

## Zróżnicowanie stopnia fragmentacji terenów zieleni w miastach Wielkopolski

### Diversity of fragmentation of green areas in cities of Wielkopolska

Iwona Zwierzchowska

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Centrum Edukacyjne Ochrony Środowiska i Zrównoważonego Rozwoju, ul. Dziegielowa 27, 61-680 Poznań, e-mail: izwierz@amu.edu.pl

---

**Abstract:** The aim of this paper is to diagnose composition and configuration of urban green areas in cities of Wielkopolska. Composition of urban green areas is understood as its surface area and proportion of city area. Four landscape metrics expressing configuration of green areas were used to analyse degree of fragmentation. These are: Mean patch area, Patch density, Euclides Nearest Neighbour Distance and Mean Edge Contrast Index.

The results were compared among cities according to their size and localization in regional natural network. The results show that forests have the lowest degree of fragmentation among different types of green areas. Large cities have less fragmented green areas than small cities. Composition of green areas and degree of its fragmentation are also related to city localization in regard to presence of valuable natural sites (consisting on regional natural system) in the city setting.

The results may be applied in local spatial planning of urban green and in regional planning of natural system of Wielkopolska.

**Key words:** natural network, green areas, Wielkopolska, fragmentation, landscape indicators

**Słowa kluczowe:** układ przyrodniczy, tereny zieleni, Wielkopolska, fragmentacja, wskaźniki krajobrazu

### Wstęp

Urbanizacja powoduje fragmentację terenów zieleni (Girvetz et al. 2007, Jomaa et al. 2007, Makomska-Juchiewicz 2007), przejawiającą się w postaci: redukcji ich powierzchni, wzrostu liczby płatów i zmniejszenia ich rozmiaru oraz zwiększenia izolacji między płatami (Fahrig 2003). Jej konsekwencje były przedmiotem badań w zakresie wpływu na różnorodność biologiczną (Collinge 1996, 1998, Olf, Ritchie 2002; Pattanavibool, Dearden 2002), „zdrowie” ekosystemów (Tzoulas et al. 2007) oraz ich zdolność do regeneracji (Andersson 2006).

Kompozycja i konfiguracja terenów zieleni wpływa na pełnione przez te obszary funkcje, generujące dla człowieka i środowiska przyrodniczego cenne świadczenia (de Groot et al. 2002). Toteż w zależności od rozmieszczenia przestrzennego ten sam sposób zagospodarowania terenu może mieć różny – neutralny bądź negatywny – wpływ na środowisko przyrodnicze (Solon 2007). W celu kształtowania przestrzennie

ciągłego systemu zieleni w miastach i w województwie konieczne jest rozpoznanie kompozycji i konfiguracji zieleni w miastach. Analiza kompozycji i konfiguracji pod kątem stopnia fragmentacji terenów zieleni w wielkopolskich miastach może być pomocna w wyjaśnieniu procesów zachodzących na tych obszarach oraz następstw fragmentacji dla środowiska przyrodniczego. Jest to szczególnie istotne w miastach położonych w otoczeniu obszarów tworzących regionalny układ przyrodniczy, bowiem fragmentacja terenów zieleni w tak usytuowanych miastach niesie skutki dla funkcjonowania środowiska przyrodniczego nie tylko w nich, ale i w regionie.

Celem ogólnym badań jest diagnoza zróżnicowania miast Wielkopolski pod względem kompozycji i konfiguracji terenów zieleni. W jej ramach:

- określono powierzchnię i procentowy udział terenów zieleni występujących w miastach,
- zdiagnozowano stopień fragmentacji zieleni,
- określono powiązania pomiędzy kompozycją i stopniem fragmentacji terenów zieleni a wielkością miast i ich położeniem na tle walorów przyrodniczych województwa wielkopolskiego.

Wyniki mogą zostać wykorzystane w procesie planowania lokalnego oraz regionalnego, szczególnie w zakresie kształtowania układu zieleni i w analizie wpływu różnych scenariuszy rozwoju na system przyrodniczy.

## **Material i metody**

Obiektem badań jest 109 miast województwa wielkopolskiego, rozpatrywanych w ujęciu granic administracyjnych (za 2003 r.). Takie podejście pozwala na poszukiwanie prawidłowości w dysponowaniu przestrzenią miast, będących wyrazem polityki przestrzennej, określonej w dokumentach i decyzjach o zagospodarowaniu przestrzennym.

Analizy kompozycji terenów zieleni dokonano na podstawie danych kartograficznych o pokryciu terenu – CORINE land cover (za 2000 r.), które zostały zgeneralizowane do jedenastu typów (zabudowa miejska, tereny przemysłowe, handlowe i komunikacyjne, kopalnie, wyrobiska i budowy; zieleni urządzona; grunty orne; uprawy trwałe; łąki i pastwiska; obszary upraw mieszanych; lasy; zespoły roślinności drzewiastej i krzewiastej; tereny otwarte pozbawione roślinności lub z rzadkim pokryciem roślinnym; obszary podmokłe; wody) występujących w wielkopolskich miastach. Cechy kompozycji terenów zieleni w miastach, na podstawie których dokonano oceny zróżnicowania i skali występowania poszczególnych typów zieleni, to ich powierzchnia oraz procentowy udział w powierzchni miasta.

Stopień fragmentacji został określony przy zastosowaniu programu FRAGSTATS 3.3. Do analizy dane CORINE land cover zostały sprowadzone do formatu rastrowego ArcGRID (50×50m). Należy jednak mieć na uwadze, że otrzymane wyniki są zależne od stopnia generalizacji danych oraz ich rozdzielczości. W oparciu o literaturę przedmiotu (Hargis et al. 1998, Ahern 2002, McGargial, Marks, 2002, Langanke et al. 2005, Botequilha, Buyantuyev, DiBari 2007, Wu 2007) do analizy konfiguracji terenów zieleni pod kątem stopnia ich fragmentacji wybrano cztery wskaźniki krajobrazu (tab. 1). Pozwalają one na ocenę przestrzennego rozmieszczenia terenów zieleni (Solon 2007) w miastach. Wskaźniki te zostały przeanalizowane dla pięciu typów terenów zieleni: lasów, łąk i pastwisk, zieleni urządzonej, zespołów roślinności drzewiastej i krzewiastej oraz obszarów podmokłych.

Wybrane wskaźniki posłużyły do analizy cech konfiguracji terenów zieleni, świadczących o stopniu ich fragmentacji w miastach. Każdy wskaźnik należy interpretować w powiązaniu z innymi. Mniejsza średnia wielkość płata zieleni może oznaczać większy stopień fragmentacji lub ogólnie mniejszą powierzchnię zieleni w mieście. Nie wskazuje bowiem liczby płatów zieleni występującej na terenie miasta. Dopelnieniem tego wskaźnika jest gęstość płatów zieleni określająca ich liczbę przypadającą na

powierzchnię miasta, co umożliwia dokonanie porównania między miastami o różnej powierzchni. Również ten wskaźnik musi być rozpatrywany z uwzględnieniem innych. Większa gęstość występowania płatów zieleni przy większej średniej powierzchni płyta świadczyć będzie o większym występowaniu danego typu zieleni, natomiast przy mniejszej średniej powierzchni płyta zieleni o jego większym stopniu fragmentacji (ryc. 1).

Oba te wskaźniki nie określają jednak wzajemnego położenia poszczególnych płatów względem siebie oraz względem otoczenia. W celu uzupełnienia tej informacji obliczono średnią odległość między poszczególnymi płatami oraz przeanalizowano kontrast poziomu zagospodarowania pomiędzy terenami zieleni a sąsiednimi typami pokrycia terenu, określony za pomocą wskaźnika średniego kontrastu na granicy płatów. Wydzielono 3 poziomy kontrastu: najwyższy (1) pomiędzy terenami zieleni a terenami

Tabela 1. Zastosowane wskaźniki krajobrazu  
Table 1. Applied landscape indexes

| Wskaźnik/Index  | Cechy konfiguracji świadczące o fragmentacji krajobrazu<br>Features of configuration showing landscape fragmentation |
|---|--|
| Średnia wielkość płyta (Mean patch area)<br>$AREA\_MN = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} \left( \frac{1}{10000} \right)}{n_i}$                             | Stopień rozdrobnienia  |
| Gęstość płatów (Patch density)<br>$PD = \frac{n_i}{A} (10000) \cdot (100)$  |  |
| Średnia odległość między płatami (Euclides Nearest Neighbour Distance)<br>$ENND\_MN = \frac{\sum_{j=1}^n h_{ij}}{n_i}$                              | Stopień izolacji   |
| Średni kontrast krawędzi (Mean Edge Contrast Index Distribution)<br>$ECON\_MN = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m (p_{ijk} \cdot d_{ik})}{n_i} (100)$ | Kontrast poziomu zagospodarowania terenów sąsiednich   |

$n_i$  – liczba płatów typu pokrycia terenu  $i$ ,

$A$  – powierzchnia miasta,  $a_{ij}$  – powierzchnia ( $m^2$ ) płyta  $j$  typu  $i$ ,

$h_{ij}$  – odległość od płyta  $j$  typu pokrycia terenu  $i$ , do najbliższego płyta tego samego typu pokrycia terenu,

$p_{ijk}$  – długość (m) krawędzi płyta  $j$  typu pokrycia terenu  $i$  przyległego do płyta pokrycia terenu typu  $k$ ,

$d_{ik}$  – waga kontrastu pomiędzy płatami typu pokrycia terenu  $i$  i  $k$ ,

$p_{ij}$  – długość obwodu (m) płyta  $j$  pokrycia terenu typu  $i$ .

$n_i$  – number of patches of land cover type  $i$ ,

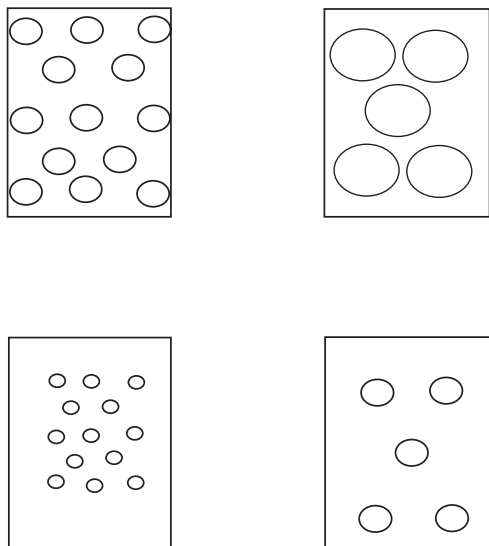
$A$  – surface area of city,  $a_{ij}$  – surface area ( $m^2$ ) of patch  $j$  of type  $i$ ,

$h_{ij}$  – distance from patch  $j$  of land cover type  $i$ , to the nearest neighbour patch of the same land cover type,

$p_{ijk}$  – length (m) of the edge of patch  $j$  of land cover type  $i$  adjacent to patch of land cover type  $k$ ,

$d_{ik}$  – weight of contrast between patches of land cover types  $i$  and  $k$ ,

$p_{ij}$  – perimeter of patch  $j$  of land cover type  $i$ .



Ryc. 1. Powierzchnia zieleni, a gęstość występowania płatów zieleni w mieście

Fig. 1. Surface area of green areas in contrast to their patch density in city

zainwestowanymi, średni (0,5) pomiędzy terenami zieleni a terenami o charakterze rolniczym oraz brak kontrastu (0) między różnymi typami terenów zieleni.

Konsekwencją mniejszej powierzchni płata jest większy „efekt krawędzi” wynikający z wpływu czynników zewnętrznych na dany płat terenu zieleni, powodujących zmianę warunków abiotycznych oraz biotycznych. Na „efekt krawędzi” wpływ ma także typ pokrycia terenu sąsiedniego. Im bardziej poziom intensywności zagospodarowania jest kontrastowy, tym większy może być jego wpływ na tereny zielone. Na podstawie kontrastu między terenami zieleni a innymi typami pokrycia terenu określono, jaki typ zieleni jest narażony na największą presję z terenów zainwestowanych. Kolejnym elementem istotnym dla zachowania walorów terenów zieleni w mieście jest odległość między płatami tego samego rodzaju, która wpływa na możliwość migracji organizmów zarówno zwierząt, jak i roślin między tymi obszarami.

Wartości wskaźników zostały poddane standaryzacji wg wzoru:

$$z_i = (x - u) / q$$

gdzie:

$z_i$  – standaryzowana wielkość analizowanych obszarów lub cech w mieście  $i$ ,

$x$  – zmienna standaryzowana,

$u$  – średnia ze zbioru,

$q$  – odchylenie standardowe zbioru.

Zgodnie z tą procedurą średnie wielkości poszczególnych obszarów zieleni lub ich cech dla miast wielkopolskich wynoszą zero. Wskaźniki dodatnie oznaczają wielkości ponadprzeciętne na tle średnich dla wszystkich wielkopolskich miast, a wielkości poniżej przeciętnej przyjmują wartości ujemne. W ten sposób możliwe jest wzajemne bezpośrednie porównanie charakterystyk ilościowych dla miast, wyrażonych w różnych jednostkach.

Dla diagnozy występowania terenów zieleni skonstruowano syntetyczny wskaźnik:

$$WWTZ_i = \sum Z_{\text{powierzchni terenów zieleni}} + \sum Z_{\text{udziału terenów zieleni}}$$

gdzie:

$WWTZ_i$  – wskaźnik występowania terenów zieleni w mieście  $i$ ,

$\sum Z_{\text{powierzchni terenów zieleni}}$  – suma standaryzowanych wielkości powierzchni terenów zieleni,

$\sum Z_{\text{udziału terenów zieleni}}$  – suma standaryzowanych wielkości udziału terenów zieleni.

W oparciu o standaryzowane wg wzoru  $Z_i$  wielkości wskaźników krajobrazu skonstruowano wskaźnik fragmentacji poszczególnych typów pokrycia terenu:

$$F_{ji} = Z_{PD} - Z_{AREA\_MN} + Z_{ENND\_MN} + Z_{ECON\_MN}$$

gdzie:

$F_{ji}$  – wskaźnik fragmentacji typu terenu zieleni  $j$  w mieście  $i$ ,

$Z_{PD}$  – standaryzowana wielkość wskaźnika gęstości płatów,

$Z_{AREA\_MN}$  – standaryzowana wielkość wskaźnika średniej powierzchni płata,

$Z_{ENND\_MN}$  – standaryzowana wielkość wskaźnika średniej odległości między płatami,

$Z_{ECON\_MN}$  – standaryzowana wielkość wskaźnika średniego kontrastu krawędzi.

Na podstawie wskaźników fragmentacji obliczonych dla poszczególnych typów pokrycia terenu skonstruowano syntetyczny wskaźnik fragmentacji terenów zieleni:

$$F_i = \sum F_{ji}$$

$F_i$  – syntetyczny wskaźnik fragmentacji terenów zieleni w mieście  $i$ ,

$\sum F_{ji}$  – suma wskaźników fragmentacji terenu zieleni typu  $j$  w mieście  $i$ .

W oparciu o wyżej przedstawione wskaźniki wydzielono 4 typy miast:

**Typ 1.** Miasta o ponadprzeciętnym występowaniu terenów zieleni i ponadprzeciętnej fragmentacji terenów zieleni.

**Typ 2.** Miasta o ponadprzeciętnym występowaniu terenów zieleni i o poniżej przeciętnej fragmentacji terenów zieleni.

**Typ 3.** Miasta o poniżej przeciętnym występowaniu terenów zieleni i o ponadprzeciętnej fragmentacji terenów zieleni.

**Typ 4.** Miasta o poniżej przeciętnym występowaniu terenów zieleni i o poniżej przeciętnej fragmentacji terenów zieleni.

## Wyniki

W miastach województwa wielkopolskiego tereny zieleni stanowią średnio 17,73%, z czego największy odsetek to lasy oraz łąki i pastwiska, przy czym średnia powierzchnia lasów jest ponad dwukrotnie większa niż powierzchnia łąk i pastwisk (tab. 2). Jednakże tereny te nie występują we wszystkich miastach. Łąki i pastwiska oraz lasy zidentyfikowano w ponad 70% miast, zieleń urządzoną w 27,5% miast. Pozostałe tereny zieleni występują tylko w 5,5% miast i stanowią element mało istotny dla ogólnej diagnozy.

Miasta o ponadprzeciętnym występowaniu terenów zieleni przeważają w północnej części województwa. Najwyższe wielkości wskaźnika występowania obszarów zieleni widoczne są w miastach dużych i średnich (tab. 3). Natomiast stopień fragmentacji terenów zieleni jest najwyższy w miastach małych i średnich.

Jak wynika z tabeli 2, najkorzystniejszą konfiguracją dla stworzenia ciągłego układu przyrodniczego w miastach cechują się lasy, bowiem przy największej powierzchni całkowitej, charakteryzują się największą średnią wielkością płata, najmniejszą odległością między płatami i stosunkowo niewielkim wskaźnikiem kontrastu z terenami sąsiednimi. Jedynie wskaźnik gęstości płatów wypada niekorzystnie, co jednak w dużej mierze uzasadnione jest znacznie wyższą powierzchnią całkowitą lasów niż innych typów zieleni.

Tabela 2. Średnie wartości cech kompozycji i konfiguracji terenów zieleni dla miast województwa wielkopolskiego, w których zidentyfikowano występowanie poszczególnych typów zieleni

Table 2. Average value of features of green areas' composition and configuration for cities of wielkopolskie voievodship in which particular types of green areas have been identified

| Typ terenów zieleni<br>Type of green areas                                       | Liczba miast<br>Number of cities | Powierzchnia<br>Surface area [ha] | Udział<br>Proportion [%] | Gęstość płatów<br>Patch density [liczba płatów 100 ha <sup>-1</sup> ] | Średnia powierzchnia płyta<br>Mean patch area [ha] | Średnia odległość między płytami<br>Mean Euclidean Nearest Neighbor Distance [m] | Średni kontrast krawędzi<br>Mean Edge Contrast Index Distribution [%] |
|--|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|---|--|--|---|
| Zieleni urządzona<br>Artificial, non-agricultural vegetated areas                | 30                               | 148,117                           | 4,048                    | 0,130   | 39,469   | 889,621  | 64,668  |
| Łąki, pastwiska<br>Pastures  | 79                               | 131,709                           | 11,080                   | 0,335   | 49,746   | 873,287  | 45,155  |
| Lasy<br>Forests  | 78                               | 312,657                           | 11,238                   | 0,339   | 73,126   | 700,859  | 31,916  |
| Zespoły roślinności drzewiastej i krzewiastej<br>Scrub and herbaceous vegetation | 6                                | 27,542                            | 3,341                    | 0,142   | 27,292   | 1229,837   | 31,802  |
| Obszary podmokłe<br>Inland wetlands  | 6                                | 117,250                           | 6,260                    | 0,159   | 66,813   | 2483,396   | 39,736  |

Udział łąk i pastwisk jest zbliżony do udziału lasów, ale ich średnia powierzchnia jest ponad dwukrotnie mniejsza niż lasów. Mniejsza jest też średnia powierzchnia płyta łąk i pastwisk. Natomiast większa jest odległość między płytami i kontrast zainwestowania terenów sąsiednich oraz gęstość płatów. Jeszcze mniej korzystną konfigurację mają tereny zieleni urządzonej, których niewielki udział przy relatywnie dużej powierzchni, wraz z mniejszą gęstością płatów, wskazuje na ich występowanie głównie w dużych miastach. O dużym stopniu fragmentacji świadczy niewielka średnia powierzchnia płyta, większa odległość między płytami oraz bardzo wysoki kontrast z terenami sąsiednimi, wskazujący na występowanie terenów zieleni urządzonej w bezpośrednim otoczeniu terenów zainwestowanych.

Rezultaty analizy odniesiono do wyników wcześniejszych badań (Zwierzchowska 2008) klasyfikujących miasta ze względu na ich położenie na tle walorów przyrodniczych województwa oraz presji, jaką na nie wywierają (tab. 4). Zestawienie wyników pokazuje, że miasta o najwyższym wskaźniku występowania terenów zieleni położone są w rejonach o ponadprzeciętnych (dla województwa) walorach przyrodniczych. Jednocześnie cechuje je najniższy stopień fragmentacji obszarów zieleni, który jest zróżnicowany dla poszczególnych typów pokrycia terenu.

Wskaźnik występowania terenów zieleni jest najwyższy w Poznaniu oraz w dużych miastach, podczas gdy stopień ich fragmentacji najwyższy jest w miastach średnich i małych.

Tabela 3. Zróżnicowanie występowania terenów zieleni i stopnia ich fragmentacji w wielkopolskich miastach z uwzględnieniem ich wielkości (wg standaryzowanych wskaźników)

Table 3. Diversity of presence of green areas and their fragmentation in cities of Wielkopolska in regard to city size (according to standardised indexes)

| Wielkość*<br>miasta<br>City size | Wskaźnik występowania terenów zieleni<br>Index of presence of green areas | Stopień fragmentacji<br>Degree of fragmentation                            |                            |                  |  |
|----------------------------------|---|--|----------------------------|------------------|--|
|                                  |   | terenów zieleni urządzonej<br>artificial, non-agricultural vegetated areas | łąk i pastwisk<br>pastures | lasów<br>forests | terenów zieleni ogółem<br>green areas in total |
| małe<br>small                    | -0,17   | -0,02  | 0,01                       | 0,17             | 0,17   |
| średnie<br>medium                | 0,96  | 0,07   | 0,26                       | 0,00             | 0,29   |
| duże<br>large                    | 1,93  | 0,36   | -1,33                      | -1,82            | -2,80  |
| Poznań                           | 7,98  | -3,09  | -0,73                      | -0,90            | -4,55  |

\*małe – poniżej 10 000 mieszkańców, średnie – od 10 000 do 50 000 mieszkańców, duże – powyżej 50 000 mieszkańców (z wyjątkiem Poznania)

\*small – below 10 000 residents – from 10 000 to 50 000 residents, large – above 50 000 residents excluding Poznań

Tabela 4. Zróżnicowanie występowania terenów zieleni i stopnia ich fragmentacji w wielkopolskich miastach z uwzględnieniem typów relacji przestrzennych miast z otoczeniem

Table 4. Diversity of presence of green areas and their fragmentation in cities of Wielkopolska in regard to types of spatial relations between city and its setting

| Typ* miasta<br>Type of city | Wskaźnik występowania terenów zieleni<br>Index of presence of green areas | Stopień fragmentacji<br>Degree of fragmentation                            |                            |                  |  |
|-----------------------------|---|--|----------------------------|------------------|--|
|                             |   | terenów zieleni urządzonej<br>artificial, non-agricultural vegetated areas | łąk i pastwisk<br>pastures | lasów<br>forests | terenów zieleni ogółem<br>green areas in total |
| 1                           | 1,69  | -0,43  | -0,47                      | -0,7             | -1,82  |
| 2                           | 0,55  | -0,13  | -0,76                      | 0,09             | -0,61  |
| 3                           | -0,58   | -0,02  | 0,30                       | 0,17             | 0,45   |
| 4                           | -0,53   | 0,44   | 0,56                       | -0,09            | 0,97   |

\*1 – miasta o ponadprzeciętnych walorach przyrodniczych otoczenia oraz ponadprzeciętnej presji;

2 – miasta o ponadprzeciętnych walorach przyrodniczych otoczenia oraz mniejszej niż przeciętna presji;

3 – miasta o walorach przyrodniczych otoczenia i presji mniejszej niż przeciętna;

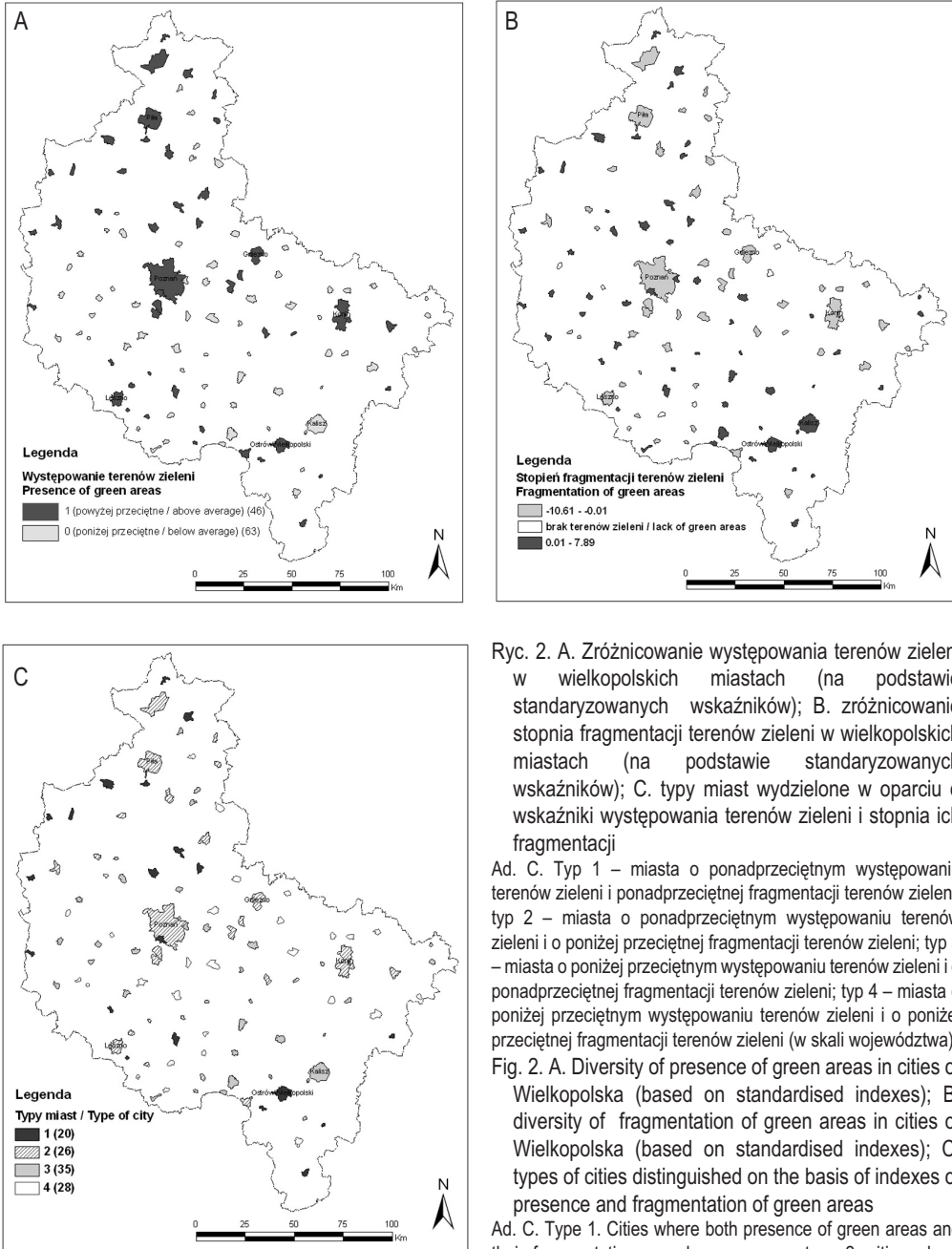
4 – miasta o walorach przyrodniczych otoczenia mniejszych niż przeciętne oraz o ponadprzeciętnej presji (w skali województwa).

\*1 – cities where both the value of the natural environment and urban pressure are above the average;

2 – cities where the value of the natural environment is above the average and the urban pressure is below the average;

3 – cities where both the value of the natural environment and urban pressure are below the average;

4 – cities where the value of the natural environment is below the average and the urban pressure is above the average.



Ryc. 2. A. Zróżnicowanie występowania terenów zieleni w wielkopolskich miastach (na podstawie standaryzowanych wskaźników); B. zróżnicowanie stopnia fragmentacji terenów zieleni w wielkopolskich miastach (na podstawie standaryzowanych wskaźników); C. typy miast wydzielone w oparciu o wskaźniki występowania terenów zieleni i stopnia ich fragmentacji

Ad. C. Typ 1 – miasta o ponadprzeciętnym występowaniu terenów zieleni i ponadprzeciętnej fragmentacji terenów zieleni; typ 2 – miasta o ponadprzeciętnym występowaniu terenów zieleni i o poniżej przeciętnej fragmentacji terenów zieleni; typ 3 – miasta o poniżej przeciętnym występowaniu terenów zieleni i o ponadprzeciętnej fragmentacji terenów zieleni; typ 4 – miasta o poniżej przeciętnym występowaniu terenów zieleni i o poniżej przeciętnej fragmentacji terenów zieleni (w skali województwa)

Fig. 2. A. Diversity of presence of green areas in cities of Wielkopolska (based on standardised indexes); B. diversity of fragmentation of green areas in cities of Wielkopolska (based on standardised indexes); C. types of cities distinguished on the basis of indexes of presence and fragmentation of green areas

Ad. C. Type 1. Cities where both presence of green areas and their fragmentation are above average; type 2. cities where presence of green areas is above average and their fragmentation is below average; type 3. cities where presence of green areas is below average and their fragmentation is above average; type 4. cities where both presence and fragmentation of green areas are below average (in the regional scale)



Stopień fragmentacji łąk i pastwisk największy jest w miastach średnich i małych, co generalnie wiąże się z ich mniejszą powierzchnią, natomiast fragmentacja terenów zieleni urządzonej jest największa w miastach dużych, gdzie występują one najczęściej.

Wskaźnik występowania terenów zieleni jest najwyższy w miastach położonych w otoczeniu o ponadprzeciętnych walorach przyrodniczych, przy różnej presji, co wskazuje na ich związek z uwarunkowaniami środowiska przyrodniczego, a nie z presją urbanizacji. Potwierdza to także najwyższy stopień fragmentacji zieleni w miastach położonych w otoczeniu o poniżej przeciętnych walorach przyrodniczych, przy różnej presji.

Stopień fragmentacji terenów zieleni urządzonej oraz łąk i pastwisk jest najwyższy w miastach położonych w otoczeniu o poniżej przeciętnych walorach przyrodniczych, przy różnej presji, a lasów w miastach położonych w otoczeniu o różnych walorach przyrodniczych, przy presji poniżej przeciętnej.

Analiza cech konfiguracji terenów zieleni najczęściej obecnych w miastach wykazała najmniejszy stopień fragmentacji dla terenów leśnych, łąk i pastwisk, a największy dla terenów zieleni urządzonej.

## ***Wnioski i podsumowanie***

Wyniki analizy pozwoliły na zróżnicowanie miast pod względem kompozycji i konfiguracji terenów zieleni, w odniesieniu do wielkości miast oraz ich presji i położenia na tle walorów przyrodniczych województwa wielkopolskiego.

Wyższy wskaźnik występowania terenów zieleni, przy niższym stopniu ich fragmentacji, cechuje miasta duże. Pomimo dużej presji zainwestowania struktura terenów zieleni w tych miastach charakteryzuje się korzystniejszymi niż w miastach małych uwarunkowaniami dla stworzenia przestrzennie ciągłego układu przyrodniczego.

Różnice w strukturze obszarów zieleni widoczne są także między miastami o różnym położeniu na tle walorów przyrodniczych województwa. Miasta położone w otoczeniu o wyższych walorach przyrodniczych cechują się wyższym wskaźnikiem występowania terenów zieleni i mniejszym stopniem ich fragmentacji niż miasta, w których otoczeniu obszarów przyrodniczo cennych występuje mniej. Biorąc pod uwagę rolę tych miast, w których tereny zieleni są elementem regionalnego układu przyrodniczego, jest to zjawisko pozytywne. W miastach tych szczególnie istotne jest racjonalne zagospodarowanie i kształtowanie terenów zieleni w celu zachowania wartości i funkcji regionalnego systemu przyrodniczego. Również z perspektywy planowania miejscowego połączenie miejskich terenów zieleni z bardziej naturalnymi obszarami położonymi w ich otoczeniu jest istotne, gdyż pozwala na wzmocnienie środowiska przyrodniczego miast.

Fragmentacja w różnym stopniu dotyczy poszczególne typy zieleni. W najmniejszym stopniu dotyczy to lasów, a w większym łąk i pastwisk oraz zieleni urządzonej. Niepokojące są rozdrobnienie i izolacja terenów łąk i pastwisk. Wynika to z faktu, iż lasy w miastach o liczbie ludności powyżej 50 000 mogą być chronione na podstawie ustawy o lasach z dnia 28 września 1991 r. (stan prawny na 2003 r.). Podczas gdy ochrona łąk i pastwisk skupia się na ograniczaniu przeznaczenia tych gruntów na cele nierolnicze i nieleśne zgodnie z ustawą z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych. Jednakże jest to ochrona niewystarczająca, gdyż przeznaczenie łąk i pastwisk o powierzchni ponad 1 ha na cele nierolnicze i nieleśne może nastąpić po uzyskaniu zgody stosownego organu, a w przypadku mniejszych powierzchni nie wymaga takiej zgody.

Zagospodarowanie przestrzenne, nie zwiększające stopnia fragmentacji obszarów zieleni, wymaga zatem prowadzenia odpowiedniej polityki przestrzennej zarówno na poziomie lokalnym, jak i regionalnym.

Z uwagi na regionalny charakter badań otrzymane wyniki mogą służyć do porównania miast, jednakże poszczególne przypadki wymagają bardziej szczegółowej analizy w skali lokalnej.

## Literatura

- Andersson E. 2006. Urban Landscape and Sustainable Cities. *Ecology and Society* 11 (1), s. 34.
- Botequilha L., Ahern J. 2002. Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. *Landscape and Urban Planning* 59, s. 65–93.
- Buyantuyev A., Wu J. 2007. Effects of thematic resolution on landscape pattern analysis. *Landscape Ecology* 22, s. 7–13.
- Collinge S.K. 1996. Ecological consequences of habitat fragmentation: Implications for landscape architecture and planning. *Landscape and Urban Planning* 36, s. 59–77.
- Collinge S.K. 1998. Spatial arrangement of habitat patches and corridors: clues from ecological field experiments. *Landscape and Urban Planning* 42, s. 157–168.
- de Groot R., Wilson M.A., Boumans R.M.J. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41, s. 393–408.
- Di Bari J.N. 2007. Evaluation of five landscape – level metrics for measuring the effects of urbanization on landscape structure: the case of Tuscon, Arizona, USA, s. 308–313.
- Girvetz E.H., Thorne J.H., Berry A.M., Jaeger J.A.G. 2008. Integration of landscape fragmentation analysis into regional planning: A statewide multi-scale case study from California, USA. *Landscape and Urban Planning* 86, s. 205–218.
- Hargis Ch.D., Bissonette J.A., David J.L. 1998. The behavior of landscape metrics commonly used in the study of habitat fragmentation. *Landscape Ecology* 13, s. 167–186.
- Jomaa I., Auda Y., Saleh B.A., Hamze M., Safi S. 2008. Landscape spatial dynamics over 38 years under natural and anthropogenic pressures in Mount Lebanon. *Landscape and Urban Planning* 87, s. 67–75.
- Langanke T., Rossner G., Vrščaj B., Lang S., Mitchley J. 2005. Selection and application of spatial indicators for nature conservation at different institutional levels. *Journal for Nature Conservation* 13, s. 101–114.
- McGarigal K., Cushman S.A., Neel M.C., Ene E. 2002. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site: [www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html](http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html).
- Makomska-Juchiewicz M. 2007. O ochronie różnorodności biologicznej. W: M. Grzegorzczak (red.), *Integralna ochrona przyrody*. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków, s. 55–68.
- Oloff H., Ritchie M.E. 2002. Fragmented nature: consequences for biodiversity. *Landscape and Urban Planning* 58, s. 83–92.
- Pattanavibool A., Dearden P. 2002. Fragmentation and wildlife in montane evergreen forest, northern Thailand. *Biological Conservation* 107, s. 155–164.
- Solon J. 2007. Współczesne koncepcje ekologiczno-krajobrazowe i ich przenikanie do innych nauk o środowisku przyrodniczym. W: M. Osowiec, M. Tomczuk, W. Żakowski (red.), *Znaczenie badań krajobrazowych dla zrównoważonego rozwoju*. Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, s. 57–74.
- Tzoulas K., Korpela K., Venn S., Yli-Pelkonen V., Kaźmierczak A., Niemela J., James P. 2007. Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and Urban Planning* 81 (3), s. 167–178.
- Zwierzchowska I. 2008. Diversity of the influence of urbanisation on valuable nature areas according to selected features of the cities of Wielkopolska. *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego* 8, s. 61–73.