

PAWEŁ GRODZICKI\*

## PRZYSZŁOŚĆ JAK PRZESZŁOŚĆ? MIASTO TOPOLOGICZNE

---

### THE FUTURE LIKE THE PAST? TOPOLOGICAL CITY

#### Streszczenie

W artykule potraktowano miasto przyszłości i przyszłość miasta jak dwa odrębne problemy, na które odpowiedź nie musi być identyczna. Wychodząc od pojęć wzrostu, lokalności oraz sposobów przełamywania barier wielkości, przeanalizowano wpływ, jaki mogą mieć nowe technologie komunikacyjne, głównie Internet, na przyszłość miasta. W argumentacji wykorzystane będą elementy matematycznej teorii sieci.

*Słowa kluczowe: miasto, wzrost, relacje, sieci, Internet*

#### Abstract

In this paper the terms city of the future and the future of the city, are being looked at as the two separate problems, to which the solution may not be identical. Starting with the concepts of growth, locality and ways of overcoming barriers of size, it will be examined, what kind of impact the new communication technologies, especially the Internet, may have on the future of the city. The elements of the mathematical theory of networks will be used as arguments.

*Keywords: city, growth, relations, networks, Internet*

---

\* Mgr inż. arch. Paweł Grodzicki, Pracownia Architektury Przemysłowej i Wieloprzestrzennej, Wydział Architektury, Politechnika Warszawska.

## 1. Paradoks

Miasto jako forma podlega nieustannym transformacjom w czasie. Jednocześnie charakter procesu wydaje się pod wieloma względami niezmienny od zarania jego istnienia. Można wskazać swoisty paradoks, choć „miasto przyszłości” (forma) będzie z dużą pewnością inne od miasta przeszłości, to „przyszłość miasta” (proces) – raczej identyczna jak jego przeszłość. Teza ta, zakończona znakiem zapytania, jest punktem wyjścia w niniejszym artykule. Postulowana niezmiennosc przyszłości odniesiona będzie do dwóch głównych cech procesu – jednej o charakterze strukturalnym, drugiej dynamicznym, opisanych w pierwszej części artykułu. Nowa zaś jakość „miasta przyszłości” ma źródło w problemie generowanym przez te cechy oraz sposobie, w jaki jest rozwiązywany, o czym traktować będzie część druga. W pierwszej części będą wprowadzone potrzebne pojęcia, które posłużą obserwacjom dotyczącym przyszłości miasta – „miasta przyszłości”, zawartym w części drugiej. Do potrzeb wywodu wykorzystane będą wybrane elementy matematycznej teorii sieci<sup>1</sup>.

## 2. Przyszłość miasta – „miasto przyszłości”

### 2.1. Struktura. Elementy, relacje, lokalność

W pierwszym rzędzie trzeba zauważyć, że miasto, w podstawowych aspektach jego funkcjonowania, stanowi zbiór autonomicznych elementów powiązanych przez systemy relacji. W najbardziej dosłownym sensie można mówić o mnogości budynków połączonych przez przestrzenie publiczne i komunikację, zbiorowości jednostek ludzkich powiązanych różnego typu więziami. Kryterium to jest jednak znacznie szersze i odnosi się do wielu innych obszarów funkcjonowania miasta, jak ekonomia, kultura, relacje społeczne, a nawet rozprzestrzenianie się mód, nowości, informacji. W mieście tradycyjnym najsilniejszym spoiwem są powiązania bliskie i lokalne. System miasta przypomina więc rozległą sieć, której integralność zapewniają krótkie połączenia pomiędzy sąsiadującymi węzłami<sup>2</sup>.

### 2.2. Wzrost

Drugą kardynalną cechą miasta jest fakt, że stanowi ono system rosnący w czasie. Historia miasta jest historią wzrostu. Znaczenie tego faktu nie jest wbrew pozorom trywialne, gdyż systemy rosnące mają w sposób zasadniczy jakościowo inne właściwości niż systemy statyczne. Tu teoria sieci dostarcza interesujących modeli myślowych. W najogólniejszym sensie wzrost miasta można scharakteryzować jako proces przyłączania kolejnych elementów (węzłów) do istniejącej już struktury (sieci)<sup>3</sup>. Prosty graf sieciowy oparty na mechanizmie przyłączania<sup>4</sup> pokazuje, że w rosnącym systemie automatycznie wyłania się dobrze znana z obserwacji hierarchia opisywana przez rozkład potęgowy (niewielka liczba elementów silnych i mnogość elementów słabych). Był on już wcześniej znany pod postacią rozkładu Pareto lub często przytaczanego w geografii miejskiej prawa kolejności-wielkości Zipfa, charakteryzujących statystyczną strukturę wielu znanych systemów od ekonomii, przez miasta, do Internetu<sup>5</sup>. Rozkład potęgowy jest też charakterystyczną metryką systemów posiadających szczególną cechę, określaną jako bezskalowość. Tego typu systemy zachowują swe rozpoznawalne właściwości niezależnie od wielkości<sup>6</sup>.

Wydaje się, że dwie powyższe cechy (typ struktury podstawowej oraz wzrost) w sposób niezmienny konstytuują podstawy procesu miasto – jego struktury i dynamiki – i nie podlegają zmianom w czasie.

### 2.3. Problem allometryczny

Proces wzrostu rodzi charakterystyczny typ sytuacji kryzysowej, którą można określić jako problem allometryczny. Jest to zjawisko doskonale znane w biologii i polega w skrócie na tym, że duży organizm nie może funkcjonować identycznie jak mały. Miasto nie może się powiększać przez proste skalowanie lub powielanie istniejącej struktury. To bowiem prowadzi to do bariery, poza którą bazowa forma przestaje efektywnie funkcjonować. W sensie metabolicznym problem allometryczny oznacza niewydolność wynikającą z wykładniczej przewagi przyrostu masy wobec wzrostu wymiaru liniowego struktury<sup>7</sup>. W wymiarze przestrzennym i potocznym zjawisko dobrze ilustruje poruszanie się w gęstej rozdrobnionej tkance miasta historycznego – powolne przemieszczanie, w labi-

ryncie uliczek w stanie częściowego zagubienia i bez perspektywy całości czy szerszego horyzontu, od jednej lokalności do kolejnej. Oparta na gęstości i bliskich powiązaniach struktura podstawowa miasta, doskonale się sprawdzająca w małym systemie, staje się przeszkodą w miarę wzrostu wielkości.

Graf sieciowy regularny (il. 1) dobrze obrazuje tę sytuację: w miarę dołączania nowych węzłów proporcjonalnie rośnie średnia (liczona liczbą połączeń pośrednich) odległość między dwoma elementami<sup>8</sup>. W bardzo dużym zbiorze oznacza to praktyczny brak łączności między odległymi węzłami. System, choć coraz większy, w rzeczywistości pozostaje wciąż zbiorem lokalnych klastrów, co nie pozwala czerpać z potencjału wielkości.

#### 2.4. Mały świat

Teoria sieci (a historia miasta w praktyce) wskazuje w opisanej sytuacji proste rozwiązanie: ponad relacjami lokalnymi należy dodać pewną liczbę połączeń pomiędzy odległymi węzłami, tworzących niejako sieć na wyższym poziomie skali. Model sieciowy pokazuje bardzo wysoką efektywność takiej metody: już pierwsze pięć przełączeń<sup>9</sup> redukuje średnią długość ścieżki w sieci o połowę, nawet jeśli przekablowania są czysto losowe i to *bez względu na* wielkość sieci<sup>10</sup>. Dochodzimy tą drogą do systemu posiadającego ważną cechę znaną pod nazwą małego świata<sup>11</sup>. Taki system może być zbiorem ogromnej liczby elementów, będąc jednocześnie silnie sklasteryzowanym<sup>12</sup> i zachowując relatywnie niską średnią odległość między elementami. W prostych słowach: system może wciąż rosnąć, opierając swoją zwartość na sile lokalnych powiązań i być jednocześnie wydajny na wyższych poziomach skali. Struktura może być wielka geometrycznie, lecz jednocześnie mała topologicznie. To także pierwszy krok w stronę osiągnięcia cech bezskalowych, wyjścia poza ograniczenia wielkości i stania się konstrukcją uniwersalną.

### 3. Nowa jakość miasta

#### 3.1. Makrosieci w historii. Stara i nowa technologia

W toku swej historii miasto odkryło wiele metod dodawania połączeń i przywracania wydolności przez utrzymywanie się w granicach systemu małego świata. Najbardziej znanym wynalazkiem było dodawanie nowych struktur urbanistycznych na wyższych poziomach skali, ze sztanदारowymi przykładami, jak system alei w Paryżu Haussmanna czy planie Waszyngtonu l'Enfanta. Te często analizowane jedynie na poziomie kompozycyjnym wzorce mają jednak także istotny i głęboki sens strukturalny w systemie miasta.

Skrócenie średnich dystansów przez sieć szerokich alei czy tranzytowe magistrale komunikacyjne (drogi, kolej, metro) są oczywistymi i znanymi przykładami technologicznego przybliżania. Jednak postęp technologiczny generuje makrosieci w wielu innych obszarach funkcjonowania miasta. Systemy infrastruktury: kanalizacja, wodociągi, sieci energetyczne to inne, rzadziej uświadamiane, a równie skuteczne metody.

#### 3.2. Makrosieć przyszłości. Zanik fizycznej odległości

Prawdziwa rewolucja w technikach redukowania problemu skali zaczęła się jednak wraz z pojawieniem się nowych technologii komunikacyjnych: początkowo prasy, radia, telewizji, telefonu, a dziś – najbardziej nieprzewidywalnych w skutkach – Internetu i technologii komórkowych (zlewających się obecnie w jedną dziedzinę). Znaczenie dwóch ostatnich nie polega tylko na fakcie, że dotyczą wszystkich elementów systemu – mogą łączyć każdego z każdym na najbardziej podstawowym, jednostkowym poziomie (co nie charakteryzowało wcześniejszych technologii). Szczególnie interesującą nową własnością jest to, że nie tyle skracają one połączenia między elementami, lecz redukują je do zera, eliminując całkowicie pojęcie fizycznej odległości czy geograficznego położenia komponentów. Nie sposób dziś przewidzieć, jak fundamentalne skutki może to mieć dla tradycyjnie rozumianej tkanki miasta opartej na czysto materialnych, przestrzennych i geometrycznych podstawach. Czym będzie fizyczna przestrzeń, geometria miasta bez pojęcia odległości? To pytanie, które definiuje charakter problemu pod nazwą miasto przyszłości.

### 3.3. Miasto przyszłości. Miasto topologiczne

Nie sposób w krótkim artykule rozwinąć całego spektrum możliwych przyszłych konsekwencji wynikających z dotychczasowych rozważań, można jednak pokusić się o kilka wstępnych obserwacji.

Ujęcie sieciowe kładzie nacisk na topologię systemu, nie na jego geometrię i przestrzeń. Oznacza to, że nie geografia elementów, lecz struktura relacji między nimi ma podstawowe znaczenie dla natury procesu, jakim jest miasto. Utrata znaczenia fizycznej odległości może sprawić, że topologia stanie się głównym kryterium odniesienia w teorii i praktyce miasta, natomiast jego aspekty przestrzenne staną się drugorzędne. Wszystkie procesy bazujące na systemie relacji między mnogością elementów, przeniosą się w nowy, pozaprzestrzenny wymiar. Nowe miasto będzie strukturą topologiczną.

Wskutek powyższego może nastąpić zwrot w historii rozwojowej miasta. Dawniej topologia pokrywała się w wysokim stopniu z jego materialną geometrią, gdyż istotne kanały powiązań funkcjonalnych między elementami systemu były realizowane prawie wyłącznie w fizycznej przestrzeni. W przyszłości umieszczona wirtualnej sieci relacji funkcjonalna topologia miasta może stać się zupełnie inna, niż jego struktura przestrzenna. Topologia stanie w otwartej opozycji do przestrzeni.

Historia miasta jest historią dochodzenia do matematycznej i materialnej bezskalowości, a w efekcie wyzwolenia się od ograniczeń wzrostu. Temu celowi służą wszystkie wymienione wcześniej miejskie technologie. W odróżnieniu od przeszłości, miasto współczesne, a tym bardziej przyszłe, nie będzie istnieć na żadnym jednym konkretnym poziomie skali – lecz na wszystkich jednocześnie. Będzie w tym sensie coraz bardziej jakościowo nową strukturą – systemem bezskalowym, uwolnionym od ograniczeń wzrostu i fizycznej wielkości. Nowe technologie komunikacji, jak to interpretuje Nikos Salingaros, są naturalnym uzupełnieniem takiego systemu, plasując się na samym dole skali – jako nieskończony zbiór elementów reprezentujących zerowe wymiary liniowe<sup>13</sup>.

Historycznie każda nowa miejska technologia makrosieci prowadziła do pewnej dwuznaczności: z jednej strony przywracała skalę małego świata i pozwalała pokonać barierę wzrostu, z drugiej, przez udostępnianie coraz rozleglejszych terenów, stymulowała jeszcze intensywniejszy rozrost, prowadząc do kolejnych niewydolności. Nowa rewolucja technologiczna nic takiego nie musi powodować, gdyż gdzie nie ma odległości nie ma też pojęcia przestrzennego wzrostu.

Nasuwają się też pytania o przyszłość tradycyjnych przestrzeni publicznych miasta. Niegdyś były głównym kanałem kontaktu i więzi między składnikami miasta przez co miały silną rolę funkcjonalną. Przeniesienie połączeń do wirtualnej sieci komunikacyjnej (obserwowane już dzisiaj w sferze kontaktów społecznych) może pozbawić klasyczną przestrzeń publiczną podstawy istnienia. Czy stanie się przez to elementem zbędnym skansenem, czy znajdzie nową jakość – oto nurtujące pytanie.

## 4. Wnioski

Z powyższych konkluzji wynika słuszność jednej części tezy postawionej na wstępie. Topologiczne, bezskalowe, ponadprzestrzenne „miasto przyszłości” będzie z dużym prawdopodobieństwem innym tworem niż miasto historyczne czy współczesne. Czy jednak także druga część, mówiąca o niezmiennych przyszłości miasta – jego głównych reguł – jest prawdziwa? Czy fundamenty systemu miejskiego: struktura budowana siłą lokalnych więzi i pojęcie wzrostu pozostaną niezmiennie? Najdalej idące wnioski pozwalają w obu przypadkach wskazać istotne zagrożenia dla takiego założenia.

Po pierwsze zanik charakteru przestrzennego i utrata znaczenia fizycznych wymiarów liniowych oznacza, że nie tyle pokonane zostają bariery wzrostu, co samo pojęcie wzrostu traci rację bytu.

Drugie niebezpieczeństwo jest znacznie poważniejsze. Jeśli bowiem całość więzi przeniesie się w nieprzestrzenny świat sieci bez odległości, jakie znaczenie mogą mieć nadal lokalne i bezpośrednie relacje sąsiedzkie? Nowa topologia może rozmontować stare podstawy zwartości przestrzennej budowanej przez siłę lokalnych powiązań łączących elementy składowe w całość. To może zagrozić fizycznym fundamentom istnienia materialnej struktury miasta, jaką znamy. Bo choć w aspekcie społecznym często przywołuje się tezy Granovettera o wartości słabych więzi<sup>14</sup>, nikt nie twierdzi, że mogą zastąpić te silne w funkcji utrzymania integralności całego systemu. Nie zastąpią ich także w przypadku miasta.

## Przypisy

- <sup>1</sup> Spotykany niekiedy termin „miasto sieciowe” jest mylący. Nie mamy tu do czynienia z nową teorią miasta, lecz odmienna perspektywą patrzenia na system miejski z punktu widzenia matematycznej teorii sieci. Istotne są w tym ujęciu także elementy zapoczątkowanej przez Bertalanffy’ego ogólnej teorii systemów (*general systems theory*) i innych współczesnych dyscyplin znanych pod wspólną nazwą teorii złożoności (*complexity theory*).
- <sup>2</sup> W ujęciu teorii odpowiadającym modelem jest graf sieciowy regularny, gdzie każdy węzeł łączy się z kilkoma najbliższymi sąsiadami (il. 1). Modelem przestrzennym może być siatka ortogonalna z węzłem w każdym przecięciu.
- <sup>3</sup> Warto tu przypomnieć elegancki model tworzenia paciorkowatych struktur miejskich zaproponowany przez Billa Hilliera i Julienne Hanson, w którym algorytmicznie regulowany proces losowego przyłączania generuje formy miejskie analogiczne do rzeczywistych. Por. [5, s. 55-61].
- <sup>4</sup> Por. np. [1, s. 84-92].
- <sup>5</sup> Wzrost fizycznej sieci Internetu i wirtualnej struktury plików WWW oparty jest na identycznej zasadzie przyłączania. Przy względnej łatwości pomiarów oba zjawiska stały się doskonałym obiektem badawczym dostarczającym praktycznych obserwacji dotyczących właściwości rosnących systemów. Stąd spotykane analogie odnoszone także do miast są całkowicie zrozumiałe.
- <sup>6</sup> Klasycznym przykładem bezskalości przestrzennej są obiekty fraktalne, nie bez przyczyny przywoływane przez niektórych autorów w kontekście struktury miasta, por. np. [2].
- <sup>7</sup> Por. np.: [4].
- <sup>8</sup> Wynosząca ¼ liczby elementów w systemie.
- <sup>9</sup> W modelu zamiast dodawać połączenia losowo przelącza się istniejące.
- <sup>10</sup> Por. [7, s. 89].
- <sup>11</sup> Określenie pochodzi od znanego eksperymentu Stanleya Milgrama, po którym przyjęło się przekonanie o 6 stopniach dystansu społecznego między dowolnymi dwiema osobami na świecie.
- <sup>12</sup> Współczynnik gronowania (klasteryzacji) odzwierciedla stopień zwartości lokalnych sąsiedztw w sieci, pokazuje jak silnie jest ona powiązana na poziomie podstawowym, lokalnym.
- <sup>13</sup> W rozumieniu rozkładu potęgowego, por. [6, s. 168].
- <sup>14</sup> Por. [3].

## 1. The Paradox

The city as a form is subjected to constant transformations in time. On the other hand the nature of the process is in many ways unchanged since the dawn of its existence. Hence, the paradox emerging from the topic of the conference can be identified: although the “city of the future” (the form) will be most probably different from the cities of the past, the “future of the city” (the process) – rather the same as its past. This thesis, with a question mark at the end, has become the title and the starting point for this article. The postulated relative immutability of the future will be referred to the two main features of the process – one structural, the other dynamic, which are described in the first part of the article. The new quality of the city of the future has its source in the problem generated by these features and the way in which it is resolved – of which the second part of the paper will treat. In the first part some useful terms will be introduced, and they will serve the observations on the future of the city/”city of the future” in part two. For the purpose of argument some elements of the mathematical theory of networks will be used<sup>1</sup>.

## 2. Future of the city – “City of the future”

Structure. Elements, relations, locality

First thing to be noted is that the city, in the fundamental aspects of its operation, is a collection of autonomous components connected through systems of relations. In the most literal sense, one can speak of a multitude of buildings, linked by public spaces and transport routes, or collection of individuals connected by various types

of ties. This criterion is yet much broader and refers to many other areas of functioning of cities, such as economics, culture, social relations, and also the spread of fads, novelty or information. In the traditional type of city the strongest bonds are close and local ties. The city resembles a vast network, which integrity is ensured by short connections between neighboring nodes<sup>2</sup>.

### 2.1. Growth

Another key feature of the city is that it is a system growing in time. The history of the city is a history of growth. The significance of this observation is not trivial, because growing systems have fundamentally different properties than no-growing ones. Here, the network theory provides interesting thought models. In the most general sense, the growth of the city can be characterized as a process of connecting successive elements (nodes) to the existing structure (the network)<sup>3</sup>. A simple network graph based on the mechanism of attachment<sup>4</sup> shows that a well-known hierarchy described by the inverse power distribution (a small number of strong nodes and a multitude of weak ones) automatically emerges in the growing system. It had also earlier been known as Pareto distribution, and often quoted in urban geography Zipf rank-size law, characterizing the statistical structure of many well-known systems from the economy, to the city and the Internet<sup>5</sup>. The inverse power distribution is also characteristic measure of systems having a specific attribute, defined as being scale-free. Such systems retain their distinguishable properties regardless of size<sup>6</sup>.

It seems that the two features mentioned above (basic local structure and growth) constitute the universal basics of the city process – its structure and dynamics – and that they are not subject to change over time.

### 2.2. The allometric problem

The process of growth creates a specific type of crisis situation that can be described as the *allometric problem*. This phenomenon is well known in biology and briefly means that a large organism cannot function in the same way as a small one. A city cannot grow by simple scaling, or duplicating the existing structure. It leads to a barrier, beyond which the original form ceases to function effectively. In the metabolic sense the allometric problem stands for the general deficiency resulting from the dominance of the exponential increase of mass volume comparing to the linear dimension of the structure<sup>7</sup>. In terms of spatial properties and common sense this phenomenon can be well illustrated by moving around in the dense and scattered tissue of the historic city – the slow movement in the maze of streets from one tiny locality to another, in a state of being partly lost and without general vista or a broader horizon. The primary structure of the city based on the density and the close connections, well-proven in a small system, becomes an obstacle as its size grows.

The regular network graph (Ill. 1) illustrates this situation well: as attaching new nodes the average path length between the two elements (calculated on the number of intermediate connections) increases proportionally<sup>8</sup>. In a very large set, this means virtually a complete loss of connection between distant nodes. The system, though becoming larger and larger, in fact remains still a collection of local clusters, not being able to take advantage of its growing size.

### 2.3. Small world

The network theory (and the history of the city in reality) gives a simple solution in such a situation: a number of connections between distant nodes must be added over local relations, to form a kind of network at a higher level of scale. The network model shows very high efficiency of this method: only the first five redirected connections<sup>9</sup> reduce the average length of a path in the network in half, even if rewirings are purely random, and this stays true regardless of the size of the network<sup>10</sup>. Using this method we end up with a system which has an important feature known as the small world<sup>11</sup>. Such a system may consist of a very large number of elements, while being both highly clustered<sup>12</sup> and maintaining a relatively low average path length. In short: the system can continue to grow being both compact and locally connected and efficient at higher levels of scale. The structure can be geometrically large, and small topologically at the same time. This is also the first step towards achieving scale-free features, moving beyond size limits and becoming an universal construction.

After this basic introduction we can move to main issues relating to the future of the city.

### 3. The new quality of the city

#### 3.1. Macro-networks in history. Old and new technology

In the course of its history, the city has discovered many ways of adding links and restore efficiency by keeping the system within the small world limits. The most well known invention was the addition of new urban structures at higher levels of scale, with such prominent examples as system of boulevards implemented by Haussmann in Paris or L'Enfant's plan of Washington. These patterns have often been analyzed only at the spatial and compositional level but they also have profound structural meaning for the city system process.

The reduction of the average distances by the use of networks of wide avenues, transit trunk lines or public transport (road, rail, subway) are obvious and well-known examples of technologies that cut path lengths. However, technological progress generates macro-networks in many other areas of the city performance. Infrastructure systems: sewer, water, energy networks are other, less often realised, but equally effective method.

#### 3.2. A macro-network of the future. The atrophy of a physical distance

The true revolution in the techniques of reducing the problem of scale began with the advent of new communication technologies: initially the press, radio, television, telephone, and today – the most unpredictable in its consequences – the Internet and mobile technologies (that now merge into one). The importance of the latter two is not just the fact that they affect all parts of the system – can connect everyone to everyone at the most basic, individual level (which does not apply to any of the former technologies). A particularly interesting new feature is that they not only shorten the distances between the elements, but actually reduce them down to zero, eliminating entirely the notion of physical distance or geographic location of the components. It is impossible to predict how fundamental implications of it may be for the traditionally acknowledged sense of a city fabric – based on the purely physical, spatial and geometrical principles. What will the physical space, the geometry of the city be without the notion, concept of distance? This is the question, which defines the nature of the problem named here: the city of the future.

#### 3.3. The city of the future. Topological city

In a short paper it is impossible to develop the entire spectrum of possible future consequences resulting from the above, we can attempt however to make some preliminary observations.

The network view puts emphasis on the topology of the system, not on its geometry nor space. This means that not geography of elements, but the structure of the relations between them is fundamental to the nature of the process of the city. The loss of importance of physical distance can make topology become the main benchmark in theory and practice of the city, while its spatial aspects become secondary. All processes based on a system of relations between a multitude of items, will move to a new trans-spatial dimension. The new city will be a topological structure.

As a result there can be a turning point in the evolution of the city. Formerly the topology highly matched its material geometry, as the key channels of functional links between system components have been realised almost exclusively in physical space. In the future - placed in a virtual network of relations - the functional topology of the city can be quite different from its spatial structure. The topology will become an opposition to space.

The history of the city is the history of building up a scale-free system in mathematical and physical sense, resulting in liberation from the constraints of growth. All of the above-mentioned urban technologies serve this purpose. Unlike the past, the city today, and even more so in the future, will not exist at any particular level of scale - but at all levels simultaneously. In this sense it will be more and more a qualitatively new structure - a scale-free system, freed from the constraints of growth and physical size. New communication technologies, as Salingaros interprets it, are a natural supplement to such a system, being placed at the bottom of scales – as an infinite set of elements representing zero linear dimensions<sup>13</sup>.

In history, every new macro-network technology led to a sort of ambiguity: on the one hand, it restored the scale of the small world and allowed to overcome obstacles to growth, and on the other hand, by making more and more land accessible, it stimulated even stronger growth, leading to subsequent new deficiencies. The

new technological revolution may not cause anything alike, for where there is no distance there is also no notion of spatial growth.

This raises also a question about the *future of traditional public spaces in the city*. Once they were the main channel of contact and connections between the components of the city and by that they had a strong functional role. Transferring relations into a virtual communication network (observed already today in the sphere of social contacts) can leave the classical public space without any basis for existence. Will it become redundant, a sort of museum of curiosities, or will it jump to a new level of operation – seems an intriguing question.

#### 4. Conclusions

The above findings show the validity of one of the arguments put forward in the introduction of this paper. A topological, scale-free, trans-spatial “city of the future” is likely to be a different entity than the historical or contemporary one. But is also the second part of the opening thesis, postulating the un-changeability of the future of the city (its main rules) true? Will the foundations of the urban system: the structure built on the strength of local ties and the notion of growth remain unaffected? The most far-reaching conclusions allow indicate noteworthy risks to both of the above assumptions.

First, the atrophy of spatial character and loss of significance of a physical dimension means that not only barriers to growth are overcome but the very concept of growth loses its *raison d'être*.

A second danger is much more serious. If all of the links in the network are transferred into non-spatial world without distances, just how important will still remain local and immediate neighbourhood relations? The new topology can disassemble the old spatial compactness built on the base of the strength of local links connecting the components together. It can threaten the foundations for the existence of the material structure of the city as we know it. For though the social aspect of Granovetter's arguments postulating the value of weak ties<sup>14</sup> are often brought up, no one claims that they can replace the strong ones in a function of maintaining the integrity of the system. Nor they can be replaced in case of the city.

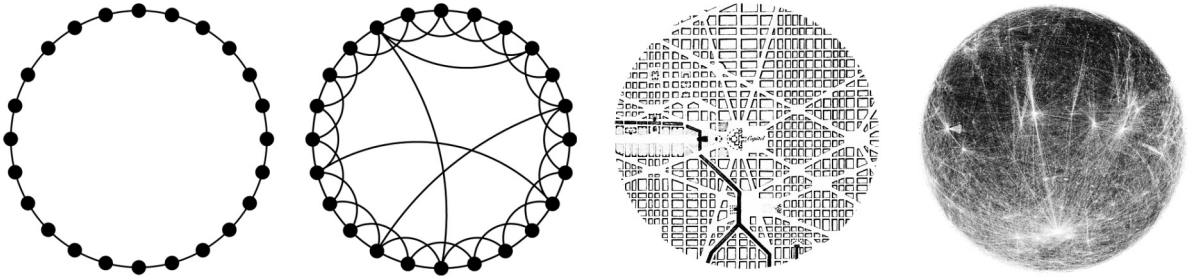
#### Endnotes

- <sup>1</sup> The term “network city” used sometimes is misleading: one is not dealing here with a new theory of the city, but just a different perspective of looking at the urban system, based on the mathematical theory of networks. In this approach, also important are the elements of general systems theory founded by Bertalanffy and other modern disciplines known under a common name of the complexity theory.
- <sup>2</sup> In the theory the corresponding model is a regular network graph where each node connects to a number of nearest neighbors (see ill. 1). For the equivalent spatial model one can consider a rectangular grid with a node on each intersection.
- <sup>3</sup> It is worth recalling the elegant beady-rings model for creating urban structures proposed by Hillier and Hanson, in which the algorithmically governed process of successive random attachment generates forms analogous to the real. See [5, p. 55-61].
- <sup>4</sup> See [1, p. 84-92].
- <sup>5</sup> The growth of the physical Internet and virtual file structure of WWW networks are based on the same principle of successive attachment. With the relative ease of measurement, both phenomena have become a great research facility for practical observations on the properties of growing systems. Thus the frequent analogies referring to cities are clearly reasonable.
- <sup>6</sup> A classic example of spatial scale-free systems are fractal objects, not without reason cited by some authors in the context of the urban structure, see [2].
- <sup>7</sup> See [4].
- <sup>8</sup> Amounting to  $\frac{1}{4}$  the number of elements in the system.
- <sup>9</sup> In the model the existing links are being successively randomly rewired rather than new ones added.
- <sup>10</sup> See [7, p. 89].
- <sup>11</sup> The term comes from the famous Stanley Milgram experiment, after which the conviction spread about 6 degrees of social distance between any two people in the world.
- <sup>12</sup> The clustering coefficient reflects the degree of compactness of local neighborhoods in the network, it shows how strongly it is linked at a basic, local level.
- <sup>13</sup> In terms of the inverse power distribution, see [6, p 168].
- <sup>14</sup> See [3].



**Literatura/References**

- [1] Barabási A.-L., *Linked. How Everything Is Connected to Everything Else and What It Means for Business, Science and Everyday Life*, Plume Books, Cambridge 2003.
- [2] Batty M., Longley P., *Fractal Cities. A Geometry of Form and Function*, Academic Press, San Diego CA 1994.
- [3] Granovetter M., *The Strength of Weak Ties*, American Journal of Sociology (78), 1973, 1360-1380.
- [4] Grodzicki P., *Struktura rozproszona*, Czasopismo Techniczne, Wydawnictwo PK, Kraków, 2008, 217-224.
- [5] Hillier B., Hanson J., *The social logic of space*, Cambridge University Press, Cambridge 1984 (wyd. 2005).
- [6] Salingaros N.A., *Principles of Urban Structure*, Techne, Amsterdam 2005.
- [7] Watts D.J., *Six Degrees. The science of a connected age*, W.W. Norton & Company, New York 2003.



- II. 1. Najprostsza sieć regularna, dodawanie odległych połączeń, Waszyngton l'Enfanta – makrosieć w mieście, topologia Internetu (źródło: autor na podstawie [7], Wikicomons, <http://cheleby.cse.unr.edu> – 14.11.2011)
- III. 1. The simplest regular network, the addition of remote connections, Washington DC L'Enfant – macro-network in the city, the topology of the Internet (source: author on [7], Wikicomons, <http://cheleby.cse.unr.edu> – 14.11.2011)