

ПРИСТУП ПРОУЧАВАЊУ МЕТОДА АНАЛИЗЕ И ОБНОВЕ УРБАНОГ ТКИВА ПОСМАТРАЊЕМ ГРАДА КАО ВИШЕСТРУКЕ ФРАКТАЛНЕ СТРУКТУРЕ

Резиме:

Урбане форме и процеси могу да се посматрају као фракталне структуре, будући да се у њиховом наизглед хаотичном развоју и сложености може уочити унутрашњи ред и правилност, који могу да се квантификују и опишу методима фракталне анализе. Одређивањем фракталне димензије могуће је квантификовати степен неправилности, сложености и хијерархичности урбаних структура, као и степен урбаних трансформација у различитим временским пресецима. Метод фракталне геометрије се користи у анализи просторног распореда популације, мрежа и намена, јер више од детерминистичких метода одговара природи урбаних насеља као отворених, нелинеарних и динамичких система. Фрактална геометрија у том смислу представља средство да се упозна комплексна морфолошка структура градова и урбаних насеља уопште, међуодноси унутрашњих елемената простора, и на основу тога предвиде могућности даљег развоја. Осим тога, на темељу анализе урбаних матрица путем фракталне геометрије, може да се евалуира процес развоја насеља и раста, те направи компаративна анализа развоја у различитим просторним и временским оквирима. Имајући у виду да градско ткиво у својој сложености подразумева тесније повезивање и разноликост, што је у супротности са једноличношћу и распршеношћу структура које све више карактеришу урбани раст и развој, овај рад представља прилог истраживању могућности да се савременим урбаним насељима поврати дух спонтаности и хумана размера путем примене модела раста заснованих на фракталној геометрији.

Кључне речи: град, обнова, фрактална геометрија, урбане матрице, развој, раст

AN APPROACH TO STUDY OF METHODS FOR URBAN ANALYSIS AND URBAN FABRIC RENEWAL IN OBSERVATION OF A CITY AS A MULTIPLE FRACTAL STRUCTURE

Abstract:

Urban forms and processes can be observed as fractal structures since in their seemingly chaotic development and complexity it can be noticed an internal order and regularity, which could be quantified and described by the methods of fractal analysis. With determination of fractal dimension it is possible to quantify the level of irregularity, the complexity and hierarchy of the urban structures, as well as the level of urban transformations in various time intersections. The fractal geometry method has been used in analyses of spatial distribution of population, networks and utilities, because it corresponds more than deterministic methods to the nature of urban settlements as open, non-linear and dynamic systems. In that sense, fractal geometry becomes the means to grasp a complex morphological urban structure of urban settlements in general, the interrelationships between the inner spatial elements, and to predict future development possibilities. Moreover, on the basis of urban pattern analysis by means of fractal geometry, it is possible to evaluate the growth and development process and to perform a comparative analysis of development in spatially and temporarily different settlement settings. Having in view that complex urban fabric presumes tight connections and diversity, which is in contrast to sprawl and monotony which increasingly characterize urban growth and development, this paper is a contribution to research of potential for modern urban settlements to regain the spirit of spontaneity and human dimension through application of development models that are fractal geometry based.

Key words: city, renewal, fractal geometry, urban patterns, development, growth

* мр Ана Богданов, д.и.а., истраживач сарадник, Институт за архитектуру и урбанизам Србије, Београд, Булевар краља Александра 73/II; е-адреса: anab@iaus.org.yu

** Божидар Манић, д.и.а., истраживач приправник, Институт за архитектуру и урбанизам Србије, Београд, Булевар краља Александра 73/II; е-адреса: bozam@iaus.org.yu

*** др Јасна Петрић, д.п.п., научни сарадник, Институт за архитектуру и урбанизам Србије, Београд, Булевар краља Александра 73/II; е-адреса: jasna@iaus.org.yu

Увод

Овај рад представља увод у истраживање могућности примене фракталне геометрије у области обнове и развоја градова, где се она користи као аналитичка и дескриптивна метода. Појам фрактала се први пут среће у математици, у вези са развојем метода за описивање и квантификовање сложених форми и нелинеарних динамичких процеса. Најчешћа употреба фракталне геометрије у урбанистичком и просторном планирању је преко математичких модела за квантификацију морфолошких карактеристика урбаних насеља, и анализу, праћење и моделовање процеса који се у њима дешавају. Осим тога, неки аутори користе поставке фракталне геометрије да би упоредном анализом својстава традиционалног и модерног града покушали да докажу тезу о инфериорности савремених планских

решења. Намера нам је да у овом раду изнесемо основне принципе фракталне геометрије у контексту урбаног развоја и дамо критички осврт на неке од данас присутних теоријских приступа овој проблематици.

У првом делу рада се описује појам фрактала и износе основне поставке фракталне геометрије. У другом делу се излаже веза између фрактала и урбаних структура и описују методи за одређивање фракталне димензије градова, уз анализу примера Милана, Солуна и Базела, квантификованих кроз примену метода фракталне геометрије. Затим ће бити приказан приступ урбаној обнови који се заснива на поређењу фракталних својстава традиционалних и модерних градова. У закључним разматрањима се још једанпут указује на карактеристике метода, уочене предности и недостатке.

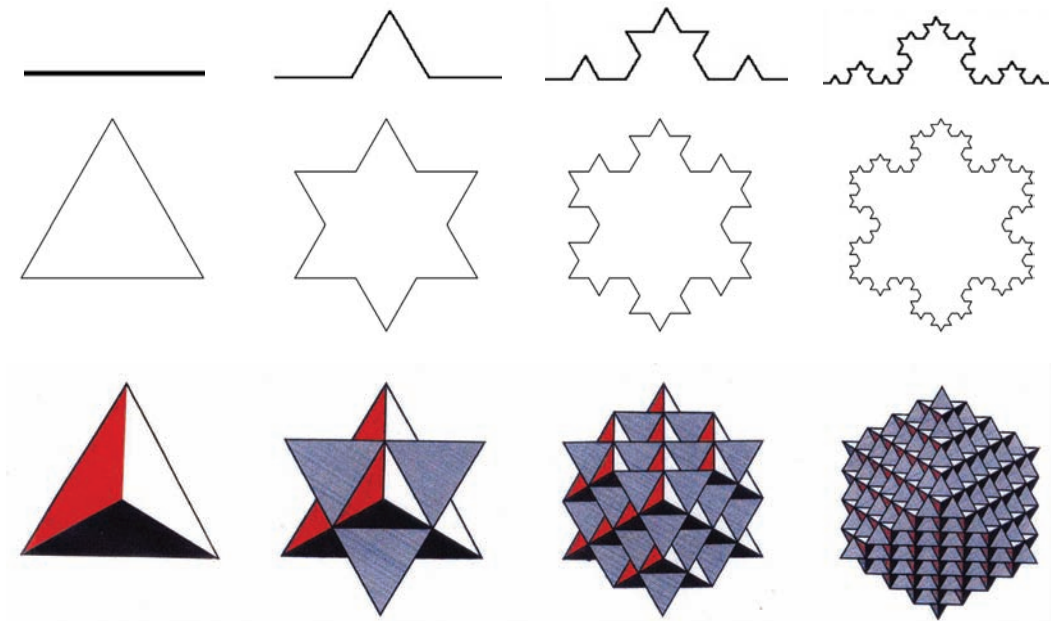
ПОЈАМ ФРАКТАЛА

Фрактали су сложене геометријске форме за које још увек не постоји јединствена дефиниција, па се најчешће описно одређују. То су неравни и неправилни облици, које карактеришу хијерархичност и самосличност¹, односно, одлика да могу да се поделе на делове од којих је сваки умањена копија целине. Показало се, међутим, да њиховој компликованој графичкој представи одговарају једноставне формуле – алгоритми, чијим се вишеструким понављањем фрактали генеришу од почетних облика, тако да њихова коначна форма у великој мери зависи од иницијалних услова. Због своје визуелне сложености, фрактали не могу на одговарајући начин да се опишу коришћењем језика еуклидске геометрије, те је развијена посебна научна дисциплина која се њима бави – фрактална геометрија (Mandelbrot, 1982.). На пример, бројни сложени природни облици (морске обале, папрат и др.), који одступају од савршених еуклидских форми, могу да се прикажу коришћењем фракталне геометрије, кроз једноставна правила геометријских трансформација од основног елемента. Међу најпознатије примере математичких фрактала спадају Кохова крива (Сл. 1.), Манделбровтов скуп (Сл. 2.), троугао Шјерпињског (Сл. 3.) и др.

Појам фрактала и фракталне геометрије увео је у науку математичар Беноа Манделброт (Benoit Mandelbrot) 1975. године у својој књизи "Les objets fractals: forme, hasard, et dimension". Бројне облике, које данас називамо фракталним, математичари су истраживали и раније, али је тек Манделброт заокружио дефиницију појма, а затим је разрадио, али и популарисао својим делима, у првом реду "The Fractal Geometry of Nature" из 1982².

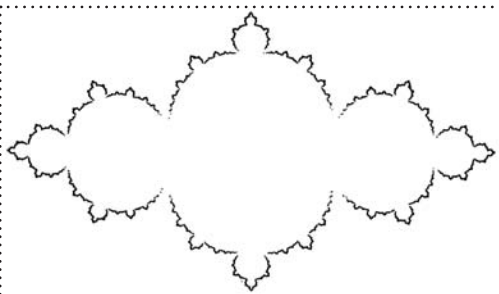
Један од најзначајнијих научних радова у овој области, његово пионирско дело "How long is the coast of Britain? Statistical self-similarity and fractional dimension", објављен је још 1967. у часопису Science. У овом раду се још увек не користи термин „фрактал“, али се јавља појам разломачке, нецелобројне димензије (fractional dimension), која служи да опише сложеност географских крива, њихову разуђеност и самосличност. Ту димензију Манделброт означава са D и

- 1 Постоји неколико врста самосличности: „права“ самосличност, код које се делови и целина разликују само у размери; самоафиност, где елементи на појединим нивоима могу да се трансформишу рефлексijом, ротацијом и транслацијом; и статистичка самосличност, која је и најчешћа.
- 2 У питању је друго, допуњено и прерађено издање енглеског превода књиге "Les objets fractals: forme, hasard, et dimension".



Сл.2.
Манделбровов скуп
Fig.2.
Mandelbrot set

Сл.1.
Кохова крива
Fig.1.
Koch curve



Сл.3.
Троугао Шјерпињског
Fig.3.
Sierpinski triangle



описује је као показатељ (само)сличности кривих линија (Mandelbrot, 1967.). Он сматра да је дужина географских крива обично бесмислен појам, јер њена вредност зависи од степена уопштавања, односно, размере у којој се посматра, за разлику од вредности D . Концепт нецелобројне димензије (фрактална димензија³) који је на овај начин уведен у науку, нашао је своју примену у различитим

научним дисциплинама, како у истраживању природних или вештачких облика, тако и у истраживању сложених развојних процеса. Фрактална геометрија је посебно допринела изучавању феномена ризика и случајности (Mandelbrot, 1967.), понашања нелинеарних динамичких система⁴ и теорије хаоса уопште, јер је омогућила стварање нових, адекватнијих математичких модела.

3 Термин „фрактална димензија“ (“fractal dimension”) данас се користи уместо првобитног термина “fractional dimension”.

4 Нелинеарни динамички системи су, као и фрактали, високо осетљиви на почетне услове – тзв. „ефекат лептира“.

Еуклидска димензија тачке је 0, линије 1, површине 2 и запремине 3. Неправилни и сложени, фрактални облици, међутим, за разлику од савршено правилних еуклидских, могу да имају нецелобројну димензију. Тако се, на пример, фрактална димензија линије која је изразито кривудава и тежи да испуни неку површину, приближава вредности 2 (Tannier and Pumain, 2005.), а просторни објекти са еуклидском геометријском правилношћу се сматрају специјалном врстом фрактала са целобројним фракталним димензијама 1, 2 и 3 (Shen, 2002. стр.419). Ако је дужина линије, када је резолуција 100м, једнака L , а када је резолуција 10м, $L \times 10^{D-1}$, онда је фрактална димензија једнака D (Anas et al., 1998.). Ова димензија је основни показатељ који открива важне особине склопа фрактала, јер квантификује степен неправилности или фрагментације (Lagarias, 2007.). Такође указује на степен сложености и хијерархијске уређености (описује распоред елемената система око центра).

ПРИМЕНА ФРАКТАЛНЕ ГЕОМЕТРИЈЕ У КОНТЕКСТУ УРБАНОГ РАСТА И РАЗВОЈА

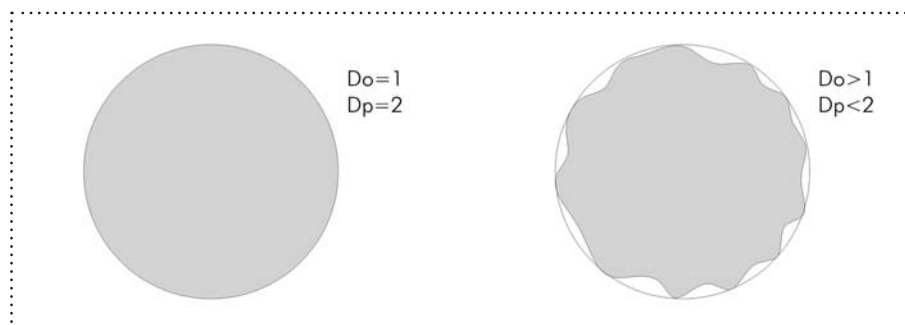
Фрактална геометрија је своју прву примену имала у проучавању природних облика и феномена, али су каснија истраживања показала да и урбане форме и процеси могу да се посматрају као фракталне структуре, јер је анализом њиховог раста и развоја могуће да се у наизглед хаотичним појавама уоче одређене правилности. Међутим, за разлику од правилних математичких фрактала, који су у потпуности самослични и детерминисани фракталном димензијом, урбана структура и урбани системи немају идеалну фракталну природу, која се огледа у јединственој фракталној димензији. Они имају такозвану статистичку самосличност, па фрактална димензија може да се разликује у зависности од просторног и временског оквира и размере. Коначна фрактална димензија може да се одреди тек након вишеструких анализа, тако да се урбани системи сматрају мултифракталима (Frankhauser, 1998.).

Урбани процеси, преплитање разноврсних функција и њима кореспондирајућих просторних елемената, као резултат дају карактеристичну морфолошку структуру. Методом фракталне геометрије, морфолошке особине, које се уобичајено приказују графичким путем, квантификују се, што чини самерљивим и упоредивим различите нивое и различите типове насеља. Фрактална геометрија помаже у одређивању степена сложености морфолошке и функционалне диференцијације и међувеза између појединих елемената урбаних система. Примена фрактала посебну улогу има у анализи просторног распореда популације, мрежа и намена јер, више него детерминистичке методе, одговара природи урбаних насеља као отворених, нелинеарних динамичких система.

Одређивање фракталне димензије урбаних насеља

Полазећи од тезе да урбане матрице представљају фракталне структуре које поседују фрактална својства сложености, хетерогености, хијерархијске уређености и самосличности, могуће је анализирати одређено урбано подручје путем одређивања његове фракталне димензије, која генерално представља основни параметар фрактала. У контексту анализе раста и развоја урбаних подручја, она представља битан показатељ карактера урбаних структура, којим се квантификује степен неправилности, сложености и хијерархичности тј. гравитирања одређеном центру (Lagarias, 2007.). Поред тога, њоме је могуће пратити и квантификовати урбане трансформације у различитим временским пресецима.

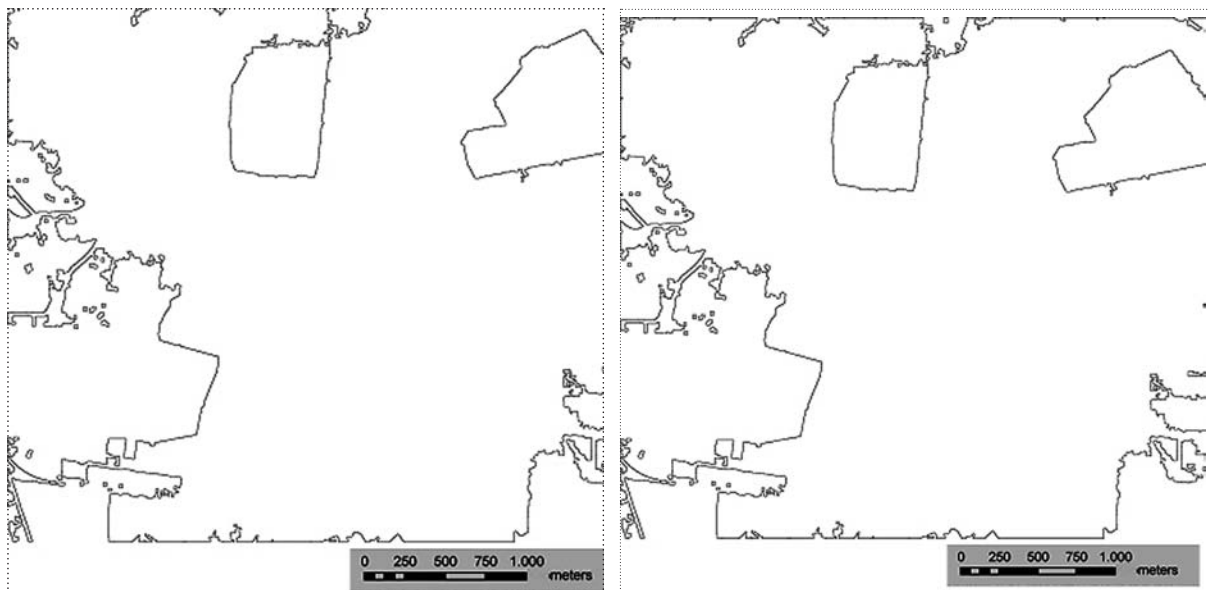
Вредности фракталне димензије се крећу у интервалу од 1 до 2, што су вредности које квантитативно описују геометријски карактер обима, односно површине подручја. За илустрацију се користи пример круга, код кога је, према концептима еуклидске геометрије, димензија површине 2, а димензија обима 1. Када се кружна линија која представља обим деформише, њена фрактална димензија постаје већа од 1 (условно речено, поред једне димензије – дужине – коју има, могуће је мерити и површину коју она заузима). Истовремено и површина одступа од идеално кружног облика, те се њена фрактална димензија мења, односно, постаје мања од 2 (Сл. 4.).



Сл.4.
Однос фракталне димензије површине и фракталне димензије обима
Fig.4.
Relation between fractal dimension of the area and fractal dimension of the perimeter

Аналогно овом теоретском примеру, фрактална димензија неправилне урбане матрице биће већа од 1 за обим подручја, док је фрактална димензија површине мања од 2. У процесу урбаног раста када се попуњава онај део површине који представља разлику површине у обиму идеално исправљене границе и површине коју обухвата неправилна, разуђена граница, мењају се вредности фракталних димензија. Граница подручја се на тај начин исправља, односно њена фрактална димензија се приближава вредности 1, док се димензија површине повећава тежећи вредности 2. Из овога се може закључити да су фракталне димензије обима и површине подручја у таквој међузависности да се, док се једна повећава, друга смањује. Ове вредности су од значаја да се упореде карактеристике одређеног урбаног подручја у различитим временским пресецима, што указује на карактер и интензитет урбаног раста у одређеном временском периоду.

Ова метода је нарочито корисна код анализе периферних делова урбаног подручја која у првим фазама развоја показују велики степен разуђености границе и некомпактности изграђеног подручја. У каснијим фазама развоја може се уочити управо већа интеграција изграђеног подручја и постепено исправљање граница, као последица попуњавања неизграђених делова урбане целине. Ове промене се могу исказати помоћу вредности фракталних димензија границе, односно површине целине, као што је то случај у анализи периферног подручја Солуна (Сл.5.) (Lagarias, 2007.).



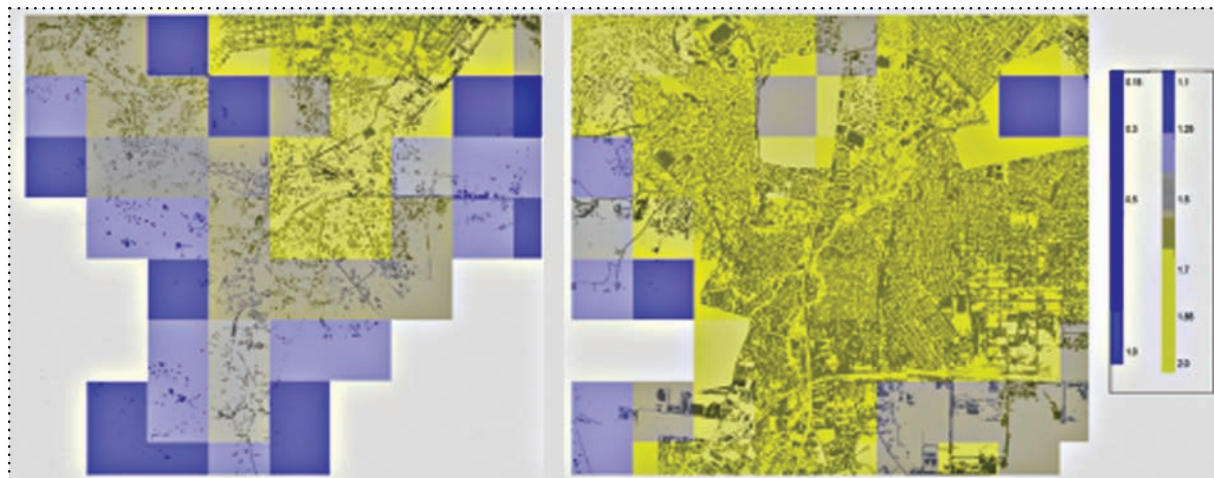
Сл.5.
Границе урбанизованог подручја северозападног дела Солуна 1960. и 1990. (Lagarias, 2007.)
 Fig.5.
Boundaries of the urbanized area of the northwest part of Thessaloniki in 1960 and 1990 (Lagarias, 2007)

Вредност фракталне димензије се одређује помоћу компјутерских програма⁵, међу којима се издваја софтвер „Фракталајз“ („Fractalyse“) који користи принцип бинарне компјутерске логике. Основне улазне податке представљају мапе подручја на којима се графички диференцирају урбанизована и неурбанизована подручја, где се прва означавају црном, а друга белом бојом.

Најчешћа два метода за израчунавање фракталне димензије су „бокс-каунтинг“ („box-counting“) метода и радијална анализа. Првом се одређује компактност подручја и однос изграђених и неизграђених површина, док се другом указује на хијерархијску уређеност насеља.

У студији Солуна откривају се везе између фракталне анализе и урбанизације предграђа. Путем „бокс-каунтинг“ метода софтвера „Фракталајз“ (Сл.6.), одређује се математичка функција која представља правило распореда урбане зоне кроз размере.

⁵ „Fractal dimension calculator“, „Benoit“, „Sierpinski“, „Fractalyse“



Ово подручје је у периоду 1960-1990. захватила убрзана урбанизација која се испољила кроз повећане густине изграђености и насељености, повећања спратности зграда, те груписање разједињених урбаних структура. Ове промене се путем фракталне анализе изражавају кроз промене фракталне димензије која се у случају захваћене урбане површине повећава од 1,466 до 1,741, а у случају урбане границе се смањује од 1,328 до 1,199.

Студија метрополитенског подручја Милана (Cagliioni et Giovanni, 2003.), обухватила је више просторних нивоа, али без анализирања различитих временских периода. Истражене су фракталне карактеристике ширег подручја, самог Милана и појединих зона, као и граница урбанизованог подручја. Студија је показала јасне разлике између фракталних карактеристика средњовековног центра града и подручја око њега. Потврђене су очекивано високе вредности фракталних димензија добијених анализом површина (најчешће преко 1,8). Претпоставке о компактности и хомогености града поткрепљене су и ниском вредношћу фракталне димензије границе урбане средине (испод 1,3).

У случају студије дела урбаног подручја Базела (Tannier and Romain, 2005.), аутори су истраживали морфолошку еволуцију током прошлог века. Њихова намера је била да провере употребљивост фракталних димензија као показатеља урбаног раста и да створе методолошки оквир за компаративну анализу урбаних средина. Студија је показала да се фракталне димензије границе изграђеног подручја повећале од 1882. до 1957. године, а након тога остале приближно исте до 1994. Иако је 1882., фрактална димензија границе имала најмању вредност, која указује на компактност подручја, имала је највеће варијације у зависности од посматране размере, што указује на нехомогеност структуре.

Наведени примери⁶ потврђују претпоставке о међузависности фракталне димензије обима и површине и њиховом понашању у зависности од развојних процеса током времена. Осим укупне вредности фракталне димензије, показало се да је важно и њено праћење на различитим размерама, јер поређење тих вредности даје додатне податке о хомогености урбане структуре.

Сл.6. Графички приказ „бок-каунтинг“ методе, на примеру анализе Солуна 1960. и 1990. (Lagarias, 2007.)

Fig.6. Graphic representation of the “box-counting” method, through analysis of Thessaloniki in 1960 and 1990 (Lagarias, 2007)

⁶ У свим студијама коришћен је софтвер „Фракталајз“

Примена принципа фракталне геометрије у обнови градског ткива

Једна од могућих класификација урбаних форми која у данашњим критичким теоријама у великој мери кореспондира њиховој подели на модерна и традиционална насеља јесте она која их повезује са геометријским, односно органским принципом настајања.

Геометријски принцип генерисања урбаних матрица карактеристичан је за савремене планове градова, засноване на ортогоналној мрежи саобраћајница која је примерена оптималном функционисању моторног саобраћаја. Органски принцип се, са друге стране, повезује са традиционалним насељима прошлости, која су настајала спонтано, резултујући компактном органском формом. (Сл.7.)

Сл.7.
Упоредни приказ урбане матрице савременог и традиционалног града, на примеру Београда
Fig.7.
Comparative display of urban matrix of a modern and traditional city, with Belgrade example



Извесни позитивни ликовни и функционални квалитети традиционалних насеља, као што су сложеност, слојевитост, компактност, хијерархичност и надасве – хумана размера, директно се повезују са органским карактером њихове урбане матрице. Она постаје предмет истраживања различитих научних теорија урбаног раста и развоја, у које се убраја и фрактална геометрија, које покушавају да њихов органски карактер прикажу на начин који открива унутрашњу логику и правилност као што је то случај са сложеним формама у природи.

Неки аутори повезују фрактална својства са позитивним квалитетима традиционалних градова тврдећи да је то оно што недостаје модерним насељима. Салингарос тврди да су фрактална својства иманентна традиционал-

ним градовима и повезује их директно са својствима сликовитости, разноликости, компактне структуре, заснованим на органском развоју и хијерархијској организацији (Salin-garos, 2003.). Он ова својства не налази у модерним градовима, које критикује као анти-фракталне структуре, засноване на укрупњеној геометријској матрици која, по њему, настаје као последица неопходности прилагођавања савременог града потребама аутомобила, саобраћаја и убрзаном расту популације. Као кључни аргумент у критици савременог града Салингарос користи чињеницу да је савремени град више примерен аутомобилу него пешаку и да је то основни разлог дезинтеграције урбаног ткива. Он ће у овом контексту тврдити да је урбано ткиво здраво само ако је довољно повезано и

ако су све његове тачке доступне, те да би савремени град „оздравио“ неопходно је у постојеће урбане матрице интерполирати нове слојеве које су сразмерне пешачком кретању. Стога он разматра могућности повезивања и унапређивања савременог урбаног ткива на начин аналоган фракталним структурама традиционалног града, али без подражавања. Исходиште Салингаросових истраживања је предлог града који у себи обједињује фракталну структуру традиционалног града и савременост електронског града кога чине информатичке и комуникационе технологије.

Међутим, Салингаросова употреба фракталне анализе је, бар у овом контексту, очигледно у функцији прилагођавања резултата истраживања унапред прихваћеном оштром критичком ставу како према грађењу савремених насеља, тако и према савременој архитектури. Он занемарује историјске и еволуционе процесе и прави веома поједностављену диференцијацију на традиционално и модерно при чему је прво позитивно зато што је фрактално, а друго негативно, односно, антифрактално. Иако је критика савремених насеља у великој мери основана на реалном искуству живота у градовима, није убедљива Салингаросова употреба фракталне анализе у аргументовању ове критике.

Осим тога, стриктна подела урбаних насеља која савремена насеља повезује са геометријским, а традиционална са органским принципом, може се прихватити са резервом, пошто је први принцип који генерише високо уређене геометријске форме градова присутан у читавој историји развоја насеља, када је био неопходан брз физички развој – радни кампови у Египту, грчки колонијални градови, римски војни кампови, или када се користи као средство демонстрације политичке, религиозне, економске моћи – агоре, комплекси храмова и палата. Са друге стране, одсуство ових чинилаца који су наметани „одозго“, као што су брзина развоја или демонстрација моћи, управо су омогућили онај спонтани, постепени развој традиционалних насеља. Разлика савремених и старијих насеља заснованих на геометријском принципу јесте пре свега у размери, што ова друга не чини предметом критике са аспекта одсуства димензије прилагођене пешачком савладавању.

ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Метод фракталне геометрије припада групи савремених приступа урбанистичком планирању и пројектовању који третира урбану насеља као динамичке, отворене, нелинеарне системе, бавећи се степеном самосличности и хијерархичношћу њихове структуре. Фрактална анализа може да служи за описивање, испитивање, типолошку класификацију, симулацију урбаног раста и др.

У савременој теорији издвајају се два основна начина сагледавања улоге фракталне геометрије у уређењу простора. Први приступ је више рационалан и аналитичан и бави се на првом месту анализом и моделовањем урбаних система и процеса који се у њима одвијају, док је други више интуитиван и синтетичан и заснива се на основној логици фракталних структура, које се, као самосличне и хијерархичне, по неким мишљењима издвајају као пожељан узор код планирања и обнове градова.

Међу областима у којима примена принципа фракталне геометрије даје значајне резултате, истичу се: испитивање дистрибуције становништва и намена, затим граница урбаних подручја и њиховог ширења; проблем расплутаних предграђа великих савремених градова; развој рубних, периурбаних подручја, ивичних градова, полицентричних урбаних система и система насеља; формирање урбаних типологија, упоредне анализе.

Фрактална димензија се издваја као важан индикатор урбане просторне структуре и замењује или допуњује класичне, попут густине, која више одговара идеалним хомогеним системима. Фракталном геометријом се одређује фрактална димензија урбане матрице. Фрактална димензија је показатељ сложености, компактности и хијерархичности насеља. Ова три квалификатива су истовремено и важни показатељи међуодноса урбане матрице и урбаног живота. Сложеност указује на присуство различитих динамичких процеса који обликују урбану ткиво. Компактност указује на процесуалност развоја и омогућава континуитет, како у физичком, тако и у визуелном доживљавању урбаног ткива. Хијерархичност доноси посебан квалитет насељима указујући на зоне атракције којима гравитирају под целине урбаног ткива.

Фрактална димензија се одређује како на нивоу насеља као целине, тако и на нивоу ур-

баних потцелина све до самог грађевинског фонда и његове морфолошке структуре. Што су фракталне вредности различитих урбаних нивоа блискије, насеља су компактнија. Различите вредности фракталне димензије на различитим нивоима умањују укупну фракталну димензију насеља, а тиме и ниво сложености, компактности и хијерархичности насеља.

Важно је напоменути да је град и даље исувише сложен, слојевит и динамичан систем да би се могао обухватити само једном теоријом или приступом, ма колико они били напредни, тако да је препоручљиво увек комбиновати више метода. Фрактална геометрија показује резултате који јесу значајни, нарочито при поређењу развоја насеља. Међутим, они се ипак морају узети у обзир са одређеном дозом резерве, с обзиром да је и сам поступак припреме картографских подлога произвољан у некој мери, јер се базира на бинарној логици, грубој подели на изграђена – црна поља и неизграђена – бела поља, не узимајући у обзир fine прелазне намене, остављајући недореченим како се третирају отворени урбани простори.

Произвољност примене принципа фракталне геометрије се огледа нарочито у приступима који изједначавају појам фракталног и органског, налазећи да је традиционални град са органском компактном урбаном матрицом чији је раст и развој сличан развоју биолошких јединки, те самим тим фракталан, истовремено парадигматски модел идеалног града чијим предностима треба да теже и савремена планска насеља. Притом се не дају препоруке и упутства како се традиционални град прилагођава свој сложености савременог живота чији су захтеви, темпо и динамика далеко еволуирали од градова прошлости.

Потребна су даља истраживања како би се размотриле реалне могућности примене фракталне геометрије за унапређење савремених урбаних система, како кроз конкретну аналитичку примену, тако и у светлу односа традиционалног и савременог планирања. Данашње неусаглашено развијање Новог Београда, на пример, које у виду нема ни целину урбаног подручја ни генеричке кодове раста, а које је и раније било предмет студија које су настојале да укажу на могућности унапређења његових виталних функција, кроз поуке традиционалних градова прошлости, представља веома добро поље за истраживања. Улога фракталне геометрије је стога значајна код унапређења постојеће урбане структуре и тоне једноставним „попуњавањем“ празних поља у крупно пројектованој ортогоналној матрици, као што је то случај са Новим Београдом, већ путем уочавања унутрашње развојне логике насеља и могућности његовог раслојавања, усложњавања и прекомпоновања у складу са динамичким процесима који се у њему одвијају и указују на његов специфични урбани живот.

ЛИТЕРАТУРА

- Anas, A. et al. (1998.), Urban Spatial Structure, *Journal of Economic Literature*, **Vol.36, No.3**, pp.1426-1464;
- Cagliioni, M. et R. Giovanni (2003.), Contribution to fractal Analysis of cities: A Study of metropolitan Area of Milan, *Cybergeo, 6èmes Rencontres Quant (Besançon), Articles sélectionnés par Cybergeo, Article 269*, <http://www.cybergeo.eu/index3634.html> (14.10.2007.)
- Frankhauser, P. (1998.), The Fractal Approach. A New Tool for the Spatial Analysis of Urban Agglomerations, *Population: An English Selection*, **Vol.10, No.1**, *New Methodological Approaches in the Social Sciences*, pp.205-240;
- Lagarias, A. (2007.), Fractal Analysis of the Urbanization at the Outskirts of the City: Models, Measurement and Explanation, *Cybergeo, A Selection of the best Articles (SAGEO 2005), Article 391*, <http://www.cybergeo.eu/index8902.html> (06.08.2007.)
- Mandelbrot, B. (1967.), How long is the coast of Britain, *Science*, **156**, pp.636-638;
- Mandelbrot, B. (1982.), *The Fractal Geometry of Nature*, New York, W.H. Freeman and Company
- Salingaros, N. (2003.), Connecting the Fractal City, *Keynote speech, 5th Biennial of towns and town planners in Europe (Barcelona)*, <http://www.math.utsa.edu/sphere/salingar/connecting.html> (24.06.2007.);
- Shen, G. (2002.) Fractal dimension and fractal growth of urbanized areas, *International Journal of Geographical Information Science*, **vol.16, no.5**, pp.419-437;
- Tannier, C. and D. Pumain (2005.), Fractals in urban geography: a theoretical outline and an empirical example, *Cybergeo, Systems, Modelling, Geostatistics, Article 307*, <http://www.cybergeo.eu/index3275.html> (18.11.2007.)