

Kauno miesto želdynų sistema: taikytini teoriniai modeliai, potencialas ir jo didinimo galimybės

Jūratė Kamičaitytė-Virbašienė*¹, Kęstutis Zaleckis²

*Kauno technologijos universiteto Statybos ir architektūros fakulteto
Architektūros ir kraštotvarkos katedra. Studentų g. 48, LT-51367 Kaunas
Tel. (8-37) 451546, el. paštas: ¹jurate.kamicaityte@ktu.lt, ²kestutis.zaleckis@ktu.lt*

(Gauta 2014 m. sausio mėn.; atiduota spaudai 2014 m. balandžio mėn.; prieiga internete nuo 2014 m. gegužės 02 d.)

Anotacija

Iki šiol galiojusiam Kauno miesto savivaldybės bendrajame plane iki 2013 m. buvo skirtas dėmesys rekreacinei infrastruktūrai, numatant gerinti ekologiniu požiūriu stabilijų bei atsvaros zonų kokybę, buvo siekiama urbanistinio ir gamtinio karkasų suderinimo. Tačiau bendrojo plano įgyvendinimo stebėsenos rezultatai leidžia teigti, kad gamtinės teritorijos plėtojosi nežymiai, daugiausiai vyko esamų žaliųjų plotų priežiūra ir tvarkymas; intensyviau buvo plėtojamose monofunkcinės komercinės, sandėliavimo ir logistikos teritorijos, mažiau – pramonės teritorijos ir tik pavienės viešosios erdvės ir visuomeniniai objektai. Miesto želdynų sistemos, kaip sudėtinės žaliosios infrastruktūros dalies, darnaus vystymo siekis rengiant Kauno miesto bendrąjį planą iki 2023 m. lėmė esamos miesto želdynų sistemos potencialo įvertinimo būtinybę ir jo didinimo galimybių numatymo poreikį. Straipsnio tikslas – apžvelgti Kauno miesto želdynų sistemos potencialo vertinimo rezultatus palyginant juos su kitų urbanistinių substruktūrų ir kitų miestų želdynų sistemų potencialo vertinimo rezultatais bei pateikti jo didinimo galimybes. Darbo rezultatai leido pasiūlyti siektiną želdynų sistemos teorinį modelį, numatyti perspektyvias Kauno miesto gamtinio karkaso teritorijas, galimybes didinti želdynų sistemos integralumą, laidumą ir struktūrinių dalių įvairovę.

Reikšminiai žodžiai: želdynų sistema, Kaunas, žalioji infrastruktūra, fraktalinė analizė.

Abstract

In accordance with the former comprehensive plan of Kaunas the attention was paid to recreational infrastructure providing improvement of quality of stable and balance zones from ecological point of view; the aim was to harmonize natural and urban frames. However, the results of monitoring of implementation of the comprehensive plan let to state, that natural areas were developed marginally, the maintenance and management of the existing green areas mainly took place, the development of mono-functional commercial, warehousing and logistics areas was more intense, the development of industrial areas was less intense and only single public spaces and objects were developed. Objective to develop the city greenery system as a component of green infrastructure while preparing the comprehensive plan of Kaunas till 2023 determined the necessity to evaluate the existing potential of the system and to foresee the possibilities of its increase. Considering this, the purpose of the article is to present the results of Kaunas greenery system potential evaluation comparing them with the evaluation results of the potential of other urban sub-structures and other cities greenery systems and to present the possibilities of the potential increase. The analysis results led to propose the target theoretical model of the greenery system, potential areas of natural frame in Kaunas city, opportunities for increasing of integrity and permeability of the greenery system and diversity of its structural components.

Key words: greenery system, Kaunas, green infrastructure, fractal analysis.

Įvadas

Žalioji infrastruktūra – strategiškai suplanuotas gamtinių ir pusiau gamtinių zonų tinklas, kuriame kiti aplinkos objektai suprojektuoti ir tvarkomi siekiant sudaryti sąlygas įvairioms ekosistemų funkcijoms. Ji apima žaliąsias zonas (arba mėlynąsias, jei tai jūrinės ekosistemos) ir kitus fizinius sausumos (įskaitant pakrantes) ir jūrinius objektus. Sausumos žaliosios infrastruktūros gali būti tiek kaimuose, tiek miestuose (Komisijos komunikatas..., 2013). Tai vientisa teritorinė sistema, integruojanti natūralias, pusiau natūralias ir žmogaus sukurtas žaliąsias erdves miestuose, jų metropoliniuose regionuose ir dar platesniame kontekste (Tzoulas et al, 2007; Qing et al, 2013). Miesto parkai, apželdintos sienos, apželdinti stogai (pavėsinės) ir kt., kuriuose gali gyventi įvairios rūšys ir kurie sudaro sąlygas ekosistemoms veikti bei atlikti savo funkcijas, sujungiant miesto, priemiesčio ir kaimo vietas yra svarbi žaliosios infrastruktūros sudedamoji dalis (Žalioji infrastruktūra, 2010). Gerai išvystyta integruota miesto želdynų sistema aplinkosauginiu požiūriu padeda užtikrinti pagrindines žaliosios infrastruktūros funkcijas: ekosistemų apsauga,

kraštovaizdžio pralaidumo didinimas, biologinės įvairovės išsaugojimas ir didinimas, buveinių fragmentacijos mažinimas ir kt. Atvirų (neužstatytų) erdvių (parkų, skverų, žaliųjų jungčių) išsaugojimas ir naujų kūrimas (miesto žalumos didinimas aplinkosauginiu, estetiniu ir rekreaciniu požiūriais) taip pat yra deklaruojamas kaip vienas iš pagrindinių urbanistinių struktūrų darnaus vystymo(si) principų (Bučas, 2008, 2009; Haas, 2012; Communication towards..., 2004; Communication on Thematic Strategy..., 2006; Europos urbanistikos..., 1993; Aalborgo..., 1994; Guiding Principles..., 2000; Leipcigo..., 2007; Nacionalinė darnaus..., 2009). Žvelgiant išsamiau, kaip rodo įvairūs žaliosios miestų infrastruktūros tyrimai, ji svarbi ne tik užtikrinant medžiaginio miestovaizdžio tam tikras savybes, bet ir formuojant mentalinę bei socialinę miestovaizdžio dedamąsias. Pavyzdžiui, Kauno atveju žalioji infrastruktūra labai prisideda prie psichologiškai priimtinesnės urbanizuotos aplinkos formavimo, kurdama miesto mentalinio vaizdo (Lynch, 1960) elementus, jais darydama aplinką geriau skaitomą, žaliųjų erdvių buvimu didindama aplinkos įvairovę, paslaptinę ir kt. (Zaleckis, 2005). Želdynų buvimas ir jų konfigūracija tiesiogiai veikia artimos aplinkos žemės sklypų kainas, kartu netiesiogiai – ir užstatymo intensyvumą (Halleux, 2005); žalieji plotai, kaip viešosios erdvės, gali būti svarbūs socialiai aktyvių miesto erdvių tinklo elementai. Rengiant Kauno bendrąjį planą atlikti miesto tapatumo tyrimai parodė, kad žalieji plotai, įvairūs gamtiniai ar pusiau gamtiniai miestovaizdžio objektai yra svarbūs miesto kūno-teksto simboliai ir kt.

Kaunas – antrasis metropolinis Lietuvos miestas, didelis pramonės, kultūros, technologinio ir mokslinio potencialo centras. Miestas išsidėstęs pagrindinių Lietuvos susisiekimo kelių, nacionalinių ir tarptautinių integracijos ašių sankirtoje – jį kerta du tarptautiniai transporto koridoriai, esamos ir numatomos europinės vėžės geležinkelio trasos, potencialūs upių transporto koridoriai, greta – oro uostas ir laisvoji ekonominė zona. Lietuvos urbanistiniame karkase Kaunas išskiriamas kaip pirmojo lygmens centras – valstybinio ir tarpvalstybinio (europinio) masto miestas, atitinkantis aglomeruotų metropolinių centrų charakteristikas. Kauną ir jo regioną kerta nacionalinės svarbos migracijos koridoriai ir regioninės svarbos geoeologinės takoskyros, jo metropoliniame regione išsidėstę regioninės svarbos vidinio stabilizavimo arealai – svarbios Lietuvos gamtinio karkaso (Kavaliauskas, 1992) dalys. Šiuo požiūriu yra labai svarbu formuoti laidžią ir integruotą Kauno miesto ir jo regiono želdynų sistemą, kadangi ji yra aukštesnio lygmens sistemos – gamtinio karkaso viena svarbiausių dedamųjų.

Iki šiol galiojusiame Kauno miesto savivaldybės bendrajame plane (Kauno miesto..., 2003) buvo skirtas dėmesys rekreacinei infrastruktūrai, numatant gerinti ekologiniu požiūriu stabilijų bei atsvaros zonų kokybę, buvo siekiama urbanistinio ir gamtinio karkasų suderinimo. Tačiau bendrojo plano įgyvendinimo stebėsenos rezultatai (Kauno miesto savivaldybės..., 2010) leidžia teigti, kad gamtinės teritorijos plėtojosi nežymiai, daugiausiai vyko esamų žaliųjų plotų priežiūra ir tvarkymas; intensyviau buvo plėtojamoms monofunkcinės komercinės, sandėliavimo ir logistikos teritorijos, mažiau – pramonės teritorijos ir tik pavienės viešosios erdvės ir visuomeniniai objektai: Žalgirio arena, „Girstutis“, Čechėnijos aikštė ir kt.

Miesto želdynų sistemos, kaip sudėtinės žaliosios infrastruktūros dalies, darnaus vystymo siekis rengiant Kauno miesto bendrąjį planą iki 2023 m. lėmė esamos miesto želdynų sistemos potencialo įvertinimo būtinybę ir jo didinimo galimybių numatymo poreikį.

Straipsnio tikslas – apžvelgti Kauno miesto želdynų sistemos potencialo vertinimo rezultatus palyginant juos su kitų urbanistinių substruktūrų ir kitų miestų želdynų sistemų potencialo vertinimo rezultatais bei pateikti jo didinimo galimybes.

Tyrimų metodai

Vertinant teorinių modelių tinkamumą Kauno miesto želdynų sistemos potencialui didinti ir esamą želdynų sistemos potencialą, atlikta literatūros šaltinių analizė ir apibendrinimas bei naudotas fraktalinės analizės metodas.

Tyrimė naudota miesto želdynų kaip srautų žaliųjų generatorių ir ekokompensacinio darinio bei urbanistinės substruktūros samprata. Miesto, kaip nuolat besikeičiančios sudėtingos sistemos, atsinaujinimo ir evoliucionavimo potencialą atskleidžia apibendrinti jo posistemų – substruktūrų 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 (eko-kompensacinės teritorijos ir žalieji srautų generatoriai miesto bipolėje metafunkcinių zonų sistemoje) ir viešųjų erdvių (srautų generatoriai ir ryšių erdvės) fraktaliniai indeksai. Naudojant šį metodą ir buvo atliktas Kauno urbanistinių struktūrų, tarp jų ir želdynų sistemos, potencialo vertinimas (Zaleckis et al., 2011). Tyrimo rezultatai leido išryškinti metafunkcines Kauno miesto zonas: urbanistinį karkasą, gamtinį karkasą ir fonines, neišnaudotų urbanistinės kokybinės ir kiekybinės plėtros galimybių teritorijas, nurodant silpnąsias jų urbanistinės morfostruktūros puses. Fraktalinė analizė remiasi erdvinio determinizmo idėjomis. Ja nustatomas struktūros fraktalinis indeksas yra jos didesnio ar mažesnio kompleksškumo, o tuo pačiu metu ir funkcinių galimybių atspindys. Pavyzdžiui: didesnis žaliosios struktūros indeksas rodo, kad lyginant su mažesnio indekso teritorijomis, ji yra tolygiau pasklidusi po tiriamą teritoriją, stipriau reiškiasi įvairiuose masteliuose – t. y. aptariamam atveju būtų galima teigti, kad teritorijoje sutinkami įvairesnio dydžio žali plotai, bendras žalių plotų perimetras yra sudėtingesnės konfigūracijos ir kt. Tolygesnis pasklidimas rodo tikėtinau geresnį žaliųjų erdvių pasiekiamumą iš bet kurio teritorijos taško ir tuo pačių tikėtinau geresnį matomumą bei patekimą į miesto mentalinį vaizdą. Savo ruožtu tai gali būti siejama tiek su optimesne rekreacine infrastruktūra, reikšmingesniu želdynų kaip viešųjų erdvių vaidmeniu, miestovaizdžio skaitomumo didinimu ir kt. Plotų dydžių įvairovė rodo įvairesnes funkcines galimybes – nuo miesto ar jo dalies centrinio parko iki gatvės–kaimynystės žaliojo skvero, ir taip pat tikėtinau didesnę įtaką miesto mentalinio vaizdo formavimui. Sudėtingesnis žaliųjų plotų perimetras, ekotonų metodo požiūriu, rodo didesnę ekologinį potencialą ir kt.

Fraktalas yra sudėtinis geometrinis darinys, kurio atskiri fragmentai yra panašūs arba identiški visumai arba kitiems fragmentams. Pagrindinė fraktalų bendra savybė yra panašumas į save, t. y. išdidinta maža geometrinės struktūros dalis atrodo identiška didesnei daliai. Fraktalai dažniausiai pasitaiko gamtinėje aplinkoje. Pagrindinės fraktalo savybės: nereguliarumas, savipanašumas, porėtumas ir multimasteliškumas. Kiek ir kaip fraktalas užpildo jam skirtą erdvę įvairiuose masteliuose, nusako fraktalinis indeksas – D . Vertinant Kauno urbanistinį potencialą ir atliekant teritorijų fraktalinę analizę buvo naudojamas boxcounting metodas. Jo esmė: nagrinėjama struktūra dengiama skirtingo dydžio tinklu ir skaičiuojamas užpildytų bei neužpildytų tinklo kvadratėlių skaičius skirtinguose masteliuose. Tokiu būdu gaunamas fraktalinis indeksas dažniausiai naudojamas urbanistinių struktūrų klasifikacijai ir modeliavimui (Frankhauser, 2004), tačiau, naudojantis logine analogija su ne urbanistinėse struktūrose atliekamų tyrimų rezultatais, ir pasirenkant tam tikrą eksponentinį tinklelio keitimo dydį, galima fraktalinį indeksą naudoti ir kokybiniam miestų formuojančių struktūrų vertinimui. Tai patvirtina fraktalinio indekso naudojimas kokybinei struktūrų analizei medicinoje, matomo vaizdo patrauklumui, gatvių tinklo kompleksškumui, urbanizuotos aplinkos ekologiniam optimalumui vertinti ir kt. (Sullivan et al., 2008, Hagerhall et al., 2004, Yongmeiet al., 2004, Haoweiet al., 2011).

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

Remiantis fraktalinės analizės rezultatais gamtiniam karkasui vystyti potencialios teritorijos yra tos, kuriose mažas pastatų, gatvių, viešųjų erdvių fraktalinis indeksas, tačiau didelis želdynų fraktalinis indeksas.

Atliekant skaičiavimus visa miesto teritorija dalinama į sąlyginius tyrimo vienetus, pasižymintį savitu morfotipu ar jų rinkiniu, funkciniu vientisumu, semantiniu–istoriniu bendrumu. Teritorinių tyrimo vienetų ribos nesutampa su miesto seniūnijų administracinėmis ribomis. Tokių vienetų išskirta 29. Kiekvieno tyrimo vieneto želdynų sistemos fraktalinis indeksas lyginamas su viso miesto želdynų sistemos fraktaliniu indeksu ir kitų struktūrų fraktaliniais indeksais, o visos sistemos – su kitų struktūrų fraktaliniais indeksais ir kai kurių kitų Lietuvos ir užsienio miestų želdynų sistemų fraktaliniais indeksais.

Tyrimų rezultatai

1. Miesto želdynų sistemų teoriniai modeliai ir jų taikymas Kauno mieste.

Projektuojant miesto želdynų sistemą, kaip žaliosios infrastruktūros sudėtinę dalį, svarbiausi principai yra *sistemiškumas* (būtina išlaikyti organišką ryšį su miesto urbanistiniu ir gamtiniu karkasu, ekologine, socialine ir ekonomine aplinka; funkciškai ir kompoziciškai susieti miesto bei užmiesčio želdynų sistemas), *vientisumas* (želdynų sistemos dalių tarpusavio ryšys), *hierarchija* ir *aplinkos ekologinės pusiausvyros apsaugos principas*. Literatūroje siūloma daug įvairių miesto želdynų sistemos teorinių modelių. Pagal geometrinę formą projektuojamos tokios miestų želdynų sistemos (Jakovlevas-Mateckis, 2008; Burinskienė et al., 2011):

- **Žiedinė** sistema atsirado XVII a. Paryžiuje įrengus miestą juosiančius bulvarus. XIX a. a. p. daugelyje Europos miestų pradėtos griauti viduramžių gynybinės sienos, gynybiniai pylimai. Jų bei užpiltų gynybinių griovių vietoje buvo įrengiami bulvarai, alėjos. Tokiu būdu atsirado garsūs Vienos žiedai, Budapešto, Briuselio, Drezdeno, Hamburgo bulvarai. XIX a. pab. urbanistai pradėjo propaguoti miestą aplenkiančias transporto magistras, su promenadomis, kurios apželdintos sudarydavo žalius žiedus. Tokius žiedus savo miesto sodo modelyje siūlė E. Hovardas, Bostono plane suplanavo Ch. Eliotas. Dabartiniu metu aplink miestus kuriami žalieji žiedai, kuriuos sudaro užmiesčio miško parkai, miškai, pievos ir žemdirbystės laukai.

- **Pleištinė** sistema yra kylio formos. Susiformavo radialinio plano miestuose, kai statyba koncentravosi prie magistralių ir tarpai tarp jų likdavo neužstatyti bei būdavo skiriami žaliems plotams. Panašiu principu formavosi želdynų sistemos ir miestuose su upėmis bei jų intakais. Tokia želdynų sistema suplanuota XX a. pradžioje JAV Baltimorėje, St. Lui, Vokietijoje Didžiojo Berlyno plane 1910 m. (archit. R. Eberstadt, B. Mohring, R. Peterson). Gerai šios sistemos panaudojimas matosi Maskvos, Krokuvos, Romos bendruosiuose planuose.

- **Žiedinė–pleištinė** želdynų sistema, jungianti žiedinę ir pleištinę formas, pasiūlyta anglo Georg Pepler (1882–1959), Miestų planavimo instituto įkūrėjo. Tokios sistemos yra Poznanėje, Hanoveryje, Berlyne ir kt.

- **Juostinė** sistema naudojama miestuose, turinčiuose stačiakampį gatvių tinklą. Žali plotai užima kvartalą arba plotą, 30–50 m pločio, bulvarą. Žalioji juosta eina per miestą upės slėniu, ežero pakrante ar pajūriu ir taip sujungia jį su priemiestiniais miškais. Tokios želdynų sistemos yra Kijeve, Vilniuje, reguliaraus planavimo miestuose: Bostone, Vašingtone, Sankt Peterburge.

- **Juostinė–pleištinė** sistema naudotina tada, kai per miestą tekančios upės žalius slėnius pasiekia iš užmiesčio ateinantys žalieji pleištai. Matoma Varšuvos, Minsko bendruosiuose planuose.

- **Salų formos**(dėmėtoji, dispersinė) sistema – tai tokia sistema, kur žali plotai išlikę kaip salos – rezidencijų, vienuolynų, sodų, bažnyčių šventorių vietose. Tokios formos želdynų sistema yra Paryžiuje, seniau buvo Sankt Peterburge. Tačiau šios sistemos pagrindinis trūkumas – sąsajų su užmiesčio želdynais ir tarpusavyje nebuvimas.

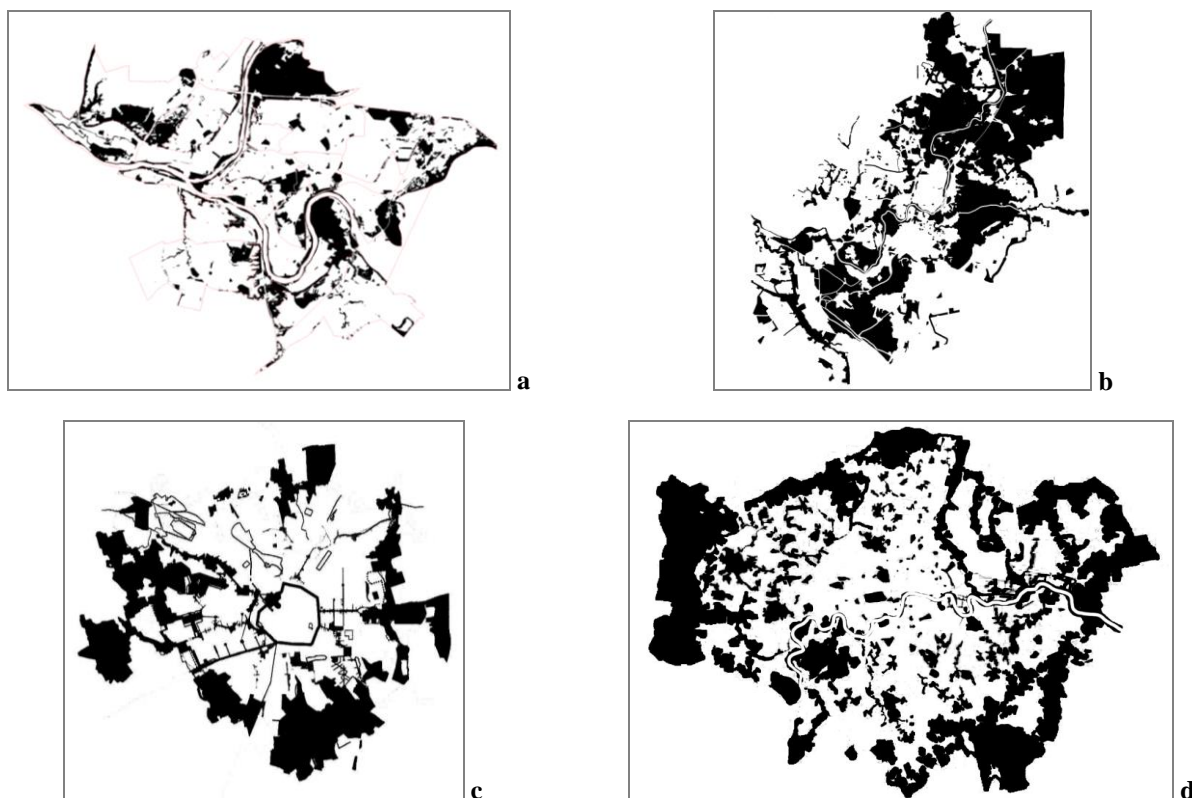
- **Branduolinė** sistema susiformuoja tada, kai apie želdynų masyvą, miškingą teritoriją kuriasi miestas ar keli miestai. Tokia želdynų sistema yra Olandijoje, kuri jungia Utrechtą, Amsterdamą bei Roterdamą.

- **Foninė** sistema – tokia sistema, kur atskiros miesto dalys lyg salos atsiranda želdynų apsuptyje. Šią sistemą atitinka miesto–sodo idėja, pasiūlyta 1898 m. E. Hovardo. Tokia sistema yra Helsinkyje, Visagine.

Kokia želdynų sistema bus panaudota konkrečiu atveju planuojant miestą, lemia daugelis veiksnių: esamo gamtinio karkaso struktūra, istorinės raida, užstatymo morfotipų pobūdis, įvairovė ir lokalizacija, miesto socialinės funkcijos ir kt. Pvz.: rengiant Milano bendrąjį planą iki 2030 m. buvo vystoma žiedinė–pleištinė miesto želdynų sistema (Milan..., 2011). Plano autoriai siekė formuoti laidžią želdynų sistemą ir užtikrinti vietinės reikšmės želdynų plėtrą. Želdynų sistema buvo vertinama kaip viešųjų erdvių sistemos dalis greta socialinės ir transporto infrastruktūros. Londono žaliųjų plotų sistemą, kurios pagrindą sudaro regioniniai, metropoliniai, rajonų, vietiniai ir kt. parkai ir atviros erdvės, galima pavadinti dispersine sistema, kurioje dabar intensyviai vystomi ryšiai tarp „žaliųjų salų“ naudojant ALGG (*All London Green Grid*) koncepciją ir tokiu būdu sistemą pamažu transformuojant į juostinę–pleištinę (*Green Infrastructure...*, 2011). Kauno miestui, įvertinus esamą gamtinį pagrindą (miestas įsikūręs dviejų didžiausių Lietuvos upių santakoje; išsaugoti praktiškai neužstatyti, žali, apie 30 m aukščio upių šlaitai; šiaurėje, pietryčiuose ir vakaruose plyti dideli žalieji masyvai: Panemunės šilas, Klebonišio miškas, Šilainių, Linkuvos miškai ir kt.) ir urbanistinę struktūrą (esamai Kauno urbanistinei struktūrai būdingi koncentrinis, sektorinis ir multilastelinis miesto teoriniai modeliai (Zaleckis et al., 2012), taip pat galima būtų taikyti teorinį juostinės–pleištinės miesto želdynų sistemos modelį.

2. Kauno miesto želdynų sistemos potencialo vertinimas ir jo didinimo galimybės.

Želdynai atlieka ekokompensacinį ir srautų žaliųjų generatorių vaidmenį bipolėje miesto metafunkcinių zonų sistemoje. Kauno miesto želdynų lokalizacijos schema pateikiama pirmame paveiksle. Bendras Kauno miesto želdynų sistemos fraktalinis indeksas – 1,541 (užstatymo – 1,445, gatvių – 1,458, viešųjų erdvių – 1,215) (1 lent.). Tai rodo, kad Kauno miesto želdynų sistema – geriausiai išvystyta ir kompleksiškiausia iš analizuotų substruktūrų (posistemų). Tačiau lyginant su kitų miestų želdynų sistemų vertinimo rezultatais, pvz.: Milano planuojamos atskirųjų želdynų sistemos fraktalinis indeksas –1,645, Londono miesto planuojamos želdynų sistemos fraktalinis indeksas – 1,72, Vilniaus miesto –1,781, Kauno želdynų sistemos fraktalinį indeksą dar būtų galima padidinti didinant sistemos integralumą ir struktūrinių dalių įvairovę (1 pav.). Tam gali pasitarnauti Kauno miesto viešųjų erdvių sistema, kuri Kauno mieste yra neišvystyta ir turi žemiausią fraktalinį indeksą iš visų analizuotų sisteminių darinių. Viešosios erdvės atliekant tyrimą apibrėžiamos 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 multifunkcinis koridorius artimas Naujojo urbanizmo koridorių modeliams (American... 2006), savaimė besiformuojančios viešosios erdvės greta prekybos centrų ir kt. Vadovaujantis tokia viešųjų erdvių samprata, galima pastebėti, kad dalis jų persidengia su miesto žaliaisiais plotais ir yra želdynų sistemos dalis. Kita vertus, daugelyje Kauno miesto viešųjų erdvių tinkamai sutvarkytų ir įrengtų želdynų trūksta, pvz.: erdvėse greta prekybos centrų, kuriose plyti ištisiniai asfaltbetonio plotai; pėsčiųjų zonose greta svarbių gatvių, kuriose želdiniai dažnai neprižiūrėti, trūksta arba visiškai nėra mažosios architektūros elementų ir pan. Tokiu būdu būtų gaunama dviguba nauda: viešosios erdvės taptų žaliomis (dalis jų žalios yra ir dabar) ir atliktų ne tik socialinės integracijos funkciją, padidėtų viešųjų erdvių ir želdynų sistemos integralumas ir laidumas.

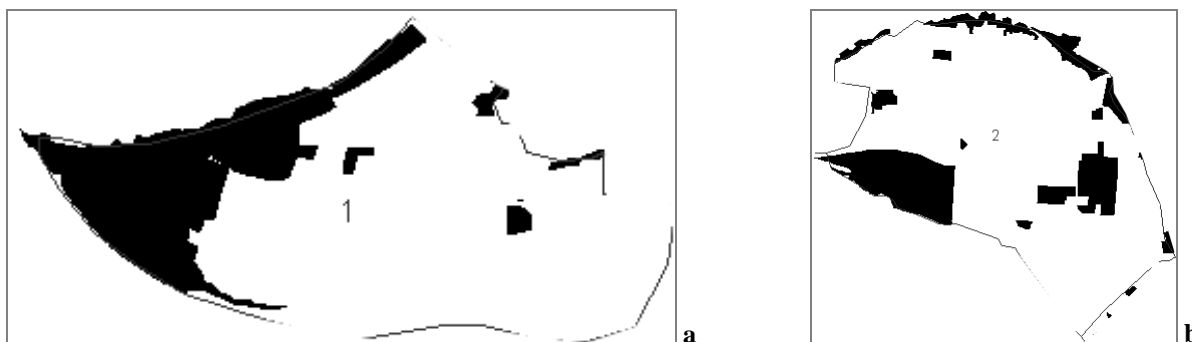


1 pav. Kauno (a), Vilniaus (b), Milano (c) ir Londono(d) miestų želdynų sistemos: lyginant su Kauno miesto želdynų sistema pastebima didesnė struktūrinių dalių įvairovė ir / ar integralumas

Fig.1. Greenery systems of Kaunas (a), Vilnius (b), Milan (c) and London (d): in comparison with Kaunas greenery system greater variety of structural components and/or integrity is observed

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 žaliomis jungtimis. Galbūt formuojant jungtis galima atsisakyti dalies mažesnio rekreacinio ir ekologinio potencialo bei sunkiau pasiekiamų žaliųjų teritorijų, išlaikant bendrą arba rajoninę nepakitusį fraktalinį jų indeksą ir taip užtikrinant želdynų naudojimo intensyvumo didinimą ir integralumą.

Išskirtinė Kauno miesto centro situacija: jis turi ne tik aukščiausią mieste užstatymo, bet ir pakankamai aukštą gamtinį potencialą. Galima teigti, kad čia realiai egzistuoja „kompaktiško ir ekologiško miesto“ modelis (2 pav.).



2 pav. Kauno Senamiesčio (a) ir Naujamiesčio (b) želdynų analizės brėžiniai, iliustruojantys „kompaktiško ir ekologiško miesto“ modelį

Fig.2. Schemes of greenery analysis of Kaunas Old Town (a) and New Town (b) exemplifying model of “compact and ecological town”

Miesto gamtinį karkasą tikslinga projektuoti Klebonišio, 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 (Zaleckis et al., 2011) (Lentelė).

Lentelė. Kauno miesto želdynų sistemos fraktalinės analizės rezultatai ir jų palyginimas su kitų struktūrų fraktaliniais indeksais
Table. Results of fractal analysis of Kaunas greenery system and their comparison with the fractal indexes of other structures

Tyrimų vnt. nr. <i>Analysis unit No.</i>	Sąlyginis pavadinimas <i>Name of analysis unit</i>	Užstatymo D <i>D of buildings</i>	Gatvių D <i>D of streets</i>	Viešųjų erdvių D <i>D of public spaces</i>	Želdynų D <i>D of greenery</i>	Pastabos <i>Comments</i>
1	2	3	4	5	6	7
Kauno miestas		1,445* (1,248 pagal 1863 metų duomenis)	1,458 (1,494 pagal 1863 metų duomenis)	1,215 (1,494 pagal 1863 metų duomenis)	1,541 (1,236 pagal 1863 metų duomenis)	Tai bendras foninis atskirų struktūrų fraktalinis indeksas viso miesto teritorijoje.
1.	Senamiestis	1,51 (1,327 pagal 1863 metų duomenis)	1,359 (1,444 pagal 1863 metų duomenis)	1,487 (1,444 pagal 1863 metų duomenis)	1,498 (1,178 pagal 1863 metų duomenis)	Išskirtinė Kauno centro situacija: aukščiausiu užstatymo, viešųjų erdvių ir želdynų sistemos indeksai – „kompaktiškas ir ekologiškas miestas“.
2.	Naujamiestis	1,567	1,405	1,569	1,494	
3.	Žaliakalnis	1,5	1,442	1,348	1,512	
4.	Klinikos – 7 fortas	1,515	1,483	0,9486	1,277	
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.
6.	KTU – Girstutis – Baršausko g.	1,498	1,421	1,158	1,424	
7.	A. Šančiai	1,444	1,43	0,6568	1,582	Gamtinio karkaso potencialo ir didinamo urbanistinio karkaso potencialo dermės galimybė.
8.	Ž. Šančiai	1,539	1,447	1,224	1,442	
9.	Rytinis pramonės raj.	1,516	1,363	1,158	1,569	Gamtinio karkaso potencialo ir didinamo urbanistinio karkaso potencialo dermės galimybė.
10.	Amalių sodai–6 fortas	1,282	1,434	–	1,342	

1 lentelės tęsinys

1	2	3	4	5	6	7
11.	Palemonas	1,386	1,402	–	1,625	Gamtinio karkaso potencialo ir didinamo urbanistinio karkaso potencialo dermės galimybė.
12.	Petrašiūnai	1,401	1,31	1,162	1,606	Teritorijos viešųjų erdvių kompleksiskumą lemia žalieji plotai, atliekantys viešosios erdvės funkcijas. Gamtinio karkaso didžiausio potencialo teritorija.
13.	Panemunė – Vičiūnai	1,334	1,349	1,261	1,695	Teritorijos viešųjų erdvių kompleksiskumą lemia žalieji plotai, atliekantys viešosios erdvės funkcijas. Gamtinio karkaso didžiausio potencialo teritorija.
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. Gamtinio karkaso didžiausio potencialo 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	
20.	Marvelė	1,148	1,326	0,682	1,483	
21.	Vilijmpolė	1,476	1,427	1,09	1,427	
22.	Šilainiai	1,449	1,475	1,023	1,326	
23.	Veršva	0,8903	1,393	–	1,693	Pusiau gamtinė teritorija. Gamtinio karkaso didžiausio potencialo teritorija.
24.	Lampėdžiai	1,188	1,294	1,061	1,552	Gamtinio karkaso didžiausio potencialo teritorija.
25.	Romainiai	1,19	1,405	0,9202	1,637	Gamtinio karkaso potencialo ir didinamo urbanistinio karkaso potencialo dermės galimybė.
26.	Sargėnai	1,479	1,439	1,06	1,084	

1 lentelės tęsinys

1	2	3	4	5	6	7
27.	Kleboniškis	0,9643	1,289	0,7557	1,786	Pusiaus gamtinė teritorija. Gamtinio karkaso didžiausio potencialo teritorija.
28.	Neries slėnis	0,7486	1,222	–	1,403	
29.	Jonavos gatvė	1,214	1,163	0,9999	1,421	

* – paryškintas pakreiptas šriftas (**1,693**) – žymimos fraktalinio indekso didžiausios reikšmės; pakreiptas šriftas (*1,693*) – mažiausios reikšmės; paryškintas šriftas (**1,693**) – bendras foninis atskirų struktūrų fraktalinis indeksas viso miesto teritorijoje.

Išvados

1. Didinant Kauno miesto želdynų sistemos potencialą reikėtų taikyti juostinės–pleištinės miesto želdynų sistemos modelį transformuojant žaliųjų plotų – salyno tipą į žaliųjų plotų tinklą ir didinant struktūrinių dalių įvairovę bei sistemos integralumą ir laidumą. Tam gali pasitarnauti Kauno miesto viešųjų erdvių sistema, kuri Kauno mieste yra neišvystyta ir turi žemiausią fraktalinį indeksą iš visų analizuotų sisteminių darinių (užstatymo, gatvių ir želdynų).
2. Gamtinio karkaso didžiausio potencialo teritorijos: Panemunė, Petrašiūnai, Jiesia, Veršva, Lampėdžiai, Kleboniškis, Rytinis pramonės rajonas, Romainiai, Palemonas, A. Šančiai, kurios turi aukščiausią želdynų fraktalinį indeksą.
3. Petrašiūnai, Rytinis pramonės rajonas, Romainiai, Palemonas, A. Šančiai gali ateityje derinti gamtinio karkaso ir didinamą urbanistinio karkaso potencialus.
4. Išskirtinė Kauno centro situacija: jis turi ne tik aukščiausią mieste urbanistinį, bet ir pakankamai aukštą gamtinį potencialą. Tai „kompaktiškas ir ekologiškas miestas“.
5. Pakankamai svarbų vaidmenį formuojant gamtinį miesto teritorijų potencialą atlieka buvę Kauno tvirtovės gynybiniai statiniai, kurių išsidėstymas savotiškai pabrėžia miesto centrą, kaip kompozicinį ir funkcinį sistemos branduolį.

Literatūra

1. American Planning Association. *Planning and Urban Design Standards*. John Wiley&Sons, Inc., 2006.
2. Bučas J. Plėtros idėjų ambivalentiškumas urbanistikoje. *Subalansuotos plėtros idėjų raiška architektūroje ir teritorijų planavime. Mokslinių straipsnių rinkinys*. Kaunas, 2009. P. 47–51.
3. Bučas J. XXI a. miestas: aplinkosaugos aspektas. *Pažangioji statyba. Tarptautinės konferencijos pranešimų medžiaga*. Kaunas, 2008. P. 27–42.
4. Burinskienė M., Jakovlevas-Mateckis K., Adomavičius V., Juškevičius P., Klibavičius A., Narbutis B., Paliulis G., Rimkus A., Šliogeris J., Paulauskienė Z., Kvedaras V. *Miestotvarka*. Vilnius, 2011.
5. *Charter of European Cities & Towns towards Sustainability*. Aalborg, 1994.
6. *Communication on Thematic Strategy on the Urban Environment* (COM(2005)718 final). Brussels, 2006.
7. *Communication towards a Thematic Strategy on the Urban Environment* (COM(2004)60 final). Brussels, 2004.
8. *Europos urbanistikos chartija* (versta iš La charte urbaine europeenne. Strasbourg, Council of Europe, Publishing and Documentation Service, 1993). Vilnius, 1998.
9. Frankhauser P. Comparing the Morphology of Urban Patterns in Europe – a Fractal Approach. A. Borsdorf and P. Zembri (Eds.). *European Cities – Insights and outskirts*. Report COST Action 10 Urban Civil Engineering 2(Structures). 2004. P. 79–105.
10. Green Infrastructure And Open Environments: The All London Green Grid. 2011 [interaktyvus]. Prieiga per internetą: http://www.london.gov.uk/sites/default/files/ALGG_SPG_Mar2012.pdf
11. *Guiding Principles for Sustainable Spatial Development of the European Continent*. Hanover, 2000.
12. Haas T. *Sustainable Urbanism and Beyond: Rethinking Cities for the Future*. USA: Rizzoli International Publications. Inc., 2012.
13. Hagerhall C. M., Purcell T., Taylor R. Fractal Dimension of Landscape Silhouette Outlines as a Predictor of Landscape Preference. *Journal of Environmental Psychology*, 24. 2004. P. 247–255.
14. Halleux J. M. Valuing Green Structure, the Use of Hedonic Models. Green Structure and Urban Planning. COST action C11 final report, COST Office 2005. P. 267–274.

15. 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*, (18)6, 2011. P. 548–552.
16. Yongmei L., Junmei T. Fractal dimensijon of a transportation network and its relationship with urban growth: a study of the Dallas – FortWortharea. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 31(6). 2004. P. 895–911.
17. Jakovlevas-Mateckis, K. *Miesto kraštovaizdžio architektūra: miesto kraštovaizdžio architektūros raida ir teorijos pagrindai*, I T. Vilnius, 2008.
18. Kauno miesto savivaldybės teritorijos bendrasis planas iki 2013 m. 2003 [interaktyvus]. Prieiga per internetą: http://www.kaunoplanas.lt/bendrieji_planai/kauno_miesto_bendrasis_planas_0
19. Kauno miesto savivaldybės teritorijos bendrojo plano iki 2013 metų sprendinių įgyvendinimo stebėsenos (monitoringo) ataskaita už 2003–2009 metus. 2010 [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <http://prox3.kaunas.lt/index.php?4222051564>
20. Kavaliauskas P. *Metodologiniai kraštovarkos pagrindai*. Vilnius, 1992.
21. *Komisijos komunikatas Europos Parlamentui, Tarybai, Europos ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui ir regionų komitetui: Žalioji infrastruktūra. Europos gamtinio kapitalo puoselėjimas* (COM(2013)249 final). Briuselis, 2013.
22. Lynch K. *The Image of the City*. The MIT Press, 1960.
23. Milan. The Dense City. *The Plan*, 047. 2011. P. 38–93.
24. Mumford L. *The City in History*. New York: Harcourt, Brace Jovanovich, 1960.
25. Mumford L. *The Prospect of Cities*. New York: Harcourt, Brace and the World, 1968.
26. *Nacionalinė darnaus vystymosi strategija*, Nr. 1247. 2009 [interaktyvus]. Prieiga per internetą: http://www3.lrs.lt/pls/inter2/dokpaieska.showdoc_l?p_id=354369
27. 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. Fractal Dimension of Breast Cancer Cell Migration in a Wound Healing Assay. *Engineering and Technology*, 44. 2008. P. 25–30.
28. Tzoulas K., Korpela K., Venn S., Yli-Pelkonen V., Kaźmierczak A., Niemela J., James P. Promoting ecosystem and human health in urban areas using green infrastructure. *Landscape and Urban Planning*, 81(3). 2007. P. 167–178.
29. Qing Ch., Shuangcheng L., Yanglin W., Jiansheng W., Miaomiao X. Spatial Process of Green Infrastructure Changes Associated with Rapid Urbanization in Shenzhen, China. *Chinese Geographical Science*, (23)1. 2013. P. 113–128.
30. Zaleckis K., Kamičaitytė-Virbašienė J. Darnus urbanistinių struktūrų vystymasis: Kauno miesto atvejis. *Kūrybos erdvės*, 16. 2012. P. 46–69.
31. Zaleckis K., Kamičaitytė-Virbašienė J. Urbanistinių struktūrų potencialo vertinimas: Kauno centras miesto visumos kontekste. *Urbanistika ir architektūra*, 4(35). 2011. P. 249–259.
32. Zaleckis K. Role of Urban Greenin Creation of Prefered Urban Environment. *Green Structure and Urban Planning*. COST action C11 finalreport, COST Office 2005. P.249–256.
33. Žalioji infrastruktūra. 2010 [interaktyvus]. Prieiga per internetą: http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/green_infra/lt.pdf

Kaunas City Greenery System: Applicable Theoretical Models, Potential and Possibilities of Its Increase

(Received in January, 2014; Accepted in April, 2014; Available Online from 2nd of May, 2014)

Summary

In accordance with the former comprehensive plan of Kaunas the attention was paid to recreational infrastructure providing improvement of quality of stable and balance zones from ecological point of view; the aim was to harmonize natural and urban frames. However, the results of monitoring of implementation of the comprehensive plan let to state, that natural areas were developed marginally, the maintenance and management of the existing green areas mainly took place, the development of mono-functional commercial, warehousing and logistics areas was more intense, the development of industrial areas was less intense and only single public spaces and objects were developed. Objective to develop the city greenery system as a component of green infrastructure while preparing the comprehensive plan of Kaunas till 2023 determined the necessity to evaluate the existing potential of the system and to foresee the possibilities of its increase. Considering this, the purpose of the article is to present the results of Kaunas greenery system potential evaluation comparing them with the evaluation results of the potential of other urban sub-structures and other cities

greenery systems and to present the possibilities of the potential increase. To reach this aim, the method of fractal analysis was used, which not only reveals the form properties of an evaluated structure but its functionality as well.

Greenery performs eco-compensational role and acts as green generators of streams in the bipolar meta-functional system of city zones. Though Kaunas structure is quite compact, the city has big natural potential which is not used intensively for the needs of the city. A big part of the greenery is isolated from the city by neighboring functions which do not catalyze their use. Therefore the “islands” system of greenery has to be supplemented by “green links” increasing integrity and permeability of the greenery system and diversity of its structural components. The target theoretical model of Kaunas greenery system should be a belt–wedge model of greenery system.

The situation of the city center is exceptional: the fractal index of greenery and buildings is high enough. This shows that the center is both compact and ecologic (“sustainable city”).

The natural frame has to be developed in the areas with high fractal index of greenery: Panemunė, Petrašiūnai, Jiesia, Veršva, Lampėdžiai, Kleboniškis, Eastern Industrial Area, Romainiai, Palemonas and A. Šančiai. Petrašiūnai, Eastern Industrial Area, Romainiai, Palemonas and A. Šančiai can combine both potential of natural frame and urban frame which has to be increased in the future.