13.	Panemunė – Vičiūnai	1,334	1,349	1,261	1,695	Teritorijos viešųjų erdvių kompleksiskumą lemia žalieji plotai, atliekantys viešosios erdvės funkcijas.
14.	Rokai – A. Panemunė	1,189	1,427	1,178	1,505	Nevisiškai urbanizuota teritorija.
15.	Rokai – Rokeliai – Vaišvydava	1,174	1,415	0,928	1,43	Nevisiškai urbanizuota teritorija.
16.	Jiesia	1,041	1,219	-	1,598	Pusiau gamtinė teritorija.
17.	Seniava – 3 fortas	1,413	1,502	1,005	1,421	
18.	Freda – oro uostas	1,405	1,399	1,028	1,184	
19.	Aleksotas	1,29	1,268	0,6266	1,477	Linijinė gatvių struktūra.
20.	Marvelė	1,148	1,326	0,682	1,483	
21.	Vilijampolė	1,476	1,427	1,09	1,427	
22.	Šilainiai	1,449	1,475	1,023	1,326	
	Kvartalų grupė	1,401				
23.	Veršva	0,8903	1,393	-	1,693	Pusiau gamtinė teritorija.
24.	Lampėdžiai	1,188	1,294	1,061	1,552	
25.	Romainiai	1,19	1,405	0,9202	1,637	
26.	Sargėnai	1,479	1,439	1,06	1,084	
	Sargėnai be Megos	1,444				
27.	Kleboniškis	0,9643	1,289	0,7557	1,786	Pusiau gamtinė teritorija.
28.	Neries slėnis	0,7486	1,222	-	1,403	Savipanašios urbanistinės struktūros nėra. Linijinė gatvių struktūra.
29.	Jonavos gatvė	1,214	1,163	0,9999	1,421	Linijinė gatvių struktūra.

* geltona spalva žymimos fraktalinio indekso didžiausios reikšmės, žalia – mažiausios, raudona – bendras foninis atskirų struktūrų fraktalinis indeksas viso miesto teritorijoje.

Išvados ir siūlymai

Tyrimo rezultatai, naudojant urbanistinių struktūrų nustatytų potencialų integravimo metodą, leidžia išryškinti metafunkcines Kauno miesto zonas:

1. Kompaktiškas Kauno miesto branduolys, sujungiantis urbanistinių ir gamtinių karkasus („kompaktiškas ekologiškas miestas“), kurių potencialas nėra visiškai išnaudojamas šiuo metu: Senamiestis, Naujamiestis, Žaliakalnis, Žemieji Šančiai.
 - 1.1. Senamiestis ir Naujamiestis – vientisa kompaktiška teritorija, integruojanti urbanizuotas ir gamtines teritorijas.
 - 1.2. Žaliakalnis ir Žemieji Šančiai – teritorija, savo potencialu artima Senamiesčiui ir Naujamiesčiui, tačiau jai būdingas netolygios porėtos struktūros modelis. Iš esmės ji tokia ir galėtų išlikti vystantis miesto centrui. Nors erdvinė šių teritorijų struktūra artima centrui, tačiau teritorijų panaudojimas būdingas miesto periferijai – tai liudija neišnaudotą esamų struktūrų urbanistinių potencialą ir kokybinės centro plėtros galimybes.
2. Senamiestyje ir Naujamiestyje urbanistinis teritorijų potencialas gali būti didinamas didinant teritorijų panaudojimo tolygumą. Žaliakalnyje ir Žemuosiuose Šančiuose urbanistinis potencialas užtikrinamas ir gali būti didinamas didinant užstatymo ir funkcijų įvairovę. Žvelgiant iš istorinės perspektyvos (lyginant 1863 ir 2011 m. situaciją) yra reali užstatymo tankėjimo galimybė, neprarandant savasties Senamiestyje ir Naujamiestyje, ir įvairovės didinimas, neprarandant savasties Žaliakalnyje bei Žemuosiuose Šančiuose.
3. Potencialios urbanistinio karkaso plėtros teritorijos: Kalniečiai – Eiguliai – Dainava, Šilainiai, Freda, Rokai – Vaišvydava. Didinant minėtų teritorijų potencialą naudotinas Naujojo urbanizmo kaimynystės modelis – taigi didintina jų įvairovė. Kita vertus, Vakarų Europos analogai rodo galimybę didinti fraktalinių modernistinių miegamųjų rajonų indeksą ir išsaugoti dominuojantį jų morfotipą.
4. Gamtinio karkaso didžiausio potencialo teritorijos: Panemunė, Petrašiūnai, Jiesia, Veršva, Lampėdžiai, Kleboniškis, Romainiai, Palemonas. Ne visose teritorijose yra prielaidos turimam gamtiniam potencialui panaudoti. Potencialas gali būti realizuotas transformuojant žaliųjų plotų – salyno tipą į žaliųjų plotų tinklą. Petrašiūnai, Rytinis pramonės rajonas, Romainiai, Palemonas gali ateityje derinti gamtinio karkaso ir didinamo urbanistinio karkaso potencialus.
5. Gatvių tinklas mieste yra pakankamai tolygus, tačiau ryškėja savotiškas ypatumas: apie mažesnio fraktalinio indekso centrą formuojasi Žaliakalnio ir

Žemųjų Šančių didesnio fraktalinio indekso žiedas. Tikslinga užbaigti formuoti šį transporto kapiliarų žiedą apie centro „širdį“ – šiuo atveju didžiausias dėmesys skirtinas Aleksotui ir Vilijampolei. Apskritai pakankamai tolygus gatvių tinklas Kaune sukuria neblogas prielaidas urbanistiniam potencialui tolyginti remiantis kitais tirtais jam svarbiais pastatų, viešųjų erdvių, želdynų aspektais.

6. Gauti tyrimų rezultatai naudotini keliais būdais: kaip pagrindas Kauno vystymo koncepcijai metafunkciniame lygmenyje; kaip esamų, savaime susiformavusių arba kryptingai suformuotų, efektyviai fraktalinių miesto struktūrų indeksą keliančių modelių, tinkančių konkrečiam sąlyginiam teritoriniam miesto vienetui, identifikavimo priemonė; kaip pagrindas vertinant konkrečių urbanistinių invazijų poveikį urbanistiniam potencialui ir konkrečios teritorijos savasčiai.

Literatūra

- American Planning Association. *Planning and Urban Design Standards*. 2006. John Wiley & Sons, Inc. 713 p.
- Batty, M.; Longley, P. 1994. *Fractal Cities: a Geometry of Form and Function*. Academic Press. 394 p.
- Cole, M. 1998. *Cultural Psychology: A Once and Future Discipline*. Belknap Press of Harvard University Press. 416 p.
- Frankhauser, P. 2004. Comparing the Morphology of Urban Patterns in Europe – a Fractal Approach, in A. Borsdorf and P. Zembri (Eds.). *European Cities – Insights and outskirts*. Report COST Action 10 Urban Civil Engineering 2(Structures): 79–105. Brussels.
- Hagerhall, C. M.; Purcell, T.; Taylor, R. 2004. Fractal Dimension of Landscape Silhouette Outlines as a Predictor of Landscape Preference, *Journal of Environmental Psychology* 24: 247–255. doi:10.1016/j.jenvp.2003.12.004
- Haowei, W.; Xiaodan, S.; Cuiping, W.; Rencai, D. 2011. Fractal analysis of urban form as a tool for improving environmental quality, *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 1: 1–5. doi:10.1080/13504509.2011.603760
- Hillier, B. 2007. *Space is the Machine*. UCL. 344 p.
- Kavaliauskas, P. 1992. *Metodologiniai kraštovarkos pagrindai*. Vilnius: Akademija. 147 p.
- 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: 895–911. doi:10.1068/b3163
- Morphological investigations* [interaktyvus], [žiūrėta 2011 m. spalio 10 d.]. Prieiga per internetą: <<http://thema.univ-fcomte.fr/IMG/pdf/PresConstance2.pdf>>.
- Mumford, L. 1960. *The City in History*. New York: Harcourt, Brace Jovanovich.
- Mumford, L. 1968. *The Prospect of Cities*. New York: Harcourt, Brace and the World.
- Salingaros, N. A. 1995. *The Laws of Architecture from a Physicist's Perspective* [interaktyvus]. *Physics Essays*, 8(4): 638–643. [žiūrėta 2010 m. gruodžio 15 d.]. Prieiga per internetą: <<http://math.utsa.edu/ftp/salingar.old/Laws.html>>.

- Salingaros, N. A. 2005. *Principles of Urban Structure (Design/science/planning)*. Amsterdam, Holland: Techne Press. 252 p.
- Salingaros, N. A. 2006. *A Theory of Architecture*. Germany: Umbau-Verlag, Solingen. 278 p.
- Sullivan, R.; Holden, T.; Tremberger, G.; Cheung, Jr. E.; Branch, C.; Burrero, J.; Surpris, G.; Quintana, S.; Rameau, A.; Gadura, N.; Yao, H.; Subramaniam, R.; Schneider, P.; Rotenberg, S. A.; Marchese, P.; Flamholz, A.; Lieberman, D.; Cheung, T. 2008. Fractal Dimension of Breast Cancer Cell Migration in a Wound Healing Assay, *Engineering and Technology* 44: 25–30.
- Wang, H.; Su, X.; Wang, C.; Dong, R. 2011. Fractal analysis of urban form as a tool for improving environmental quality, *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*. doi:10.1080/13504509.2011.603760

JŪRATĖ KAMIČAITYTĖ-VIRBAŠIENĖ

Assoc. Prof., Kaunas University of Technology, Department of Architecture and Land Management, Studentų g. 48, 51367 Kaunas, Lithuania. E-mail: jurate.kamicaityte@ktu.lt.

Publications: author and co-author of 19 research papers. Projects: author and co-author of 14 architectural and territory planning projects, co-author of one urban structure research project and requirements for architectural competitions. Research interests: landscape visual quality analysis, evaluation and regulation by means of environmental design, methods of planned activity or object visual impact assessment, analysis of social preferences evaluating landscape visual quality and use of the analysis results in territory planning.

EVALUATING THE POTENTIAL OF URBAN STRUCTURES: KAUNAS CASE

K. Zaleckis, J. Kamičaitytė–Virbašienė

Abstract. The regenerative potential of a city as an ever-changing complex system is revealed by the evaluation results of the potentials of its subsystems. To reach this aim, method of fractal analysis can be used, which not only reveals the form properties of an evaluated structure but its functionality as well. The urban potential is understood as meta-functional possibilities of city territories, which are determined by fractal indexes of structures (as generators of streams), streets (as connections between generators), greenery (as eco-compensational territories and green generators of streams in bipolar system of meta-functional zones of a city) and public spaces (as generators of streams and spaces of communications). Using this method, evaluation of potential of Kaunas urban structures was performed. The results of the analysis allowed identifying meta-functional zones of Kaunas city: urban frame, nature frame and background areas with unused potential of urban qualitative and quantitative development, indicating the weak sides of their urban morphological structure. The results also allowed identifying complex parameters of a spatial code of valuable urban areas that can be applied regulating use of the territories.

Keywords: urban potential, urban morphostructure, public spaces, streets network, greenery, Kaunas.

KĘŠTUTIS ZALECKIS

Assoc. Prof., Kaunas University of Technology, Department of Architecture and Land Management, Studentų g. 48, 51367 Kaunas, Lithuania. E-mail: kestutis.zaleckis@ktu.lt.

Publications: author and co-author of 16 research papers. Projects: co-author of 4 urban structure research project, 4 international architectural-urban research projects, author and co-author of four requirements for architectural competitions. Research interests: evolution of urban genotype, urban history, military architecture.