

CHARAKTERYSTYCZNY KSZTAŁT DZIAŁEK EWIDENCYJNYCH NA TERENACH ZURBANIZOWANYCH – ANALIZA STRUKTURY MORFOLOGICZNEJ MIAST

Agnieszka Bitner

Uniwersytet Rolniczy, Kraków

Streszczenie. Przedmiotem badań prezentowanych w niniejszym artykule jest dwuwymiarowa struktura powstała w wyniku podziału obszaru na działki ewidencyjne. Określenie zależności między obwodem a polem powierzchni działek pozwoliło na scharakteryzowanie typowego kształtu działek na terenach zurbanizowanych. Analizą objęto następujące miasta: Kraków, Zakopane, Starogard Gdański, Bytom oraz Malmö w Szwecji. Zależność obwodu działki, L , od pola powierzchni, S , dla tych miast opisana jest relacją $L = A\sqrt{S}$, gdzie $A = 6,28 \pm 0,27$. Dla analizowanych pięciu obszarów miejskich typowa działka jest prostokątem o stosunku długości boków równym w przybliżeniu 1:8.

Słowa kluczowe: działka ewidencyjna, struktura morfologiczna miast, kształt działki, tereny zurbanizowane, obwód i pole działki

WSTĘP

Analiza morfologiczna jest powszechnie stosowaną metodą badawczą w wielu dziedzinach nauki [Adams 1998, Liszewski 2008, Mandelbrot 1977, Miszewska 1995, Mydel 1978, Pignol i in. 1993, Weaire i Rivier 1984]. Niniejszy artykuł przedstawia analizę struktury morfologicznej miast. Pojęcie struktury morfologicznej miasta jest często używane w geografii urbanistycznej, dlatego na wstępie zostanie przedstawione jego znaczenie w tej dziedzinie nauki. Pojęcie to następnie zostanie uściślone do zakresu, w jakim autorka posługuje się nim w dziedzinie geodezji.

Struktura morfologiczna miasta w geografii [Koter 1979] oznacza układ i wzajemne relacje jednostek składowych przestrzeni miejskiej, wyodrębnionych na podstawie kryterium morfologicznego i genetycznego. Często w literaturze zamiast pojęcia „morfologiczna” stosuje się określenie „morfogenetyczna” [Kulesza 2001]. Morfologia miasta [Koter 1994] jest nauką o budowie zewnętrznej (kształcie i fizjonomii zabudowy)

© Copyright by Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Adres do korespondencji – Corresponding author: Agnieszka Bitner, Katedra Zastosowań Matematyki, Uniwersytet Rolniczy, ul. Balicka 253c, 30-198 Kraków, e-mail: rmbitner@cyf-kr.edu.pl

i wewnętrznej (rozplanowaniu) organizmu miejskiego oraz pochodzeniu i ewolucji składających się na ten organizm części, czyli o ich genezie. Analiza morfologiczna miasta w dziedzinie geografii obejmuje nie tylko zbadanie danego stanu układu przestrzennego, ale przede wszystkim prześledzenie faz jego rozwoju i odtworzenie procesów zachodzących w przeszłości w celu wyjaśnienia genezy badanej struktury przestrzeni miejskiej. Jest to zatem analiza kartograficzna połączona z wnikliwymi badaniami historycznymi.

W badaniach przedstawionych w niniejszej pracy pojęcie struktura morfologiczna miasta oznacza wyłącznie strukturę powstałą w wyniku podziału gruntu na działki ewidencyjne. Jest to, innymi słowy, układ granic działek [Litwin i in. 2000] będący wynikiem procesu podziału własnościowego gruntu. Tworzy on strukturę dwuwymiarową badaną w danym czasie. Termin „morfologiczna” odnosi się wyłącznie do geometrycznych własności struktury i w takim znaczeniu stosuje się to pojęcie w matematyce i fizyce. Jednostką podstawową w przedstawionej analizie jest działka ewidencyjna – najmniejsza jednostka powierzchniowa podziału kraju w celach ewidencji gruntów i budynków.

Analiza morfologiczna struktury powstałej w wyniku podziału obszaru na działki ewidencyjne dostarcza wielu cennych informacji o badanym obszarze. Opisana w pracach [Fiałkowski i Bitner 2008, Bitner i in. 2009, Bitner 2010] analiza morfologiczna mozaiki działek umożliwiła określenie uniwersalnych reguł rządzących podziałem na działki oraz znalezienie procesu stochastycznego prowadzącego do obserwowanej struktury podziału. Obszary badawcze położone były na trzech kontynentach. Uniwersalność reguł polegała na tym, że niezależnie od topografii terenu, przepisów prawa oraz uwarunkowań kulturowych i historycznych ludzie statystycznie dokonują podziału własnościowego gruntu w taki sam sposób. Przedstawiona w cytowanych pracach analiza morfologiczna własności struktury podziału gruntu na działki ewidencyjne wykazała istnienie jedynie trzech klas morfologicznych, odpowiadających trzem poziomom urbanizacji obszaru. Rodzaj klasy morfologicznej jest określony jednoznacznie przez postać funkcyjną rozkładu pól powierzchni działek. Na terenach silnie zurbanizowanych rozkład pól powierzchni działek jest zgodny z rozkładem odwrotnie potęgowym o wykładniku równym dwa. Analizą objęto miasta położone w Australii, Ameryce Północnej i Europie. Najstarsze z analizowanych miast – średniowieczne miasto Kraków – okazało się najbardziej reprezentatywne. Wykładnik rozkładu pól powierzchni działek otrzymany w odniesieniu do Krakowa miał wartość równą 2,0.

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki analizy morfologicznej struktury powstałej w wyniku podziału terenów zurbanizowanych na działki ewidencyjne. Badaniom poddano strukturę morfologiczną pięciu miast położonych na topograficznie różnych terenach, na których obowiązują różne systemy katastralne. Przedmiotem analizy była relacja allometryczna łącząca pole powierzchni działki z jej obwodem. Na podstawie uzyskanych wyników zostały wyciągnięte wnioski dotyczące charakterystycznego kształtu działek w analizowanych miastach.

WYNIKI ANALIZY

Baza danych

Do analiz wykorzystano dane dotyczące pięciu miast: Krakowa, Zakopanego, Starogardu Gdańskiego, Bytomia oraz Malmö w Szwecji. Baza danych zawiera informacje o polach powierzchni i obwodach wszystkich działek ewidencyjnych położonych

w granicach administracyjnych miast. Podstawowe charakterystyki miast, takie jak liczba mieszkańców, pole powierzchni miasta, liczba działek oraz średnie pole powierzchni i obwód działki, zestawione zostały w tabeli 1. Miasta będące przedmiotem badań różnią się pod względem wielkości, gęstości zaludnienia, położenia geograficznego oraz czasu lokacji.

Tabela 1. Zestawienie informacji o analizowanych miastach
Table 1. Summary of information about the cities analyzed

Miasto City	Całkowita powierzchnia [km ²] Total area	Liczba mieszkańców [tys.] Population	Liczba działek [tys.] Number of parcels	Średnia powierzchnia działki [m ²] Average parcel area	Średni obwód działki [m] Average parcel circumference
Kraków	326,84	734,4	146,948	2224,32	202,90
Zakopane	84,25	29,7	26,101	3227,98	193,66
Starogard Gd.	25,27	50,6	10,024	2521,42	176,67
Bytom	69,39	199,6	33,077	2097,92	168,37
Malmö	174,10	260,6	29,756	5850,41	247,34

Charakterystyczny kształt działki – analiza danych

Założono, że pomiędzy obwodem i polem powierzchni zachodzi następująca relacja allometryczna:

$$L = AS^{\beta} \quad (1)$$

gdzie wykładnik β oraz stała proporcjonalności A są dodatnimi liczbami rzeczywistymi. Na rysunku 1 pokazana została zależność logarytmu długości obwodu działki, L , od logarytmu jej pola powierzchni, S . Przedstawione wyniki dotyczą pięciu miast: Krakowa, Zakopanego, Starogardu Gdańskiego, Bytomia i Malmö.

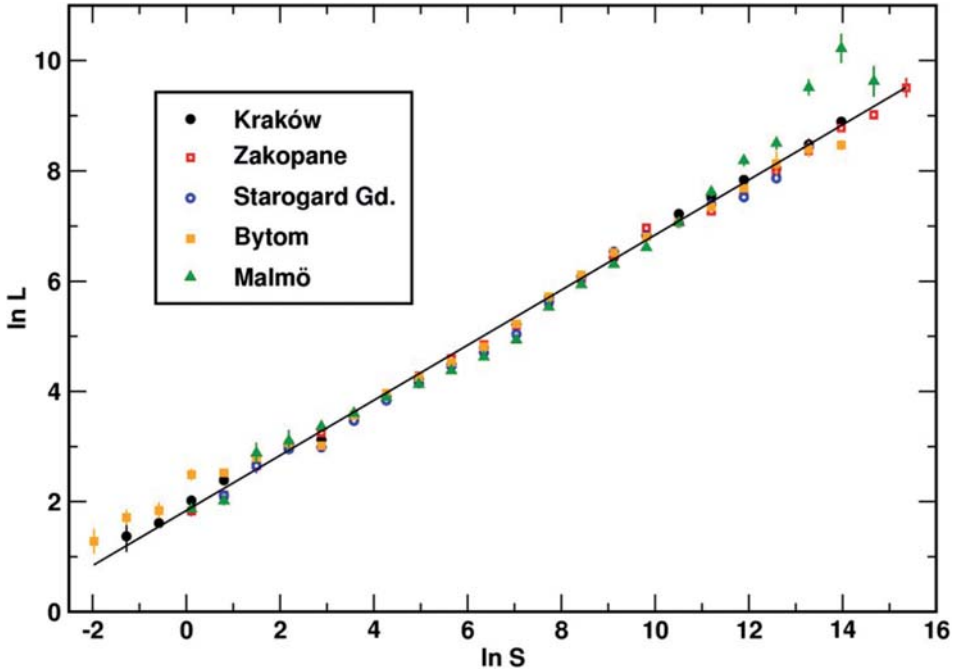
Do wszystkich punktów łącznie, pokazanych na rysunku 1, została dopasowana metodą najmniejszych kwadratów linia prosta w modelu:

$$\ln L = \alpha + \beta \ln S \quad (2)$$

gdzie $\alpha = \ln A$. Otrzymane wartości współczynników α i β każdego miasta oraz wszystkich miast łącznie zestawiono w tabeli 2. W przypadku wszystkich miast łącznie współczynniki te wynoszą $\alpha = 1,838 \pm 0,043$ oraz $\beta = 0,500 \pm 0,005$, przy współczynniku korelacji $r = 0,994$. Oznacza to, że zależność obwodu działki od pola powierzchni wszystkich analizowanych miast opisana jest relacją:

$$L = A\sqrt{S} \quad (3)$$

gdzie $A = 6,28 \pm 0,27$.



Rys. 1. Podwójnie logarytmiczny wykres zależności długości obwodu działki, L , od jej pola powierzchni, S pięciu miast: Krakowa, Zakopanego, Starogardu Gdańskiego, Bytomia i Malmö. Pola powierzchni działek wyrażone są w m^2 , obwody działek w m. Do punktów została dopasowana metodą najmniejszych kwadratów linia prosta (narysowana ciągłą linią). Współczynnik nachylenia prostej wynosi $0,500 \pm 0,005$

Fig. 1. Double logarithmic plot of the relationship between circumference, L , and area, S , of the parcels for the five cities analyzed: Kraków, Zakopane, Starogard Gdański, Bytom, and Malmö. The units of area and circumference are m^2 and m, respectively. The solid line represents the least squares fit of Eq. (2) to the data. The slope of the line is $0,500 \pm 0,005$

Tabela 2. Zestawienie współczynników α i β wyznaczonych metodą regresji liniowej pięciu miast. W ostatniej kolumnie podano współczynniki korelacji r

Table 2. The coefficients α and β determined from the linear regression for the five cities analyzed. In the last column the correlation coefficient, r , is given

Miasto City	β	α	r
Kraków	$0,497 \pm 0,005$	$1,85 \pm 0,04$	0,999
Zakopane	$0,495 \pm 0,005$	$1,82 \pm 0,04$	0,999
Starogard Gdański	$0,501 \pm 0,008$	$1,71 \pm 0,07$	0,997
Bytom	$0,466 \pm 0,008$	$2,09 \pm 0,06$	0,997
Malmö	$0,553 \pm 0,018$	$1,54 \pm 0,16$	0,989
Wszystkie miasta	$0,500 \pm 0,005$	$1,84 \pm 0,04$	0,994

Analizując wyniki przedstawione w tabelach 1 i 2, można zaobserwować wpływ średniej wielkości pola powierzchni działki na wartość parametru α oraz wielkość błędu. Porównując średnie powierzchnie działek otrzymane w przypadku dwóch największych miast, to jest Malmö oraz Krakowa, stwierdzamy, że średnia powierzchnia działki w Malmö jest 2,6 razy większa. Ma to również odzwierciedlenie w wielkości błędu parametru α , który jest czterokrotnie większy oraz w samej wartości parametru α , który dla Malmö przyjmuje wartość najmniejszą. Wielkość miasta mierzona liczbą jego mieszkańców czy powierzchnią w granicach administracyjnych nie ma wpływu na wartość parametru α oraz wielkość błędu. Liczba działek w Krakowie jest największa i stanowi prawie 60% całego analizowanego zbioru działek. Oznacza to, że wpływ tej próby na cały zbiór danych jest największy. Porównując parametry α i β poszczególnych miast oraz wszystkich miast łącznie, zaobserwujemy, że parametry α i β Krakowa są najbliższe parametrom wyznaczonym w odniesieniu do wszystkich miast.

Z danych przedstawionych na rysunku 1 można wyciągnąć inną ważną informację, która dotyczy charakterystycznego kształtu działek. Działki można traktować z dobrym przybliżeniem jako prostokąty. Oznaczmy długości boków tego prostokąta przez a i b . Ponieważ współczynnik proporcjonalności A w równaniu (3) ma stałą wartość dla wszystkich wartości S , możemy przyjąć, że stosunek boków działek jest charakteryzowany stałą:

$$\eta = \frac{b}{a} \quad (4)$$

Relacje wiążące pole powierzchni działki – S oraz jej obwód – L , z parametrem η są następujące:

$$S = \eta a^2 \quad (5)$$

$$L = 2a(1 + \eta) \quad (6)$$

Z równania (3) oraz (5) i (6) dostajemy związek między współczynnikiem A wyznaczonym metodą regresji i parametrem η :

$$A = 2 \frac{1 + \eta}{\sqrt{\eta}} \quad (7)$$

Stąd, współczynnik η wyraża się wzorem:

$$\eta_{1,2} = \frac{A}{8} (A \pm \sqrt{A^2 - 16}) - 1 \quad (8)$$

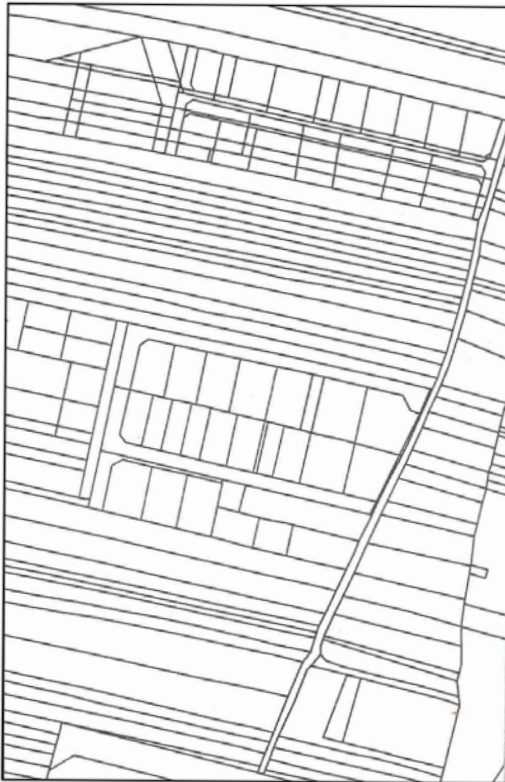
gdzie znaki „+” i „-” odnoszą się, odpowiednio do pierwszego i drugiego indeksu. Warto w tym miejscu odnotować, że rozwiązania η_1 i η_2 równania (8) powiązane są relacją:

$$\eta_1 = \frac{1}{\eta_2} \quad (9)$$

W przypadku wyznaczonej wartości współczynnika A otrzymujemy:

$$\eta_1 = 7,7474 \pm 0,014 \quad (10)$$

Kształt działek we wszystkich analizowanych miastach opisywany jest tym samym parametrem η , można więc przypuszczać, że ma on charakter uniwersalny. Uzyskana wartość współczynnika η (równanie 10) oznacza, że typowa działka położona na terenach zurbanizowanych ma kształt wydłużonego prostokąta o stosunku boków równym w przybliżeniu $b/a \approx 1:8$. Otrzymany wynik wydaje się nieco zaskakujący. Termin *działka położona w granicach administracyjnych miasta* kojarzy się głównie z działką budowlaną, której kształt jest zbliżony do kwadratu. Działek o takim kształcie jest jednak niewiele, a ich powstanie jest zazwyczaj wynikiem scalenia i podziału nieruchomości. Miasto w procesie rozwoju i poszerzania swoich granic zajmuje podmiejskie tereny rolnicze. Działki tam występujące są wąskie i długie. Taki układ granic ulega dodatkowemu „zagęszczeniu” przy zmianie funkcji terenu. Chcąc zapewnić dojazd do jak największej liczby działek, najprostszym jest podział względem boku przystającego do drogi. Wyjątkowo długie i wąskie działki powstają ponadto przy poszerzaniu tras komunikacyjnych. Rysunek 2 przedstawia fragment sieci granic działek w Krakowie.



Rys. 2. Fragment sieci granic działek ewidencyjnych w Krakowie (rejon ul. Armii Krajowej)

Fig. 2. Portion of a map of parcel boundaries network in Kraków (surroundings of the Armii Krajowej street)

Analiza kształtu obiektów płaskich jest również częścią badań geograficzno-osadniczych. Praca Golachowskiego i in. [1974] zawiera przegląd wskaźników wykorzystywanych do określania kształtu miasta. Do ich wyznaczenia posłużyły podstawowe parametry figury, takie jak powierzchnia, obwód, średnica itp. Jedynym miernikiem kształtu wykorzystującym jedynie pole i obwód figury jest wskaźnik κ zaproponowany przez Kostrubca, który jest liczony według formuły:

$$\kappa = \frac{\text{kwadrat obwodu}}{\text{pole powierzchni}} - 4\pi$$

Wskaźnik kształtu κ jest miarą „zwartości” figury. Przyjmuje on wartość minimalną równą zero dla koła i rośnie, jeśli figura wydłuża swój kształt. Wskaźnik κ osiąga wartość nieskończoną dla nieskończonego wąskiego prostokąta. Współczynnik A wyznaczony metodą regresji do zależności (3) wiążącej obwód działki z jej polem powierzchni może służyć do określenia wskaźnika κ . W odniesieniu do danych z pięciu analizowanych miast otrzymujemy następującą wartość wskaźnika kształtu:

$$\kappa = A^2 - 4\pi = 26,8$$

Otrzymana wysoka wartość wskaźnika κ jest charakterystyczna w przypadku figur o znacznie wydłużonych kształtach.

PODSUMOWANIE

Przedstawiona w niniejszym artykule analiza morfologiczna struktury podziału na działki ewidencyjne terenów zurbanizowanych umożliwiła określenie: (1) uniwersalnej zależności, jaka zachodzi pomiędzy obwodem a polem powierzchni działek, (2) charakterystycznego kształtu działek położonych na tych terenach. Analiza ujawniła, że statystycznie działki mają kształt wydłużonych prostokątów. Stosunek długości boków tego prostokąta jest w przybliżeniu równy 1:8. Otrzymany wynik jest zaskakujący, ponieważ termin działka położona w granicach administracyjnych miasta kojarzy się zazwyczaj z działką budowlaną o kształcie zbliżonym do kwadratu. Takie działki są jednak nieliczne i najczęściej powstają w wyniku postępowania scaleniowo-podziałowego. Miasta w procesie rozwoju przestrzennego zajmują otaczające je tereny niezurbanizowane, przejmując jednocześnie ich strukturę morfologiczną. Nowo przyłączony obszar ulega następnie dalszemu procesowi urbanizacji. Długie i wąskie działki, pierwotnie o przeznaczeniu rolniczym, są z czasem dzielone na coraz mniejsze fragmenty. Ostatecznie otrzymujemy obserwowaną i zbadaną w niniejszej pracy strukturę morfologiczną działek położonych na terenach zurbanizowanych.

Najbardziej reprezentatywnym miastem, to znaczy najlepiej odzwierciedlającym własności zaobserwowane całego zbioru analizowanych działek, okazał się Kraków. Wpływ tego miasta może wydawać się największy z powodu liczebności próby. Liczba działek położonych w Krakowie stanowi bowiem blisko 60% całej badanej populacji. Liczebność próby w tym mieście nie jest jedynym czynnikiem wpływającym na reprezentatywność danych. W badaniach Fiałkowskiego i Bitner [2008] oraz Bitner [2009] zbadano rozkład pól powierzchni działek. Wykazano w szczególności, że na terenach silnie zurbanizowanych

rozkład pól powierzchni działek jest zgodny z rozkładem odwrotnie potęgowym o wykładniku równym dwa. Analizą objęte były 33 miasta położone na trzech kontynentach: w Australii, Ameryce Północnej i w Europie. Wspomniany wykładnik charakteryzujący rozkład pól powierzchni działek Krakowa wyniósł $2,00 \pm 0,02$. Kraków okazał się zatem najbardziej reprezentatywnym miastem, mimo że nie był wówczas największym z analizowanych miast. Kraków był natomiast najstarszym ze wszystkich analizowanych miast. Wynik ten sugeruje, że stare miasta są najbardziej reprezentatywne pod względem morfologicznym.

Stosunkowo niewielka liczba analizowanych miast nie pozwala oczywiście formułować na podstawie uzyskanych wyników ogólnych tez dotyczących terenów zurbanizowanych. Morfologie zbadanych miast wykazały jednak dużą regularność. Z tego powodu można sądzić, że przedstawione w pracy wyniki posiadają walor uniwersalności, która zostanie potwierdzona dla innych miast.

PIŚMIENNICTWO

- Adams E.S., 1998. Territory size and shape in fire ants: a model based on neighbourhood interactions. *Ecology*, 79, 1125–1134.
- Bitner A., Hołyst R. i Fiałkowski M., 2009. From complex structures to complex processes: Percolation theory applied to the formation of a city. *Physical Review*, E 80 (3), 037102.
- Bitner A., 2010. Nowa metoda określania poziomu zurbanizowania obszaru na podstawie morfologii podziału gruntu na działki. *Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich. Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi PAN w Krakowie*, 3, 164–179.
- Fiałkowski M., Bitner A., 2008. Universal rules for fragmentation of land by humans. *Landscape Ecology*, 23, 1013–1022.
- Golachowski S., Kostrubiec B., Zagożdżon A., 1974. *Metody badań geograficzno-osadniczych*. PWN, Warszawa.
- Koter M., 1994. Od fizjonomii do morfogenezy i morfologii porównawczej. Podstawowe zagadnienia teoretyczne morfologii miast, [w:] *Zagadnienia geografii historycznej osadnictwa w Polsce*, Uniwersytet M. Kopernika w Toruniu, UŁ, Toruń – Łódź, 23–32.
- Koter M., 1979. Struktura morfogenetyczna wielkiego miasta na przykładzie Łodzi. *Acta Universitatis Lodziensis, seria II*, z. 21, Łódź.
- Kulesza M., 2001. *Morfogeneza miast na obszarze Polski Środkowej w okresie przedrozbiorowym. Dawne województwa łęczyckie i sieradzkie*. Wyd. UŁ, Łódź.
- Litwin U., Kostera G., Marczevska B., 2000. Granica w krajobrazie. *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie*, 365, 199.
- Mandelbrot B.B., 1977. *Fractal geometry of nature*. Freeman, New York.
- Miszewska B., 1995. Wpływ ekspansji przestrzennej Wrocławia na sukcesję użytkowania ziemi i strukturę morfologiczną miasta. *Czas. Geogr.*, 66, 363–370.
- Mydel R., 1978. *Rozwój struktury przestrzennej miasta Krakowa*. PAN Oddział w Krakowie, Zakład im. Ossolińskich, Wrocław.
- Pignol V., Delannay R., Le Caër G., 1993. Characterization of topological properties of 2D cellular structures by image analysis. *Acta Stereol.*, 12, 149–154.
- Weaire D., Rivier N., 1984. Soap, cells and statistics—random patterns in 2 dimensions. *Contemp. Phys.*, 25, 59–99.

CHARAKTERISTIC SHAPE OF LAND PARCELS ON THE URBANIZED AREAS – THE ANALYSIS OF MORPHOLOGICAL STRUCTURE OF A CITY

Abstract. In this paper a two-dimensional structure resulting from the division of area into land parcels is investigated. Determination of the relationship between the parcel area and circumference allowed to characterize the characteristic parcel's shape. Our study is based on data originating from Kraków, Zakopane, Starogard Gdański, Bytom oraz Malmö in Sweden. The relationship between the parcel circumference, L , and area, S , for the analyzed cities is the following $L = A\sqrt{S}$, gdzie $A = 6,28 \pm 0,27$. For five urban areas analyzed, the typical land parcel is a rectangle of the aspect ratio equal approximately 1:8.

Key words: land parcel, morphological structure of cities, shape of a parcel, urbanized area, circumference and area of a parcel

Accepted for print – Zaakceptowano do druku: 30.03.2011

For citation – Do cytowania: Bitner A., 2011. Charakterystyczny kształt działek ewidencyjnych na terenach zurbanizowanych – analiza struktury morfologicznej miast. Acta Sci. Pol. Geod. Descr. Terr. 10(1), 23–32.