

PAWEŁ GRODZICKI*

STRUKTURA ROZPROSZONA

DISPERSED STRUCTURE

Streszczenie

Geometryczna analogia zależności powierzchni wymiany i objętości–masy oraz przepływy energetyczne są dla przebiegu miejskich procesów i samej struktury miasta fundamentalne. Powierzchnie wymiany i przemiany energii pojawiają się we wszystkich miejscach, okolicznościach i zjawiskach, które uznajemy za decydujące i podstawowe dla zdrowego organizmu miasta. Przestrzenie publiczne, miejsca tętniące życiem, miejskie atraktory, wszystko to, co można nazwać „sercem miasta”, rośnie na powierzchniach wymiany, miejscach przepływu energii, miejscach styku. Tworzą się na nich i jednocześnie generują nowe powierzchnie.

Słowa kluczowe: energia, porowatość, rozproszenie, fraktalność

Abstract

Geometrical analogy of the surface of exchange and its relation to volume-mass, as well as energetic flows are fundamental to the course of urban processes and to the city structure itself. The energy exchange and transformation surfaces appear in all places, circumstances, and phenomena, which we consider decisive and basic to the healthy organism of the city. Public areas, places vibrant with life, urban attractors, everything that can be called "the heart of the city", appear on the exchange surfaces, places where energy flows, places of contact. They appear on them and simultaneously create new surfaces.

Keywords: energy, porosity, dispersion, fractality

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

1. Centrum

Pojęcie śródmieścia jest przestarzałe i całkowicie nieadekwatne do współczesnej aglomeracji, której megaskala powoduje, że każde tradycyjnie rozumiane centrum stanie się niewydolne. System monocentryczny może się sprawdzać przy bardzo małych rozmiarach, gdzie dostęp do śródmieścia – atraktora – jest naturalny, czyli nie wymaga pokonywania dużych odległości. Pojedyncze wielkoskalowe centrum tworzy całe obszary wykluczenia – dzieli miasto na ten jedyny środek zdarzeń i wszystko pozostałe, marginesowe, na system megaatraktora i poczekalni. Na koniec – centrum wyklucza samo siebie, gdyż ci sami ludzie, którzy lgną do niego, łaknąc atrakcji, równie łatwo je porzucają znużeni jego monotonną nadaktywnością.

Podobnie nieodpowiednie jest pojęcie policentryczności, jeśli przez nie rozumieć system połączonych centrów o jednakowej skali. Taki system nie wnosi żadnej wartości poza kopiami samego siebie, powtórzeniami pierwotnego błędu.

Definicja miasta, która określa je jako przestrzeń możliwą do pokonania w umownej jednostce czasu [3], przy uwzględnieniu współczesnych prędkości przemieszczania, pozwala jego umowny obszar rozszerzyć. Są to jednak raczej zabiegi bardziej rachunkowe niż odnoszące się do faktycznych relacji człowiek–przestrzeń. Zwiększanie prędkości powoduje bowiem rozerwanie kontaktu z otoczeniem. Miejska rzeczywistość w takiej sytuacji fragmentuje się i subiektywnie atomizuje. Powstaje wiele mentalnych podmiast, niezdefiniowanych geograficznie, powiązanych jedynie trasami komunikacji. Dalszym tego typu rozszczepieniem jest przestrzeń kreowana dzięki komunikacji wirtualnej, gdzie subiektywny krąg lokalny może sięgać w dowolne miejsce globu. Zjawiska te, mimo że powszechnie dziś analizowane, tworzą raczej pewną odrębną rzeczywistość i nie odnoszą się w gruncie rzeczy do istoty miasta, która pozostaje nadal materialna i lokalna.

2. Granica

Miasto monocentryczne powstaje przez proste skalowanie. W pierwszej fazie miastogenezy w jakimś konkretnym miejscu, najczęściej na skrzyżowaniu istniejących wcześniej przepływów z niejednorodnościami naturalnego materialnego środowiska, zaczynają się kumulować energia i struktura (il. 4). Z biegiem czasu środek rozszerza się, lecz znacznie szybciej rozszerzają się peryferia, które czerpią energię z centrum, jednocześnie izolując je od otoczenia.

Miasto jako system energetyczny wymagający stałego dopływu energii jest uzależniony od efektywności jej dostarczania. Kiedy energia czerpana jest z otoczenia, kluczowa staje się wielkość granicy wymiany. W miarę wzrostu rozmiaru liniowego obiektu jego powierzchnia rośnie proporcjonalnie do kwadratu, a objętość – do sześcianu rozmiaru. Masa odzwierciedla materialną zawartość miasta, potrzebującą do swego funkcjonowania różnego rodzaju surowców, mającą swe produkty i odpady. Powierzchnia i obwód odpowiadają za zdolności systemu do wymiany zarówno z otoczeniem, jak i pomiędzy komponentami wewnętrznymi. W miarę rozrastania się struktury wielkość powierzchni przypadająca na jednostkę objętości (masy) zmniejsza się, co powoduje wykładnicze pogarszanie efektywności działania systemu. To, co jest wystarczające dla małego organizmu, dla wielkiego oznacza dysfunkcję.

Głównym problemem rozwoju polegającego na prostym powiększaniu terytorium jest więc pogarszanie stosunku wielkości powłoki do masy. Rosnące miasto przypomina kulę śniegową, która stale nabiera nowego materiału, nie zmieniając swej struktury. Po przekroczeniu pewnej granicy prawa fizyki muszą spowodować jej rozpad. Jakkolwiek całkowite zadławienie nie pojawia się w praktyce często, jednak miasta podążają drogą kuli śniegowej do granic wydolności systemu.

3. Porowatość

Geometryczne implikacje wzrostu wielkości wskazują, że metodą na uniknięcie kryzysu i utrzymanie pierwotnej efektywności systemu byłoby utrzymanie początkowej proporcji powierzchni wymiany do masy. Powierzchnia wymiany powinna rosnać w postępie podobnym jak masa, czyli wykładniczo. Oznacza to konieczność jej fałdowania: w trakcie wzrostu obiekt traci gładką powierzchnię, staje się porowaty i pomarszczony. Natura wynalazła to rozwiązanie już miliony lat temu. Organizmy duże, jak wiele zwierząt, dla zapewnienia prawidłowego przebiegu życiowych procesów muszą wytwarzać dodatkowe powierzchnie wymiany, stąd zwinięte i pofałdowane układy pokarmowe, porowata struktura płuc i innych organów wewnętrznych [2]. Wzrost powierzchni następuje w tym przypadku przez „zawinięcie do środka”.

Figurami, które pozwalają na dowolne powiększanie powierzchni brzegowej są fraktale. Fraktal ma, przy skończonej powierzchni, nieskończony obwód. To rozwiązanie jest również szeroko rozpowszechnione w naturze. Taki rodzaj geometrii pozwala bowiem na tworzenie obiektów o zdefiniowanym, skończonym kształcie i daje jednocześnie swobodę manewrowania wielkością linii brzegowej. Najprostsze fraktale, jak krzywa Kocha (il. 1), dywan Sierpińskiego (il. 2), mają bardzo prosty algorytm tworzenia, oferujący w nieskomplikowany sposób potrzebną głębię geometryczną. Opisywane obiekty są przez to bardzo wygodnymi narzędziami katalizującymi wymianę. Ich struktura jest porowata, samopodobieństwo i rekurencyjność zapewniają nieskomplikowaną regułę konstrukcyjną, skalarność daje właściwe rozproszenie elementów na różnych poziomach wielkości. Dzięki tym cechom powierzchnia ma bardzo rozgałęzioną strukturę, pozwalającą zarówno na wielkie przepływy, jak i na włosowate połączenia w najdrobniejszej skali (il. 3).

Jednym z praktycznych i namacalnych przykładów porowatości i rozbudowania powierzchni jest rozrost miasta w górę. Dostęp do światła, powietrza, widoku podlega, w odróżnieniu od bardziej subtelnych potrzeb, prostej fizycznej regule: albo jest, albo go nie ma. Niezależnie, czy będziemy obserwować gęstą strukturę arabskiego miasta czy wieżowce Manhattanu, będą one – każde w inny sposób – budować swą tkankę tak, aby zapewnić wszystkim elementom w miarę równomierny dostęp do niezbędnych zasobów. W obu wypadkach powierzchnia jest rozbudowywana do rozmiarów odpowiednich dla zapewnienia wystarczającego komfortu masie.

Pofałdowana i zwinięta do wnętrza powierzchnia wymiany powoduje, że strefy o walorach pierwotnego centrum pojawiają się w wielu miejscach. Pojawia się rozproszenie, mozaikowa struktura, w której elementy właściwej „masy” są przemieszane z elementami otoczenia, innymi komponentami programu, obszarami pustki. Jednak poza samym pomarszczeniem jest jeszcze drugi istotny czynnik: fraktalne skalowanie w dół. Powierzchnia głównych zmarszczek nie jest gładka, lecz dalej pomarszczona, a te mniejsze pomarszczenia także sfalutowane i tak dalej, do najmniejszej używanej w systemie skali. Wędrując w dół skali, nigdy nie napotkamy na taką, w której powierzchnia staje się gładka. W ten sposób każdy komponent systemu, zarówno bardzo wielki, jak i bardzo mały, ma bliski dostęp do życiodajnej powierzchni. Może z niej czerpać i odwrotnie – budować. Struktura takiej gąbki jest głęboka i chłonna. Skalowanie i samopodobieństwo to sztuczki, dzięki którym powierzchnia może rosnać niejako „w miejscu”, bez zajmowania kolejnych obszarów, a granicą tego procesu jest nieskończoność.

4. Sieci

Miasto budują komponenty wielkoskalowe, drobne oraz reprezentujące wiele poziomów pośrednich. Taką przestrzeń tworzą przez systemy o różnych wielkościach, w których elementy powiązane są ze sobą sieciami relacji. Sieci powiązane są dodatkowo w pionie, dzięki czemu oddziaływania przenoszone są pomiędzy wszystkimi poziomami.

Fraktalne pofałdowanie, dzięki swojej multiskalowej naturze jest idealną geometrią, która za pomocą jednej reguły integruje wszystkie komponenty w całość. Konstrukcja różnorodnych sieci istniejących w jednej przestrzeni i wzajemnie na siebie oddziałujących jest jedną z podstawowych cech miasta, fundamentem jego dynamiki. Tego rodzaju organizacji nie da się zaprojektować odgórnie. Tu potrzebne jest wykorzystanie aktywności na wszystkich poziomach, szczególnie na tych najniższych.

Jedną z najbardziej kompletnych prób przeniesienia modelu zorganizowanego rozproszenia, oddolnej samoorganizacji, wielowymiarowych relacyjnych struktur na miejską praktykę proponował Alexander [1]. Jego język struktur objął definicje elementów i procesów od skali regionów do detalu budynku, wzajemnie zależnych, tworzących system miejskiego środowiska człowieka. Jednym z istotnych postulatów była teza, że językiem tym może posługiwać się każdy, gdyż jest to fundamentalny język przestrzenny, do którego wszyscy mają naturalny dostęp.

5. Energia

Miasto jest systemem energetycznym, w którym energia pobierana z zewnątrz i przetwarzana w strukturze służy przełamywaniu entropii i budowaniu złożoności [4]. Stały dopływ energii jest niezbędny, aby podtrzymać jego istnienie, jednak dalsze jego cechy: żywotność, sprawność, konkurencyjność, zależą od sposobu, w jaki energia jest przetwarzana i dystrybuowana.

Jedną z postaci przepływu energii w systemie miejskim jest rozchodzenie się kapitału. Można łatwo dostrzec, że duża jego lokalna kumulacja nie musi automatycznie prowadzić do proporcjonalnych widocznych efektów w strukturze. Jeśli kapitał – energia – nie podlega wystarczającemu rozproszeniu – zamiast nasączać tkanek, będzie opływać jej gładką powierzchnię, nie wchodząc z nią w reakcje.

W zdrowym organizmie procesy energetyczne są rozproszone po całej strukturze – docierają do wszystkich fragmentów, zasilając je, ale i z nich czerpiąc. W ten sposób w maksymalnym stopniu angażowana jest aktywność oddolna, pochodząca od jednostek. O tym, jak ważny jest to czynnik, świadczy kształt takich obszarów miejskich, w których włączenie jednostki nie występuje. Strefy takie, mimo że często aktywnie użytkowane, podlegają mentalnemu wyparciu – nie są odbierane jako funkcjonalny element systemu.

6. „Serca miasta”

Format, jaki nadaje procesom energetycznym fraktalnie rozgałęziona i pofałdowana powierzchnia wymiany, jest skutecznym i jednocześnie niesłychanie prostym mechanizmem zapewniającym stan koniecznej dyspersji procesów miejskich. Fraktalne pomarszczenie daje możliwość teoretycznie nieograniczonego rozbudowywania powierzchni, co oznacza, że rozgałęziona struktura może sięgać bardzo głęboko, do najmniejszych swoich komponentów. W takim rozumieniu miasto jest dosłownie budowane na wszystkich poziomach. Wszystkie one mają również dostęp do zasobów, procesy miejskie odbywają się na różną skalę, we wszystkich zakamarkach struktury. „Serce miasta” rozszerza się na cały jego organizm. Nie musimy pytać, gdzie ono jest i jak je rozpoznać – jest ono obecne wszędzie.

1. Centre

The term of a city centre is outdated and rather inadequate to modern agglomerations, the mega scale of which makes every traditional centre inefficient. The monocentric system can work in smaller areas, where the access to the centre, the attractor, is natural, so does not require covering greater distances. A single, multiscale centre creates whole areas of exclusion – it divides the city into this one place where events take place and the marginal rest. A system of a mega attractor and a waiting area. In the end, the centre excludes itself, because the very same people, who were attracted to it, equally easily abandon it when they become bored with its monotonous overactivity.

Similarly inadequate is the term of polycentricism, if by it one understands a system of connected centres of the same scale. Such a system does not introduce any value except for copies of itself, repetitions of an initial error.

The definition of the city, which describes it as a space possible to cover in a certain unit of time [3], considering the modern speeds at which one travels, allows for broadening the area. But these are rather mathematic considerations, not referring to the actual human-space relations. Increasing speed causes a break with the surroundings. The urban reality undergoes fragmentation and subjective atomisation in such a case. A series of mental sub-cities is created, they are geographically unidentified, linked solely by communicational routes. A further division of this sort is the space created by virtual communication, where the subjective local circle can reach out to any place on the globe. These phenomena, even though they are commonly analysed, create a rather remote reality and do not actually refer to the essence of the city, which remains material and local.

2. The border

A monocentric city is created through simple scaling. In the first phase of the city genesis, in a certain place, most commonly at a crossing of flows and diversities of a natural, material environment, energy and structure start to accumulate (Ill. 4). With time, the centre begins to expand, but the peripheries expand much faster, they draw energy from the it and at the same time isolate it from the surroundings. The city, being an energy system, requires a constant inflow of energy and is dependent on the effectiveness of its supply. When energy is drawn from the surroundings, the size of the exchange boarder becomes crucial.

As the linear size of an object grows, its surface grows proportionally to the square, and its volume to the cube of the size. Its mass reflects the material content of the city. The surface and perimeter are responsible for the system's capability to exchange with the surroundings and between the internal components as well. As the structure grows, the surface ratio to cover the volume (mass) becomes smaller, which causes exponential decline of the system's effectiveness. What is sufficient for a small organism, means a dysfunction for a great one.

The main problem of such development consisting of simple expansion of territory is worsening of the relation of the size of the coating to the mass. A growing city resembles a snowball which gathers new material while not changing its structure. After reaching some limit, the laws of physics have to cause its falling apart. Even though a full decomposition does not appear in practice often, cities still follow the snowball pattern to the limits of the system's efficiency.

3. Porosity

Geometric implications of size increase show that a method to avoid a crisis and maintaining initial effectiveness of the system would be maintaining the initial proportion of exchange surface to mass. The exchange surface should grow at a ratio similar to that of the mass, so exponentially. This means it is necessary to fold it: as the object grows, it loses its smooth surface, it becomes porous and wrinkled. Nature invented this solution millions of years ago. Large organisms, like many animals, to ensure proper functioning of many life processes, have to create extra exchange surfaces, that is where rolled up and folded up digestive systems, porous structure of the lungs and other organs come from [2]. The increase of the surface in this case happens through "folding up towards the middle".

Figures which allow for an unlimited increase of the edge surface are fractals. A fractal has, with a limited surface, an unlimited perimeter. This solution is also common in nature. This type of geometry allows for creating objects with a defined, limited shape and a possibility to manipulate the edge line, at the same time. The simplest fractals as Koch's curve (Ill. 1), Sierpiński's carpet (Ill. 2), have a very simple creation algorithm, which supplies a necessary geometric depth in an uncomplicated way. The described objects are, therefore, very easy tools catalysing the exchange. Their structure is porous, self-similarity and recurrence ensure an uncomplicated construction rule, scalarity provides proper disperse of elements on various levels of size. Thanks to these features the surface has a very manifold structure allowing for both large flows and capillary connections of the smallest scale (Ill. 3).

One of the practical and tangible examples of porosity and developing the surface is the upward expansion of the city. Access to light, air, view, as opposed to other, more subtle needs, are ruled by one simple physical principle: they are either there or not. No matter if we observe the tight structure of an Arab city, or sky scrapers on Manhattan, they will be, each in its own way, building their tissue in a manner ensuring that every element has a more or less equal access to the crucial resources. In both cases the surface is developed to the size big enough to secure sufficient comfort for the mass.

A folded and curled up surface of exchange makes zones with advantages of an initial centre appear in many places. Dispersion, mosaic structure appear, in which the elements of the true "mass" mix with the elements of the surroundings, with other components of the programme, with voids. However, apart from the wrinkling itself, there is a second important factor: fractal downward scaling. The surface of the main wrinkles is not smooth, but has further wrinkles, and these smaller wrinkles are also folded, and so on to the smallest scale used in the system. Going down this scale, we never encounter one, the surface of which becomes smooth. This way every component of the system, very large and very small, has close access to the life-giving surface, can draw from it, and the other way around, can build on it. The structure of such a sponge is deep and absorbent. Scaling and self-similarity are tricks, thanks to which the surface can grow "not moving" in a way, not taking up new areas, and the limit of this process is infinity.

4. Networks

The city consists of large-scale components, tiny ones, and the ones representing many of the intermediate levels. They create such space by using systems of different sizes, in which the elements are linked with networks of relations. The networks are additionally connected vertically, thus transferring all interactions among all levels.

Fractal folding, thanks to its multi-scale nature, is ideal geometry, which integrates all components into a whole with just one rule. The construction of various networks existing in one space and affecting one another is one of the basic features of a city, a foundation of its dynamics.

This kind of organisation cannot be planned top-down. This requires activity on all levels, especially those lower ones.

One of the most complete attempts to transfer the model of organised disperse, bottom-up self-organisation, multidimensional relation structures to the city practice has been proposed by Alexander [1]. His pattern language covered definitions of elements and processes from the regional scale to the details of a building, all related to another, creating a system of human urban environment. One of the important postulates was a thesis that everyone can use this language, because it is a fundamental spatial language, to which everyone has natural access.

5. Energy

The city is an energetic system in which the energy, which is drawn from the outside and, processed within the structure, serves breaking away from entropy and building complexity [4]. A continuous supply of energy is crucial to sustain its existence, but its further features: vitality, efficiency, competitiveness depend on how the energy is processed and distributed.

One of the forms of energy flow in the urban system is the distribution of capital. It can be easily observed that a large local accumulation does not have to lead to proportional, visible effects in the structure. If the capital – the energy – does not undergo sufficient disperse, instead of soaking into the tissue, it will flow around its smooth surface and not react with it.

In a healthy organism, the energetic processes are dispersed onto the whole structure, they reach all fragments powering them but also drawing from them. This way bottom-up activity, coming from individuals, is engaged to the maximal extent. How important a factor it is can be seen in the shape of such urban areas where the individual is not involved. Such zones, even if often used, are subject to mental denial – they are not perceived as functional elements of the system.

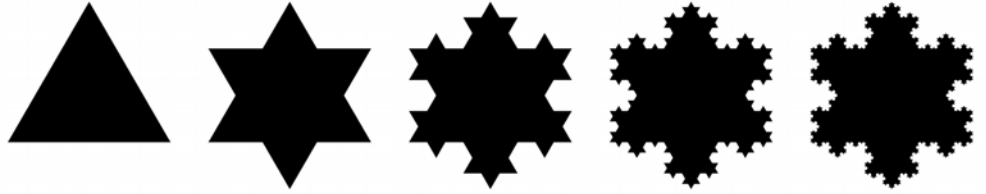
6. "The heart of the city"

The format of the energy processes which is formed by the fractal manifold and the folded exchange surface is an affective and incredibly simple mechanism ensuring the state of necessary disperse of urban processes. The fractal wrinkles create the possibility of theoretically unlimited development of the surface, which means that the manifold structure can reach deep down, to its smallest components. In this respect, the city is built literally on all levels. All of the levels have also access to the resources, urban processes take place, on different scales, in all corners of the structure. "The heart of the city" expands onto the whole organism. We do not have to ask where it is and how to recognise it – it is everywhere.

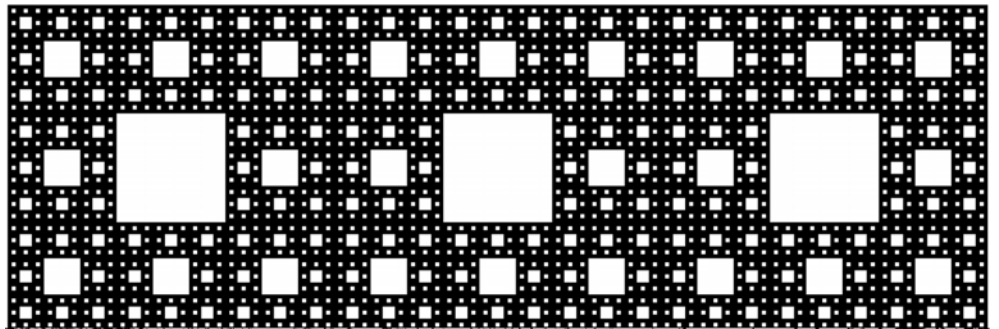
Bibliografia – Bibliography

- [1] Alexander Ch., Ishikawa S., Silverstein M., *A Pattern Language*, Oxford University Press, New York 1999.
- [2] Dawkins R., *Wspinaczka na szczyt nieprawdopodobieństwa*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2008.
- [3] MVRDV, *Metacity. Datatown*, 010 Publishers, Rotterdam 1999.
- [4] MVRDV/Delft School of Design, *Space Fighter. The Evolutionary City (Game)*, Actar-Barcelona–New York 2007.

- 1)
 II. 1. Krzywa Kocha. Długość brze-
 gu rośnie nieskończenie. Ob-
 szar wzrasta minimalnie
 III. 1. Koch's curve. The length of
 the edge increases infinitely.
 The area increases minimally



- 2)
 II. 2. Dywan Sierpińskiego
 III. 2. Sierpiński's carpet



- 3)
 II. 3. Struktura rozgałęziona
 III. 3. Manifold structure



- 4)
 II. 4. Krystalizacja, wymiana, sieci po-
 wiązań
 III. 4. Crystallisation, exchange, net-
 works of relations

