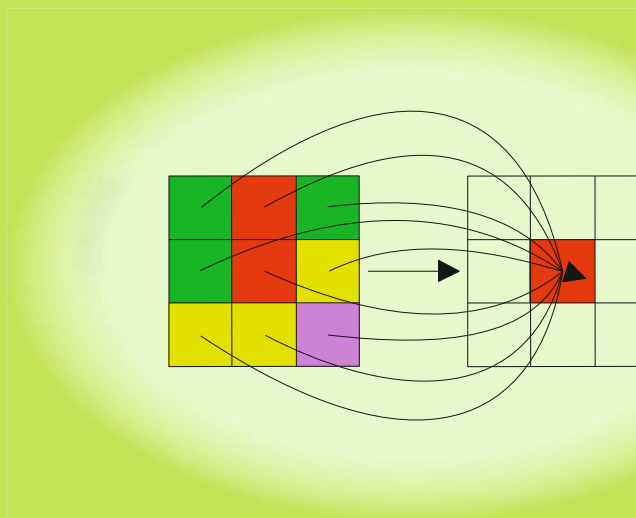


INSTYTUT GEOGRAFII I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA
im. Stanisława Leszczyckiego
POLSKA AKADEMIA NAUK

PIOTR KORCELLI, ELŻBIETA KOZUBEK, PIOTR WERNER

ZMIANY UŻYTKOWANIA ZIEMI A INTERAKCJE PRZESTRZENNE NA OBSZARACH METROPOLITALNYCH POLSKI



Warszawa 2016

PRACE GEOGRAFICZNE

240. Matuszkiewicz J.M., Kowalska A., Solon J., Degórski M., Kozłowska A., Roo-Zielińska E., Zawiska I., Wolski J., 2013, *Long-term evolution models, of post-agricultural forests*, 318 s., 162 ryc., 34 tab., 16 fot.
241. Kulikowski R., 2013, *Produkcja i towarowość rolnictwa w Polsce. Przemiany i zróżnicowania przestrzenne po II wojnie światowej*, 131 s., 55 ryc., 12 tab.
242. Eberhardt P. (red.), 2013, *Studia nad geopolityką XX wieku*, 385 s., 58 ryc., 49 tab.
243. Ciechański A., 2013, *Rozwój i regres sieci kolei przemysłowych w Polsce w latach 1881–2010*, 224 s., 141 ryc., 62 tab., 1 aneks, 14 fot.
244. Wiśniewski R., 2013, *Spółeczno-demograficzne uwarunkowania dojazdów do pracy do Białegostoku*, 166 s., 87 ryc., 12 tab., 1 zał.
245. Stępniać M., 2014, *Przekształcenia przestrzennego rozmieszczenia zasobów mieszkaniowych w Warszawie w latach 1945–2008*, 168 s., 42 ryc., 15 tab., 4 aneksy.
246. Górczyńska M., 2014, *Zmiany zróżnicowań społecznych i przestrzennych w wybranych dzielnicach Warszawy i aglomeracji paryskiej: dynamika i aktorzy*, 274 s., 49 ryc., 43 tab., 28 fot., 18 aneksów.
247. Kijowska-Strugała M., 2015, *Transport zawiesiny w warunkach zmieniającej się antropopresji w zlewni Bystrzanki (Karpaty Fliszowe)*, 140 s., 80 ryc., 23 tab., 20 fot.
248. Rosik P., Kowalczyk K., 2015, *Rozwój infrastruktury drogowej i kolejowej a przesunięcie modalne w Polsce w latach 2000–2010*, 214 s., 101 ryc., 49 tab.
249. Komornicki T., Wiśniewski R., Baranowski J., Błażejczyk K., Degórski M., Goliszek S., Rosik P., Solon J., Stępniać M., Zawiska I., 2015, *Wpływ wybranych korytarzy drogowych na środowisko przyrodnicze i rozwój społeczno-ekonomiczny obszarów przyległych*, 202 s., 77 ryc., 38 tab., 2 fot.
250. Komornicki T., Zaucha J., Szejgiec B., Wiśniewski R., 2015, *Powiązania eksportowe gospodarki lokalnej w warunkach zmiennej koniunktury – analiza przestrzenna*, 196 s., 66 ryc., 24 tab.
251. Affek A., 2016, *Dynamika krajobrazu. Uwarunkowania i prawidłowości na przykładzie dorzecza Wiaru w Karpatach (XVIII–XXI wiek)*, 246 s., 98 ryc., 33 tab.
252. Bucala A., Budek A., Kozak M., Starkel M., Wiejaczka Ł., 2016, *Kierunki przemian środowiska przyrodniczego dolin gorczańskich*, 112 s., 21 ryc., 24 tab., 10 fot.
253. Plit J., 2016, *Krajobrazy kulturowe Polski i ich przemiany*, 302 s., 71 ryc., 13 tab., 8 fot.
254. Korcelli P., Kozubek E., Werner P., 2016, *Zmiany użytkowania ziemi a interakcje przestrzenne na obszarach metropolitalnych Polski*, 114 s., 55 ryc., 18 tab.

INSTYTUT GEOGRAFII I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA
IM. STANISŁAWA LESZCZYCKIEGO
POLSKA AKADEMIA NAUK

PRACE GEOGRAFICZNE NR 254

GEOGRAPHICAL STUDIES

No. 254

LAND USE CHANGE AND SPATIAL INTERACTIONS
IN POLAND'S METROPOLITAN AREAS

INSTYTUT GEOGRAFII I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA
IM. STANISŁAWA LESZCZYCKIEGO
POLSKA AKADEMIA NAUK

PRACE GEOGRAFICZNE NR 254

PIOTR KORCELLI, ELŻBIETA KOZUBEK, PIOTR WERNER

ZMIANY UŻYTKOWANIA ZIEMI
A INTERAKCJE PRZESTRZENNE
NA OBSZARACH METROPOLITALNYCH POLSKI



WARSZAWA 2016

<http://rcin.org.pl>

KOMITET REDAKCYJNY

REDAKTOR: Grzegorz Węclawowicz
CZŁONKOWIE: Jerzy Grzeszczak, Barbara Krawczyk,
Jan Matuszkiewicz, Jerzy J. Parysek

RADA REDAKCYJNA

Bolesław Domański, Adam Kotarba, Jan Łoboda
Andrzej Richling, Jan S. Kowalski, Andrzej Lisowski
Eamonn Judge, Lydia Coudroy

Recenzja: Tadeusz Markowski, Ludwik Mazurkiewicz

Publikacja ta powstała w ramach zebranych wyników zrealizowanego grantu
nr 2011/01/B/HS4/05194, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki

ADRES REDAKCJI PRAC GEOGRAFICZNYCH

IGiPZ PAN
ul. Twarda 51/55, 00–818 Warszawa



Opracowanie redakcyjne i techniczne: Ewa Jankowska

© Copyright by Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN
im. Stanisława Leszczyckiego, Warszawa 2016

PL ISSN 0373–6547
ISBN 978–83–61590–81–1

Łamanie wykonano w IGiPZ PAN
ul. Twarda 51/55, 00–818 Warszawa

Druk i oprawa: Drukarnia Klimiuk
ul. Zwierzyniecka 8A, 00–719 Warszawa

SPIS TREŚCI

| | |
|---|-----|
| Wprowadzenie | 7 |
| 1. Obszary metropolitalne w Polsce – geneza, identyfikacja, cechy struktury przestrzennej..... | 9 |
| 2. Konceptcje i modele zmian użytkowania ziemi na obszarach metropolitalnych | 13 |
| 2.1. Założenia badawcze | 15 |
| 2.2. Baza danych corine land cover | 16 |
| 3. Potencjał ludnościowy jako miara interakcji przestrzennych | 19 |
| 4. Entropia użytkowania ziemi i jej zmiany | 25 |
| 4.1. Analiza zmian użytkowania ziemi – iloraz entropii | 26 |
| 5. Kategoryzacja zmian zagospodarowania przestrzeni i efekty zewnętrzne | 29 |
| 5.1. Efekty zewnętrzne | 31 |
| 5.2. Analiza zmian kategorii zagospodarowania przestrzeni (1990-2000, 2000-2006, 2006-2012)..... | 32 |
| 6. Analiza ilorazów potencjału ludnościowego i zmian entropii w siatce pól podstawowych | 37 |
| 6.1. Metoda oceny zmian wartości ilorazów potencjału ludnościowego w siatce pól podstawowych..... | 37 |
| 6.2. Ocena wartości entropii struktury użytkowania ziemi w siatce pól podstawowych | 38 |
| 7. Analiza zmian entropii użytkowania ziemi na obszarach metropolitalnych z wykorzystaniem wskaźników sąsiedztwa..... | 41 |
| 8. Analiza zmian kategorii zagospodarowania przestrzeni na obszarach metropolitalnych | 77 |
| 9. Podsumowanie..... | 103 |
| Literatura | 104 |
| Land use change and spatial interactions in poland's metropolitan areas..... | 113 |

Formy są rezultatami procesów, a zgodności procesów są metaforami o prawdziwie pożytecznej treści. Ponieważ nie możemy obiektywnie doświadczyć wszechświata, widzimy czasami schematy, które nie istnieją.

I. Stewart, 1994

WPROWADZENIE

Celem tego studium¹ jest określenie współzależności poziomu i zmienności interakcji przestrzennych oraz zmian struktury użytkowania ziemi na obszarach metropolitalnych Polski. Zastosowano przyjęte w literaturze przedmiotu założenie o dwukierunkowym charakterze wymienionego związku (por. m.in.: Nilssoni in. 2013).

Analizą zostały objęte obszary funkcjonalne dwunastu miast (lub ich zespołów). Spośród nich dziesięć: Warszawa, Katowice (konurbacja górnośląska), Kraków, Łódź, Gdańsk–Gdynia, Wrocław, Poznań, Bydgoszcz – Toruń, Lublin i Szczecin, to ośrodki metropolitalne zidentyfikowane w *Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju* (KPZK 2011). Dwie dodatkowo uwzględnione jednostki to postrzegane w dokumentach z zakresu polityki przestrzennej jako potencjalne obszary metropolitalne Białegostoku i Rzeszowa.

Przestrzenny zasięg obszarów metropolitalnych jest zgodny z granicami wyznaczonymi w projekcie *Urban Audit* (Eurostat 2012) na podstawie stref dojazdów do pracy, zarejestrowanych w gminach otaczających główny ośrodek, lub główne ośrodki miejskie.

Interakcje przestrzenne – wewnętrzne, występujące w skali kraju, a zwłaszcza te o skali międzynarodowej, są zjawiskami szczególnie charakterystycznymi dla dużych miast oraz otaczających je obszarów. Należą do nich oddziaływania i powiązania gospodarcze, społeczne, polityczne, w tym związane z przepływem osób (migracje, dojazdy), dóbr, kapitału, informacji, transferem technologii. Obszary metropolitalne są najważniejszymi ośrodkami zaawansowanych usług, nauki i kultury, źródłami innowacji. Interakcje przestrzenne są interpretowane w tej pracy jako czynnik zmian użytkowania ziemi, a jednocześnie, ujmowane w czasie, jako efekt tych zmian. Są one określane także mianem antropopresji, lub popytu na zurbanizowaną przestrzeń w jej różnorodnych formach użytkowania oraz pełnionych funkcjach.

W studium niniejszym przyjęto, że wynikiem współzależności interakcji przestrzennych i zmian użytkowania ziemi na obszarach metropolitalnych są

¹ Praca niniejsza została wykonana w ramach projektu badawczego Narodowego Centrum Nauki pt.: *Interakcje przestrzenne i efekty zewnętrzne zmian użytkowania ziemi na obszarach metropolitalnych Polski*. Numer rejestracyjny: 2011/01/B/HS4/05194, realizowanego w Instytucie Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Warszawa

określone cechy zagospodarowania przestrzeni. Mogą one być określone jako zbiory efektów zewnętrznych i w odniesieniu do procesu urbanizacji wyznaczone w postaci zasięgu obszarów objętych zjawiskami: ekspansji (*Urban Expansion*), restrukturyzacji (*Urban Conservation*), koncentracji (*Urban Containment*) oraz konsolidacji (*Urban Stability*).

Zwiększanie się i spadek poziomu antropopresji, zmiany w zakresie popytu na zurbanizowaną przestrzeń, są określone przez zmiany poziomu interakcji przestrzennych, za pośrednią miarę którego przyjęto zmieniające się w czasie wartości potencjału ludnościowego na danym obszarze. Z kolei, zmiany użytkowania ziemi są wyrażone poprzez zmiany poziomu jego zróżnicowania, w tym przypadku zmiany wartości wskaźnika entropii. Analizę przeprowadzono dla trzech przedziałów czasowych: 1990 – 2000, 2000 – 2006 oraz 2006 – 2010/2012. Ten podział był determinowany dostępnością danych dotyczących użytkowania ziemi, zawartych w bazie *Corine Land Cover*.

W analizie współzależności zmian poziomu interakcji przestrzennych i zmian użytkowania ziemi wykorzystano model automatów komórkowych, techniki GIS i metody algebrii map, jak również wersję modelu potencjału. Przedstawiono w zarysie ogólną, odnoszącą się do warunków postępującej metropolizacji klasyfikację kategorii zmian zagospodarowania zurbanizowanej przestrzeni.

1. OBSZARY METROPOLITALNE W POLSCE – GENEZA, IDENTYFIKACJA, CECHY STRUKTURY PRZESTRZENNEJ

Kształtowanie się obszarów metropolitalnych w Polsce jest najczęściej interpretowane jako jeden z efektów transformacji systemowej; zgodnie z tym ujęciem proces ten znajduje się we wczesnym stadium. Niektóre zjawiska związane z rozwojem obszarów metropolitalnych występowały jednak na znaczną skalę już w latach 70. ubiegłego wieku. Dotyczyło to zwłaszcza dojazdów do pracy oraz powstawania tzw. drugich domów, łączących funkcje rekreacyjne i mieszkaniowe. Rozprzestrzenianie się wokół dużych ośrodków miejskich stref zurbanizowanych oraz rozwój powiązań tych miast z ich bezpośrednim zapleczem był wówczas z reguły określany jako formowanie się aglomeracji miejskich (por.: Leszczycki, Eberhardt, Heřman 1970). Obecnie pojęcie to zostało w dużej mierze zastąpione, zarówno w literaturze naukowej jak i w pracach oraz dokumentach planistycznych, przez pojęcie obszarów metropolitalnych.

Relacje między tymi dwoma pojęciami (również między pojęciami obszaru a regionu metropolitalnego; por.: Ę. Korcelli-Olejniczak 2012), zasługują na uwagę, między innymi ze względu na to, że ich bliższe określenie pozwala na doprecyzowanie zakresu pojęcia obszaru metropolitalnego, co z kolei jest istotne z punktu widzenia identyfikacji, wyznaczania przestrzennego zasięgu, jak również formułowania podstaw polityki przestrzennej, dotyczącej kształtowania obszarów metropolitalnych. W pracy poświęconej temu zagadnieniu T. Czyż (2011), wśród przytoczonych definicji, powołuje się na opinie P. Korcellego (1974); T. Markowskiego, T. Marszałę (2006), zgodnie z którymi w pojęciu aglomeracji miejskiej jest akcentowany aspekt morfologiczny, natomiast w przypadku obszaru metropolitalnego jest on uzupełniony o funkcjonalny wymiar struktury przestrzennej. W podanych wypowiedziach przeważa jednak pogląd, iż aglomeracje miejskie odpowiadają wcześniejszemu etapowi procesów urbanizacji – stadium aglomeracji układów osadniczych, poprzedzającemu stadium metropolizacji tych układów. Takiemu ujęciu relacji odpowiada wniosek zawarty w podsumowaniu cytowanej pracy: „obszar metropolitalny jest formą osadniczą o wyższym stopniu organizacji funkcjonalnej niż aglomeracja miejska” (Czyż 2011, s. 12).

Rozwinięciem, a jednocześnie egzemplifikacją tego twierdzenia może być schemat przemian struktur osadniczych w regionie Łodzi, autorstwa S. Liszewskiego (2010), obejmujący przejście od Łódzkiego Zespołu Miejskiego do monocentrycznej aglomeracji miejskiej, a następnie do łódzkiego obszaru metropolitalnego. W jego pierwszym okresie następowała krystalizacja układu osadniczego regionu, w drugim rozwój jednokierunkowych powiązań mniejszych ośrodków z Łodzią, natomiast w trzecim, obecnym, zaznacza się dekoncentracja rozmieszczenia ludności oraz lokalizacji funkcji gospodarczo-społecznych – z Łodzi do stref ją otaczających, jak również silniejsza integracja całego układu.

Powstaje pytanie, czy i w jakim stopniu struktury osadnicze, identyfikowane w Polsce jako obszary metropolitalne, spełniają kryteria związane z tym pojęciem. W przypadku wewnętrznej integracji funkcjonalnej, która w świetle powyższej dyskusji stanowi, obok wielkości oraz funkcji głównego ośrodka (lub ośrodków), podstawowe kryterium w tym zakresie, odpowiedź jest utrudniona ze względu na brak odpowiednich danych statystycznych. W konsekwencji, przestrzenny zasięg obszarów metropolitalnych jest określany na podstawie danych pośrednich, w tym odległości, dostępności transportowej oraz przestrzennej struktury działalności gospodarczej (por. m.in.: Smętowski i in. 2009).

Kwestia wielkości (liczby mieszkańców) i funkcji pełnionych przez główny ośrodek, jak również cech przestrzeni miejskiej, sprowadza się do pytania, czy może on być uznany za miasto metropolitalne. Kryteria uznawane za standardowe, zawarte m.in. w pracach P.L. Knoxa i P.J. Taylora (1995) oraz studiach programu ESPON (2004), pośrednio pozwalają wyróżnić metropolie o randze międzynarodowej, krajowej, a także regionalnej. W efekcie, w zależności od specyfiki prowadzonych studiów, liczba wyróżnianych w Polsce obszarów metropolitalnych zawiera się w przedziale od jednego do dwunastu, przy czym najczęściej waha się od pięciu do dziesięciu jednostek (por. m.in.: Jałowiecki 1999; Parysek 2005; Korcelli 2007).

Uwzględnianie wśród miast zaliczanych do ośrodków metropolitalnych, miast liczących mniej niż pół miliona mieszkańców (w skali europejskiej liczba ta stanowi najczęściej przyjmowaną, dolną granicę wielkości metropolii), powoduje otwarcie tego zbioru na ośrodki *de facto* średniej wielkości, w przypadku których zarówno struktura przestrzenna jak pełnione funkcje i potencjał rozwojowy różnią się w istotnym stopniu od tych, które cechują kilka „głównych miast”, do których K. Dziewoński (1990) zaliczał ośrodki najwyższego, obok stolicy, poziomu hierarchii systemu osadniczego oraz miasta pełniące wyspecjalizowane funkcje w skali krajowej. Również w przypadku mniejszych miast występują zjawiska suburbanizacji i dekoncentracji działalności gospodarczej, a także związana z tym, uzasadniona potrzeba prowadzenia polityki przestrzennej w skali wykraczającej poza ich granice administracyjne. Ponadto, uzyskanie statusu ośrodka dysponującego strefą własnego zaplecza i kształtującego jego strukturę, jest postrzegane jako atut, wzmacniający pozycję konkurencyjną miasta w zakresie przyciągania prywatnych i publicznych inwestycji, w tym finansowanych ze środków unijnych, ułatwiająca skuteczne prowadzenie działań w ramach marketingu miejskiego (Markowski 2005).

W odniesieniu do tych miast i powiązanych z nimi otaczających obszarów postulowano przyjęcie, wywodzącego się z brytyjskiej szkoły studiów miejskich i regionalnych, a stosowanego w pracach programu ESPON, pojęcia funkcjonalnych obszarów miejskich, przy zarezerwowaniu pojęcia obszaru metropolitalnego dla ich najwyższej kategorii (Korcelli 2011). Znalazło to odzwierciedlenie w Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030 (KPZK 2011), w której zdefiniowano takie obszary jako jeden spośród różnorodnych obszarów funkcjonalnych. Próba zastosowania tego pojęcia była delimitacją obszarów funkcjonalnych miast wojewódzkich (Śleszyński 2013). Równolegle, w statystyce miejskiej opracowywanej w ramach programu UE Urban Audit są wyznaczane wokół dużych, jak również wybranych średniej wielkości miast, strefy ich bezpośredniego zaplecza (*Larger Urban Zones*),

także nawiązujące do koncepcji funkcjonalnego obszaru miejskiego (por.: Kaczmarek, Bul 2014). Są one oparte w założeniu na zasięgach codziennych dojazdów do pracy, w praktyce jednak, z uwagi na brak odpowiednich danych, obejmują pierścienie sąsiadujących z miastem jednostek administracyjnych – gmin. Te jednostki zostały przyjęte w analizach przeprowadzanych w ramach niniejszego projektu.

Kształtowanie się funkcjonalnych obszarów miejskich, w tym obszarów metropolitalnych w Polsce, jest określane jako zjawisko typu *urban sprawl*, podlegające regułom procesów rynkowych, a w niewielkim stopniu kontrolowane przez świadomą, nastawioną na realizowanie długookresowych celów, politykę przestrzenną (por.: Gutry-Korycka 2005; także, KPZK 2011). Wyniki studiów prowadzonych m.in. w projekcie 6. Programu Ramowego PLUREL (Korcelli i in. 2012) wskazują, że występujące formy nowego osadnictwa w strefach podmiejskich cechują się wysokim stopniem rozproszenia i nieoszczędnym pokryciem terenu, co sprzyja powstawaniu zagrożeń dla środowiska przyrodniczego. Lokalne plany są niespójne, a działania mają charakter reaktywny. Ponadto, niedostateczna jest współpraca oraz koordynacja opracowywania planów i przedsięwzięć, zarówno sąsiadujących ze sobą gmin, jak i w skali całego obszaru funkcjonalnego. Wyniki te ukazują ponadto, na przykładzie obszaru metropolitalnego Warszawy, istnienie znacznego wewnętrznego zróżnicowania, wyrażającego się powstawaniem specyficznych typów obszarów podmiejskich. Występujące różnice są przy tym, w większym stopniu, związane z lokalnymi warunkami przyrodniczymi i zastanym rodzajem zagospodarowania, aniżeli z odległością i dostępnością transportową do głównego miasta (por.: Korcelli i in. 2012).

W ramach wymienionego powyżej projektu badawczego (por.: Nilsson i in. 2013) analizowano, w skali EU, współzależność intensywności użytkowania ziemi w regionach miejskich (mierzonej udziałem powierzchni antropogenicznych, tzw. sztucznych, w ogólnej powierzchni) i wybranych cech społecznych, ekonomicznych oraz mierników dotyczących rozwoju infrastruktury. Najsilniejszy związek stwierdzono w przypadku zmiennych określających zarówno gęstość zaludnienia, jak i wartości potencjału ludnościowego odnoszące się do danego obszaru. Prace podjęte w niniejszym projekcie miały na celu m.in. analizę charakteru tej współzależności, jej zmienności w skali obszarów metropolitalnych Polski, jak również kierunków zmian, które określają jeden z wymiarów przemian występujących na tych obszarach, nazwanych tu kategoriami zmian zagospodarowania przestrzeni.

2. KONCEPCJE I MODELE ZMIAN UŻYTKOWANIA ZIEMI NA OBSZARACH METROPOLITALNYCH

Wraz z rozpowszechnieniem stosowania nowoczesnych technik obliczeniowych oraz metod zaczerpniętych z teorii gier, nauka coraz lepiej radzi sobie z problemami zorganizowanej złożoności, co znacznie rozszerza możliwości rozwiązywania problemów nie tylko metodami statystycznymi. Jednak modele powinny być konstruowane w możliwie najprostszy sposób, niezatracający istoty problemu (Einstein 1949; Simon 1962). Geografowie często sięgali po narzędzia modelowania interakcji przestrzennych, czyli wzajemnych oddziaływań obiektów w przestrzeni.

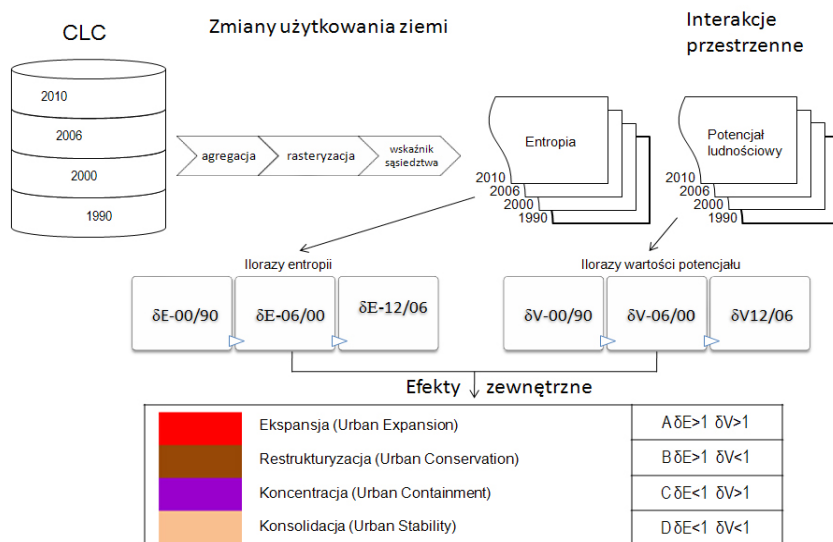
Formowanie się obszarów metropolitalnych i ich przemiany opisuje, często przytaczana w literaturze z zakresu studiów miejskich i regionalnych, koncepcja cyklu przekształceń miasta - metropolii (van den Berg i in. 1982). Na ten cykl składają się stadia: koncentracji ludności (faza urbanizacji), jej dekoncentracji (faza suburbanizacji), dyspersji (faza dezurbanizacji) oraz dekoncentracji (re-urbanizacji). Zjawisko suburbanizacji zostało wcześniej ujęte w formę cyklu w falowym modelu zmian struktury przestrzennej miasta (Blumenfeld 1954; Korcelli 1974), nawiązującym do koncepcji stadiów sukcesji, stosowanej w ekologii społecznej miasta.

Wymienione powyżej koncepcje odnoszą się głównie do zmian rozmieszczenia ludności (pośrednio – przestrzennej struktury zasobów i funkcji mieszkaniowych) w skali miasta i jego bezpośredniego zaplecza, niemniej zjawiska koncentracji i dekoncentracji obejmują także przestrzenne układy działalności gospodarczej oraz infrastruktury, co jest łącznie odzwierciedlone w zmianach struktury użytkowania ziemi. W przypadku funkcji gospodarczych zmiany zachodzące w przestrzeni miasta – obszarze metropolitalnego – są jednak mniej regularne, co wiąże się ze specyfiką czynników lokalizacyjnych poszczególnych sektorów i branż. Stąd uogólnienia w tym zakresie mają relatywnie węższy zasięg.

Różnice odnoszące się do uwarunkowań i preferencji lokalizacyjnych w skali mikro (poszczególnych gospodarstw domowych oraz przedsiębiorstw) leżą u podstaw teorii wyjaśniającej obserwowane struktury użytkowania ziemi w przestrzeni miejskiej. W. Alonso (1960, 1964), którego ujęcie, uznane za klasyczne, wprowadza do teorii elementy przestrzeni, uwzględnia obydwa składniki. Określił on położenie jednostki w przestrzeni miasta (obszaru metropolitalnego), jako maksymalizujące osiąganą przez tę jednostkę użyteczność, wyznaczoną przez kombinację czynników przestrzennej dostępności oraz wielkości zajmowanej powierzchni. Podobnie jak inne, teoria ta nie rozwiązuje jednoznacznie kwestii wynikających ze zmian preferencji użytkowników, zmian kosztów transportu, jak również odnoszenia ich do innych, niż centrum miasta, punktów w przestrzeni. Ten ostatni problem analizował m.in. K. Stanilov (2003), który stosował pojęcie dostępności całkowitej (*integral accessibility*), wyznaczonej w stosunku do węzłów komunikacyjnych, usytuowanych

zarówno w głównym ośrodku miejskim, jak i innych miejscach położonych w wewnętrznej strefie obszaru metropolitalnego. Dla tak określonego, poli-centrycznego układu stwierdził on występowanie powtarzalnych zależności między przestrzenną dostępnością a typem użytkowania, określonym przez intensywność wykorzystania powierzchni, potwierdzając tym samym podstawową tezę teorii W. Alonso. Tym niemniej, jak stwierdził L.S. Bourne (1978), rzeczywiste układy użytkowania są łącznym efektem oddziaływania wielu czynników o nieregularnym rozkładzie przestrzennym (w tym zróżnicowania przestrzeni pod względem jakości środowiska, a także decyzji planistycznych), co znacznie ogranicza możliwość ich interpretacji na podstawie modeli teoretycznych.

Wysoki stopień złożoności układów użytkowania ziemi w miastach i obszarach metropolitalnych, a zwłaszcza ich dynamiki, przy jednoczesnej potrzebie przewidywania tych zmian w przyszłości oraz wynikających z rozwoju technik komputerowych (w tym systemów informacji geograficznej) możliwościach operowania dużymi zbiorami danych, przyniósł rozwój nowej kategorii modeli symulacyjnych opartych na uproszczonych założeniach, wyrażonych w formie warunków brzegowych i parametrów, w tym modeli automatów komórkowych, geometrii fraktalnej oraz technik opartych na modelowaniu zachowań przestrzennych osób, firm i instytucji (*agent-based models*). Ich szerokie zastosowanie datuje się od połowy lat 1990., chociaż pierwsze prace z tej dziedziny ukazały się już znacznie wcześniej (por.: Chapin, Weiss 1968). Celem wykorzystania tych operacyjnych modeli jest nie tyle przewidywanie właściwej przyszłości, co przewidywanie jej wielu możliwych wariantów (Batty 2008). Jak



Ryc.1. Algorytm postępowania badawczego

Fig. 1. Algorithm of research procedure

stwierdza J. Portugali (2008), ceną za ich operacyjną formę jest jednak pominięcie treści, które tworzą ogólną – globalną strukturę przestrzenną miasta. Innymi słowy, rozpowszechnienie wspomnianych modeli we współczesnych studiach miejskich oznacza, że świat miast opisywanych przez klasyczne teorie lokalizacji, z ich strukturami określanymi w formie przeciwieństwa rdzenia i peryferii oraz hierarchii miejsc centralnych, jest obecnie zapomniany.

Modele entropii i modele potencjału, do których odwołuje się niniejsza praca, także wywodzące się z nauk przyrodniczych i nauk ścisłych, należą do bardziej tradycyjnych technik, wielokrotnie stosowanych i sprawdzonych w dziedzinie studiów miejskich. Wykorzystano je w niniejszym opracowaniu do określenia kierunków ewolucji jednego z istotnych wymiarów przestrzennej struktury użytkowania ziemi, jakim jest stan i zmienność jego wewnętrznego zróżnicowania. Celem jest również określenie współzależności tego układu ze zmianami w rozmieszczeniu ludności – jej przestrzennej dostępności do określonych struktur użytkowania ziemi (ryc. 1).

2.1. ZAŁOŻENIA BADAWCZE

Sformułowana w pracy hipoteza badawcza dotyczy relacji między zmianami wartości potencjału ludnościowego na obszarach metropolitalnych, interpretowanymi jako miara przestrzennej dostępności, a pośrednio interakcji przestrzennych, lub inaczej ujmując antropopresji, czyli popytu na zurbanizowaną przestrzeń, a określonymi na podstawie wskaźnika entropii zmianami struktury użytkowania ziemi. Zgodnie z tą hipotezą, w obserwowanej współcześnie w Polsce, wczesnej fazie metropolizacji przestrzeni, występuje (przeważa) dodatnia zależność między wzrostem intensywności interakcji w przestrzeni a różnicowaniem się użytkowania ziemi.

W przeprowadzonych badaniach należy wyróżnić dwa etapy analizy:

- pierwszy etap badań prowadzony był w skali makro, a podstawową jednostką przestrzenną były jednostki podziału administracyjnego; analizowano wartości potencjału i wartości entropii struktury użytkowania ziemi na poziomie gmin;
- drugi etap analizy miał charakter szczegółowy i dotyczył analizy wybranych klas użytkowania ziemi; skoncentrowano się na obszarach antropogenicznych; pominięto te obszary, które w roku wyjściowym były terenami rolnymi, łąkami, lasami, terenami pokrytymi roślinnością rozproszoną, terenami otwartymi, bagnami i torfowiskami oraz akwenami wód śródlądowych. Analizowano wartości potencjału ludnościowego oraz entropii w siatce geometrycznych pól podstawowych – kwadratów o boku 100 m, w poszczególnych obszarach metropolitalnych. W przypadku wystąpienia w równych częściach wszystkich 16 klas użytkowania ziemi w danej jednostce przestrzennej, największy możliwy udział każdej z nich w ogólnej powierzchni wynosił 1/16, a maksymalna wartość entropii (najbardziej zróżnicowanego użytkowania ziemi) przyjmowała wartość równą 4.

Dane wyjściowe obejmowały liczbę ludności wg gmin dla poszczególnych reperów czasowych (na podstawie danych GUS) oraz zgeneralizowaną do 16 klas bazę użytkowania ziemi Corine Land Cover (tab. 1).

2.2. BAZA DANYCH CORINE LAND COVER












Głównym źródłem informacji dla prowadzonych badań były bazy danych *CORINE Land Cover* (CLC), udostępniane przez Europejską Agencję Środowiska (EEA – *European Environment Agency*). Baza danych o użytkowaniu ziemi CORINE obejmuje informacje z lat 1990, 2000, 2006 oraz 2012. Podstawą opracowania bazy danych przestrzennych dotyczących użytkowania/pokrycia terenu były obrazy z satelity serii Landsat TM. Najmniejszymi jednostkami kartowanymi na podstawie danych satelitarnych były obiekty o powierzchni 25 ha. Minimalna szerokość kartowanych obiektów oraz dokładność prowadzenia granic poszczególnych form pokrycia terenu przy opracowaniu bazy danych CORINE wynosiła 100 m (CORINE, *Technical Guide*). Skala mapy cyfrowej wynosi 1:100 000.

Do badań wykorzystano format wektorowy (*shapefile*), który poddano rasteryzacji, zachowując oryginalne parametry mapy cyfrowej Corine Land Cover: rozdzielczość obrazu, rozmiar komórki rastra (100x100 m) i skalę wyjściową mapy. Do analizy wykorzystano dane poziomu 3 CLC, jednak w trakcie badań poddano je reklasyfikacji, ograniczając liczbę klas do 16 (tab. 1). Generalizacja bazy danych polegała na agregacji klas użytkowania ziemi poziomu 3, z 32 do 16 klas dla obszarów metropolitalnych Polski (poszczególne klasy oznaczono liczbami od 0 do 15).

Klasy użytkowania ziemi – legenda

Tabela 1. Klasy użytkowania ziemi wykorzystywane w badaniu i ich wartości nominalne

| Nominalny numer klasy | Zapis numeru klasy w systemie heksadecymalnym | Legenda | Opis w języku polskim | Opis w języku angielskim |
|-----------------------|---|---|---------------------------------|--|
| 0 | 0 (000000000) |  | zabudowa zwarta | <i>continuous urban fabric</i> |
| 1 | 1 (111111111) |  | zabudowa luźna | <i>discontinuous urban fabric</i> |
| 2 | 2 (222222222) |  | strefy przemysłowe lub handlowe | <i>industrial or commercial units</i> |
| 3 | 3 (333333333) |  | tereny komunikacyjne | <i>road and rail networks and associated land, ports</i> |
| 4 | 4 (444444444) |  | lotniska | <i>airports</i> |

| | | | | |
|----|---------------|--|--|--|
| 5 | 5 (555555555) |  | eksploatacja, zwałowiska, hałdy | <i>mineral extraction & dump sites</i> |
| 6 | 6 (666666666) |  | budowy | <i>construction sites</i> |
| 7 | 7 (777777777) |  | miejskie tereny zielone | <i>green urban areas</i> |
| 8 | 8 (888888888) |  | tereny sportowe i wypoczynkowe | <i>sport and leisure facilities</i> |
| 9 | 9 (999999999) |  | obszary rolne | <i>agricultural (arable) land</i> |
| 10 | A (aaaaaaaa) |  | łąki | <i>pastures</i> |
| 11 | B (bbbbbbbb) |  | lasy | <i>forests</i> |
| 12 | C (cccccccc) |  | roślinność rozproszona, tereny otwarte | <i>natural & semi- natural areas</i> |
| 13 | D (dddddddd) |  | bagna i torfowiska | <i>inland marshes & peat bogs</i> |
| 14 | E (eeeeeeee) |  | wody śródlądowe | <i>water courses & bodies</i> |
| 15 | F (ffffff) |  | morza i oceany | <i>sea and ocean</i> |

3. POTENCJAŁ LUDNOŚCIOWY JAKO MIARA INTERAKCJI PRZESTRZENNYCH

Model potencjału ludnościowego powszechnie uznawany jest za dobrą miarę przestrzennej dostępności, a pośrednio także interakcji przestrzennych. Model ten można traktować jako miernik pozwalający oszacować prawdopodobną, osiągalną wielkość interakcji z alternatywnych lokalizacji. Jest to zastosowanie ogólnej koncepcji potencjału. Poziom interakcji w dowolnej lokalizacji jest proporcjonalny do pewnej początkowej lokalnej wielkości i spada wraz ze wzrostem odległości od początkowej lokalizacji (Johnston 1985). Można go traktować jako miarę dostępności wynikającą z oceny oddziaływania otoczenia na dane miejsce geograficzne. Jedną z definicji dostępności określa ją jako potencjalną możliwość występowania interakcji – zdolność danej lokalizacji do generowania interakcji przestrzennych.

Wynika to z dwóch czynników: po pierwsze – im większa jest wartość potencjału ludnościowego w miejscu docelowym, tym większa jest zdolność do interakcji z obszaru otaczającego to miejsce, a więc jego dostępność; po drugie – miano potencjału ludnościowego, wynikające z wzoru to liczba osób/km. Odległość w mianowniku wyraża opór przestrzeni. Licznik – to potencjalna sumaryczna liczba osób zdolnych do pokonania oporu przestrzeni i nawiązania połączenia z miejscem docelowym, bądź liczba podróży odbywanych z oraz do danego obszaru. Model potencjału ludnościowego pozwala teoretycznie oszacować największą liczbę możliwych kontaktów osób fizycznych. Wykorzystywany był w Polsce m.in. do analizy rozmieszczenia i migracji ludności (Dziewoński in. 1977), określania liczby podróżujących, dojazdów do pracy i w badaniach transportowych (Chojnicki 1999; Ratajczak 1999), w badaniach dostępności przestrzennej (Komornicki in. 2015)), a także kontaktów w sieciach telekomunikacyjnych (Werner 2003). Model potencjału był także stosowany w badaniach zmian poziomu rozwoju regionalnego (Czyż 1995, 2014).

W niniejszej pracy zastosowano klasyczną formułę oszacowania potencjału ludnościowego, uwzględniającą dodatkowo hierarchię (kolejność) badanych jednostek przestrzennych, gmin (Werner 2003)

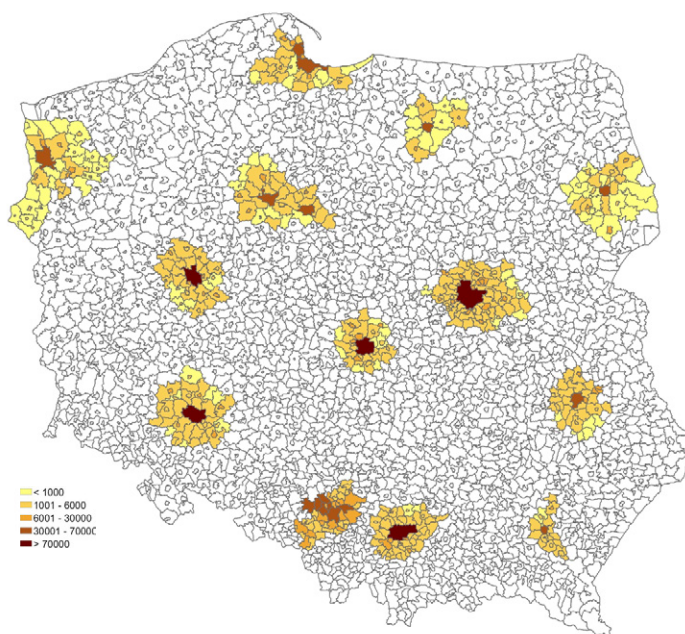
$$V_i = \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n \left(\frac{P_j}{d_{ij}} \right) h_{ij}^{-1}$$

Równanie 1

- V_i – potencjał miejsca i
- P_i – liczba ludności
- d_{ij} – odległość pomiędzy miejscem generującym połączenie a docelowym
- h_{ij} – wartość absolutna odpowiadająca różnicy rang między miejscami (miejsca uszeregowano rosnąco wg liczby ludności i ponumerowano nadając im rangi od 1)

Wartości potencjału ludnościowego oszacowano (równanie 1) dla obszaru Polski, kolejno dla lat 1990, 2000, 2006, 2012 w układzie gmin. Analiza dotyczyła gmin znajdujących się w granicach badanych obszarów metropolitalnych.

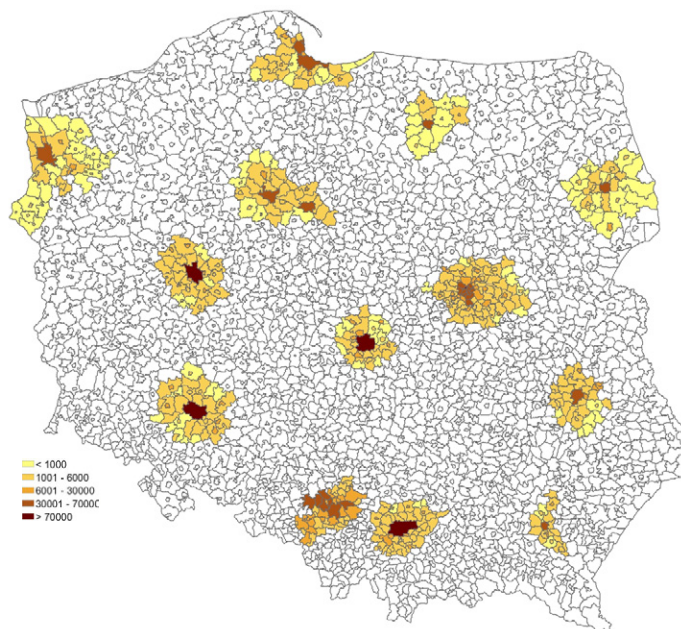
Potencjał ludnościowy obszarów metropolitalnych Polski w 1990 roku (ryc. 2) charakteryzuje się wyraźnym skupieniem wysokich wartości w ich centrum. Wyjątkiem są obszary o strukturze policentrycznej: konurbacja Górnego Śląska, Trójmiasto oraz obszar metropolitalny Bydgoszcz-Toruń. Wokół centrów obszarów metropolitalnych rozciąga się obszar zmniejszającego się poziomu interakcji przestrzennych i można tutaj wyróżnić dwa główne układy: koncentryczne pierścienie gmin układających się wokół miast (np. Warszawa, Wrocław, Kraków) lub pasmowo, wzdłuż określonych kierunków nawiązujących do powiązań komunikacyjnych (Białystok, Trójmiasto, Szczecin).



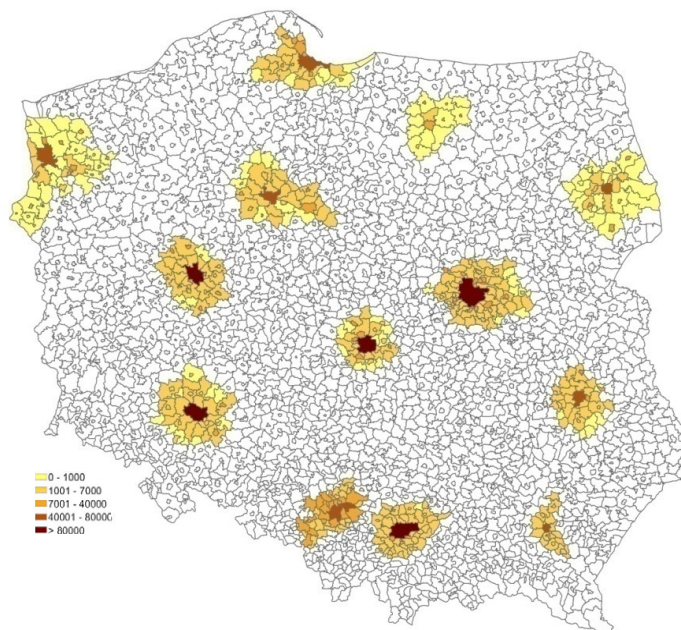
Ryc. 2. Potencjał ludnościowy obszarów metropolitalnych Polski – 1990

Fig. 2. Population potential in municipalities of the metropolitan areas in Poland – 1990

Rozkład wartości potencjału ludnościowego – miary interakcji przestrzennych – w 2000 roku nie zmienił się znacząco. Obraz przestrzenny i wartości wskaźnika są bardzo zbliżone do stanu z 1990 roku (ryc. 3).



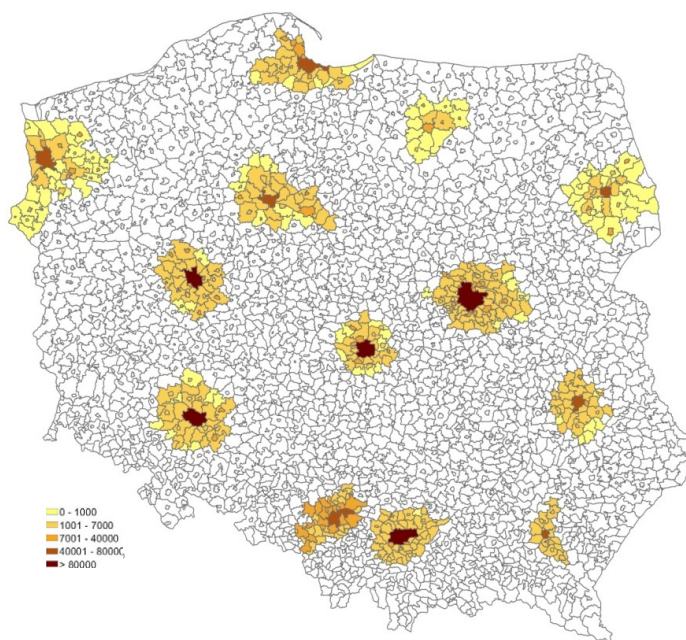
Ryc. 3. Potencjał ludnościowy obszarów metropolitalnych Polski – 2000
 Fig. 3. Population potential in municipalities of the metropolitan areas in Poland – 2000



Ryc. 4. Potencjał ludnościowy obszarów metropolitalnych Polski – 2006
 Fig. 4. Population potential in municipalities of the metropolitan areas in Poland – 2006

W 2006 roku obraz układu przestrzennego interakcji wyrażonych wartością potencjału ludnościowego (ryc. 4), zmienił się, ich poziom wyraźnie wzrósł. Można zaobserwować wzrost dominacji centrów obszarów metropolitalnych względem obszarów peryferyjnych. W ośrodkach policentrycznych zaznaczyła się dominacja jednego z dotychczas równorzędnych pod tym względem miast: Gdańska w Trójmieście, Bydgoszczy względem Torunia oraz nieznaczną przewagę Katowic i Sosnowca względem pozostałych miast Górnego Śląska.

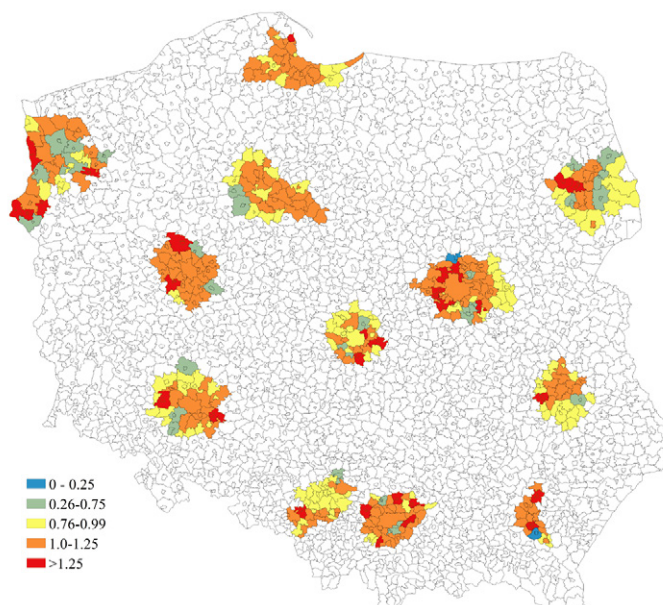
Obraz przestrzenny i wielkość potencjalnych interakcji przestrzennych niewiele zmieniły się w ciągu kolejnych lat (2006 do 2012; ryc. 5).



Ryc. 5. Potencjał ludnościowy obszarów metropolitalnych Polski – 2012

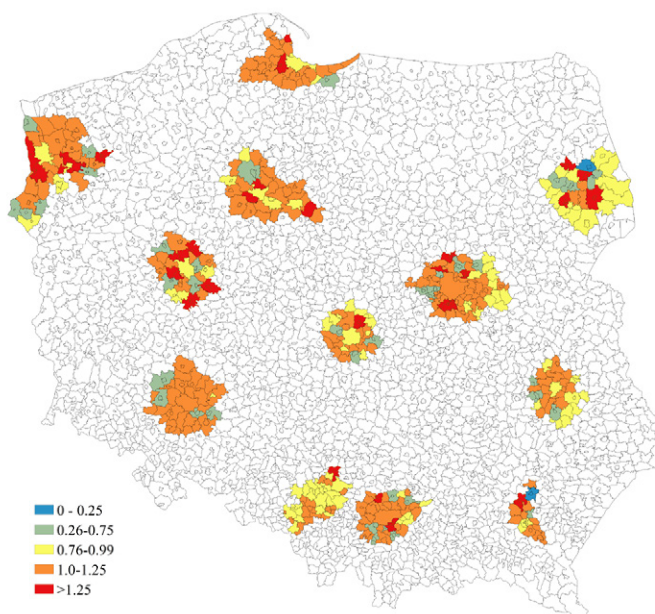
Fig. 5. Population potential in municipalities of the metropolitan areas in Poland – 2012

Kolejnym etapem była analiza zmian potencjału ludnościowego i przedstawienie zróżnicowania przestrzennego wartości ilorazu potencjału ludnościowego. Na podstawie wartości potencjału ludnościowego poszczególnych gmin dla lat 1990, 2000, 2006 i 2012, obliczono ich ilorazy dla okresów 2000/1990, 2006/2000 oraz 2012/2006. W ten sposób oszacowano zachodzące w tych okresach zmiany intensywności interakcji przestrzennych. Ilorazy potencjału to liczby mieszczące się (teoretycznie) w przedziale $(0, \infty)$, pozwalające na ocenę zmiany intensywności interakcji przestrzennych (popytu na zurbanizowaną przestrzeń) w badanych okresach, w poszczególnych jednostkach przestrzennych. Iloraz równy jedności oznacza brak zmian (identyczne wartości na początku i na końcu badanego okresu). Iloraz mniejszy od 1 odpowiada zmniejszeniu potencjalnych interakcji przestrzennych w gminie; wartość większa od 1 oznacza ich wzrost.



Ryc. 6. Zróżnicowanie przestrzenne wartości ilorazu potencjału ludnościowego w gminach obszarów metropolitalnych Polski (2000/1990)

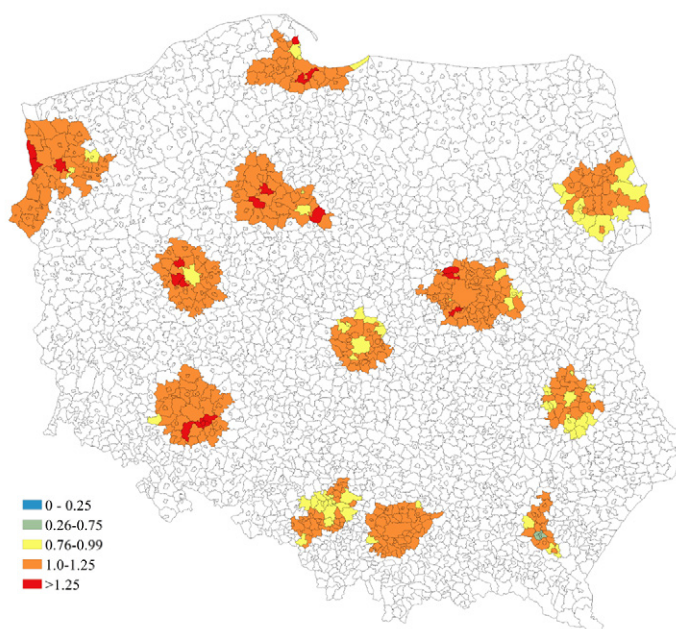
Fig. 6. Dynamics of population potential in municipalities of the metropolitan areas of Poland (2000/1990)



Ryc. 7. Zróżnicowanie przestrzenne wartości ilorazu potencjału ludnościowego w gminach obszarów metropolitalnych Polski (2006/2000)

Fig. 7. Dynamics of population potential in municipalities of the metropolitan areas of Poland (2006/2000)

Zmienność przestrzenną i zmienność w czasie wielkości potencjału i wartości jego ilorazu przedstawiono na mapach (ryc. 6, 7, 8). Na ich podstawie wywnioskowano, że największe zmiany (zarówno spadek, jak i wzrost) dotyczyły wybranych gmin peryferyjnych poszczególnych obszarów metropolitalnych. W każdym spośród tych obszarów, dla obu badanych okresów, można zarówno wskazać gminy, które charakteryzowały się dużym zmniejszeniem, jak i znaczącym wzrostem wartości potencjału. Te zmiany były bardziej intensywne w porównaniu ze zmianami zarejestrowanymi w przypadku pozostałych gmin. Oznacza to, że na wszystkich badanych obszarach metropolitalnych zachodziły pewne fluktuacje w zakresie intensywności potencjalnych interakcji przestrzennych.



Ryc. 8. Zróżnicowanie przestrzenne wartości ilorazu potencjału ludnościowego w gminach obszarów metropolitalnych Polski (2012/2006)

Fig. 8. Dynamics of population potential in municipalities of the metropolitan areas of Poland (2012/2006)

Podsumowując obserwuje się koncentrację wartości potencjału ludnościowego, a zatem wzrost antropopresji na obszarach metropolitalnych. Wyjątkami są spadek poziomu zarejestrowany w Łodzi, centrum OM Górnego Śląska oraz w Lublinie, Białymstoku, a także w niektórych peryferyjnych strefach poszczególnych OM. Największy, ogólny spadek wskaźnika widoczny jest w przypadku Rzeszowa.

4. ENTROPIA UŻYTKOWANIA ZIEMI I JEJ ZMIANY

Pojęcie entropii wywodzi się z fizyki i jest stosowane m.in. jako miara uporządkowania danego układu. Wzrost zróżnicowania (nieuporządkowania) systemu (układu, zbioru) oznacza wzrost entropii, natomiast wzrost uporządkowania (uniformizacja) oznacza spadek entropii. W niniejszym studium przyjęto, że układ przestrzenny użytkowania ziemi jest układem otwartym. Stąd najczęściej wzrost entropii jest wzrostem lokalnym, wywołanym dodatkowym wkładem energii do systemu. Energia dostarczana do systemu w dłuższym okresie rozprasza się, co powoduje ponowny wzrost entropii.

Pojęcie entropii stosowane jest w analizie różnorodnych systemów (w tym społeczno-ekonomicznych), m.in. do konstrukcji miar koncentracji rozkładu zmiennej losowej oraz do określenia miar dywergencji (Wędrowska 2012). Najczęściej w badaniach stosuje się wzór Shannon'a.

$$E = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2(p_i) \quad \text{Równanie 2}$$

p_i – prawdopodobieństwo wystąpienia danej klasy użytkowania ziemi w gminie (udział w % danego typu użytkowania ziemi)

i – kolejna klasa użytkowania ziemi

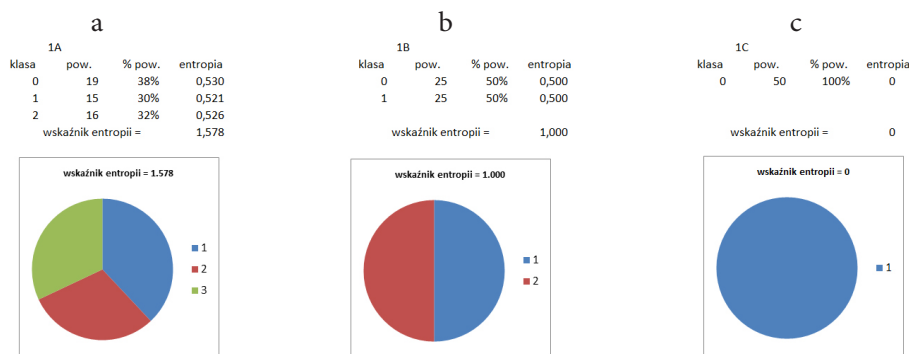
n – ogólna liczba klas użytkowania ziemi ($n=16$)

E – wartość sumaryczna entropii

Entropia jest funkcją ciągłą o wartościach nieujemnych, niezależną od przemienności elementów składowych. Przyjmuje wartości z przedziału $[0, \log_2 n]$; wartość równą 0, gdy występuje całkowity udział tylko jednego elementu oraz wartość maksymalną przy równym udziale wszystkich elementów struktury, w tym przypadku poszczególnych klas użytkowania ziemi. W sytuacji wystąpienia w równych częściach wszystkich 16 klas użytkowania ziemi w gminie, największy możliwy udział każdej z powierzchni wynosi $1/16$, a maksymalna wartość entropii przyjmuje wartość równą 4.

W ten sposób, zachowując stałość liczby zliczanych elementów w badaniu (tj. liczby klas różnych typów użytkowania ziemi), oszacowano wartość entropii użytkowania ziemi w podstawowej jednostce przestrzennej, oceniając na podstawie jej wielkości stopień zróżnicowania struktury użytkowania ziemi.

W badaniu uwzględniono parametry związane z liczbą występujących klas użytkowania ziemi oraz odpowiadających im udziałów w ogólnej powierzchni badanej jednostki przestrzennej. Stanowią one dostatecznie dobre przybliżenie i miarę zróżnicowania użytkowania ziemi (ryc. 9a, 9b, 9c).



Ryc. 9. Zmienność wskaźnika entropii w zależności od liczby klas użytkowania ziemi i ich udziałów w ogólnej powierzchni

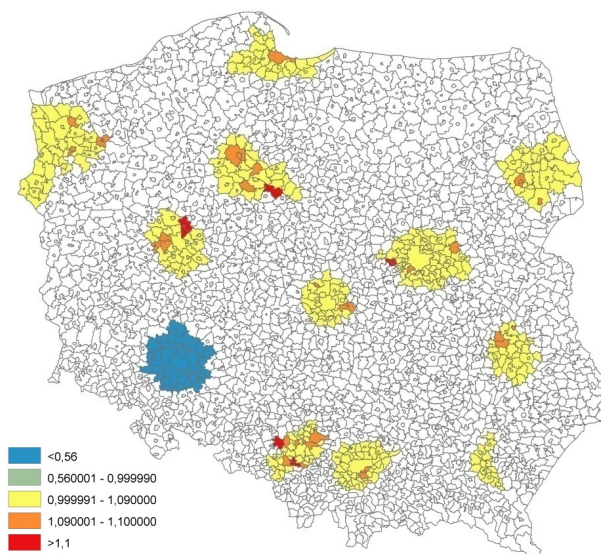
Fig. 9. The changeability of entropy in relation to the number of land use categories and their share in total land surface

4.1. ANALIZA ZMIAN UŻYTKOWANIA ZIEMI – ILORAZ ENTROPII

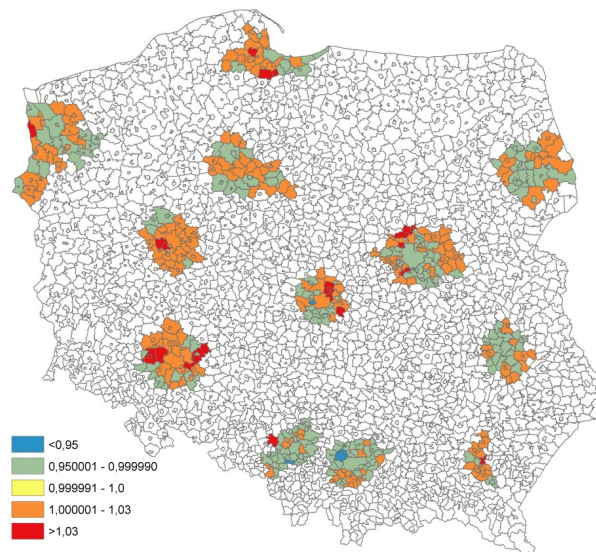
Dla każdej gminy znajdującej się w granicach obszarów metropolitalnych oszacowano wskaźniki entropii użytkowania ziemi kolejno dla lat 1990, 2000, 2006 oraz 2012 i, jak w przypadku potencjału ludnościowego, obliczono ich ilorazy dla analogicznych okresów (2000/1990, 2006/2000, 2012/2006). W żadnej z gmin nie wystąpiła przy tym wartość entropii równa 0. Określono i dokonano oceny zmian struktury użytkowania ziemi w każdej z badanych jednostek przestrzennych. Wartość ilorazu entropii równa 1 oznacza, że nie nastąpiły żadne zmiany w strukturze użytkowania ziemi w danej gminie. Wartość większa od jedności oznacza, że entropia w badanym okresie wzrosła, a więc zróżnicowanie użytkowania ziemi zwiększyło się (nieuporządkowanie układu wzrosło). Wartość mniejsza od jedności oznacza tendencję do ujednoczenia się użytkowania ziemi i wzrostu przewagi jednej z klas (większe uporządkowanie układu).

W latach 1990-2000 (ryc. 10) zaobserwowano nieliczne zmiany w kierunku większego różnicowania struktury użytkowania ziemi na badanych obszarach metropolitalnych, z wyjątkiem Wrocławia. Były to pojedyncze, peryferyjne gminy w granicach niektórych obszarów metropolitalnych. Niewielkie natężenie zmian zaobserwowano na Górnym Śląsku. Zupełnie odmiennie procesy dotyczyły Wrocławia, gdzie użytkowanie ziemi ujedniczyło się na całym obszarze metropolitalnym. Można to wiązać z powodzią stulecia, która miała miejsce we Wrocławiu w 1997 roku.

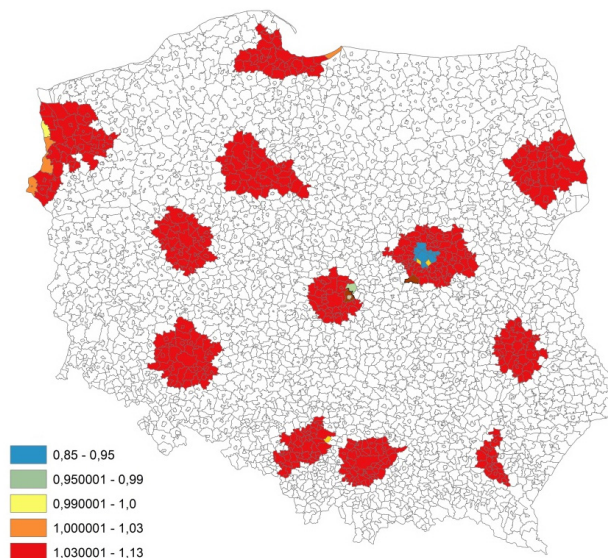
Odmienny obraz prezentuje mapa zmian 2000-2006 (ryc. 11). Obserwuje się wyraźne różnice: na obszarach metropolitalnych Wrocławia, Poznania, Łodzi i Olsztyna; struktura użytkowania ziemi różnicuje się w centrach aglomeracji oraz w niektórych gminach peryferyjnych. Na innych obszarach metropolitalnych widoczny jest wzrost zróżnicowania użytkowania ziemi w niektórych gminach peryferyjnych, podczas gdy na pozostałym obszarze (łącznie z centrum) następuje wyraźnie ujednoczenie się, a zatem zmniejszenie różnorodności użytkowania.



Ryc. 10. Zróżnicowanie przestrzenne wartości ilorazów entropii 2000/1990
 Fig. 10. Dynamics of entropy of the land use structure in municipalities of the metropolitan areas of Poland (2000/1990)



Ryc. 11. Zróżnicowanie przestrzenne wartości ilorazów entropii 2006/2000
 Fig. 11. Dynamics of entropy of the land use structure in municipalities of the metropolitan areas of Poland (2006/2000)



Ryc. 12. Zróżnicowanie przestrzenne wartości ilorazów entropii 2012/2006

Fig. 12. Dynamics of entropy of the land use structure in municipalities of the metropolitan areas of Poland (2012/2006)

W latach 2006-2012 (ryc. 12) obserwuje się wzrost entropii użytkowania ziemi² na większości obszarów metropolitalnych w Polsce, co oznacza różnicowanie się użytkowania ziemi. Wyjątkiem jest Warszawa oraz niewielkie strefy peryferyjne OM Łodzi, Górnego Śląska i Szczecina.

² Obliczenia dotyczą powierzchni obszarów gmin i wszystkich klas użytkowania ziemi, także obszarów rolnych i naturalnych, w podziale na 16 klas użytkowania ziemi.

5. KATEGORYZACJA ZMIAN ZAGOSPODAROWANIA PRZESTRZENI I EFEKTY ZEWNĘTRZNE





Wśród czynników kształtujących zmiany użytkowania ziemi w miastach i na obszarach metropolitalnych zasadnicze znaczenie przypada procesom ekonomicznym i demograficznym, przy czym zależności te mają w istocie charakter dwustronny (por.: Bourne 1978). Jeden z ich szczególnie złożonych aspektów dotyczy skali czasowej, a mianowicie odstępu czasu, lub opóźnienia, z jakim układy użytkowania ziemi reagują na oddziaływanie określonych czynników zewnętrznych. B. Johansson (1986), powołując się na klasyfikację przedstawioną wcześniej przez F. Snickarsa (1985), rozpatruje dynamikę tych układów w odniesieniu do trzech poziomów na skali czasu. Zgodnie z tym ujęciem, długookresowe kształtowanie się form użytkowania ziemi w miastach odpowiada dynamicznie formowania się kapitału i jego inwestowania w środki trwałe. Poziom średniokresowy odzwierciedla procesy lokalizacji działalności gospodarczej oraz przemiany demograficzne i migracje ludności. Wymiar krótkookresowy zmian użytkowania ziemi odpowiada zjawiskom przestrzennej interakcji, a mianowicie przepływowi towarów, informacji, przejazdom o charakterze cyrkulacyjnym, w tym dojazdom do pracy. Na każdym z wymienionych poziomów pojawiają się zmiany w strukturze użytkowania ziemi o oscylacyjnym charakterze, które w dłuższej perspektywie cechuje słabsza dynamika, a dany układ przestrzenny zmierza do stanu równowagi.

Niniejsze studium dotyczy współzależności odnoszących się do średnio- i krótkookresowych przedziałów na skali czasu. Obszary metropolitalne, ze względu na pełnioną współcześnie rolę głównych węzłów w przestrzennej organizacji systemów osadniczych i życia gospodarczego, zarówno na poziomie krajowym jak i międzynarodowym, przyciągają gros inwestycji kapitałowych, jak również potoki migracyjne. Tym samym, stanowią one główne pola interakcji wyrażających się w intensywnych, złożonych i wzajemnie powiązanych przepływach osób, dóbr i informacji. Przepływy te, wiążące wzajemnie określone miejsca w przestrzeni, są generowane przez określone układy użytkowania ziemi, oddziałując jednocześnie na przemiany tych struktur.

Omawiane współzależności są analizowane w pracy w odniesieniu do trzech, następujących po sobie przekrojów czasowych, a mianowicie: 1990-2000, 2000-2006 oraz 2006-2010/2012. Jest to okres, w którym w następstwie transformacji systemowej pojawiły się na szerszą skalę procesy metropolizacji, a formowanie się obszarów metropolitalnych stało się jednym z ich zasadniczych przestrzennych odzwierciedleń. Przyjęto, że wartości potencjału ludnościowego wyznaczone dla poszczególnych lokalizacji (w tym przypadku jednostek przestrzennych – gmin) reprezentują wolumen przestrzennych interakcji, natomiast zmiany użytkowania ziemi są wyrażone w formie stopnia koncentracji (lub rozproszenia) poszczególnych form użytków i wyznaczone na podstawie funkcji entropii. Zgodnie z przyjętym założeniem, wzrost wartości

wskaźnika entropii, towarzyszący zmianom wartości potencjału ludnościowego, oznacza różnicowanie się układu użytkowania ziemi, natomiast jego spadek jest interpretowany jako zwiększanie się jednorodności tego układu. Możliwe warianty omawianych relacji (por.: Werner i in. 2013a, 2013b), oznaczające odmienne tendencje zagospodarowania przestrzeni, są przedstawione w tabeli 2.

Tabela 2. Kategorie zmian zagospodarowania przestrzeni jako wypadkowa wielkości ilorazu potencjału i dynamiki entropii (wartości ilorazu entropii)

| Zmiany użytkowania ziemi | Potencjał ludnościowy | δV Iloraz potencjału ludnościowego quotient of population potential | |
|--|---------------------------------------|--|--|
| | Zmiany w czasie | >1 Wzrost antropopresji | <1 spadek antropopresji |
| δE iloraz entropii dynamika zmian użytkowania ziemi | >1 różnicowanie użytkowania ziemi | A ekspansja  | B restrukturyzacja  |
| | <1 uniformizacja użytkowania ziemi | C koncentracja  | D konsolidacja  |

W pierwszym przypadku (A), w warunkach wzrostu wartości potencjału ludnościowego zwiększa się także przestrzenne zróżnicowanie struktury użytkowania ziemi. Ten kierunek zmian jest z reguły związany z postępującym procesem pery-urbanizacji, tzn. wkraczaniem zabudowy mieszkaniowej (najczęściej w układzie rozproszonym) oraz innych funkcji o charakterze miejskim na obszary wiejskie, prowadzącym do rozprzestrzeniania się terenów zurbanizowanych.

Z kolei, sytuacja w której (wariant B) struktura użytkowania ziemi ulega różnicowaniu, natomiast maleją wartości wskaźnika potencjału ludnościowego, przyjętego jako miara poziomu interakcji w przestrzeni, może poprzedzać fazę ekspansji miejskiego typu zagospodarowania przestrzeni, lub też, w innych przypadkach, sygnalizować fazę porządkowania układu przestrzennego, w tym wprowadzania na niektórych obszarach nowych form związanych z ochroną środowiska przyrodniczego.

W wariantcie C, wzrastającym wartościom potencjału ludnościowego towarzyszy zmniejszanie się zróżnicowania – wzrost jednorodności użytkowania ziemi, obserwowany na poziomie podstawowych jednostek przestrzennych. Oznacza to zwiększanie się stopnia skupienia układu, w wyniku wkroczenia w bardziej zaawansowaną fazę procesów urbanizacji, ewentualnie także jako efektu wprowadzenia ograniczeń (takich jak bariery ekologiczne), dotyczących ich przestrzennego zasięgu.

W przypadku D, spadkowa tendencja notowana w odniesieniu zarówno do potencjału ludnościowego – miary przestrzennej interakcji, jak również zróżnicowania użytkowania ziemi – wartości wskaźnika entropii, może oznaczać występowanie zjawiska, tzw. kurczenia się obszaru zurbanizowanego (por. pojęcie – *shrinking cities*), częściej jednak implikuje przestrzenną konsolidację tego układu, zaznaczającą się po wcześniejszej fazie ekspansji procesu urbanizacji.

5.1. EFEKTY ZEWNĘTRZNE

Dla każdego z wymienionych kierunków przemian przestrzennego zagospodarowania obszarów metropolitalnych charakterystyczne jest występowanie pewnych swoistych efektów zewnętrznych. Ich pojawianie się oraz rola, jako czynników pozytywnie lub negatywnie oddziałujących na jakość urbanizującej się przestrzeni, jest w znacznym stopniu określona przez politykę przestrzenną. Choć w warstwie deklaratywnej jest ona z zasady podporządkowana celom zrównoważonego rozwoju, to w praktyce realizuje działania sprzyjające w większym stopniu spójności lub konkurencyjności w przestrzeni. J. Ravetz wyróżnia w tym zakresie dwa podstawowe podejścia, a mianowicie: (a) wspieranie procesów urbanizacji, jako realizację celów rozwoju i modernizacji, oraz (b) ograniczanie ich zasięgu i kontrolowanie form, akcentujące rolę ochrony i odnowy zasobów (Ravetz i in. 2013). To ujęcie można pośrednio odnieść do kierunków zmian zagospodarowania przestrzeni zidentyfikowanych powyżej.

Kierunek A – ekspansji zjawisk urbanizacji – jest z reguły związany z jej niekontrolowanym charakterem (*urban sprawl*), w tym, m.in.: nieładem architektonicznym i przestrzennym, spekulacją gruntami, zanieczyszczeniem środowiska przyrodniczego, wysoką energochłonnością, pogłębianiem się społecznej polaryzacji przestrzeni, deficytami w dziedzinie infrastruktury społecznej, nadmierną skalą przejazdów w cyklu dobowym, wyludnianiu się wewnętrznych dzielnic miast (Markowski 2011). Inne efekty zewnętrzne to szybko zmieniające się ceny nieruchomości, nasilenie działalności i wahań na rynku kredytów hipotecznych oraz wzmożona tendencja do zmian miejsca zamieszkania (Mantey 2013). Z drugiej strony, ten typ rozwoju oznacza m.in. wzrost inwestycji i zatrudnienia, różnicowanie się struktury ludności, rozwój powiązań funkcjonalnych.

Kierunek B – interpretowany jako okresowe osłabienie, lub odmiennie, jako regulacja układu zagospodarowania przestrzeni, może w tym pierwszym przypadku być wiązany z podziałem parcel i zmianami funkcji terenów wynikającymi z ograniczeniem skali prowadzonej działalności, natomiast w drugim – z działaniami na rzecz rozwoju policentrycznych form osadnictwa, inwestycjami w dziedzinie infrastruktury wodnej, energetycznej, gospodarki odpadami, powstawaniu trwalszych, chociaż o mniejszej skali, form zagospodarowania przestrzeni.

Kierunkowi C – zwiększaniu się jednorodności struktury użytkowania ziemi, przy wzroście intensywności przestrzennych interakcji, odpowiada pojęcie miasta skupionego, lub zwartego (*compact city*), którego atrybuty obejmują

rewaloryzację budownictwa wielorodzinnego, wyspą gentryfikację starych dzielnic miast, zrównoważenie procesów suburbanizacji i re-urbanizacji – selektywne migracje powrotne do miast, modernizację i odbudowę znaczenia transportu publicznego w miastach i na obszarach podmiejskich. W przypadku wczesnej fazy procesów metropolizacji przestrzeni, występującej współcześnie w Polsce, można mówić o niektórych symptomach wymienionych efektów zewnętrznych, których identyfikacja i analiza wymaga jednak dłuższego okresu obserwacji.

Kierunek D – konsolidacja struktury użytkowania ziemi, przy spadku wartości potencjału ludnościowego, implikuje występowanie takich efektów jak wycofywanie się funkcji o charakterze miejskim z rzadziej zasiedlonych stref oraz re-naturalizację niektórych obszarów. Tym zjawiskom zwykle towarzyszy spadek popytu na nieruchomości, koncentracja działalności gospodarczej, pojawianie się opuszczonych obiektów, zmniejszenie się ruchu na drogach lokalnych. Efekty te występują z reguły nieregularnie w przestrzeni i mogą sygnalizować zjawisko polaryzacji (ewentualnie o charakterze przejściowym) w skali obszaru metropolitalnego.

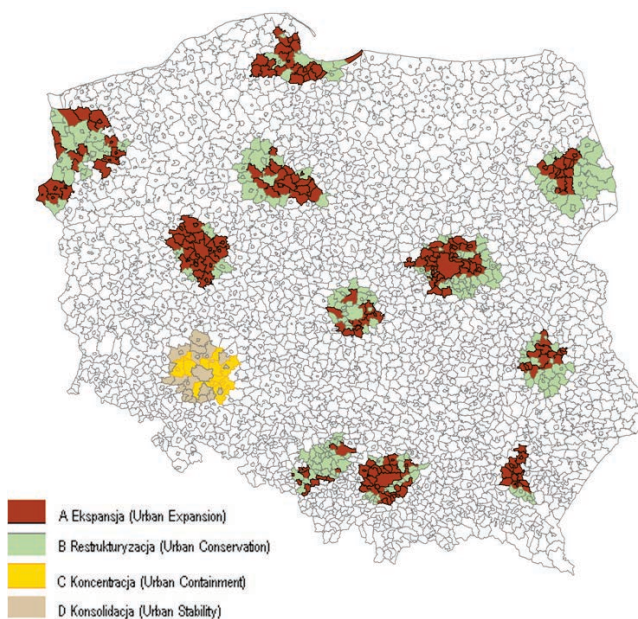
5.2. ANALIZA ZMIAN KATEGORII ZAGOSPODAROWANIA PRZESTRZENI (1990-2000, 2000-2006, 2006-2012)

W celu weryfikacji postawionej na początku hipotezy skonfrontowano wzajemnie, odpowiednio dla tych samych badanych okresów, ilorazy potencjału i dynamikę entropii, wyrażoną ilorazem wartości entropii dla dwóch reperów czasowych. Teoretycznie możliwe było wystąpienie kategorii zmian zagospodarowania przestrzeni przedstawionych w tabeli 2.

Można założyć, że najbardziej podatne na efekty zewnętrzne są tereny poddane nasilającej się antropopresji, na których zjawiskom wzrostu potencjału ludnościowego, a tym samym interakcji przestrzennych, towarzyszy zwiększanie się zróżnicowania ziemi. Ta tendencja przeważała w pierwszym z rozpatrywanych okresów, tzn. w latach 1990-2000 (ryc. 13). W znacznej liczbie gmin użytkowanie ziemi różnicowało się jednak pomimo malejących wartości potencjału ludnościowego. Tak więc we wczesnym okresie, w którym zaznaczyły się zjawiska suburbanizacji, tzn. do 2000 roku, główną tendencją było zwiększanie się zróżnicowania użytkowania ziemi przy rozbieżnych tendencjach w zakresie zmian poziomu interakcji przestrzennych.

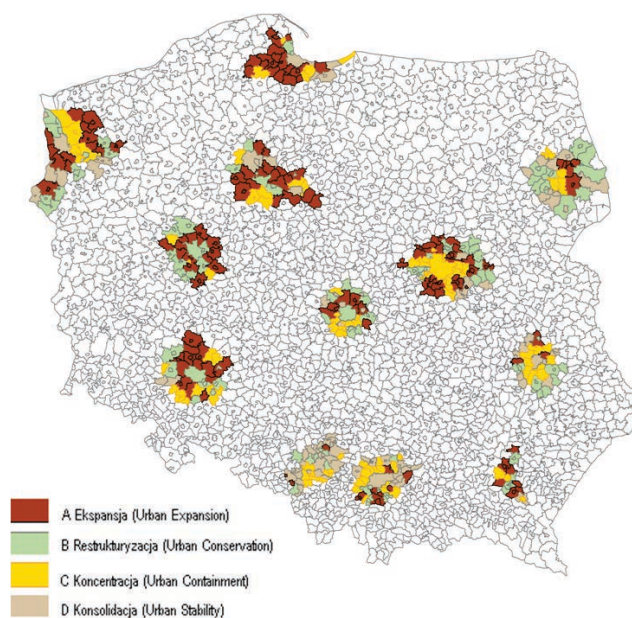
W latach 2000-2006 (ryc. 14) sytuacja zmieniła się diametralnie. W ponad połowie spośród badanych gmin obszarów metropolitalnych zaobserwowano wzrost ujednoczenia się struktury użytkowania ziemi przy wzroście antropopresji (kierunek C) lub jej zmniejszeniu (kierunek D). W przeważającej liczbie gmin widoczny jest spadek interakcji przestrzennych.

W latach 2006-2012 (ryc. 15) zaznaczyła się wyraźna przewaga tendencji, którą określono mianem ekspansji urbanizacji – spośród 1144 gmin aż 812 zaklasyfikowano do kategorii A. Zmianę tę można interpretować jako nasilenie się ponowne procesów suburbanizacji i pery-urbanizacji związanych z przemianami społecznymi i gospodarczymi, które wystąpiły po przystąpieniu Polski



Ryc. 13. Zróżnicowanie przestrzenne kategorii zagospodarowania przestrzeni – 2000/1990

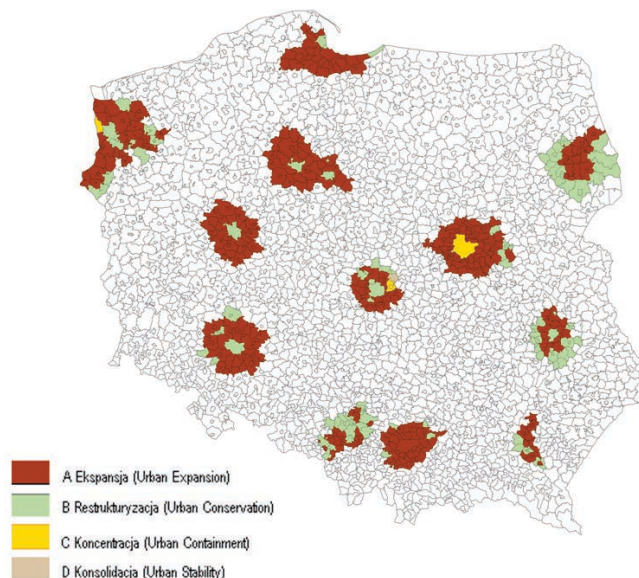
Fig. 13. The differentiation of the patterns of spatial development 2000/1990



Ryc. 14. Zróżnicowanie przestrzenne kategorii zagospodarowania przestrzeni - 2006/2000

Fig. 14. The differentiation of the patterns of spatial development 2006/2000

do Unii Europejskiej. W tabelach 3, 4 i 5 przedstawiono liczbę gmin zaliczonych do czterech kategorii zagospodarowania przestrzeni – A, B, C i D dla trzech analizowanych okresów.



Ryc. 15. Zróżnicowanie przestrzenne kategorii zagospodarowania przestrzeni - 2012/2006

Fig. 15. The differentiation of the patterns of spatial development 2012/2006

Tabela 3. Liczba gmin w poszczególnych kategoriach zagospodarowania przestrzeni w latach 2000/1990

| Dynamika użytkowania ziemi | Interakcje przestrzenne | $\delta V > 1$ antropopresja | $\delta V < 1$ depopulacja/spadek antropopresji | liczba gmin |
|---|--|---------------------------------|--|-------------|
| | $\delta E > 1$ różnicowanie użytkowania ziemi | A ekspansja | 614 | |
| $\delta E < 1$ uniformizacja użytkowania ziemi | C koncentracja | 24 | 42 D konsolidacja | 66 |
| liczba gmin | | 638 | 506 | 1144 |

Tabela 4. Liczba gmin w poszczególnych kategoriach zagospodarowania przestrzeni w latach 2006/2000

| Dynamika użytkowania ziemi \ Interakcje przestrzenne | $\delta V > 1$ | $\delta V < 1$ | liczba gmin |
|--|--------------------------|----------------------------------|-------------|
| | antropopresja | depopulacja/spadek antropopresji | |
| $\delta E > 1$ różnicowanie użytkowania ziemi | 239 A ekspansja | 2394 B restrukturyzacja | 478 |
| $\delta E < 1$ uniformizacja użytkowania ziemi | 301 C koncentracja | 385 D konsolidacja | 666 |
| liczba gmin | 540 | 504 | 1144 |

Tabela 5. Liczba gmin w poszczególnych kategoriach zagospodarowania przestrzeni w latach 2012/2006

| Dynamika użytkowania ziemi \ Interakcje przestrzenne | $\delta V > 1$ | $\delta V < 1$ | liczba gmin |
|--|------------------------|----------------------------------|-------------|
| | antropopresja | depopulacja/spadek antropopresji | |
| $\delta E > 1$ różnicowanie użytkowania ziemi | 812 A ekspansja | 305 B restrukturyzacja | 1117 |
| $\delta E < 1$ uniformizacja użytkowania ziemi | 8 C koncentracja | 19 D konsolidacja | 27 |
| liczba gmin | 820 | 324 | 1144 |

Przedstawiona wcześniej hipoteza o przeważającej dodatniej zależności między wzrostem intensywności interakcji w przestrzeni a różnicowaniem się użytkowania ziemi, została częściowo potwierdzona w badaniu, przy czym związek ten zaznaczył się najwyraźniej w ostatnim z objętych analizą okresów. Współzależności przestrzenne obydwu procesów, wzrostu lub spadku poziomu interakcji przestrzennych oraz różnicowania albo ujednocnienia użytkowania ziemi w ich przemiennej tendencji, prowadzą do pojawienia się pewnych nieoczekiwanych zjawisk, tzw. efektów zewnętrznych, reprezentowanych przez cztery możliwe kategorie przestrzeni. Uzyskane i przedstawione wyżej wyniki w układzie gmin, składają do bardziej szczegółowych studiów w granicach poszczególnych obszarów metropolitalnych. Kolejne rozdziały dotyczą analizy zmian potencjału ludnościowego i zmian entropii w sieci pól podstawowych dla poszczególnych obszarów metropolitalnych.

6. ANALIZA ILORAZÓW POTENCJAŁU LUDNOŚCIOWEGO I ZMIAN ENTROPII W SIATCE PÓL PODSTAWOWYCH

Kolejny etap analizy współzależności potencjalnych interakcji przestrzennych i zmian struktury użytkowania ziemi został przeprowadzony w siatce pól podstawowych i odnosi się do obszarów antropogenicznych, czyli tzw. powierzchni sztucznych (*artificial surfaces*). Pominięto te klasy użytkowania ziemi, które w 2006 roku były obszarami rolnymi, łąkami, lasami, terenami pokrytymi roślinnością rozproszoną, terenami otwartymi, bagnami i torfowiskami oraz akwenami wód śródlądowych.

6.1. METODA OCENY ZMIAN WARTOŚCI ILORAZÓW POTENCJAŁU LUDNOŚCIOWEGO W SIATCE PÓL PODSTAWOWYCH

W celu przeprowadzenia bardziej szczegółowej analizy relacji pomiędzy zmianami interakcji przestrzennych a użytkowaniem ziemi, uzyskaną bazę danych przestrzennych przekształcono, przypisując odpowiednie wartości polom podstawowym o wymiarze 100x100 m, tworzących siatkę kwadratów. W przypadku potencjału, ze względu na brak danych³, nie było możliwe przeprowadzenie bardziej szczegółowej analizy, zatem wartości potencjału przypisane gminom w latach 1990, 2000, 2006 i 2012, przeniesiono automatycznie do siatki pól podstawowych, a w przypadku pól usytuowanych na granicach gmin, wyznaczono średnie odpowiednich wartości. Mapy potencjału w siatce pól podstawowych, prezentują obraz identyczny jak w przypadku map wartości potencjału dla gmin. W toku badań wykorzystano wskaźniki dynamiki potencjałów tj. wyliczone wartości ilorazów dla okresów 2000/1990, 2006/2000 i 2012/2006. Takie działanie jest poprawne metodologicznie, bowiem ilorazy zachowują proporcje charakterystyczne dla danych wyjściowych.

Ilorazy potencjału ludnościowego z lat 2000/1990, 2006/2000 i 2012/2006 reprezentują dynamikę zjawisk interakcji przestrzennych. Uzyskane wartości oscylują wokół jedności. Wartości wskaźników dynamiki potencjału (δV) większe od 1 wskazują na nasilającą się antropopresję (wzrost intensywności interakcji przestrzennych w czasie), a wartości (δV) mniejsze od 1 – spadek skali interakcji przestrzennych w czasie (m.in. wskutek zmniejszania się liczby mieszkańców gminy). Ponieważ wartość równa 1 oznacza stagnację, a takie przypadki były bardzo nieliczne (por. analiza potencjału wg gmin), zaliczono je także do tej klasy. W ten sposób wyróżniono dwie główne kategorie zmian procesów interakcji przestrzennych: wzrostu antropopresji ($\delta V > 1$) oraz stagnacji i spadku szacowanych na podstawie modelu potencjału ludnościowego wartości interakcji przestrzennych ($\delta V \leq 1$).

³ Najmniejszą jednostką przestrzenną, dla której można uzyskać dane statystyczne dotyczące liczby mieszkańców jest gmina

6.2. OCENA WARTOŚCI ENTROPII STRUKTURY UŻYTKOWANIA ZIEMI W SIATCE PÓL PODSTAWOWYCH

Idea leżąca u podstawy oceny struktury użytkowania ziemi w polu podstawowym może być przedstawiona jako analogia do sytuacji, w której obserwator znajdujący się nad wybranym punktem terenu analizuje widok wokół siebie w promieniu 360° i zlicza liczbę zidentyfikowanych klas (typów) użytkowania ziemi. Horyzont widoczności obserwatora ograniczony jest do zdefiniowanego zasięgu. Zakłada się, że można równocześnie rozróżnić z góry zadane (predefiniowane) klasy użytkowania ziemi oraz oszacować ich powierzchnię. Obserwator przemierzając się, przechodząc kolejne badane pola o jednakowych wymiarach.

Model realizujący powyższe zadanie to metoda analizy sąsiedztwa przy wykorzystaniu koncepcji automatów komórkowych (Kozubek, Werner 2011). Automat komórkowy to matematyczny model, odzwierciedlający złożone systemy (także przyrodnicze), zawierający identyczne komponenty wchodzące ze sobą we wzajemne interakcje (opis w zał. 1). Koncepcja wskaźnika sąsiedztwa jest oparta na kombinacji metody algebry map i dwu-wymiarowych automatów komórkowych. Wskaźnik sąsiedztwa (NBC) obliczany jest wg wzoru wykorzystującego nominalne wartości klas użytkowania ziemi w otoczeniu Moore'a (3x3; por. równanie 3). Wskaźnik ten jest odwracalny, tzn. możliwe jest odtworzenie indywidualnych klas użytkowania ziemi (identycznego układu sąsiedztwa wartości nominalnych) na podstawie wskaźnika NBC, gdy znana jest całkowita liczba wydzielen, tj. klas użytkowania ziemi. Wskaźnik sąsiedztwa jest jedną liczbą, która pozwala zakodować dla danego pola wszystkie nominalne wartości odpowiadające klasom użytkowania ziemi pola siatki, którego dotyczy analiza oraz wszystkich pól z nim sąsiadujących. Metoda ta jest uniwersalna i pozwala na zakodowanie dowolnej liczby klas oraz dowolnego sąsiedztwa. Jedynym ograniczeniem jest zdolność obliczeniowa technologii komputerowej i pojemność pamięci komputera.

$$NBC_c = \sum_{i=0}^8 k_i n^i \quad \text{Równanie 3}$$

gdzie: $k \in \{0, 1, \dots, n\}$,

i – kolejny numer – liczba opisująca pole sąsiedztwa,

k – nominalna liczba – klasa użytkowania ziemi,

n – liczba wydzielen, wszystkich klas użytkowania ziemi

Wstępna, zastosowana w badaniu, procedura polegała na przypisaniu każdemu polu podstawowemu o wielkości 100x100 m określonej, jednorodnej klasy użytkowania ziemi. Dokonano tego przekształcając wektorowe mapy – bazy danych Corine Land Cover – użytkowania ziemi dla lat 1990, 2000, 2006 i 2012 w format rastrowy. Następnie, wykorzystując metodę wskaźnika sąsiedztwa (Kozubek, Werner 2011), zakodowano wartość każdego pola podstawowego, opisującą występującą na nim klasę użytkowania ziemi oraz klasy wszystkich otaczających pól (tab. 6).

Tabela 6. Przykład wskaźnika sąsiedztwa dla losowego rozmieszczenia klas użytkowania ziemi ze zbioru 16 klas ponumerowanych od 0 do 15 (klasy użytkowania ziemi określone w tab. 1.)

| Wartości nominalne klas użytkowania ziemi (dziesiętnie) | | | Wartości nominalne klas użytkowania ziemi (Szesnastkowo/heksadecymalnie) | | | Wskaźnik sąsiedztwa (dziesiętnie) | Wskaźnik sąsiedztwa (dziesiętnie) |
|---|----|---|--|---|---|------------------------------------|-----------------------------------|
| 8 | 15 | 9 | 8 | F | 9 | 21039372792 | 3,17 |
| 5 | 11 | 0 | 5 | B | 0 | Wskaźnik sąsiedztwa (szesnastkowo) | |
| 6 | 14 | 4 | 6 | E | 4 | 4E60B59F8 | |

W ten sposób uzyskano mapy – bazę danych zróżnicowania przestrzennego wskaźników sąsiedztwa na obszarach metropolitalnych, w badanych latach (1990, 2000, 2006, 2012). Wykorzystując wskaźnik sąsiedztwa, można dla każdego pojedynczego pola obliczyć entropię dla jego otoczenia Moore’a. Do oceny entropii użytkowania ziemi w skali pojedynczego pola podstawowego, wspomnianej wyżej siatki kwadratów, wykorzystano metodę, polegającą na zliczaniu udziału poszczególnych klas w otoczeniu Moore’a (równanie 3). Na tej podstawie uzyskano mapy entropii – zróżnicowania przestrzennego użytkowania ziemi w sąsiedztwie poszczególnych pól, a każdemu polu przypisana została określona wartość entropii.

Opracowana i opisana powyżej metodyka określania wielkości interakcji przestrzennych, wyrażona wartością potencjału ludnościowego oraz zróżnicowania użytkowania ziemi, wyrażonego wartością entropii, jest jedynie przybliżeniem, modelem matematycznym, ograniczonym przyjętymi założeniami teoretycznymi, jak również rozdzielczością pozyskanych danych o użytkowaniu ziemi i statystycznych (ludnościowych).

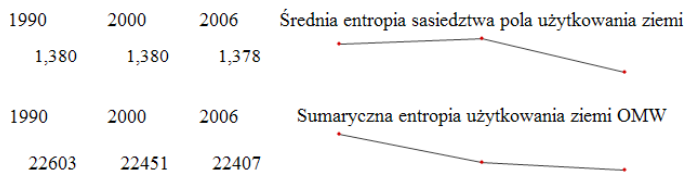
7. ANALIZA ZMIAN ENTROPII UŻYTKOWANIA ZIEMI NA OBSZARACH METROPOLITALNYCH Z WYKORZYSTANIEM WSKAŹNIKÓW SĄSIEDZTWA

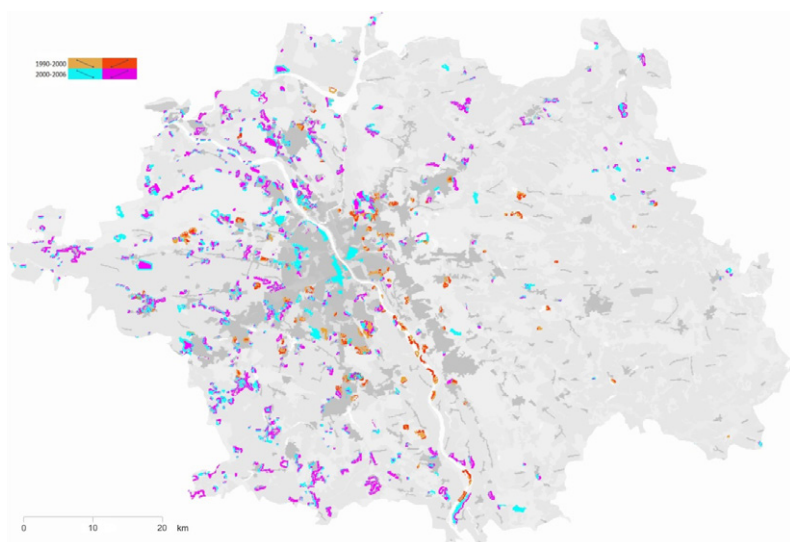
Zmiany użytkowania ziemi można traktować jako złożony i częściowo losowy proces. Kompleksowość oddziaływań powoduje, że stosowanie konwencjonalnych modeli dedukcyjnych, charakteryzujących się pewnymi ograniczeniami, zwłaszcza w przypadku złożonych zjawisk czasowo-przestrzennych, może skutkować nierozwiązaniem danego problemu (Fulong 1999). Szeroko wykorzystywane w tych badaniach modele probabilistyczne, są oparte na koncepcji losowego rozwoju rzeczywistości, z zastosowaniem pojęć: zdarzenie, prawdopodobieństwo, zmienna losowa, empiryczny rozkład prawdopodobieństwa (Ratajczak 1999). W przypadku analizy kartograficznej (metody badań w geografii), jednym z celów jest zrozumienie zjawisk pośrednio, poprzez analizę rozmieszczenia (wzorów przestrzennych), z których można wnioskować o procesach czasowo-przestrzennych (Fotheringham i in. 2000; Wolfram 2002). Analizę tę przeprowadzono dla poszczególnych obszarów metropolitalnych dla lat 1990, 2000 i 2006.

Warszawa – obszar metropolitalny (OMW)

Zgodnie z granicami przyjętymi w projekcie *Urban Atlas* (GMES), powierzchnia obszaru metropolitalnego Warszawy (OMW) wynosi 5242,24 km². W zakresie zmian użytkowania ziemi na tym obszarze, w latach 1990–2000, największy wzrost zaobserwowano w przypadku terenów zabudowy rozproszonej (luźnej) – o 11,88 km² i analogicznie, dla okresu 2000–2006 o 50,16 km². Łącznie zmiany dotyczyły powierzchni 23,02 km² w latach 1990/2000 i 77,33 km² w 2000/2006. Stanowiło to odpowiednio 0,4% i 1,5% powierzchni OMW. W pierwszym dziesięcioleciu wzrastał udział zabudowy luźnej i stref przemysłowych i handlowych, a w dalszej kolejności łąk i lasów kosztem terenów rolnych. W następnym okresie (2000–2006) wzrósł udział zabudowy luźnej, terenów zielonych, sportowych i wypoczynkowych oraz stref przemysłowo-handlowych kosztem obszarów rolnych i łąk.

Średnia wartość entropii sąsiedztwa pola w 2006 roku na OM Warszawy wyniosła 1,378. Jednym z możliwych, zastosowanych w analizie, wskaźników jest sumaryczna wartość entropii dla całego obszaru metropolitalnego Warszawy (WMA). Podczas gdy średnia wartość entropii pola, w którym następowały zmiany, spadła nieznacznie, sumaryczna wartość entropii spadała w całym badanym okresie, przy czym odpowiednio wartości wyniosły:





Ryc. 16. Zmiany entropii użytkowania ziemi na obszarze Warszawskiego OM w latach 1990-2000 i 2000-2006 (brąz – spadek entropii i uniformizacja użytkowania ziemi w latach 1990-2000; czerwień – wzrost entropii – różnicowanie się użytkowania ziemi w latach 1990-2000; jasnoniebieski, cyjan – spadek entropii i uniformizacja użytkowania ziemi w latach 2000-2006; fiolet, magenta – wzrost entropii – różnicowanie się użytkowania ziemi w latach 2000-2006)

Fig. 16. The changes of entropy of land use pattern in the Warsaw Metropolitan Area in 1990-2000 and 2000=2006: brown - decreasing entropy in 1990-2000; red - growing entropy in 1990-2000; light blue - decreasing entropy in 2000-2006; magenta - growing entropy in 2000-2006

Zmiany wartości wskaźnika sumarycznego wskazują, że na całym obszarze metropolitalnym przeważały procesy ujednocniania się użytkowania ziemi; również przeciętne otoczenie pola (sąsiedztwo) danych powierzchni cechuje się nieznacznym spadkiem zróżnicowania. Te procesy – w odniesieniu do rozpatrywanych powierzchni zmian i tendencji generalnej całego obszaru metropolitalnego potwierdzają występowanie procesów suburbanizacji i periurbanizacji. Analiza rozkładu przestrzennego zmian użytkowania ziemi potwierdza tę obserwację. W dekadzie 1990-2000 dominowały spadki wartości wskaźnika entropii w bliskiej strefie podmiejskiej Warszawy, chociaż w przeważającej mierze towarzyszyły one o wiele mniejszym obszarom wzrostu wartości entropii i koncentrowały się blisko granicy miasta. W drugim okresie, w bliższej i dalszej strefie peryferyjnej, na znacznie większym obszarze niż poprzednio, widać wyraźne zróżnicowanie się użytkowania ziemi, natomiast spadek wartości entropii, a zatem strefa ujednocniania się struktury użytkowania ziemi to przede wszystkim obszar miasta Warszawy i sąsiedztwa jego granic. Wyraźnie uprzywilejowane kierunki rozwoju przestrzennego to obszary południowo-zachodniej, zachodniej, północno-zachodniej i północno-wschodniej części obszaru metropolitalnego. Ogólnie ujmując, bardziej intensywny rozwój cechuje obszary przyległe do lewego brzegu Wisły.

Tabela 7. Najczęściej występujące typy sąsiedztwa użytkowania ziemi na OM Warszawy w 2006 roku (legenda zgodnie z tab. 1)

| | kod sąsiedztwa | | wielkość entropii | |
|--|----------------|--|-------------------|---|
| | 51999990 | | 1,22 | <p>Najczęściej występujące sąsiedztwa użytkowania ziemi na OM Warszawy w 2006 roku to zabudowa zwarta i rozproszona ulokowana w sąsiedztwie terenów rolnych lub leśnych z udziałem terenów przemysłowych, budowlanych i komunikacyjnych zlokalizowanych na południowym wschodzie.</p> <p>Ten schemat powtarza się z udziałem łąk, akwenów wodnych i obszarów przemysłowych. Trzecim pod względem liczebności układem sąsiedztwa jest obszar przemieszanej zabudowy zwartej i luźnej. Zaznacza się także (w dalszej kolejności) obszar zwartej zabudowy miejskiej.</p> |
| | 63BBBBB0 | | 1,45 | |
| | 91111110 | | 0,50 | |
| | 5AAAAAAA0 | | 0,99 | |
| | 7EEEEEEE0 | | 0,99 | |
| | 12222220 | | 0,99 | |
| | 51B999990 | | 1,66 | |
| | 63BBBB9B0 | | 1,88 | |
| | 0 | | 0 | |

Przemiany sąsiedztwa użytkowania ziemi reprezentowane są zgodnie z tabelą 1.

| | udział % obszarów zmian | | Zmiany entropii | | | |
|--|-------------------------------|--|-----------------|------|------|--|
| | | | | 1,22 | 0,99 | <p>Główne zmiany dotyczyły przekształceń i zabudowy obszarów rolnych. Największa liczba obserwowanych przekształceń dotyczyła rezygnacji z upraw rolnych, rozwoju budownictwa i zabudowy zarówno zwartej, jak i rozproszonej. Nieużytki zalesiano, a część terenów rolnych przekształcono w strefy przemysłowe i handlowe.</p> |
| | | | | 1,22 | 0,99 | |
| | | | | 0,99 | 0,50 | |
| | | | | 1,22 | 0,50 | |
| | | | | 0,99 | 1,45 | |
| | | | | 1,22 | 0,99 | |

| udział % obszarów zmian | | Zmiany entropii | | | |
|-------------------------------|------|-----------------|--|------|------|
| 2000 | 2006 | | | | |
| | | | | 1,22 | 0,50 |
| | | | | 0,99 | 1,22 |
| | | | | 1,45 | 0,99 |
| | | | | 1,22 | 1,45 |
| | | | | 1,22 | 1,35 |

W latach 2000-2006 to rozwój mieszanej zabudowy luźnej i zwartej na byłych obszarach rolnych, zagospodarowanie rolne nieużytków, przekształcenia miejskich terenów zielonych w tereny sportowe i wypoczynkowe oraz zalesianie. Charakterystyczne jest też, że zaznaczyło się występowanie budownictwa rozproszonego na obszarach rolnych.

Białystok – obszar metropolitalny (OMB)

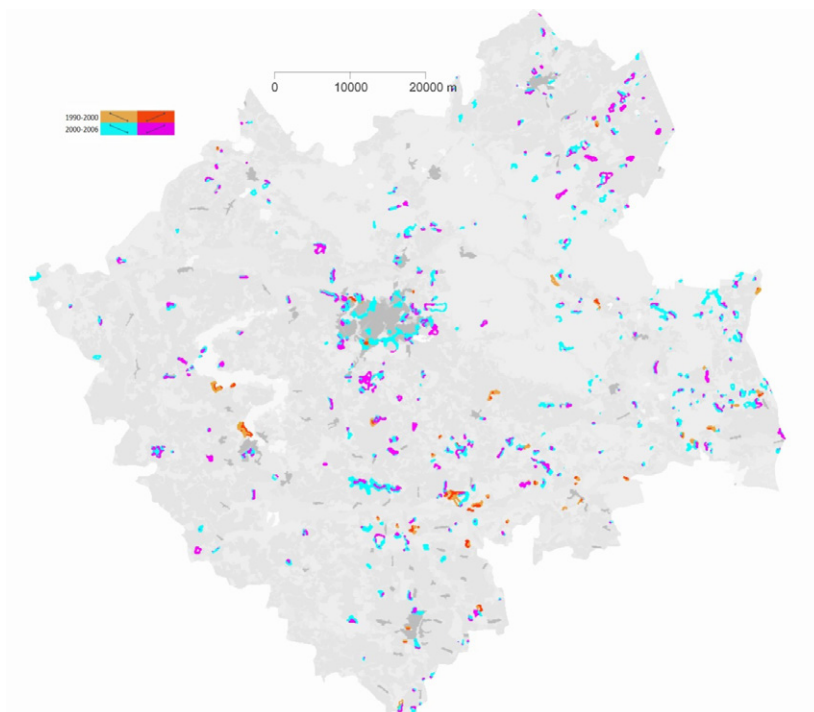
Zgodnie z granicami przyjętymi w projekcie Urban Atlas, powierzchnia obszaru metropolitalnego Białegostoku wynosi 5097,93 km². Największy, lecz w istocie bardzo mały, wzrost w okresie 1990-2000 zaobserwowano dla obszarów leśnych (5,84 km²) i zabudowy luźnej (1,17 km²). W tym samym czasie największe spadki dotyczyły terenów rolnych (-6,17 km²) bagien i torfowisk (-2,03 km²).

W okresie 2000-2006 największy wzrost dotyczył obszarów leśnych (41,41 km²), zabudowy luźnej (18,6 km²) oraz terenów sportowych i wypoczynkowych (4,25 km²). Najbardziej zmniejszyła się powierzchnia obszarów rolnych (51,88 km²), łąk (8 km²) i miejskich terenów zielonych (4,81 km²).

W pierwszym dziesięcioleciu udział obszarów leśnych oraz zabudowy luźnej wzrastał kosztem obszarów rolnych i terenów podmokłych (bagien i torfowisk).

W następnym okresie wyraźnie wzrosła powierzchnia lasów, terenów zabudowy luźnej oraz sportowych i wypoczynkowych kosztem obszarów rolnych, łąk oraz miejskich terenów zielonych.

Zarówno sumaryczna wartość entropii OMB jak i przeciętne sąsiedztwo zmieniało się w badanym czasie. W pierwszej dekadzie wartości nieznacznie spadały, co świadczy o ujednocnianiu się użytkowania ziemi, później wzrosły, a zatem struktura użytkowania ziemi uległa zróżnicowaniu. Po roku 2000 miały miejsce podobne procesy, jakkolwiek w strefie peryferyjnej dotyczyły one innych obszarów i miały o wiele większy zasięg.



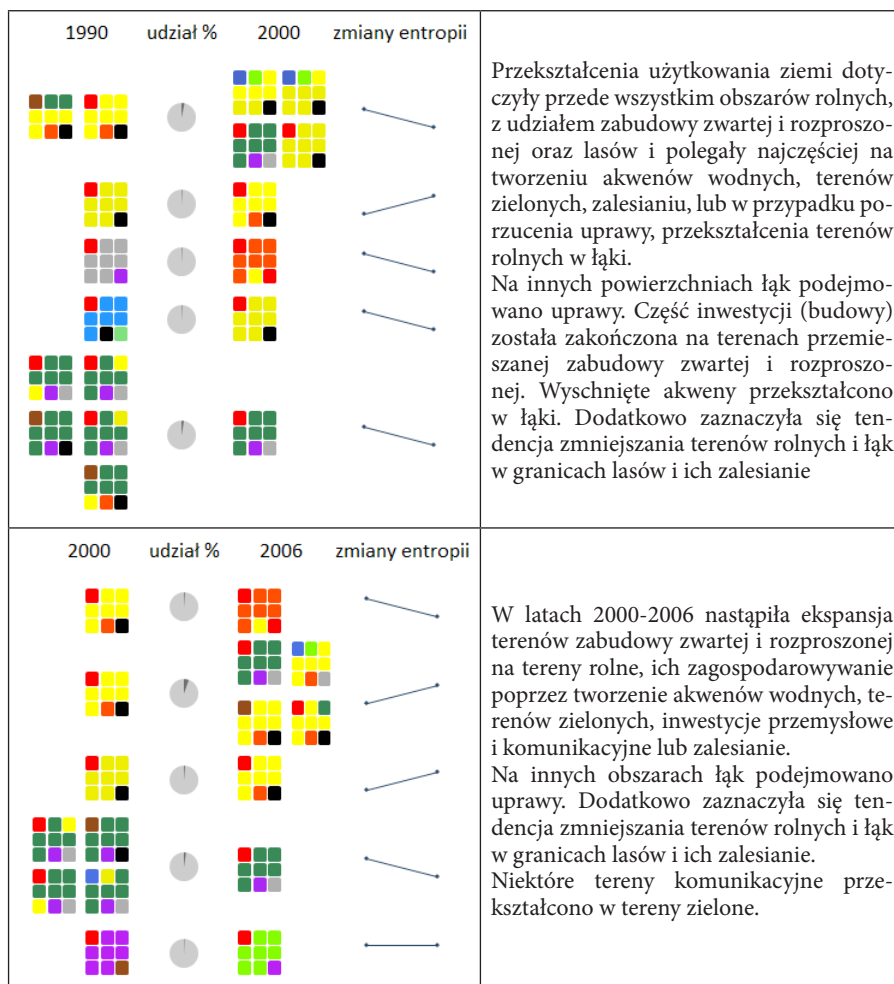
Ryc. 17. Zmiany entropii użytkowania ziemi na obszarze OM Białegostoku w latach 1990-2000 i 2000-2006 (legenda kolorów – patrz ryc. 16)

Fig. 17. The changes of entropy of land use in the Białystok Metropolitan Area in 1990-2000 and 2000-2006 (for colours legend see Fig. 16)

Tabela 8. Najczęściej występujące typy sąsiedztwa użytkowania ziemi na OM Białegostoku w 2006 roku (legenda zgodnie z tab. 1)

| | kod | udział % | |
|--|-----------|----------|---|
| | 519999990 | | Najczęściej występujące sąsiedztwa użytkowania ziemi na obszarze OMB w 2006 roku to zabudowa zwarta i rozproszona w sąsiedztwie terenów rolnych lub leśnych z udziałem terenów przemysłowych, budowlanych i terenów komunikacyjnych. Ten schemat powtarza się z udziałem łąk i akwenów wodnych. Czwartym pod względem liczebności układem sąsiedztwa jest obszar przemieszanej zabudowy zwartej i luźnej (rozproszonej). Zaznacza się także (w dalszej kolejności) obszar zabudowy w sąsiedztwie akwenów wodnych i terenów zielonych z niewielkim udziałem terenów przemysłowych |
| | 63BBBBBBO | | |
| | 5AAAAAAA0 | | |
| | 91111110 | | |
| | 75DDDDDD0 | | |

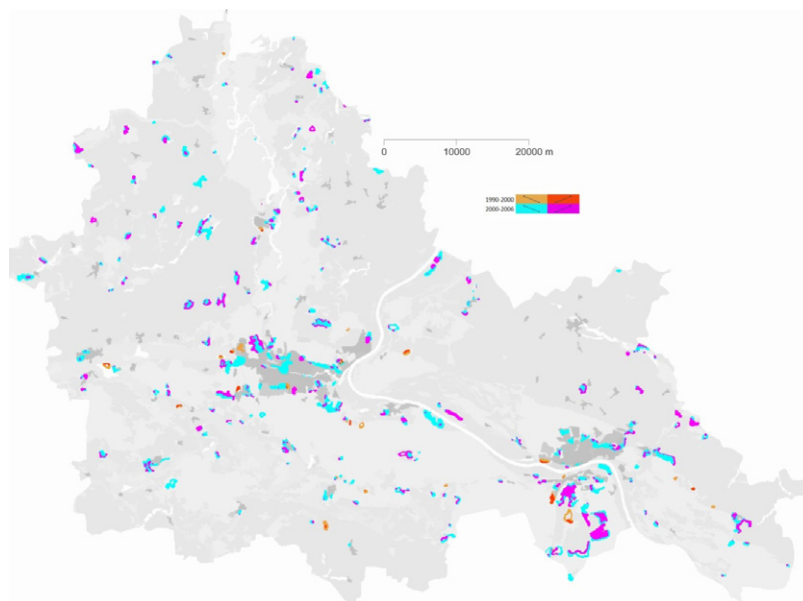
Przemiany sąsiedztwa użytkowania ziemi reprezentowane są zgodnie z tabelą 1.



Bydgoszcz-Toruń – obszar metropolitalny (OMBT)

Zgodnie z granicami przyjętymi w projekcie *Urban Atlas*, powierzchnia obszaru metropolitalnego Bydgoszczy-Torunia (OMBT) wynosi 4808,1 km². Największy, jednak w wymiarze bezwzględnym niewielki, wzrost w okresie 1990/2000 zaobserwowano dla terenów w trakcie budowy (0,92 km²) i zabudowy luźnej (0,87 km²). W tym samym okresie największy spadek objął obszary łąk (-1,46 km²), roślinności rozproszonej i tereny otwarte (-0,97 km²).

W okresie 2000/2006 zmiany użytkowania ziemi uległy wyraźnemu przyspieszeniu, przy czym największy wzrost dotyczył obszarów leśnych (22,84 km²), zabudowy luźnej (18,06 km²) oraz terenów sportowych i wypożyczynkowych (7,2 km²). Największe spadki dotyczyły obszarów rolnych (-22,84 km²), łąk (-11,8 km²) i miejskich terenów zielonych (-7,61 km²) oraz terenów otwartych (-7,14 km²).



Ryc. 18. Zmiany entropii użytkowania ziemi na obszarze OMBT w latach 1990-2000 i 2000-2006 (legenda kolorów – patrz ryc. 16)

Fig. 18. The changes of entropy of land use in the Bydgoszcz-Toruń Metropolitan Area in 1990-2000 and 2000-2006 (for colours legend see Fig. 16)

W pierwszym dziesięcioleciu wzrost udziału powierzchni będących w trakcie budowy oraz zabudowy luźnej następował kosztem łąk i terenów otwartych. W następnym okresie wydatnie wzrosły powierzchnie lasów, zabudowy luźnej oraz terenów sportowych i wypoczynkowych kosztem obszarów rolnych, łąk oraz miejskich terenów zielonych.

W dekadzie 1990-2000 sumaryczna wartość wskaźnika entropii użytkowania ziemi nieznacznie wzrosła, w następnym okresie spadła, natomiast zróżnicowanie średniej wartości entropii przeciętnego sąsiedztwa malało. Procesy zmian po roku 2000 mają o wiele szerszy zasięg przestrzenny.

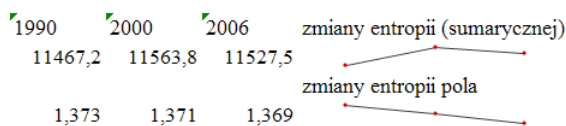


Tabela 9. Najczęściej występujące typy sąsiedztwa użytkowania ziemi na OMBT w 2006 roku (legenda zgodnie z tab. 1)

| | kod | udział % |
|--|---------------------|----------|
| | 519999990 | |
| | 63BBBBBB0 63BBBBB90 | |
| | 5AAAAAAA0 | |
| | 91111110 | |
| | 7EEEEEEE0 | |
| | 51B999990 519999B90 | |
| | 12222220 | |

Najczęściej występujące sąsiedztwa użytkowania ziemi na obszarze OM Bydgosko-Toruńskiego w 2006 roku to zabudowa zwarta i rozproszona w sąsiedztwie terenów rolnych lub leśnych z udziałem terenów przemysłowych.

Ten schemat występowania zabudowy powtarza się z przeważającym udziałem lasów i (mniejszym) terenów komunikacyjnych w sąsiedztwie budów bądź terenów łąk z obszarami przemysłowymi albo akwenów wodnych i terenów zielonych.

Czwartym pod względem liczebności układem sąsiedztwa jest obszar przemieszanej zabudowy zwartej i luźnej (rozproszonej). Zaznacza się także obszar zabudowy w sąsiedztwie terenów przemysłowych

Przemiany sąsiedztwa użytkowania ziemi reprezentowane są z zgodnie z tabelą 1.

| 1990 | udział % | 2000 | zmiany entropii |
|------|----------|------|-----------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Przekształcenia użytkowania ziemi w dekadzie 1990-2000 dotyczyły przede wszystkim terenów otwartych, leśnych i łąk, które przeznaczone były pod uprawy rolne.

Część obszarów rolniczych zmieniła się w tereny budowy, eksploatacji bądź zalesienia, pojawiły się także inwestycje komunikacyjne.

Dodatkowo zaznaczyła się tendencja do rezygnacji z terenów rolnych i łąk w granicach lasów i ich ponowne zalesienie

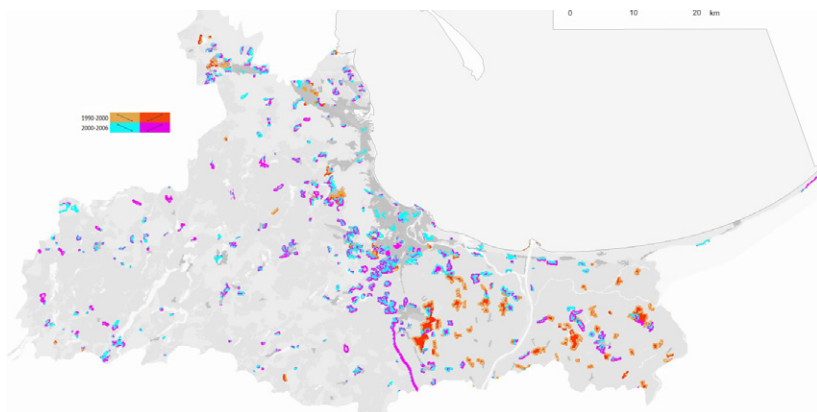
| 2000 | udział % | 2006 | zmiany entropii |
|------|----------|------|-----------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

W okresie 2000-2006 dominowały przekształcenia terenów rolnych w tereny zabudowy rozproszonej lub zalesienia z udziałem inwestycji komunikacyjnych. Zalesiano także tereny otwarte, na których równocześnie prowadzono inwestycje komunikacyjne.

Pozostałe przemiany użytkowania ziemi dotyczyły przekształceń w sąsiedztwie zabudowy: łąk w tereny rolnicze, terenów zielonych w sportowe i wypoczynkowe oraz obszarów zalesionych w tereny przemysłowe

Gdańsk – obszar metropolitalny (OMG)

Zgodnie z przyjętymi granicami w projekcie Urban Atlas, powierzchnia obszaru metropolitalnego Gdańska (OMG) wynosi 3459, 94 km². Największy wzrost w okresie 1990/2000 zaobserwowano dla obszarów rolnych (27,04 km²) i zabudowy luźnej (6,07 km²). W tym samym okresie największy spadek dotyczył obszarów łąk (36,03 km²).



Ryc. 19. Zmiany entropii użytkowania ziemi na obszarze OMG w latach 1990-2000 i 2000-2006. (legenda kolorów – patrz ryc. 16)

Fig. 19. The changes of entropy of land use in the Gdańsk Metropolitan Area in 1990-2000 and 2000-2006 (for colours legend see Fig. 16)

W latach 2000-2006 największy wzrost dotyczył zabudowy luźnej (39,14 km²), lasów (11,42 km²) oraz terenów sportowych i wypoczynkowych (9,15 km²). Największy spadek dotyczył obszarów rolnych (48,62 km²), miejskich terenów zielonych i łąk (odpowiednio 7,02 km² oraz 6,67 km²). W pierwszym dziesięcioleciu wzrastał powoli udział zabudowy luźnej oraz obszarów rolnych kosztem łąk.

W następnym okresie wyraźnie wzrosła powierzchnia zabudowy luźnej, terenów leśnych oraz sportowych i wypoczynkowych kosztem obszarów rolnych oraz miejskich terenów zielonych.

W badanym okresie sumaryczna wartość entropii OMG rosła, natomiast przeciętne zróżnicowanie sąsiedztwa malało, co oznacza, że w całym regionie metropolitalnym wzrosło zróżnicowanie użytkowania ziemi, tworząc zwarte klastry i strefy przestrzenne.

| 1990 | 2000 | 2006 | zmiany entropii (sumaryczne) |
|---------|---------|---------|------------------------------|
| 13062,4 | 13170,1 | 13552,7 | ↑ |
| 1,370 | 1,369 | 1,364 | ↓ |

Obszary zmian użytkowania ziemi w latach 1990-2000 nie pokrywają się z terenami przekształcanymi w latach 2000-2006. W pierwszej dekadzie pojawiają się one głównie w części południowo-wschodniej i północno-zachodniej OMG, tworząc strefę równoległą do granic metropolii Trójmiasta. Później

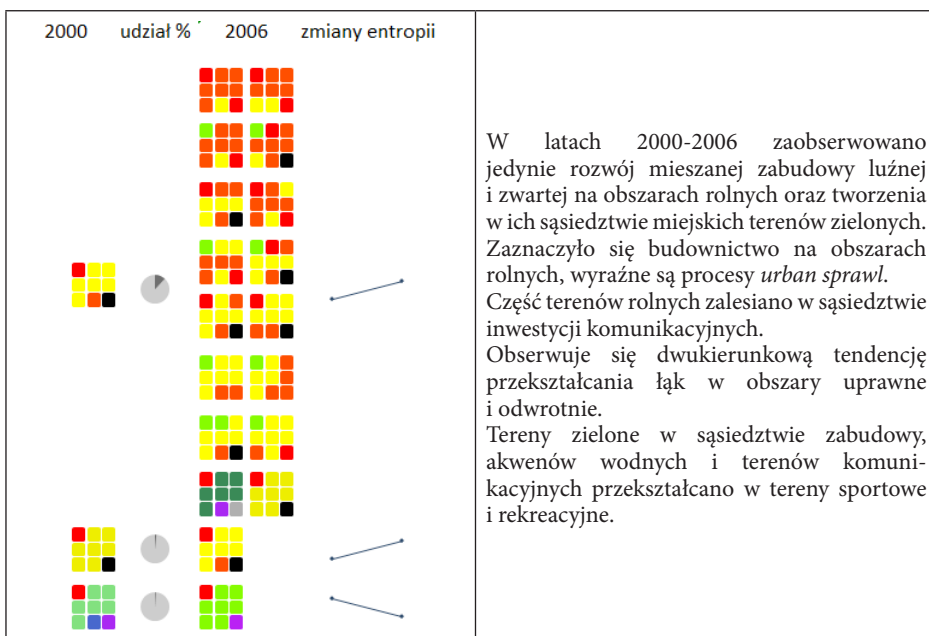
rozprzestrzeniają się w całym regionie OMG, tworząc jednak koncentrację związaną z budową autostrady A1 i jej węzłami na przedpolach Gdańska.

Tabela 10. Najczęściej występujące typy sąsiedztwa użytkowania ziemi na OMG w 2006 roku (legenda zgodnie z tab. 1)

| | kod | udział % | |
|--|-----------|----------|--|
| | 519999990 | | <p>Najczęściej występujące sąsiedztwa użytkowania ziemi na OMG w 2006 roku to zabudowa zwarta i rozproszona oraz obszary eksploatacji, ulokowane w sąsiedztwie terenów rolnych.</p> <p>Mniejszą powierzchnię zajmują obszary o podobnym schemacie: zabudowy zwartej, terenów komunikacyjnych, terenów budowlanych, przemysłowych i eksploatacji rozproszonych na obszarach zalesionych, niekiedy z niewielkim udziałem obszarów rolnych.</p> <p>Charakterystyczne jest sąsiedztwo obszarów zabudowy, terenów zielonych i akwenów wodnych. Znaczącym układem sąsiedztwa jest obszar przemieszanej zabudowy zwartej i luźnej (rozproszonej). Zaznacza się także (w dalszej kolejności) obszar zwartej zabudowy miejskiej oraz zabudowy rozproszonej w sąsiedztwie obszarów przemysłowych</p> |
| | 63BBBBBB0 | | |
| | 53BBBBBB2 | | |
| | 63BBBBBAE | | |
| | 639BBBBB0 | | |
| | 63BBBB9B0 | | |
| | 7EEEEEEE0 | | |
| | 91111110 | | |
| | 5AAAAAAA0 | | |
| | 519999992 | | |
| | 61999998E | | |
| | 51B999990 | | |
| | 519999B90 | | |
| | 122222220 | | |
| | 0 | | |

Przemiany sąsiedztwa użytkowania ziemi reprezentowane są z zgodnie z tabelą 1.

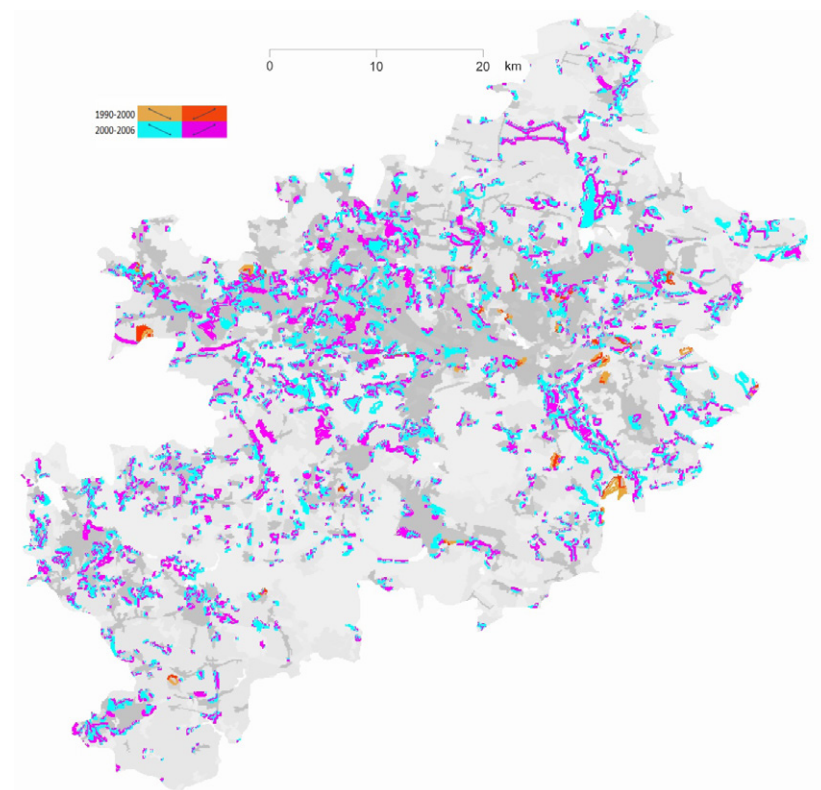
| 1990 | udział % | 2000 | zmiany entropii | |
|------|----------|------|-----------------|--|
| | | | | <p>Dwie główne tendencje, które zaznaczyły się w zmianach użytkowania ziemi w latach 1990-2000 to:</p> <ul style="list-style-type: none"> – przeznaczenie pod uprawę obszarów łąk, terenów zielonych i wysychających akwenów wód w sąsiedztwie zabudowy i terenów eksploatacji. – rozwój zabudowy zwartej i rozproszonej na terenach rolnych |
| | | | | |



Górnśląski obszar metropolitalny (GOM)

Zgodnie z granicami przyjętymi w projekcie *Urban Atlas*, powierzchnia obszaru metropolitalnego Katowic wynosi 2646,91 km². Relatywnie największy, lecz w istocie bardzo mały wzrost w okresie 1990-2000 zaobserwowano w przypadku terenów znajdujących się w trakcie zabudowy (4,02 km²) i stref przemysłowo-handlowych (2,49 km²). W tym samym okresie największy spadek dotyczył obszarów rolnych (- 7,33 km²) i łąk (1,88 km²). W okresie 2000-2006 największy wzrost dotyczył obszarów leśnych (48,88 km²), zabudowy luźnej (24,96 km²), łąk (17,12 km²) oraz terenów sportowych i wypoczynkowych (7,98 km²). Największy spadek dotyczył obszarów rolnych (58,87 km²), obszarów eksploatacyjnych i zwałowisk (18,29 km²) oraz miejskich terenów zielonych (16,31 km²). W pierwszym dziesięcioleciu wzrastał powoli udział obszarów budowlanych oraz stref przemysłowo-handlowych kosztem obszarów rolnych i łąk.

W następnym okresie wydatnie wzrosły obszary zalesione, zabudowy luźnej, łąk oraz terenów sportowych i wypoczynkowych kosztem obszarów rolnych, obszarów eksploatacji złóż i zwałowisk oraz miejskich terenów zielonych.



Ryc. 20. Zmiany entropii użytkowania ziemi na obszarze Górnośląskiego OM w latach 1990-2000 i 2000-2006. (legenda kolorów – patrz ryc. 16)

Fig. 20. The changes of entropy of land use in the Upper Silesia Metropolitan Area in 1990-2000 and 2000-2006 (for colours legend see Fig. 16)

W dekadzie 1990-2000 sumaryczna wartość entropii użytkowania ziemi całego GOM rosła, następowało zatem różnicowanie się użytkowania ziemi, jakkolwiek przeciętne sąsiedztwo pola było względnie stałe. Po 2000 roku, przy wzroście przeciętnego sąsiedztwa dla określonego pola, całkowita wartość entropii użytkowania ziemi spadła poniżej poziomu z 1990 roku. Interpretacja tych przeciwstawnych tendencji może być następująca: w pierwszym okresie następowały przekształcenia na niektórych obszarach, zachowujące przeciętną wartość entropii sąsiedztwa, które prowadziły do różnicowania się użytkowania ziemi całego GOM. W następnym okresie (2000-2006) pojawiły się zmiany o charakterze kompensacyjnym, przekształcenia dostosowawcze, prowadzące wprawdzie do wzrostu przeciętnego zróżnicowania sąsiedztwa, lecz ich efektem był spadek zróżnicowania użytkowania ziemi w skali GOM.

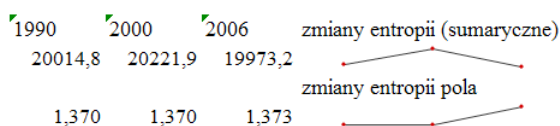
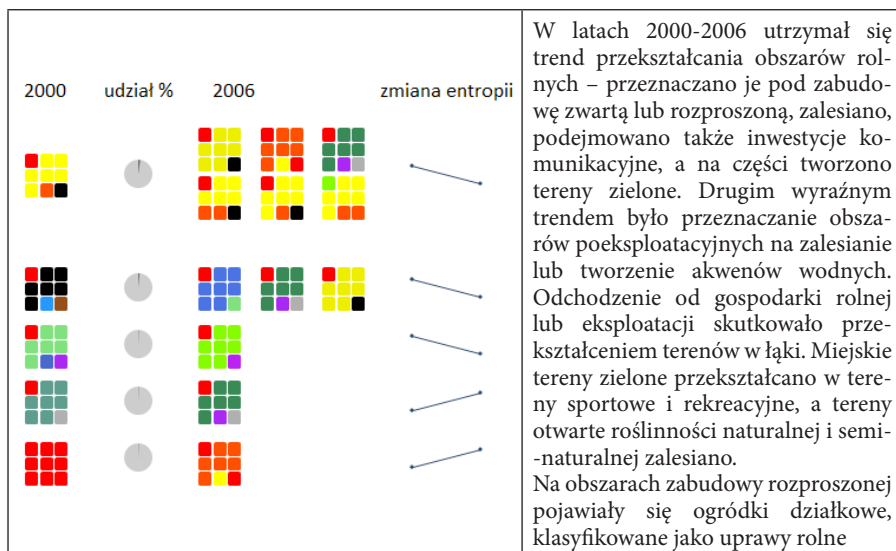


Tabela 11. Najczęściej występujące typy sąsiedztwa użytkowania ziemi na GOM w 2006 roku (legenda zgodnie z tab. 1)

| | kod | udział % | |
|--|-----------|----------|---|
| | 63BBBBB0 | | <p>Najczęściej występujące sąsiedztwa użytkowania ziemi na GOM w 2006 roku to zabudowa zwarta i rozproszona w sąsiedztwie terenów rolnych lub leśnych z udziałem terenów przemysłowych, budowlanych i komunikacyjnych. Ten schemat powtarza się z udziałem łąk, terenów zielonych, akwenów wodnych, i obszarów przemysłowych. Trzecim pod względem liczebności układem sąsiedztwa jest obszar przemieszanej zabudowy zwartej i luźnej (rozproszonej). Zaznacza się także (w dalszej kolejności) obszar zwartej zabudowy miejskiej</p> |
| | 51999990 | | |
| | 91111110 | | |
| | 12222220 | | |
| | 5AAAAAAA0 | | |
| | 7EEEEEEE0 | | |
| | 2D555550 | | |
| | 48888880 | | |
| | 51199990 | | |
| | 519999108 | | |

Przemiany sąsiedztwa użytkowania ziemi reprezentowane są z zgodnie z tabelą 1.

| 1990 | udział % | 2000 | zmiany entropii | |
|------|----------|------|-----------------|--|
| | | | | <p>Główne zmiany użytkowania ziemi na GOM w latach 1990-2000 polegały na przekształcaniach obszarów łąk i terenów rolnych w obszary przemysłowe i eksploatacyjne. Inny trend to przeznaczenie terenów rolnych pod inwestycje (budowy) lub zalesianie łąk. Zalesiano także tereny otwarte, a na terenach podmokłych tworzono akweny wodne. Niektóre tereny leśne przeznaczano także pod zabudowę.</p> |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

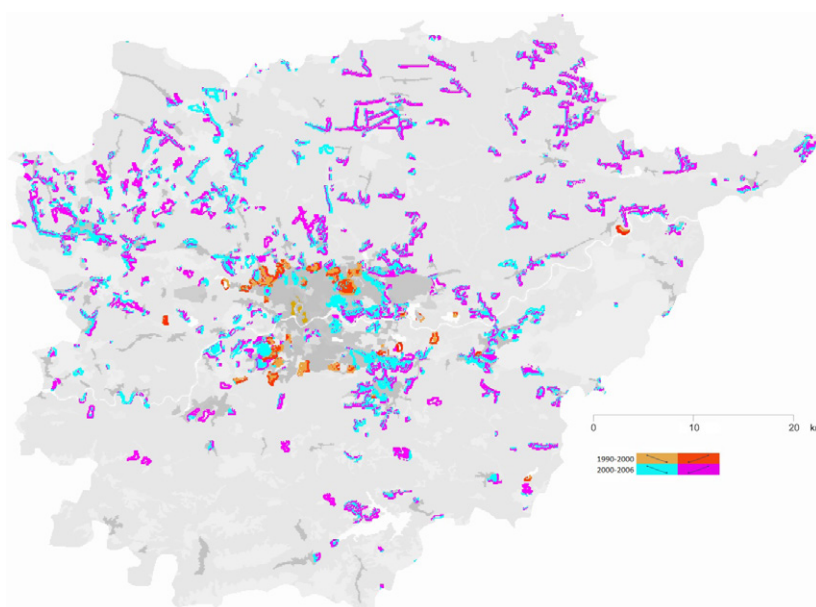


Kraków – obszar metropolitalny (OMK)

Powierzchnia obszaru metropolitalnego Krakowa, w granicach określonych w projekcie *Urban Atlas*, wynosi 2963,1 km². Największy przyrost w latach 1990-2000 zaobserwowano w przypadku zabudowy luźnej (3,09 km²) i stref przemysłowo-handlowych (2,39 km²). W tym samym okresie największy spadek objął obszary rolne, które zmniejszyły się o 7,3 km². Dla okresu 2000-2006 największy wzrost dotyczył zabudowy luźnej o 61,78 km², oraz kolejno: lasów (o 23,81 km²), terenów sportowych i wypoczynkowych (o 2,87 km²). Największy spadek dotyczył obszarów rolnych i terenów w trakcie zabudowy (75,86 km² i 5,51 km²). W pierwszym dziesięcioleciu wzrastał powoli udział zabudowy luźnej kosztem terenów rolnych. W następnym okresie zwiększał się udział zabudowy luźnej, której towarzyszyły zalesiania oraz ekspansja terenów zielonych i rekreacyjnych jak również wód oraz terenów komunikacyjnych (lotnisk), kosztem obszarów rolnych. Charakterystyczny jest ciągły spadek powierzchni miejskich terenów zielonych, któremu towarzyszy nieadekwatny do tego wzrost terenów sportowych i wypoczynkowych, występujący po 2000 roku. Może być to efekt przekwalifikowania obszarów, a nie rzeczywistych inwestycji (po prostu zmiany kategorii).

Średnia entropia sąsiedztwa pola na OM Krakowa wyniosła 1,35 (wartość dla całego obszaru metropolitalnego). Sumaryczna entropia dla całego obszaru metropolitalnego Krakowa (OMK) początkowo rosła, a po 2000 roku OMK spadała:

| 1990 | 2000 | 2006 | Zmiany entropii (sumarycznej) |
|----------|----------|----------|-------------------------------|
| 10419,09 | 10632,72 | 10577,31 | |
| 1,350 | 1,349 | 1,345 | |



Ryc. 21. Zmiany entropii użytkowania ziemi na obszarze Krakowskiego OM w latach 1990-2000 i 2000-2006 (legenda kolorów – patrz ryc. 16)

Fig. 21. The changes of entropy of land use in the Cracow Metropolitan Area in 1990-2000 and 2000-2006 (for colours legend see Fig. 16)

W dziesięciolecie 1990-2000 zaobserwowano wzrost entropii sumarycznej (wzrost zróżnicowania struktury użytkowania ziemi). Po 2000 roku sumaryczna entropia zmniejszyła się, nastąpiło względne ujednoczenie użytkowania ziemi, jednak na poziomie wyższym niż w 1990 roku. Wartość średniej entropii malała stale, co oznacza ujednoczenie się sąsiedztwa przeciętnego otoczenia. Zmiany użytkowania ziemi na OMK dokonywały się prawie wyłącznie (z małymi wyjątkami, m.in. w okolicach Nowego Brzeska i Balic) w strefie położonej wzdłuż granic administracyjnych miasta Krakowa. Były to wielokierunkowe procesy różnicowania się i ujednoczania struktury użytkowania ziemi, ale z reguły występujące w bliskim sąsiedztwie – w skali lokalnej. W centrum Krakowa wyraźnie zaznaczył się spadek wartości wskaźnika entropii. Dwa główne obszary zmian to część południowa i północna strefa sąsiadująca z granicą miasta (w tym dzielnice: Bronowice, Zwierzyniec, Dębniki).

Po 2000 roku podobne procesy rozszerzyły się na cały obszar metropolitalny, wzdłuż głównych tras dojazdowych do Krakowa, z przewagą tendencji do ujednoczania struktury użytkowania ziemi bliżej Krakowa i jej różnicowania w bardziej odległej, peryferyjnej strefie.

Tabela 12. Najczęściej występujące typy sąsiedztwa użytkowania ziemi na OM Krakowa w 2006 roku (legenda zgodnie z tab. 1)

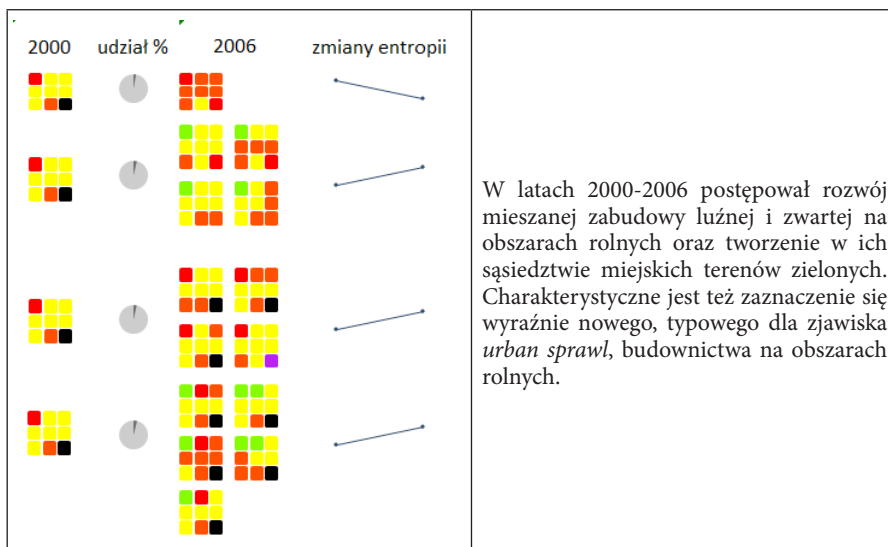
| | kod | % |
|--|-----------|---|
| | 519999990 | |
| | 63BBBBBB0 | |
| | 5AAAAAAA0 | |
| | 91111110 | |
| | 12222220 | |
| | 61999998E | |
| | 519999992 | |
| | 519999A90 | |
| | 51A999990 | |
| | 51B999990 | |
| | 7EEEEEE0 | |
| | 519999B90 | |
| | 59999998F | |
| | 0 | |

Najczęściej występujące typy sąsiedztwa użytkowania ziemi na obszarze OM Krakowa w 2006 roku to zabudowa zwarta i rozproszona w sąsiedztwie terenów rolnych lub leśnych, z udziałem terenów przemysłowych, budowlanych i komunikacyjnych, zlokalizowanych na południowym-wschodzie. Ten schemat powtarza się z udziałem łąk, akwenów wodnych, i obszarów przemysłowych. Kolejnym, pod względem liczebności, układem sąsiedztwa jest obszar przemieszanej zabudowy luźnej (rozproszonej), w którym zaznacza się także obszar zwartej zabudowy miejskiej.

Przemiany sąsiedztwa użytkowania ziemi reprezentowane są zgodnie z tabelą 1.

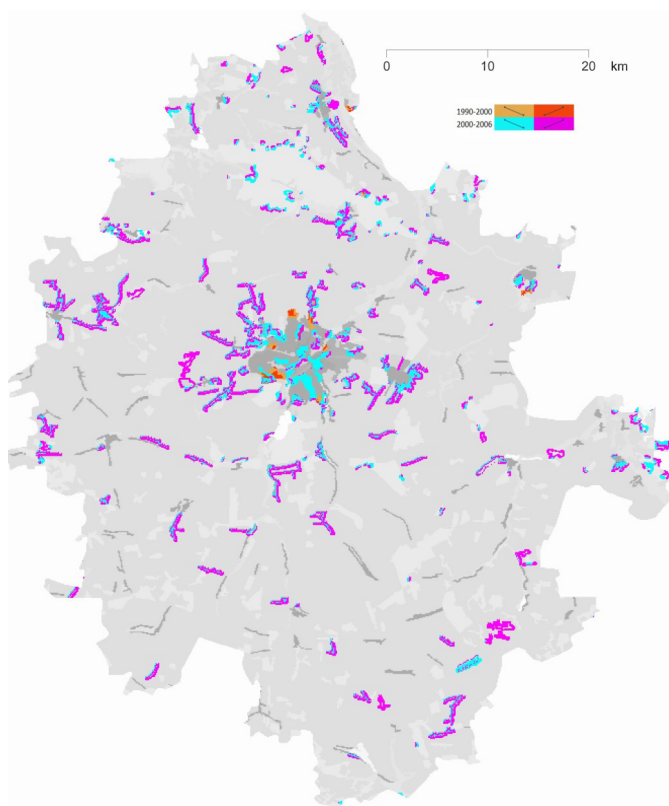
| 1990 | udział % | 2000 | zmiany entropii |
|------|----------|------|-----------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Największa liczba obserwowanych zmian w latach 1990-2000 dotyczyła spadku powierzchni terenów rolnych, rozwoju budownictwa i zabudowy, zarówno zwartej, jak i rozproszonej oraz stref przemysłowych. Zaznaczyła się wyraźnie budowa Zbiornika Czorsztyńskiego, przekształceń łąk i terenów rolnych w akweny wodne oraz inwestycje w tereny komunikacyjne. Brzegi nowych akwenów wodnych przekształcono w tereny zielone



Lublin – obszar metropolitalny (OML)

Powierzchnia obszaru metropolitalnego Lublina, według granic przyjętych w projekcie *Urban Atlas*, wynosi 2900,94 km². Największy, lecz o wymiarze bezwzględnie niewielki, wzrost w latach 1990-2000 zaobserwowano w przypadku zabudowy luźnej (3,36 km²) i stref przemysłowo-handlowych (0,17 km²). W tym samym okresie największy ubytek dotyczył powierzchni obszarów rolnych (-1,86 km²) i miejskich terenów zielonych (0,8 km²). Zaobserwowano także spadek powierzchni obszarów budowy (0,72 km²). W okresie 2000-2006 nastąpił wyraźny wzrost powierzchni zabudowy luźnej (50,87 km²), lasów (15,33 km²) oraz terenów sportowych i wypoczynkowych (3,68 km²). Najbardziej zmniejszyły się powierzchnie obszarów rolnych (65,11 km²), miejskich terenów zielonych i obszarów zabudowywanych (5,23 km² oraz 1,22 km²). W pierwszym z rozpatrywanych okresów wzrastał powoli udział zabudowy luźnej oraz terenów przemysłowo-handlowych kosztem obszarów rolnych i miejskich terenów zielonych. W następnym okresie gwałtownie wzrósł obszar zabudowy luźnej, w mniejszym stopniu terenów leśnych oraz sportowych i wypoczynkowych, głównie kosztem obszarów rolnych oraz miejskich terenów zielonych.



Ryc. 22. Zmiany entropii użytkowania ziemi na obszarze Lubelskiego OM w latach 1990-2000 i 2000-2006. (legenda kolorów – patrz ryc. 16)

Fig. 22. The changes of entropy of land use on the Lublin Metropolitan Area in 1990-2000 and 2000-2006 (for colours legend see Fig. 16)

W latach 1990-2000, wartość entropii zmieniała się nieznacznie, dopiero po 2000 roku nastąpiły pod tym względem istotne zmiany ilościowe: wzrosło zróżnicowanie użytkowania ziemi na OML i zwiększyło się przeciętne zróżnicowanie sąsiedztwa. Do 2000 roku przeważające zmiany dotyczyły obszarów położonych wokół granicy administracyjnej miasta Lublina, później rozprzestrzeniły się na cały obszar metropolitalny. O ile po 2000 roku w samym Lublinie dominowało ujednoczenie się, to na całym OML przeważało różnicowanie się użytkowania ziemi.

| 1990 | 2000 | 2006 | zmiany entropii (sumaryczne) |
|--------|--------|--------|------------------------------|
| 6742,1 | 6737,3 | 7356,7 | ↑ |
| 1,335 | 1,336 | 1,339 | ↑ |

Tabela 13. Najczęściej występujące typy sąsiedztwa użytkowania ziemi na OML w 2006 roku (legenda zgodnie z tab. 1)

| | kod | udział % | |
|--|----------|----------|---|
| | 51999990 | | <p>Najczęściej występujące typy sąsiedztwa na OM Lublina w 2006 roku to zabudowa zwarta i rozproszona ulokowana na terenach rolnych lub leśnych z udziałem terenów przemysłowych, budowlanych i komunikacyjnych.</p> <p>Kolejnym pod względem liczebności układem sąsiedztwa jest obszar przemieszanej zabudowy zwartej i luźnej (rozproszonej). Zaznacza się także (w dalszej kolejności) obszar zwartej zabudowy miejskiej.</p> |
| | 63BBBBB0 | | |
| | 5AAAAAA0 | | |
| | 91111110 | | |
| | 51B99990 | | |
| | 0 | | |

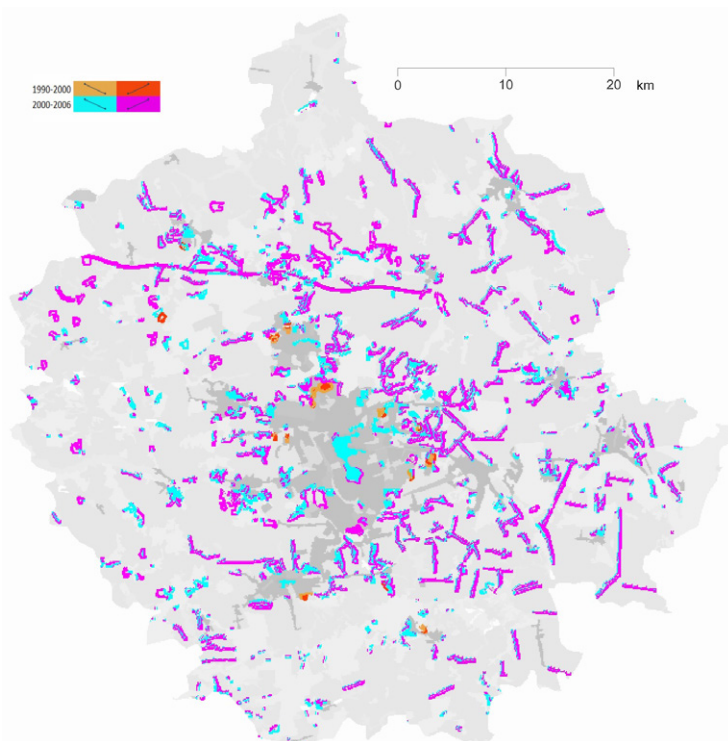
Przemiany sąsiedztwa użytkowania ziemi reprezentowane są z zgodnie z tabelą 1.

| 1990 | udział % | 2000 | zmiany entropii | |
|------|----------|------|-----------------|---|
| | | | | <p>Największa liczba obserwowanych przekształceń w latach 1990-2000 dotyczyła rezygnacji z upraw rolnych, rozwoju budownictwa i zabudowy zarówno zwartej, jak i rozproszonej z udziałem terenów komunikacyjnych, eksploatacyjnych i terenów zielonych. Szereg inwestycji budowlanych kończono.</p> <p>Był to okres, w którym OML z uwagi na położenie skorzystał dzięki licznym przyjazdom obywateli WNP przekraczających granicę bez wiz, przede wszystkim w celach handlowych</p> |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| 2000 | udział % | 2006 | zmiany entropii | |
| | | | | <p>Po 2000 roku zmiany użytkowania ziemi dotyczyły przede wszystkim przekształcania terenów rolnych, inwestycji w zabudowę zwartą i rozproszonej, z udziałem terenów zielonych, terenów komunikacyjnych. Część obszarów w sąsiedztwie prowadzonych inwestycji zalesiano. Niektóre tereny komunikacyjne przekształcono w tereny rekreacyjne i sportowe.</p> |
| | | | | |

Łódź – obszar metropolitalny(OMŁ)

Przyjmując granice zgodne z Urban Atlas, powierzchnia obszaru metropolitalnego Łodzi wynosi 2765,77 km². Największy wzrost w latach 1990-2000 zaobserwowano dla obszaru zabudowy rozproszonej (luźnej) – o 3,48 km² i analogicznie, dla okresu 2000-2006 o 91,71 km². Największy spadek, dla odpowiednich dwóch okresów, dotyczył obszarów łąk: 2,28 km² i 135,87 km². Ogółem zmiany dotyczyły, w odpowiednich okresach, powierzchni 9,62 km² i 280 km². W pierwszym dziesięcioleciu wzrastał udział zabudowy luźnej i stref przemysłowych i handlowych, a w dalszej kolejności lasów i obszarów eksploatacji złóż kosztom obszarów rolnych i łąk. W następnym okresie wzrastał udział zabudowy luźnej, terenów komunikacyjnych lotnisk, terenów sportowych i wypoczynkowych oraz stref przemysłowo-handlowych kosztem obszarów rolnych, łąk, miejskich terenów zielonych oraz terenów, na których prowadzono inwestycje budowlane.

Średnia wartość wskaźnika entropii sąsiedztwa pola na OM Łodzi wyniosła 1.36. Sumaryczna entropia dla całego obszaru metropolitalnego początkowo nieznacznie spadała, a po 2000 roku rosła:



Ryc. 23. Zmiany entropii użytkowania ziemi na obszarze Łódzkiego OM w latach 1990-2000 i 2000-2006 (legenda kolorów – patrz ryc. 16)

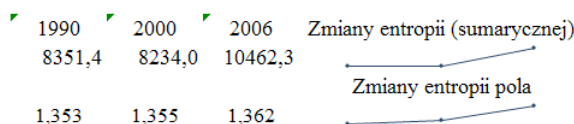
Fig. 23. The changes of entropy of land use on the Łódź Metropolitan Area in 1990-2000 and 2000-2006 (for colours legend see Fig. 16)

Tabela 14. Najczęściej występujące typy sąsiedztwa użytkowania ziemi na OM Łodzi w 2006 roku (legenda zgodnie z tab. 1)

| 2006 | kod | udział % | |
|------|-----------|----------|---|
| | 519999990 | | <p>Najczęściej występujące typy sąsiedztwa na obszarze OM Łodzi w 2006 roku, to zabudowa zwarta i rozproszona, ulokowana w sąsiedztwie terenów rolnych lub leśnych, z udziałem terenów przemysłowych, budów i komunikacyjnych.</p> <p>Kolejnym, pod względem liczebności, układem sąsiedztwa jest obszar przemieszanej zabudowy zwartej i luźnej. Ten schemat powtarza się z udziałem łąk i obszarów przemysłowych. Zaznacza się także obszar zwartej zabudowy miejskiej.</p> |
| | 63BBBBB80 | | |
| | 911111110 | | |
| | 5AAAAAAA0 | | |
| | 122222220 | | |
| | 0 | | |

Przemiany sąsiedztwa użytkowania ziemi reprezentowane są z zgodnie z tabelą 1.

| 1990 | udział % | 2000 | zmiany entropii | |
|------|-------------------|------|-----------------|---|
| | | | | <p>Największa liczba obserwowanych przekształceń w latach 1990-2000 dotyczyła rozwoju budownictwa i realizacji wcześniej rozpoczętych inwestycji (także przemysłowych) bądź rezygnacja z nich i ponowne przeznaczenie na tereny rolne z udziałem terenów zielonych.</p> <p>Niektóre tereny zielone przekształcano w tereny przemysłowe, a z kolei szereg obszarów o różnorodnym charakterze użytkowania przekształcono w jednolite tereny zabudowy rozproszonej i zwartej</p> |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| 2000 | % of changed area | 2006 | | <p>W latach 2000-2006 dominantą procesów użytkowania ziemi były przekształcenia związane z zagęszczeniem zabudowy zwartej i rozproszonej z udziałem terenów zielonych, przemysłowych i komunikacyjnych oraz otwierania nowych inwestycji (budów). Pojawiły się także zalesiania.</p> |
| | | | | |



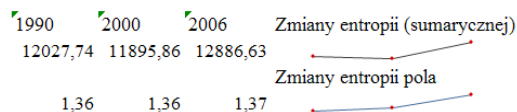
W pierwszej dekadzie zmiany wartości entropii użytkowania ziemi były bardzo nieznaczne i różnokierunkowe: dokonywały się głównie wzdłuż granic administracyjnych miasta Łodzi, a także Zgierza i Pabianic. Ich zasięg przestrzenny był nieduży i koncentrował się w Łodzi (inwestycje komunikacyjne: zajezdnie tramwajowe na Helenówku i inwestycje w południowo-wschodniej części miasta). Po 2000 roku te procesy rozprzestrzeniły się na cały obszar metropolitalny, wzdłuż głównych tras dojazdowych i obwodowych Łodzi z tendencją do ujednolicania w centrum Łodzi i różnicowania użytkowania ziemi w dalszej strefie peryferyjnej. Główna inwestycja wpływająca na zmiany struktury użytkowania ziemi to trasa autostrady A2 w północnej części OML, której towarzyszyły liczne zmiany użytkowania ziemi, przede wszystkim różnicowania się (wzrostu entropii) struktury w jej sąsiedztwie.

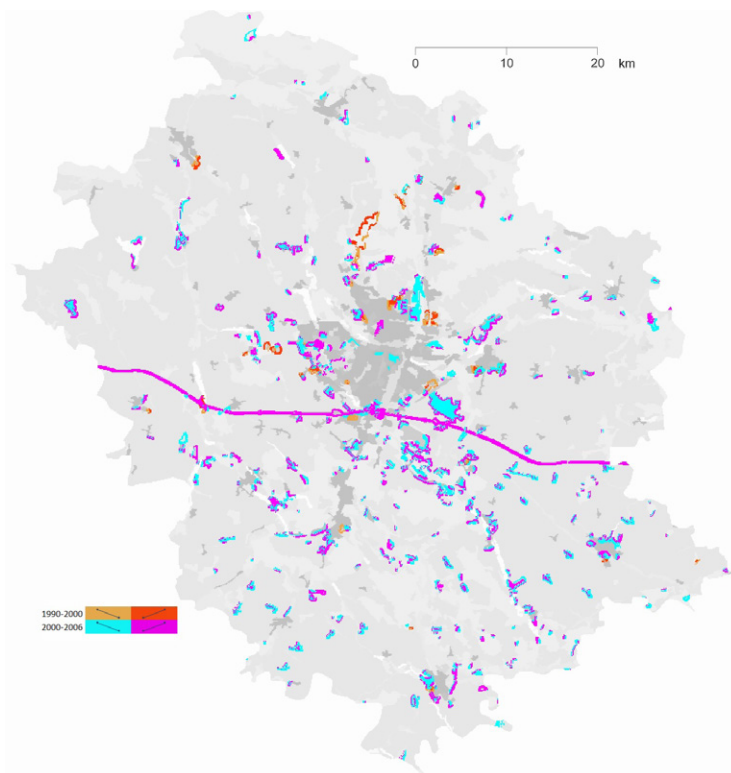
Poznań – obszar metropolitalny (OMP)

Zgodnie z delimitacją przyjętą w projekcie Urban Atlas, powierzchnia obszaru metropolitalnego Poznania wynosi 3673,49 km². Największy wzrost w okresie 1990-2000, zaobserwowano dla zabudowy luźnej (4,94 km²) i lasów (3,4 km²). W tym samym okresie największy spadek nastąpił w przypadku obszarów rolnych, które zmniejszyły się o 7,6 km² oraz terenów budowy (- 2,37 km²). W okresie 2000-2006 największy wzrost dotyczył zabudowy luźnej o 23,61 km² oraz, kolejno: terenów komunikacyjnych (9,45 km²), miejskich terenów zielonych (5,15 km²) i lasów (4,07 km²). Największy spadek wystąpił w przypadku obszarów rolnych, łąk i terenów w budowie (odpowiednio 44,42 km², 2,59 km² i 2,7 km²).

W dziesięcioleciu 1990-2000 wzrastał powoli udział zabudowy luźnej kosztem terenów rolnych. W następnym okresie zwiększał się udział zabudowy luźnej, której towarzyszył wzrost powierzchni terenów komunikacyjnych, zalesień oraz rozszerzanie się miejskich terenów zielonych oraz terenów sportowych i rekreacyjnych kosztem obszarów rolnych i łąk. Charakterystyczny jest ciągły spadek udziału terenów znajdujących się w trakcie zabudowy.

Średnia wartość entropii sąsiedztwa pola na obszarze metropolitalnym Poznania w 2006 r. wyniosła 1,37. Sumaryczna wartość entropii dla obszaru metropolitalnego początkowo spadała, a po 2000 roku wzrosła:





Ryc. 24. Zmiany entropii użytkowania ziemi na obszarze OM Poznań w latach 1990-2000 i 2000-2006 (legenda kolorów – patrz ryc. 16)

Fig. 24. The changes of entropy of land use in the Poznań Metropolitan Area in 1990-2000 and 2000-2006 (for colours legend see Fig. 16)

Tabela 15. Najczęściej występujące typy sąsiedztwa użytkowania ziemi na OM Poznań w 2006 roku (legenda zgodnie z tab. 1)

| | kod | udział % |
|--|-----------|----------|
| | 51999990 | |
| | 63BBBBB0 | |
| | 91111110 | |
| | 5AAAAAA0 | |
| | 519999B90 | |
| | 48888880 | |
| | 51B999990 | |
| | 639BBBB0 | |
| | 0 | |

Najczęściej występujące typy sąsiedztwa na obszarze OM Poznań w 2006 roku to zabudowa zwarta i rozproszona, ulokowana w sąsiedztwie terenów rolnych lub leśnych z udziałem terenów przemysłowych, budowlanych i komunikacyjnych. Ten schemat powtarza się z udziałem łąk, lasów i terenów zielonych. Trzecim pod względem liczności układem sąsiedztwa jest obszar przemieszanej zabudowy zwartej i luźnej. Zaznacza się także obszar zwartej zabudowy miejskiej

Przemiany sąsiedztwa użytkowania ziemi reprezentowane są zgodnie z tabelą 1.

| 1990 | udział % | 2000 | zmiany entropii | |
|------|----------|------|-----------------|--|
| | | | | Największa liczba obserwowanych przekształceń w latach 1990-2000 dotyczyła zalesień obszarów rolnych, rozwoju zabudowy zwartej i rozproszonej, inwestycji przemysłowych oraz obszarów eksploatacji złóż, z udziałem terenów komunikacyjnych. |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| 2000 | udział % | 2006 | Zmiany entropii | |
| | | | | Główne przemiany użytkowania ziemi po roku 2000 związane były z rozwojem zabudowy zwartej i rozproszonej, z udziałem terenów komunikacyjnych, obszarów eksploatacji złóż i przemysłowych. Tereny leśne przekształcano w miejskie tereny zielone, a część terenów wiejskich odrodloniono. |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

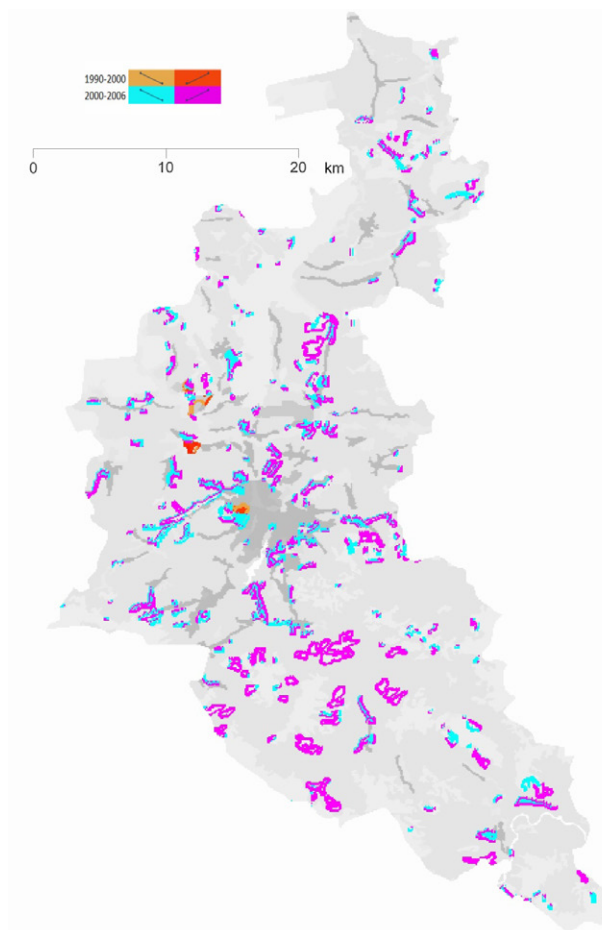
W dziesięcioleciu 1990-2000 zaobserwowano spadek wartości sumarycznej entropii (wzrost uporządkowania – jednorodność użytkowania ziemi), a po 2000 roku sumaryczna entropia ponownie wzrosła, przy czym nastąpił wzrost zróżnicowania użytkowania ziemi na poziomie wyższym niż w 1990 roku. Średnia entropia rosła stale, co oznacza różnicowanie się sąsiedztwa przeciętnego otoczenia. Obszary aktywne w pierwszej dekadzie to sąsiedztwo granicy administracyjnej miasta Poznania na zachodzie i północy (Morasko).

Rzeszów – obszar metropolitalny (OMR)

W granicach wyznaczonych dla celów projektu Urban Atlas, powierzchnia obszaru metropolitalnego Rzeszowa wynosi 1279,32 km². Względnie największy, lecz w istocie niewielki wzrost w okresie 1990-2000 zaobserwowano dla obszarów eksploatacji, zwałowisk i hałd oraz zabudowy luźnej (0,93 km², 0,71 km²). W tym samym okresie największy spadek dotyczył powierzchni łąk (-0,81 km²) i obszarów w trakcie budowy (-0,6 km²).

W latach 2000-2006 zaznaczył się znaczny przyrost obszarów leśnych (25,18 km²), zabudowy luźnej (17,34 km²), a w mniejszym stopniu terenów sportowych i wypoczynkowych (1,07 km²). Największy spadek powierzchni dotyczył obszarów rolnych (-43,34 km²) i łąk (-14,74 km²).

W dziesięcioleciu 1990-2000 wzrósł minimalnie udział obszarów eksploatacji i zwałowisk oraz zabudowy luźnej kosztem obszarów budowlanych oraz łąk. W następnym okresie wydatnie zwiększył się obszar zalesiony, zabudowy luźnej oraz terenów sportowych i wypoczynkowych kosztem obszarów rolnych i łąk. Wśród najczęściej występujących typów sąsiedztwa, brak takich, które w skali badania reprezentują wyłącznie zabudowę zwartą.



Ryc. 25. Zmiany entropii użytkowania ziemi na obszarze OMR w latach 1990-2000 i 2000-2006 (legenda kolorów – patrz ryc. 16)

Fig. 25. The changes of entropy of land use in the Rzeszów Metropolitan Area in 1990-2000 and 2000-2006 (for colours legend see Fig. 16)

| 1990 | 2000 | 2006 | Zmiany entropii (sumaryczne) |
|--------|--------|--------|------------------------------|
| 4321,4 | 4297,8 | 4700,3 | |
| 1,33 | 1,330 | 1,3300 | Zmiany entropii pola |

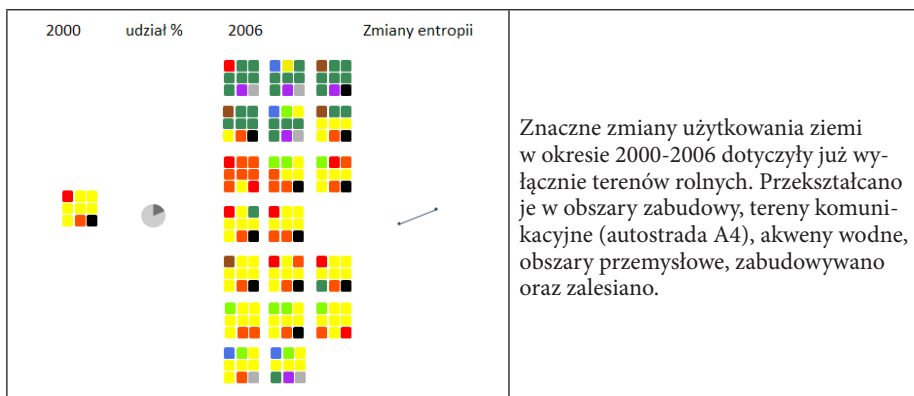
W dekadzie 1990-2000 zmiany entropii były bardzo małe (w zachodniej części miasta i na pn-zach.). Znaczne zmiany dokonały się dopiero w następnym okresie 2000-2006. Przeciętne sąsiedztwo pozostało jednak niezmiennie.

Tabela 16. Najczęściej występujące sąsiedztwa użytkowania ziemi na OM Rzeszowa w 2006 roku (legenda zgodnie z tab. 1)

| kod | udział % | |
|-----------|----------|--|
| 519999990 | | Najczęściej występujące typy sąsiedztwa na ROM w 2006 roku to zabudowa zwarta i rozproszona ulokowana na terenach rolnych lub leśnych z udziałem terenów budowlanych i komunikacyjnych. |
| 63BBBBB80 | | Ten schemat powtarza się z udziałem łąk, terenów zielonych oraz akwenów wodnych. |
| 91111110 | | Trzecim pod względem liczebności układem sąsiedztwa jest obszar przemieszanej zabudowy zwartej i luźnej (rozproszonej). W większości typach sąsiedztwa występują obszary leśne, często z przeważającym udziałem. |
| 5AAAAAA0 | | |
| 61999998E | | |
| 51B999990 | | |
| 519999B90 | | |
| 63BBBBBAE | | |

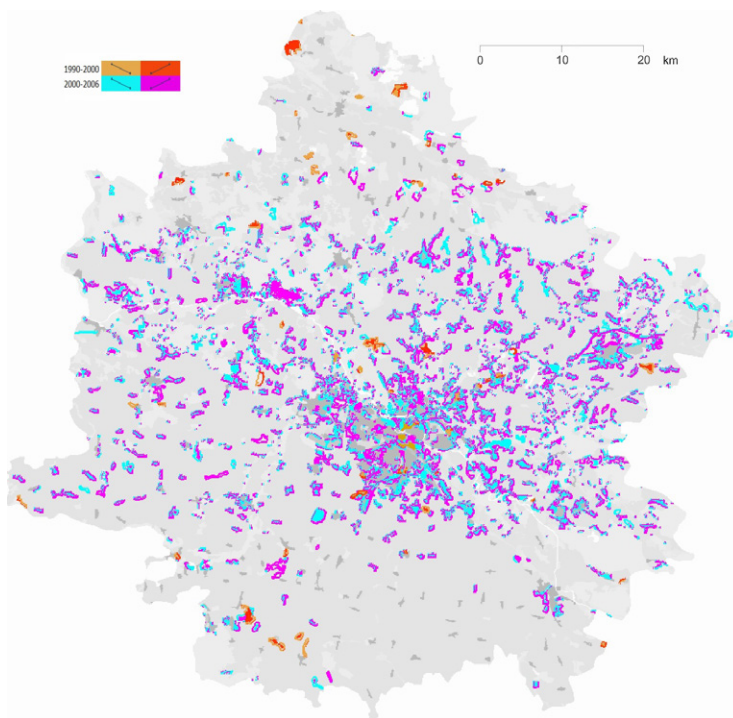
Przemiany sąsiedztwa użytkowania ziemi reprezentowane są z zgodnie z tabelą 1.

| 1990 | udział % | 2000 | zmiany entropii | |
|------|----------|------|-----------------|--|
| | | | | Niewielkie pod względem zasięgu zmiany użytkowania ziemi w okresie 1990-2000 były jednak bardzo różnorodne. Największą część stanowiły inwestycje w zabudowę zwartą i rozproszoną. Tereny łąkowe przeznaczano pod uprawy, a na terenach rolnych często podejmowano eksploatację i tworzone niewielkie strefy przemysłowe, którym niekiedy towarzyszyła zabudowa. |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |



Wrocław – obszar metropolitalny (OMWr)

Zgodnie z granicami przyjętymi w projekcie Urban Atlas, powierzchnia obszaru metropolitalnego Wrocławia wynosi 4541,46 km². Największy wzrost w latach 1990-2000 zaobserwowano w przypadku obszarów rolnych (6,06 km²) i stref przemysłowo-handlowych (2,06 km²). W tym samym okresie największy spadek dotyczył obszarów łąk, które zmniejszyły się o 13,55 km². W okresie 2000-2006 największy wzrost dotyczył zabudowy luźnej, (121,57 km²), oraz kolejno lasów (23,34 km²), terenów sportowych i wypoczynkowych (16,93 km²), terenów w budowie i lotnisk (odpowiednio o 10,39 km² i 4,52 km²). Największy spadek dotyczył obszarów rolnych i łąk (172,68 km² i 7,09 km²). W dziesięcioleciu 1990-2000 wzrastał powoli udział stref przemysłowych i handlowych, a w dalszej kolejności zagospodarowywano obszary łąk na rzecz terenów rolnych. W następnym okresie zwiększył się udział zabudowy luźnej, której towarzyszyły zalesiania oraz ekspansja terenów zielonych i rekreacyjnych, intensywny rozwój budownictwa kosztem obszarów rolnych, łąk.



Ryc. 26. Zmiany entropii użytkowania ziemi na obszarze OM Wrocław w latach 1990-2000 i 2000-2006 (legenda kolorów – patrz ryc. 16)

Fig. 26. The changes of entropy of land use on the Wrocław Metropolitan Area in 1990-2000 and 2000-2006 (for colours legend see Fig. 16)

| 1990 | 2000 | 2006 | zmiany entropii (sumaryczne) |
|---------|---------|---------|------------------------------|
| 12555,3 | 12693,1 | 17366,0 | |
| 1,371 | 1,370 | 1,375 | |

W dziesięcioleciu 1990-2000 zaobserwowano na obszarze metropolitalnym Wrocławia nieznaczny wzrost sumarycznej wartości entropii (wzrost zróżnicowania użytkowania ziemi), a po 2000 roku sumaryczna wartość entropii ponownie wzrosła wydatnie. Następował ciągły proces różnicowania się struktury użytkowania ziemi, na znacznie wyższym poziomie niż w 1990 roku. Średnia entropia początkowo (1990-2000) rosła bardzo powoli, potem nieco szybciej, co oznacza różnicowanie się sąsiedztwa pola.

Tabela 17. Najczęściej występujące typy sąsiedztwa użytkowania ziemi na OM Wrocławia w 2006 roku (legenda zgodnie z tab. 1)

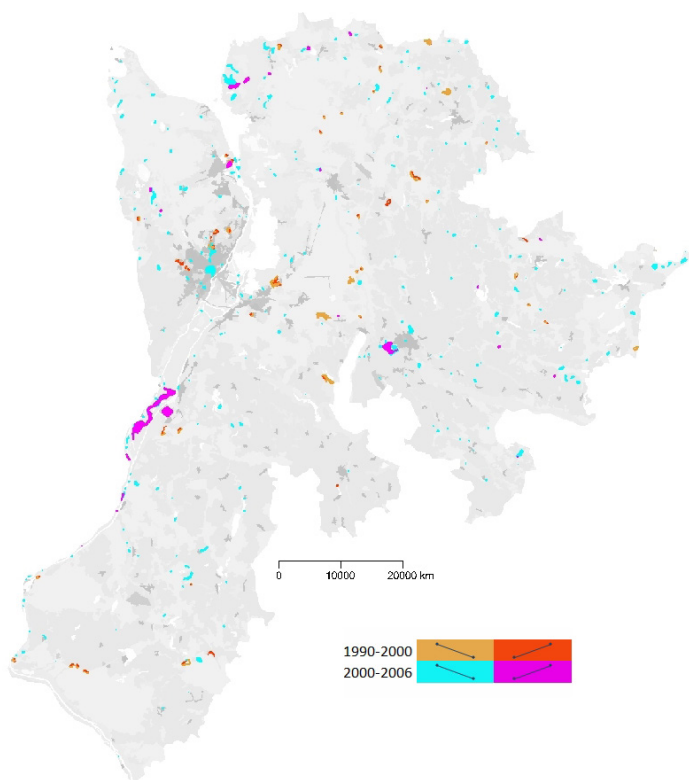
| | kod | udział % | |
|--|-----------|----------|--|
| | 51999990 | | Najczęściej występujące typy sąsiedztwa na obszarze OM Wrocławia w 2006 roku to zabudowa zwarta i rozproszona ulokowana w sąsiedztwie terenów rolnych lub leśnych z udziałem terenów przemysłowych, budowlanych i komunikacyjnych. Ten schemat powtarza się z udziałem łąk, akwenów wodnych. Trzecim pod względem liczebności układem sąsiedztwa jest obszar przemieszanej zabudowy zwartej i luźnej (rozproszonej). Zaznacza się także (w dalszej kolejności) obszar zwartej zabudowy miejskiej |
| | 63BBBBB0 | | |
| | 91111110 | | |
| | 5AAAAAA0 | | |
| | 7EEEEEE0 | | |
| | 51B99990 | | |
| | 519999B90 | | |
| | 6199998E | | |
| | 0 | | |

Przemiany sąsiedztwa użytkowania ziemi reprezentowane są z zgodnie z tabelą 1.

| 1990 | % of area | 2000 | zmiany entropii | |
|------|-----------|------|-----------------|--|
| | | | | Największa liczba obserwowanych zmian w latach 1990-2000 dotyczyła przekształceń obszarów rolnych i łąk w tereny uprawne. Część terenów rolnych została zalesiona lub utworzono akweny wodne. Zaznaczyły się także obszary inwestycji - strefy przemysłowe |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| 2000 | udział % | 2006 | zmiana entropii | |
| | | | | W latach 2000-2006 następował rozwój mieszanej zabudowy luźnej i zwartej na byłych obszarach rolnych oraz tworzenie w ich sąsiedztwie miejskich terenów zielonych. Zaznaczyło się budownictwo na obszarach rolnych, charakterystyczna cecha procesu <i>urban sprawl</i> . Część terenów rolnych zalesiano. Obserwuje się także dwukierunkową tendencję, przekształcania łąk w obszary uprawne i odwrotnie. |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Szczecin – obszar metropolitalny(OMS)

W granicach określonych w projekcie Urban Atlas, powierzchnia obszaru metropolitalnego Szczecina wynosi 6297,38 km². W latach 1990-2000 zaobserwowano niewielki wzrost powierzchni obszarów leśnych (4,97 km²) i łąk (3,16 km²). W tym samym okresie największe spadki dotyczyły obszarów rolnych (-10,72 km²) oraz obszarów bagien i torfowisk (-1,26 km²). W latach 2000-2006 największy wzrost dotyczył obszarów leśnych (22,15 km²), zabudowy luźnej (11,4 km²) oraz terenów sportowych i wypoczynkowych (12,51 km²). Największy spadek obejmował obszary rolne (-45,14 km²), miejskie tereny zielone (-14,74 km²) oraz strefy przemysłowo-handlowe (-4,16 km²).



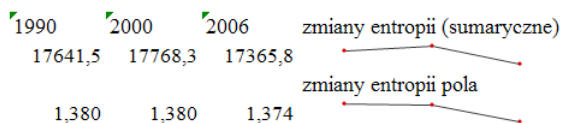
Ryc. 27. Zmiany entropii użytkowania ziemi na OM Szczecina w latach 1990-2000 i 2000-2006 (legenda kolorów – patrz ryc. 16)

Fig. 27. The changes of entropy of land use in the Szczecin Metropolitan Area in 1990-2000 and 2000-2006 (for colours legend see Fig. 16)

W dziesięcioleciu 1990-2000 wzrastał nieznacznie udział obszarów leśnych i łąk kosztem terenów rolnych oraz bagien i torfowisk.

W następnym okresie wydatnie wzrosła powierzchnia lasów, zabudowy luźnej oraz terenów sportowych i wypoczynkowych kosztem terenów rolnych, stref przemysłowo-handlowych oraz miejskich terenów zielonych.

Średnia wartość entropii sąsiedztwa pola na obszarze metropolitalnym Szczecina wyniosła 1,374 w 2006 roku i spadła, w porównaniu z pierwszą dekadą badanego okresu. Sumaryczna wartość entropii dla całego obszaru metropolitalnego Szczecina (OMS) początkowo nieznacznie wzrosła, a po 2000 roku znacznie spadła poniżej stanu z 1990 roku:



Tak więc zarówno zróżnicowanie średniego sąsiedztwa jak i całego użytkowania ziemi OMS uległo w badanym okresie zmniejszeniu.

Tabela 18. Najczęściej występujące typy sąsiedztwa użytkowania ziemi na OMS w 2006 roku (legenda zgodnie z tab. 1)

| | kod | udział % |
|--|-----------|----------|
| | 519999990 | |
| | 63BBBBB0 | |
| | 63BBBB9B0 | |
| | 639BBBBB0 | |
| | 63BBBBBAE | |
| | 53BBBBBB2 | |
| | 519BBBBB2 | |
| | 639BB9BAE | |
| | 5AAAAAAA0 | |
| | 7EEEEEEE0 | |
| | 91111110 | |
| | 51B999990 | |
| | 519999B90 | |
| | 61999998E | |
| | 519999992 | |
| | 51B999B92 | |
| | 519999A90 | |
| | 619B99B8E | |
| | 519999BB2 | |
| | 51A999990 | |

Najczęściej występujące typy sąsiedztwa na obszarze OMS w 2006 roku to zabudowa zwarta i rozproszona, zlokalizowana w sąsiedztwie terenów rolnych. Drugim pod względem częstości występowania układem były tereny leśne z udziałem terenów przemysłowych, terenów w trakcie budowy, komunikacyjnych oraz zabudowy. Ten schemat powtarza się z udziałem łąk, akwenów wodnych. Kolejnym pod względem liczebności układem sąsiedztwa był obszar przemieszanej zabudowy zwartej i luźnej (rozproszonej).

Przemiany sąsiedztwa użytkowania ziemi reprezentowane są z zgodnie z tabelą 1.

| 1990 | udział % | 2000 | zmiany entropii |
|------|----------|------|-----------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

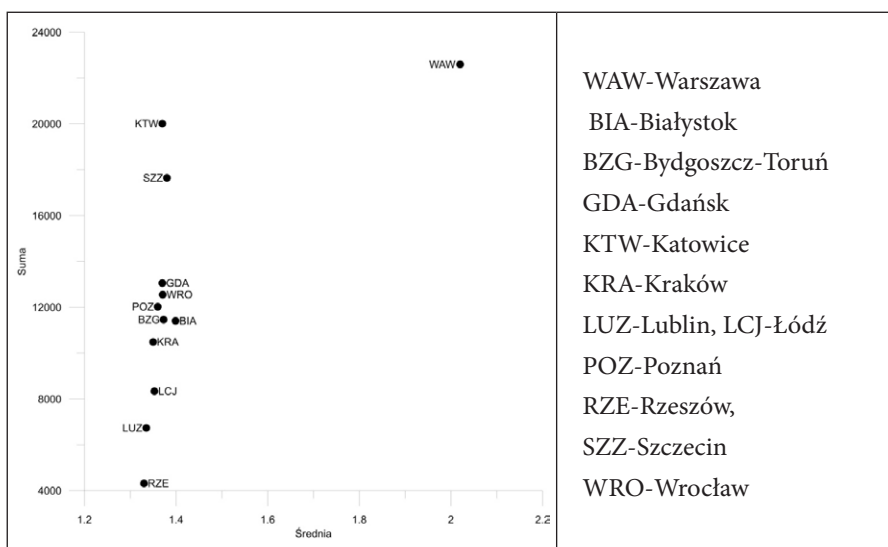
Największa liczba obserwowanych zmian w latach 1990-2000 dotyczyła przekształceń obszarów rolnych w łąki i ich zalesianie. Wystąpiło zwiększenie powierzchni terenów eksploatacji, komunikacyjnych i terenów w budowie. Część terenów rolnych zalesiano lub tworzono akweny wodne w sąsiedztwie terenów komunikacyjnych i przemysłowych. Wyschnięte akweny wodne przekształcano w łąki. Zalesianie miało miejsce w sąsiedztwie zabudowy, terenów komunikacyjnych i inwestycji budowlanych. Szereg inwestycji budowlanych zakończono w strefie przemieszanej zabudowy zwartej i rozproszonej. Na terenach łąkowych, w sąsiedztwie zabudowy i terenów eksploatacji inwestowano w strefy przemysłowe

Po 2006 roku główne zmiany zachodziły na terenach zabudowy rozproszonej, w sąsiedztwie obszarów rolnych i polegały na zagospodarowaniu obszarów rolnych - tworzeniu stref eksploatacji, zalesianiu, porzucaniu upraw i tworzeniu łąk, tworzeniu akwenów wodnych i terenów zielonych. Inną tendencją było zalesianie płątków użytków rolnych w granicach lasów, z udziałem zabudowy, terenów komunikacyjnych i przemysłowych.

Podsumowując tę część analizy zmian struktury użytkowania ziemi na obszarach metropolitalnych należy stwierdzić, że najczęściej występującym typem sąsiedztwa, którego udział procentowy wynosi co najmniej 25%, a w większości przekracza 50%, jest sąsiedztwo o kodzie 519999990. Jest to wzór rozmieszczenia komórek w otoczeniu Moora z przewagą terenów rolniczych i udziałem terenów zabudowy zwartej (2 komórki zlokalizowane po przekątnej kwadratu na linii NW-SE). Należy jednak podkreślić, że w przypadku niektórych obszarów metropolitalnych (Gdańsk, Kraków, Lublin, Łódź, Rzeszów i Poznań) w latach 2000-2006 wymieniony układ generował bardzo zróżnicowane typy sąsiedztwa, cechujące się udziałem terenów zabudowanych. Opisuując zmiany użytkowania ziemi, wyrażone wartością ilorazów entropii, przedstawiono dwie krzywe, obrazujące rozkład całkowitej wartości entropii

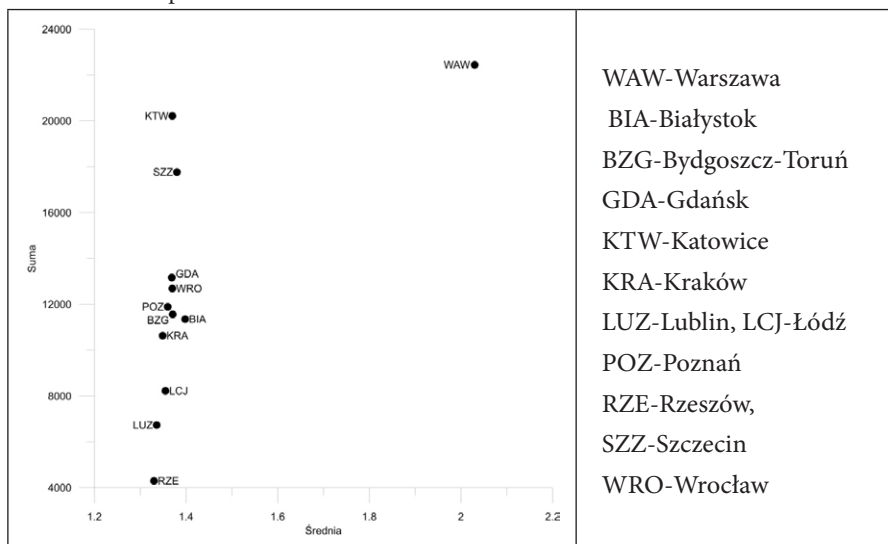
na poszczególnych obszarach metropolitalnych dla okresu 1990-2000-2006 i analogicznie o średniej wartości entropii pola użytkowania ziemi w otoczeniu Moore'a. W przypadku Białegostoku, Lublina, Łodzi, Poznania, Rzeszowa, Wrocławia i Szczecina przebieg obydwu krzywych jest podobny. Należy to interpretować w następujący sposób: wzrost wartości entropii całkowitej i malejące średnie wartości entropii pola oznaczają wzrost zróżnicowania struktury użytkowania ziemi na danym OM, natomiast malejące średnie wartości entropii pola oznaczają ujednocnianie typów sąsiedztwa.

Na wykresach dla kolejnych badanych lat, zestawiono średnie wartości pola z wartością sumaryczną entropii. W latach 1990, 2000, 2006 najwyższe wartości charakteryzują OMW, co oznacza największe zróżnicowanie przestrzenne struktury użytkowania ziemi. Pozostałe OM mają zbliżoną średnią wartość entropii pola, natomiast różną wartość sumaryczną. W 2012 roku wyraźnie widać wzrost średniej wartości entropii pola w przypadku OMWr i OMBT natomiast wyraźny spadek zarówno średniej wartości entropii jak i sumarycznej w przypadku pozostałych badanych obszarów.



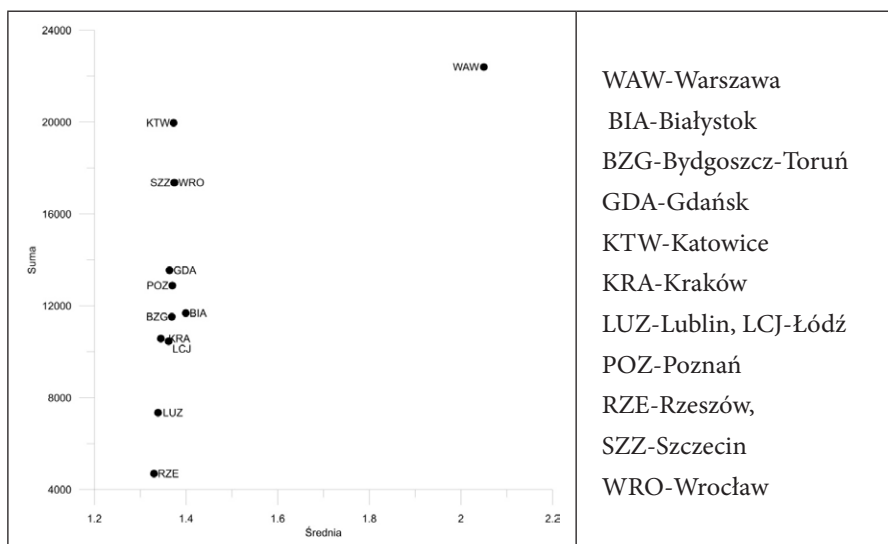
Ryc. 28. Zestawienie wartości entropii sumarycznej i średniej wartości entropii pola dla poszczególnych obszarów metropolitalnych w 1990 roku

Fig. 28. The total value entropy and the average value of entropy for basic land fields of individual metropolitan areas in 1990



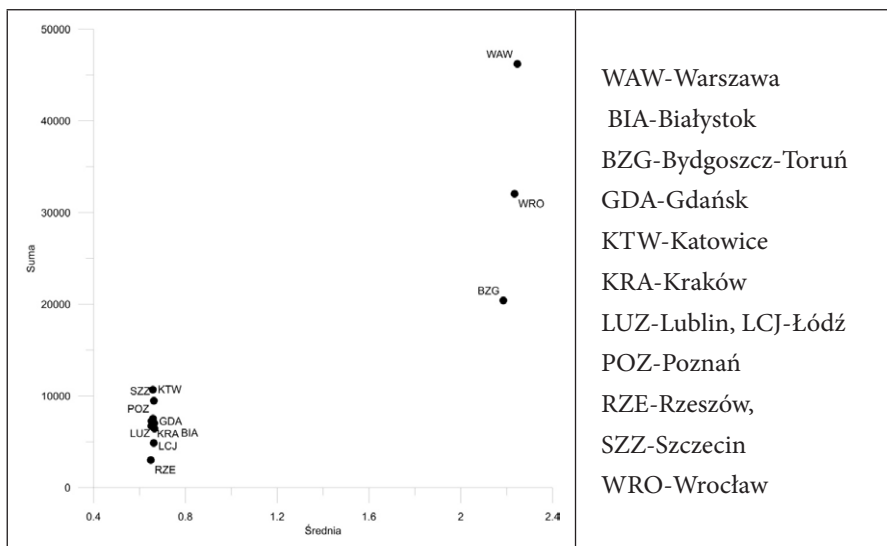
Ryc. 29. Zestawienie wartości entropii sumarycznej i średniej wartości entropii pola dla poszczególnych obszarów metropolitalnych w 2000 roku

Fig. 29. The total value of entropy and the average value of entropy for basic land fields of individual metropolitan areas in 2000



Ryc. 30. Zestawienie wartości entropii sumarycznej i średniej wartości entropii pola dla poszczególnych obszarów metropolitalnych w 2006 roku

Fig. 30. The total value of entropy and the average value of entropy for basic land fields of individual metropolitan areas in 2006







Ryc. 31. Zestawienie wartości entropii sumarycznej i średniej wartości entropii pola dla poszczególnych obszarów metropolitalnych w 2012 roku

Fig. 31. The total value of entropy and the average value of entropy for basic land fields of individual metropolitan areas in 2012

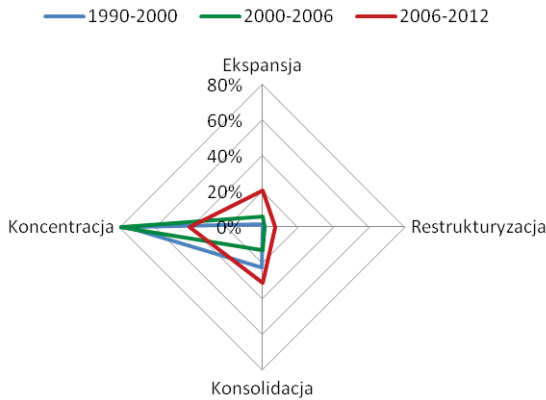
8. ANALIZA ZMIAN KATEGORII ZAGOSPODAROWANIA PRZESTRZENI NA OBSZARACH METROPOLITALNYCH

W przeprowadzonych badaniach wyróżniono dwa etapy analizy. Pierwszy etap prowadzony był w skali makro, a podstawową jednostką przestrzenną były jednostki podziału administracyjnego. Drugi etap, o charakterze szczegółowym opisany jest w tej części studium i dotyczy analizy kategorii zagospodarowania przestrzeni w odniesieniu do pól podstawowych wybranych antropogenicznych klas użytkowania ziemi (por. rozdz. 6). Wartości potencjału ludnościowego poszczególnych gmin przypisano do odpowiadających im przestrzennie pól siatki podstawowej (siatka kwadratów o boku 100 m). Taką procedurę przyjęto ze względu na brak szczegółowych danych ludnościowych odnoszących się do mniejszych, niż gmina, jednostek przestrzennych, a tym samym uzyskania wartości potencjału ludnościowego w odpowiadających im polach siatki podstawowej. Dla każdego pola podstawowego obliczono wartość entropii wskaźnika sąsiedztwa dla lat 1990, 2000, 2006 i 2012. Zmiany wartości potencjału w czasie oraz zmiany wartości entropii są ilorazami dla trzech okresów 2000/1990, 2006/2000 i 2012/2006. Dla poszczególnych obszarów metropolitalnych przedstawiono na mapach kategorie zmian zagospodarowania przestrzeni, jako reprezentację graficzną wypadkowej wielkości ilorazu potencjału i ilorazu entropii.

Zmiany kategorii zagospodarowania przestrzeni OM Warszawy

| Kategoria | 1990-2000 | 2000-2006 | 2006-2012 | Legenda |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|--|
| | km. kw. | | | |
| A Ekspansja | 12,4 | 49,2 | 203,6 |  |
| B Restrukturyzacja | 3,5 | 10,9 | 72,2 |  |
| C Koncentracja | 632,4 | 666,7 | 405,0 |  |
| D Konsolidacja | 187,2 | 108,6 | 307,8 |  |

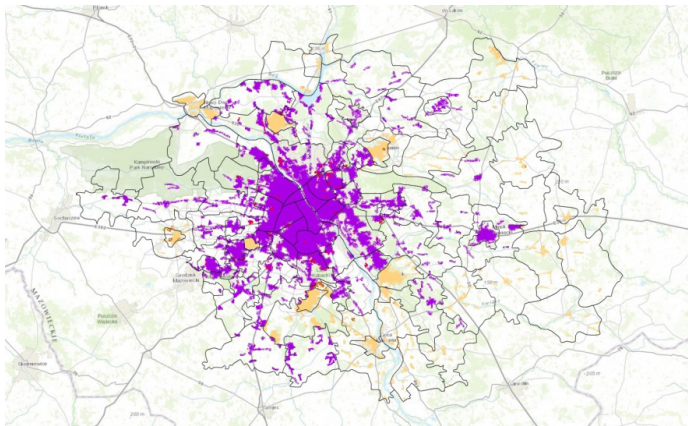
W latach 1990-2000 obszar metropolitalny Warszawy, na tym poziomie analizy, cechowała wyraźna antropopresja, której towarzyszyły jednak procesy ujednoczenia struktury i koncentracji użytkowania ziemi (kategoria C). Początkowo dominowała koncentracja i konsolidacja, co oznacza postępujący proces urbanizacji. Taka sytuacja miała miejsce głównie w centrum miasta oraz wzdłuż głównych dróg wylotowych. Równocześnie zaobserwowano ujednoczenie użytkowania ziemi – procesy konsolidacji – w przypadku mniejszych miast w obrębie OMW, takich jak: Błonie, Nowy Dwór Mazowiecki, Wołomin, Pruszków, Piaseczno, Otwock, Pułtusk, Legionowo i równoczesny, relatywny spadek antropopresji.



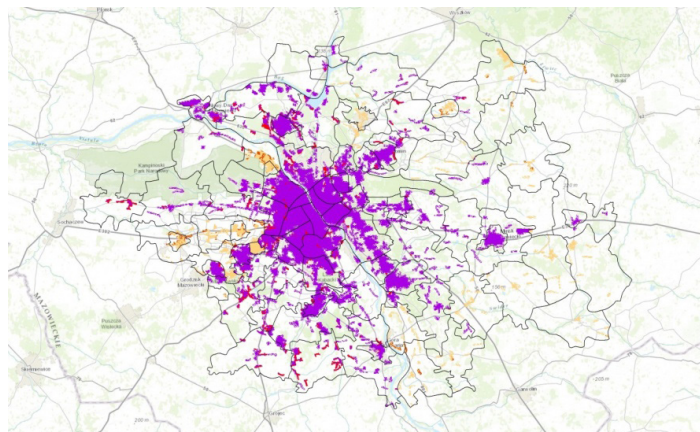
Ryc. 32. Zmiany kategorii zagospodarowania przestrzeni OMW
 Fig. 32. The changes in the patterns of spatial development in the WMA

W kolejnym okresie 2000-2006 widać wyraźny wzrost ekspansji i koncentracji w tych samych miastach, w których wcześniej zaznaczyła się konsolidacja. Ekspansja urbanizacji miała charakter rozproszony, zaznaczając się kółkiem wokół strefy granicy administracyjnej miasta Warszawy. Obszar Warszawy (na mapie kolor fioletowy) w tym okresie charakteryzował się silną antropopresją, przy jednoczesnym ujednocnieniu użytkowania ziemi. Nie zaznaczyły się inne procesy oprócz drobnych obszarów ekspansji.

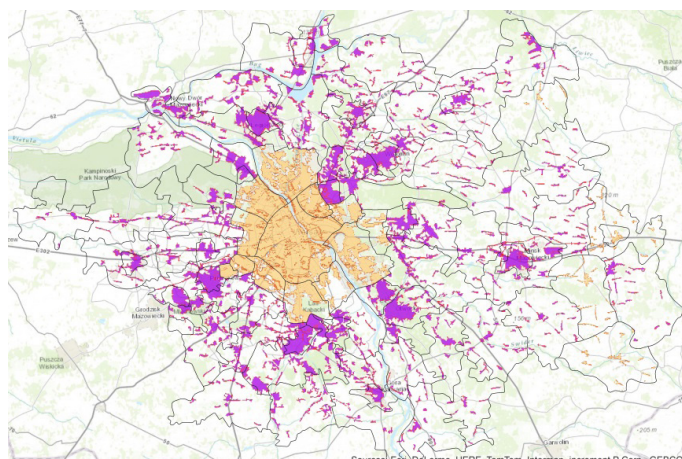
W kolejnych latach (2006-2012) kontynuowane były procesy ekspansji i restrukturyzacji kosztem koncentracji użytkowania ziemi. Obszar m.st. Warszawy pozostawał nadal pod wpływem rosnącej antropopresji, ale te same procesy objęły również szereg miast satelitarnych, w tym: Legionowo, Nowy Dwór Mazowiecki, Piaseczno, Otwock, w czym miał udział rozwój sieci drogowej i ułatwienie dojazdów. Ekspansja urbanizacji objęła już nie tylko strefę koncentryczną w sąsiedztwie granicy administracyjnej Warszawy, ale jej ogniska można zaobserwować również wzdłuż głównych dróg wylotowych na południe, południowy-zachód, zachód i północny-wschód.



1990-000



2000–2006



2006–2012

Ryc. 33. Warszawa – procesy przestrzenne
 Fig. 33. Warsaw – spatial development patterns

Strefa konsolidacji użytkowania ziemi odsunęła się w kierunku granic całego obszaru OMW. Wyraźne strefy różnicowania się użytkowania ziemi (kategoria B) w sąsiedztwie strefy konsolidacji zaobserwować można w Łomiankach (obszar inwestycji nowego, wielkiego centrum handlowego Auchan), wzdłuż drogi nr 92 Warszawa-Poznań na zachód, gdzie zlokalizowano centra handlu hurtowego Bronisze, centrum logistyczne Duchnice oraz dalej w miastach Ożarów Mazowiecki i Błonie, które w dalszym ciągu stanowią główne centra logistyczne całej metropolii.

OM Warszawy w przeważającej części cechuje rosnąca antropopresja. Strefa konsolidacji użytkowania ziemi przy spadku antropopresji przesuwa się w kierunku obszarów peryferyjnych, lub jak w przypadku Błonia, Ożarowa Mazowieckiego, Łomianek jest związana z procesami inwestycyjnymi. Być może mieszkańcy wstrzymują się z wyborem takich miejsc zamieszkania, do

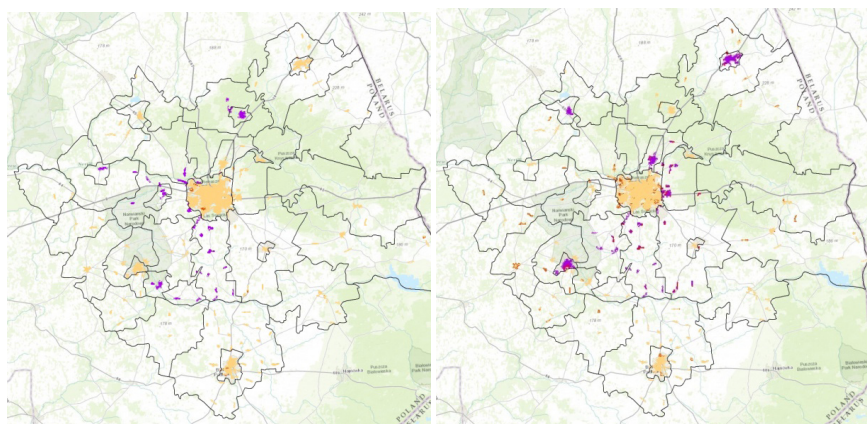
zakończenia procesu inwestycyjnego. Ogniska ekspansji urbanizacji pojawiają się najczęściej na granicy strefy antropopresji, rzadziej wewnątrz jej obszaru, a w ogóle brak ich w sąsiedztwie stref konsolidacji. Ogniska restrukturyzacji urbanizacji towarzyszą najczęściej strefom konsolidacji użytkowania ziemi. Następne procesy przestrzenne, po 2006 roku, o których można wnioskować, że zmieniły zasadniczo obraz przestrzenny OMW, to inwestycje drogowe związane z autostradą A2, drogami szybkiego ruchu stanowiącymi część małej obwodnicy Warszawy oraz budowa Stadionu Narodowego w centrum Warszawy i drugiej linii metra.

W latach 2006-2012 widać wyraźną inwersję układu. Wewnątrz miasta dominowała konsolidacja użytkowania ziemi, a dla obszarów peryferyjnych zaznaczyła się ekspansja i koncentracja. W samym mieście zaznaczyła się konsolidacja użytkowania ziemi chociaż wystąpiły także ogniska różnicowania się użytkowania ziemi i miejscowy spadek antropopresji.

Zmiany kategorii zagospodarowania przestrzeni OM Bialegostoku

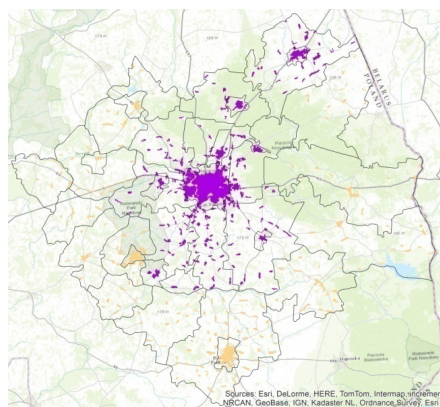
Białystok znajduje się we wstępnej fazie procesu metropolizacji. W dwóch pierwszych okresach główną kategorią jest konsolidacja, co oznacza spadkową tendencję w odniesieniu do potencjału ludnościowego (miary przestrzennej interakcji) oraz zróżnicowania użytkowania ziemi (wartości wskaźnika entropii i kurczenie się obszaru zurbanizowanego). Pierwsze oznaki procesów metropolizacji obserwuje się po 2006.

| Kategoria | 1990-2000 | 2000-2006 | 2006-2012 | Legenda |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|---------|
| | km. kw. | | | |
| A Ekspansja | 0,0 | 6,3 | 0,1 | |
| B Restrukturyzacja | 1,8 | 12,5 | 0,1 | |
| C Koncentracja | 21,5 | 28,8 | 162,8 | |
| D Konsolidacja | 140,9 | 116,5 | 107,6 | |



1990-2000

2000-2006



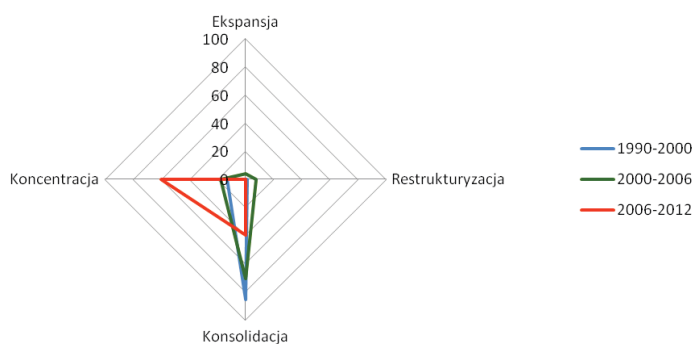
2006-2012

Ryc. 34. Białystok – procesy przestrzenne

Fig. 34. Białystok – spatial development patterns

Największa część OMB w latach 1990-2000 podlegała procesom konsolidacji użytkowania ziemi, które związane są ze spadkiem intensywności antropopresji i ujednocnieniem użytkowania ziemi. Obszar antropopresji obejmował jedynie pierścień wewnętrznej strefy podmiejskiej wokół Białegostoku od północy, zachodu i południa, gdzie także miały miejsce procesy ujednocniania się użytkowania ziemi.

W kolejnym okresie ujawniły się dodatkowe procesy, jednak największa część OMB nadal podlegała procesom konsolidacji użytkowania ziemi. Na obszarach antropopresji pojawiły się ogniska ekspansji urbanizacji, a na obszarach konsolidacji użytkowania ziemi, w strefie peryferyjnej miasta Białystok i dalszej strefie peryferyjnej OMB, ogniska restrukturyzacji tj. różnicowania się użytkowania ziemi.



Ryc. 35. Zmiany kategorii zagospodarowania przestrzeni OMB

Fig. 35. The changes of spatial development patterns in the BMA

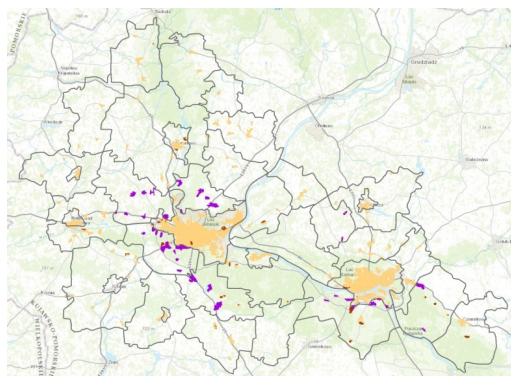
W latach 2006-2012, w kierunku granicy państwowej i w samym mieście zaznaczyła się antropopresja i koncentracja, co może wynikać ze wzmożonych transgranicznych kontaktów handlowych z Białorusią. Pozostałe obszary peryferyjne obszaru metropolitalnego charakteryzuje ujednocnianie użytkowania ziemi związane z konsolidacją. Położenie w sąsiedztwie granicy państwa nie ma jednak znaczącego wpływu na rozwój przestrzenny OMB, chociaż

w ostatnim czasie antropopresja ujawnia się w sąsiedztwie Białegostoku, wzdłuż dróg prowadzących do granicy, w ograniczonym zasięgu, jak również w miastach satelitarnych OMB. Ogniska restrukturyzacji pojawiają się w strefie peryferyjnej obszarów konsolidacji użytkowania ziemi. Po 2000 roku na obszarach zaliczonych do kategorii C - koncentracji pojawiają się także małe ogniska ekspansji urbanizacji.

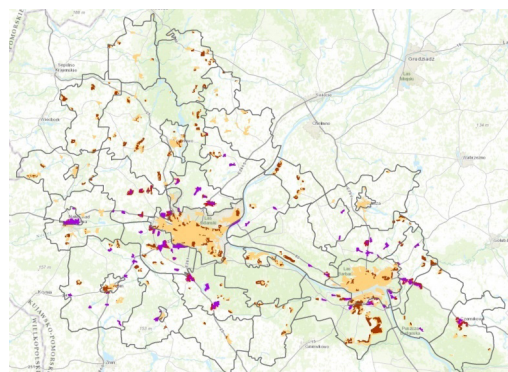
Zmiany kategorii zagospodarowania przestrzeni OM Bydgoszcz-Toruń

Największa część OMBT w latach 1990-2000 związana była z procesami konsolidacji, a więc ujednocnieniem użytkowania ziemi i zmniejszeniem antropopresji. Obszar antropopresji stanowił pierścień wewnętrznej strefy podmiejskiej wokół Bydgoszczy (od północy, zachodu i południa) oraz Torunia (od południa), gdzie także miały miejsce procesy ujednocniania się użytkowania ziemi. Drobne ogniska restrukturyzacji wystąpiły na granicy obu miast.

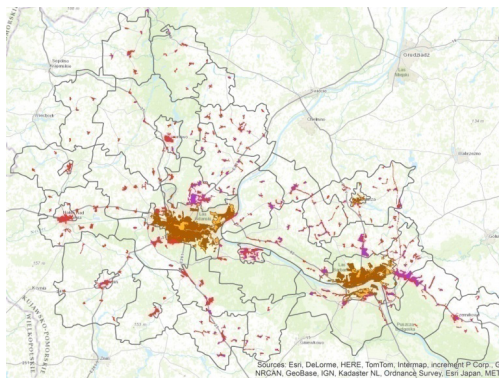
| Kategoria | 1990-2000 | 2000-2006 | 2006-2012 | Legenda |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|---------|
| | km. kw. | | | |
| A Ekspansja | 0,1 | 6,6 | 142,2 | |
| B Restrukturyzacja | 5,3 | 64,3 | 121,0 | |
| C Koncentracja | 26,9 | 40,1 | 25,4 | |
| D Konsolidacja | 189,2 | 202,5 | 18,0 | |



1990-2000



2000-2006



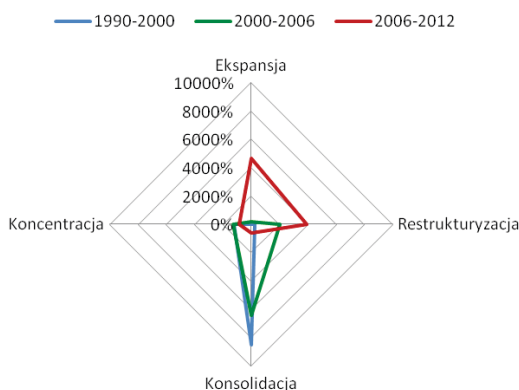
2006-2012

Ryc. 36. Bydgoszcz-Toruń – procesy przestrzenne

Fig. 36. Bydgoszcz-Toruń – spatial processes

W następnym okresie uaktywniły się dodatkowe procesy, ale nadal największa część OMBT w latach 2000-2006 była związana z kategorią D (konsolidacja), a więc spadkiem antropopresji i ujednoczenia użytkowania ziemi. Obszar antropopresji to tylko pierścień wewnętrznej strefy podmiejskiej wokół Bydgoszczy i Torunia, gdzie także miały miejsce procesy ujednoczenia się użytkowania ziemi. Na obszarach antropopresji pojawiły się ogniska suburbanizacji, a na obszarach konsolidacji użytkowania ziemi, w strefie peryferyjnej miast Bydgoszczy i Torunia i w dalszej strefie peryferyjnej OMBT, ogniska restrukturyzacji, tj. różnicowania się użytkowania ziemi.

W latach 2006-2012 dominuje kategoria A – ekspansja urbanizacji, a więc różnicowanie użytkowania ziemi i antropopresja na obszarach peryferyjnych, natomiast w miastach – zmniejszanie się poziomu antropopresji z ogniskami konsolidacji czyli ujednoczenia użytkowania ziemi.



Ryc. 37. Zmiany kategorii zagospodarowania przestrzeni OMBT

Fig. 37. The changes of spatial development patterns in the BTMA

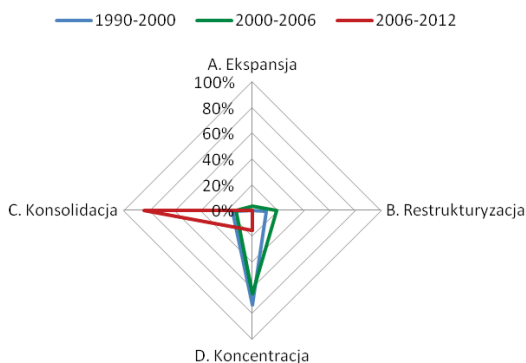
Korzystne położenie komunikacyjne nie ma jednak znaczącego wpływu na rozwój przestrzenny OMBT, chociaż w ostatnim czasie antropopresja ujawnia się, w ograniczonym zasięgu przestrzennym, wzdłuż głównych dróg w sąsiedztwie obu miast Bydgoszczy i Torunia, jak również w miastach satelitarnych OMBT na tych szlakach. Ogniska restrukturyzacji pojawiają się w strefie peryferyjnej obszarów konsolidacji. Po 2000 roku pojawiają się także małe ogniska ekspansji urbanizacji.

Zmiany kategorii zagospodarowania przestrzeni OM Gdańska

Główne obszary znaczących zmian użytkowania ziemi na OMG, skoncentrowane były początkowo (1990-2000) w dwóch częściach wewnętrznej strefy obszaru metropolitalnego: na południowym zachodzie w strefie od Pruszcza Gdańskiego (węzeł A1 i port lotniczy), poprzez Nowy Dwór Gdański do Elbląga i w pn-zach. części, wzdłuż drogi Gdynia-Rumia-Wejherowo oraz lotnisk gdyńskich: wojskowego i cywilnego.

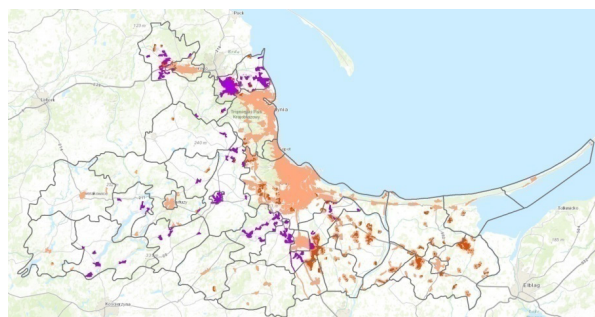
Po 2000 roku zmiany rozprzestrzeniły się na całym obszarze OMG, ale główną strefą rozwoju zabudowy pozostał obszar w sąsiedztwie „łącznika” pomiędzy węzłem transportowym Trójmiasta (S6) i węzłem Rusocin (pobór opłat), autostrady A1 oraz w sąsiedztwie portu lotniczego im. L.Wałęsy. W pierwszym i drugim okresie dominowała konsolidacja, a w ostatnim koncentracja w zagospodarowaniu przestrzeni.

| Kategoria | 1990-2000 | 2000-2006 | 2006-2012 | Legenda |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|---------|
| | km. kw. | | | |
| A Ekspansja | 1,3 | 12,3 | 0,3 | |
| B Restrukturyzacja | 35,3 | 69,1 | 0,0 | |
| C Koncentracja | 53,2 | 47,9 | 292,9 | |
| D Konsolidacja | 247,5 | 235,1 | 54,2 | |

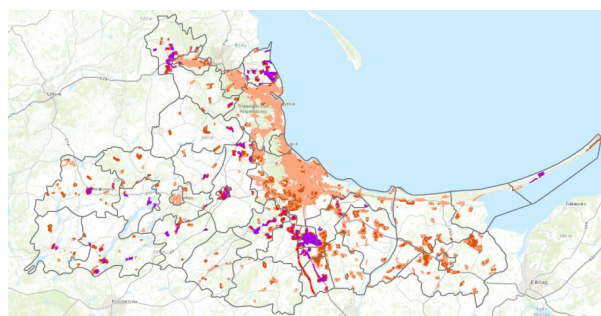


Ryc. 38. Zmiany kategorii zagospodarowania przestrzeni OMG

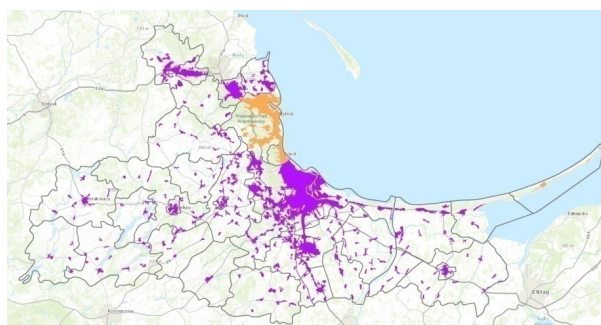
Fig. 38. The changes of spatial development patterns in the GMA



1990-2000



2000-2006



2006-2012

Ryc. 39. Gdańsk – procesy przestrzenne

Fig. 39. Gdańsk – spatial processes

Zmiany kategorii zagospodarowania przestrzeni OM Katowic

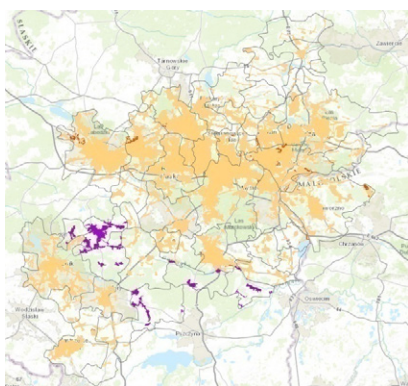
Na obszarze GOM w latach 1990-2000 dominował proces ujednolicenia się użytkowania ziemi; na większej części towarzyszył mu spadek antropopresji. W części północnej zaznaczyły się małe ogniska restrukturyzacji; przy spadku antropopresji użytkowanie ziemi różnicowało się. Jedynym wyjątkiem był obszar – korytarz – pomiędzy Bielsko-Białą i Gliwicami, gdzie zanotowano wzrost antropopresji i uniformizację użytkowania ziemi (klasa

C – koncentracja). Typowym przykładem tego obszaru jest Czerwionka-Leszczyny⁴. Nie zaobserwowano prawie w ogóle ekspansji zasięgu urbanizacji.

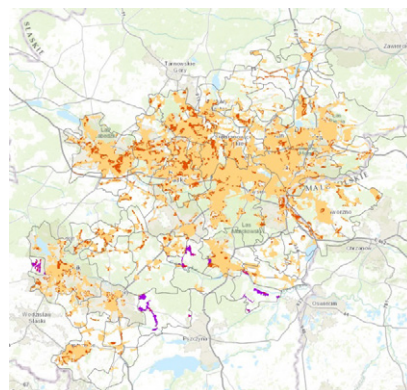
| Kategoria | 1990-2000 | 2000-2006 | 2006-2012 | Legenda |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|---------|
| | km. kw. | | | |
| A Ekspansja | 0,1 | 1,9 | 0,4 | |
| B Restrukturyzacja | 8,1 | 115,4 | 0,6 | |
| C Koncentracja | 27,8 | 10,4 | 219,1 | |
| D Konsolidacja | 782,7 | 690,9 | 668,8 | |

W następnym okresie, 2000-2006, obraz zmienił się nieznacznie. Na obszarach konsolidacji użytkowania ziemi pojawiły się procesy restrukturyzacji (różnicowania się użytkowania ziemi), jakkolwiek nadal poziom interakcji przestrzennych (antropopresji) spadał lub utrzymywał się na zbliżonym poziomie. Obszary antropopresji zmniejszyły się pod względem powierzchni, jakkolwiek towarzyszyły im niewielkie ogniska ekspansji urbanizacji.

W latach 2006-2012 dominuje kategoria D - konsolidacja użytkowania ziemi w centrum a koncentracja (kategoria C) w częściach południowej i północnej konurbacji. Dominujący proces to uniformizacja użytkowania ziemi. GOM prezentuje obraz obszaru metropolitalnego, który jest przykładem urbanizacji okręgu przemysłowego, opartego na eksploatacji surowców (węgla kamiennego, surowców metalicznych) i przemyśle ciężkim, na którym nie nastąpiła jeszcze pełna restrukturyzacja, dostosowująca się do poziomu metropolii wdrażających nowe, innowacyjne gałęzie gospodarki (przemysł i usługi) oparte na wiedzy. Świadczy o tym zdecydowana przewaga na całym obszarze, w latach 1990-2012, konsolidacji związanej ze spadkiem antropopresji.

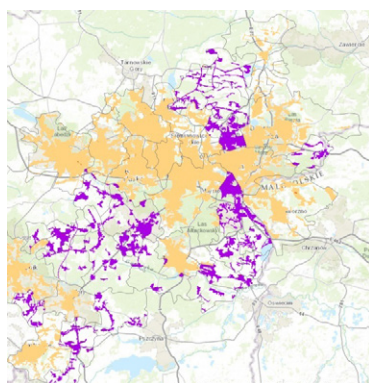


1990_2000



2000-2006

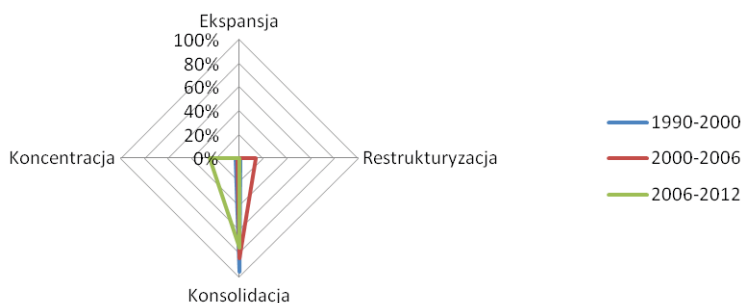
⁴ Do 2000 roku największym zakładem na terenie miasta była Kopalnia Węgla Kamiennego „Dębieńsko”, która zatrudniała ponad 2500 mieszkańców. Od czasu jej zamknięcia gmina Czerwionka-Leszczyny stała się miastem-sypialnią. Na podstawie <http://pl.wikipedia.org/wiki/Czerwionka-Leszczyny> pozyskano: 30 grudnia 2013r



2006-2012

Ryc. 40. Katowice – procesy przestrzenne

Fig. 40. Upper Silesia – spatial processes



Ryc. 41. Zmiany kategorii zagospodarowania przestrzeni OM Katowic

Fig. 41. The changes of spatial development patterns in the Upper Silesia MA

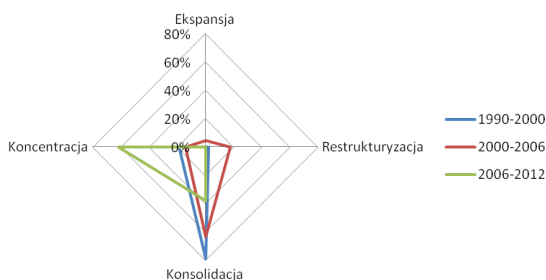
Zmiany kategorii zagospodarowania przestrzeni OM Krakowa

W latach 1990-2000 cały obszar Krakowa i dużą część OM cechowała wyraźna konsolidacja użytkowania ziemi (klasa D), której towarzyszyły jednak ogniska procesów restrukturyzacji (klasa B). Na tym obszarze poziom interakcji przestrzennych był stały bądź mały. Różnicowanie się użytkowania ziemi związane było z częścią pn, pn-zach. i pd-zach. miasta Krakowa oraz z otoczeniem portu lotniczego Balice⁵. Obszary antropopresji zaznaczyły się w części północnej obszaru metropolitalnego oraz wzdłuż trasy z Myślenic do Bochni. Towarzyszyły im procesy uniformizacji użytkowania ziemi. Na obszarze metropolitalnym Krakowa nie zaznaczyły się zjawiska wzrostu antropopresji, któremu towarzyszyłyby procesy różnicowania się użytkowania ziemi.

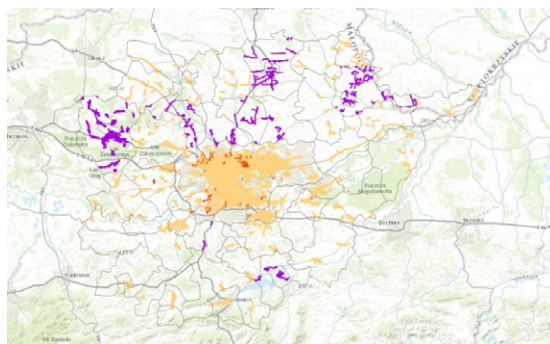
⁵ W 1953 r. wywłaszczono grunty w Balicach pod budowę przyszłego lotniska. W następnych latach udostępniono kolejne ha terenu na potrzeby lotniska.

| Kategoria | 1990-2000 | 2000-2006 | 2006-2012 | Legenda |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|---------|
| | km. kw. | | | |
| A Ekspansja | 0,0 | 20,1 | 0,6 | |
| B Restrukturyzacja | 9,3 | 73,0 | 0,3 | |
| C Koncentracja | 78,6 | 58,9 | 362,4 | |
| D Konsolidacja | 328,4 | 264,4 | 221,3 | |

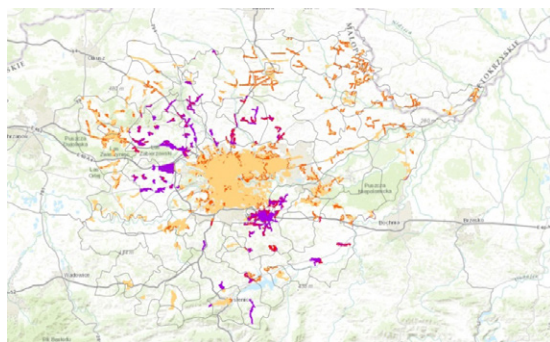
W kolejnych latach 2000-2006 sytuacja zmieniła się. Wprowadzie nadal na dużym obszarze przeważały procesy konsolidacji użytkowania ziemi lecz zwiększył się udział pozostałych zjawisk, tworzących wyraźnie, koncentryczne strefy. Obszar centralny miasta Krakowa nadal wykazywał charakterystyczne cechy dla kategorii D - konsolidacji, którą na granicy miasta otaczał pierścień rozproszonych ognisk restrukturyzacji, związany z budownictwem mieszkaniowym. Wewnętrzna strefa podmiejska, bezpośrednio przy granicy miasta Krakowa, to obszar wyraźnej antropopresji z ogniskami ekspansji metropolii. Dalsza strefa peryferyjna OMK to ponownie obszar konsolidacji naprzemienienie ze strefą restrukturyzacji, a więc spadek lub stagnacja antropopresji. W mieście konsolidacja użytkowania ziemi, na obrzeżach obszaru metropolitalnego przeważa antropopresja i koncentracja zagospodarowania przestrzeni. W latach 2006-2012 widoczny jest wyraźny pierścień koncentracji na obszarze metropolitalnym wokół Krakowa z wyraźnie powiększonym obszarem miasta pozostającego w kategorii D (konsolidacja).



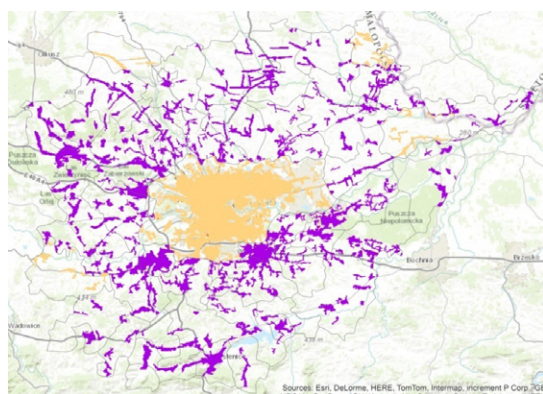
Ryc. 42. Zmiany kategorii zagospodarowania przestrzeni OM Krakowa
 Fig. 42. The changes of spatial development patterns in the Cracow MA



1990-2000



2000-2006



2006-2012

Ryc. 43. Kraków – procesy przestrzenne

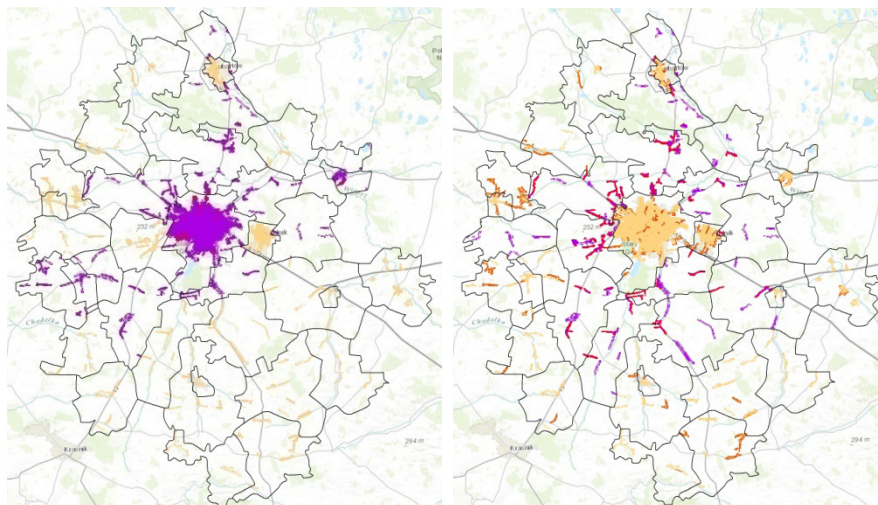
Fig. 43. Kraków – spatial processes

Zmiany kategorii zagospodarowania przestrzeni OM Lublina (OML)

W dekadzie 1990-2000 LOM cechowała przewaga antropopresji w Lublinie i w strefie podmiejskiej, rozciągającej się z północnego wschodu na południowy zachód, z ogniskami ekspansji urbanizacji na granicy miasta. Pozostałe obszary strefy peryferyjnej LOM charakteryzowały się ujednocnieniem użytkowania ziemi i spadkiem antropopresji (kategoria D).

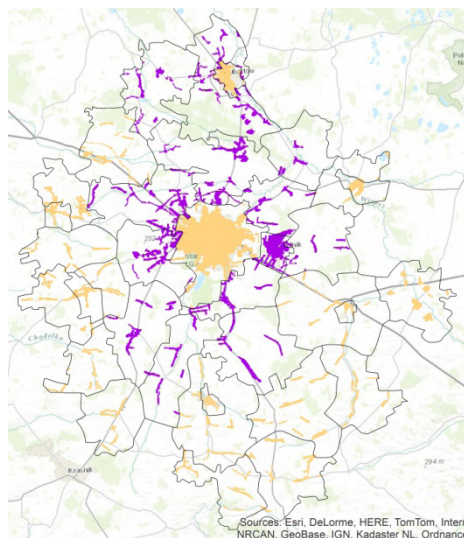
| Kategoria | 1990-2000 | 2000-2006 | 2006-2012 | Legenda |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|---------|
| | km. kw. | | | |
| A Ekspansja | 3,7 | 23,9 | 0,1 | |
| B Restrukturyzacja | 0,0 | 29,4 | 0,1 | |
| C Koncentracja | 121,3 | 41,1 | 111,6 | |
| D Konsolidacja | 95,4 | 126,2 | 188,0 | |

W kolejnym okresie centrum LOM stało się obszarem spadku antropopresji i konsolidacji (ujednolicania się) użytkowania ziemi z ogniskami restrukturyzacji. Antropopresja zaznaczyła się wyraźnie w bliższej strefie podmiejskiej LOM, gdzie pojawiło się dużo ognisk ekspansji urbanizacji. W dalszej strefie peryferyjnej LOM trwały dalej procesy konsolidacji użytkowania ziemi i spadku antropopresji, jakkolwiek można tam zaobserwować procesy restrukturyzacji.



1990_2000

2000-2006



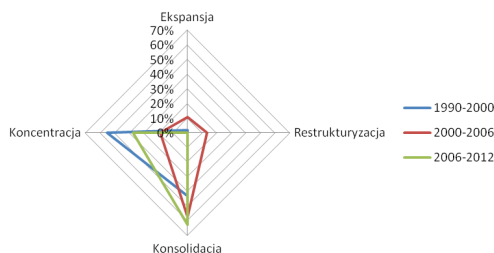
2006-2012

Ryc. 44. Lublin– procesy przestrzenne

Fig. 44. Lublin – spatial processes

W pierwszym okresie OML korzystał z obecności ruchu tranzytowego i docelowego z za wschodniej granicy i to wywołało przemiany, które zaznaczyły się przede wszystkim w centrum i bliższej strefie peryferyjnej OML. W następnych latach (2000-2006) ujawnił się tylko proces rozlewania się zabudowy miejskiej (urban sprawl) na bliższą strefę podmiejską, gdzie obserwuje się wzrastającą antropopresję i różnokierunkowe zmiany użytkowania ziemi (zarówno uniformizację jak i różnicowanie się).

W latach 2006-2012 przeważa ujednolicanie użytkowania ziemi. W bliższej strefie peryferyjnej i w części północnej zaznacza się antropopresja. Generalnie dominuje kategoria D – konsolidacja.







Ryc. 45. Zmiany kategorii zagospodarowania przestrzeni OM Lublina

Fig. 45. The changes of spatial development patterns in the LMA

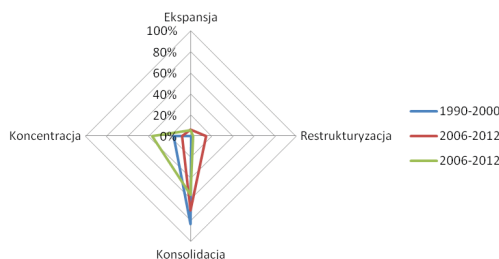
Zmiany kategorii zagospodarowania przestrzeni OM Łodzi

W latach 1990-2000 cały obszar Łodzi, części miast satelitarnych oraz dużą część OMŁ cechowało wyraźne ujednocianie użytkowania ziemi (kategoria D), któremu towarzyszyły ogniska restrukturyzacji na granicach Łodzi (na pn, pd-wsch, kategoria B). Jedyny, niewielki obszar ekspansji urbanizacji to Rzgów na południu OMŁ. Antropopresja związana z ujednocianiem użytkowania ziemi, dotyczyła bliższej strefy podmiejskiej wzdłuż tras wylotowych na północ, zachód, południowy zachód i południe oraz na wschodnią część miasta Łodzi.

W kolejnych okresach – 2000-2006 oraz 2006-2012 sytuacja zmieniała się. Nadal wprawdzie na dużym obszarze przeważały procesy związane z kategorią konsolidacji, ale zwiększył się udział pozostałych kategorii, tworzących wyraźne strefy wzdłuż tras komunikacyjnych. Obszar centralny miasta Łodzi to nadal strefa konsolidacji, z ogniskami restrukturyzacji w jego wewnętrznej części. Wewnętrzna strefa podmiejska, bezpośrednio przy granicy miasta Łodzi to obszar konsolidacji z ogniskami restrukturyzacji; dalej pojawiają się obszary wyraźnej antropopresji z ogniskami ekspansji urbanizacji w kierunku wschodnim, południowo-zachodnim i północno-zachodnim. Dalsza strefa peryferyjna OMŁ to ponownie obszar konsolidacji przemieszany ze strefą restrukturyzacji, a więc spadek lub stagnacja antropopresji. Odrębną strefą wzdłuż inwestycji trasy A2 są obszary równoległego występowania wszystkich obserwowanych zjawisk.

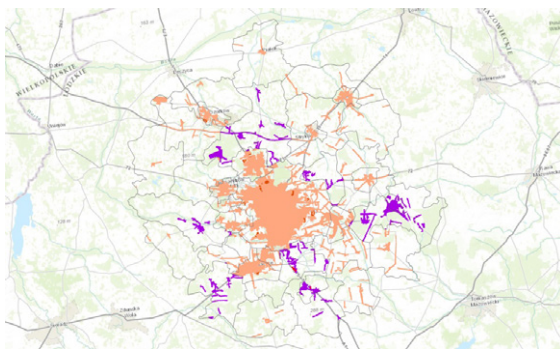
| Kategoria | 1990-2000 | 2000-2006 | 2006-2012 | Legenda |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|---|
| | km. kw. | | | |
| A Ekspansja | 0,4 | 22,1 | 21,4 |  |
| B Restrukturyzacja | 2,6 | 53,9 | 9,3 |  |
| C Koncentracja | 58,2 | 30,2 | 148,6 |  |
| D Konsolidacja | 301,7 | 256,7 | 223,4 |  |

Obszar ekspansji koncentruje się w pierścieniu dalszej strefy podmiejskiej wokół miasta Łodzi. Czynnikiem wiodącym są przede wszystkim inwestycje komunikacyjne. Drugim elementem jest funkcjonowanie ŁSSE (Łódzkiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej). Zaznaczają się także ogniska restrukturyzacji w południowej części Łodzi – w sąsiedztwie stacji Łódź-Olechów. Motorem antropopresji w północnej części OMŁ jest inwestycja w trasę autostrady A2.

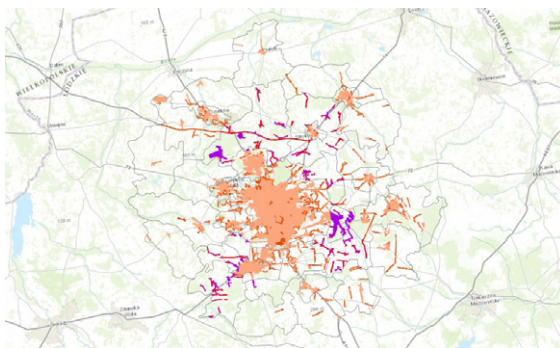


Ryc. 46. Zmiany kategorii zagospodarowania przestrzeni OM Łodzi

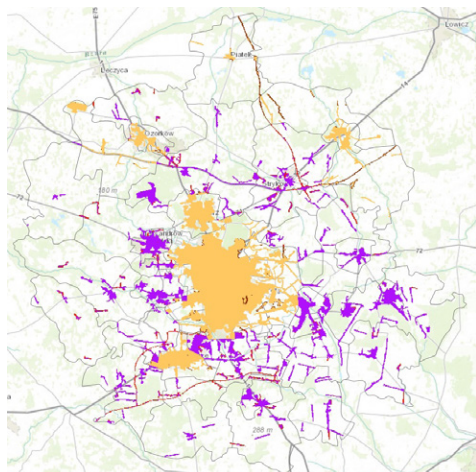
Fig. 46. The changes of spatial development patterns in the LMA



1990-2000



2000-2006



2006-2012

Ryc. 47. Łódź – procesy przestrzenne

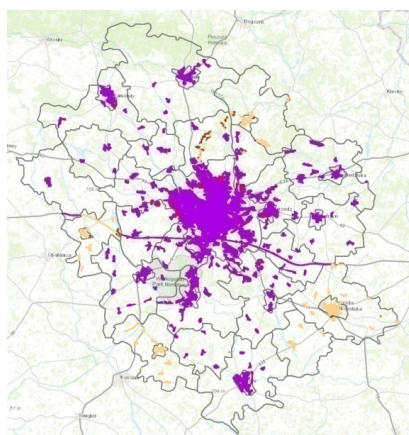
Fig. 47. Łódź – spatial processes

Zmiany kategorii zagospodarowania przestrzeni OM Poznania

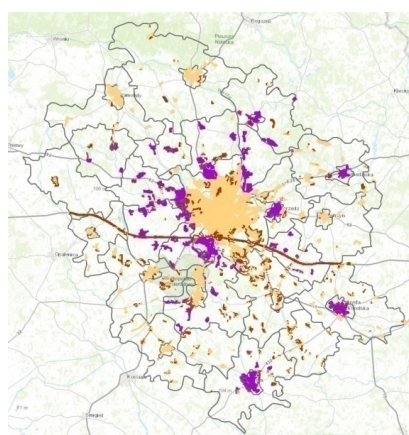
| Kategoria | 1990-2000 | 2000-2006 | 2006-2012 | Legenda |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|---------|
| | km. kw. | | | |
| A Ekspansja | 5,93 | 22,87 | 0,14 | |
| B Restrukturyzacja | 5,20 | 74,27 | 0,15 | |
| C Koncentracja | 353,81 | 107,30 | 255,10 | |
| D Konsolidacja | 42,56 | 274,70 | 143,86 | |

Dominujące zjawisko na OMP w latach 1990-2000 to antropopresja przy jednoczesnym ujednocnianiu użytkowania ziemi, z małymi ogniskami jego zróżnicowania w sąsiedztwie granic administracyjnych miasta Poznania. Niewielkie obszary konsolidacji to strefy dalszych peryferii: Środy Wielkopolskiej, Opalenicy, Czempinia. Na północ od Poznania zaznaczyła się wyraźna strefa restrukturyzacji w gminie Suchy Las (poligon wojskowy w Biedrusku).

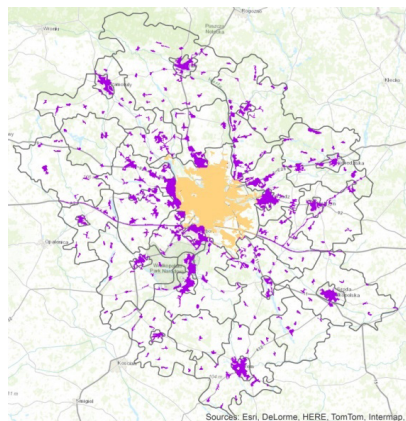
W następnym okresie, 2000-2006, zjawiska związane z antropopresją zmieniły się diametralnie. Miasto Poznań stało się obszarem konsolidacji użytkowania ziemi (spadła antropopresja i zaznaczyły się procesy ujednocniania się użytkowania ziemi) z ogniskami restrukturyzacji przy granicy miasta (różnicowanie się użytkowania ziemi przy spadku antropopresji). Wyraźna restrukturyzacja zaznaczyła się także wzdłuż autostrady A2. Bliższa strefa podmiejska pozostała nadal strefą antropopresji, ale liczba i wielkość ognisk suburbanizacji wyraźnie zmalała. W strefie tej część południowo-wschodnia, związana m.in. z lotniskiem wojskowym Krzesiny, to luka – obszar konsolidacji i restrukturyzacji. Początkowa antropopresja na całym obszarze OMP osłabiła się po zakończeniu kluczowych inwestycji (autostrada A2 i lotnisko w Krzesinach). Pojawił się obraz antropopresji na obszary strefy podmiejskiej Poznania.



1990_2000



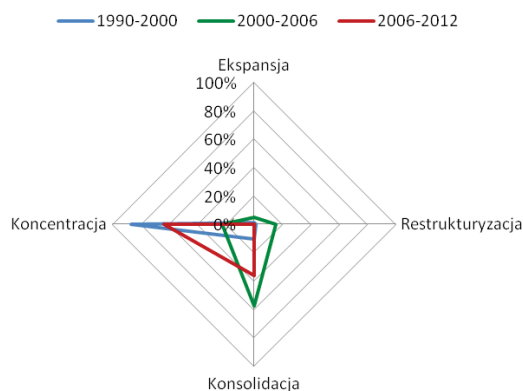
2000-2006



2006-2012

Ryc. 48. Poznań – procesy przestrzenne

Fig. 48. Poznań – spatial processes



Ryc. 49. Zmiany kategorii zagospodarowania przestrzeni OM Poznania

Fig. 49. The changes of spatial development patterns in the PMA

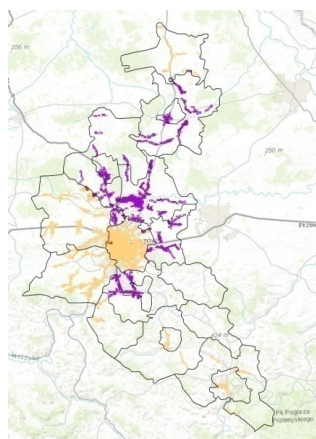
W latach 2006-2012 obserwuje się dominację ujednoczenia użytkowania ziemi, jego konsolidację w mieście, a na obrzeżach OM Poznania antropopresję (głównie kategoria C - koncentracja).

Zmiany kategorii zagospodarowania przestrzeni OM Rzeszowa

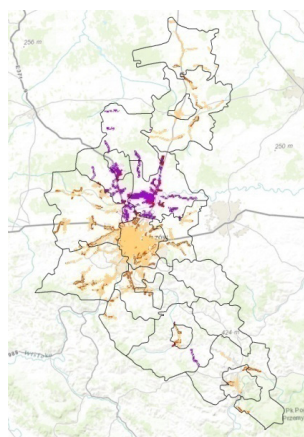
| Kategoria | 1990-2000 | 2000-2006 | 2006-2012 | Legenda |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|---------|
| | km. kw. | | | |
| A Ekspansja | 0,1 | 4,8 | 0,4 | |
| B Restrukturyzacja | 0,8 | 19,2 | 0,2 | |
| C Koncentracja | 53,6 | 24,7 | 135,4 | |
| D Konsolidacja | 88,1 | 93,8 | 69,1 | |

W latach 1990-2000 dominowały dwie kategorie: konsolidacja w centrum RMA, związana z ujednoczaniem się użytkowania ziemi oraz spadkiem antropopresji, a w dalszej strefie peryferyjnej – koncentracja związana z antropopresją i uniformizacją użytkowania ziemi.

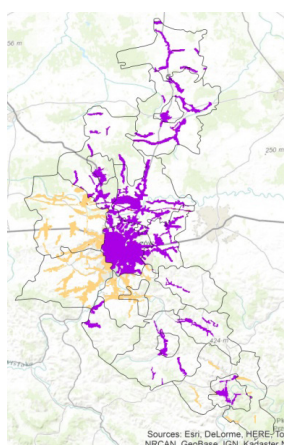
W następnym okresie 2000-2006 obszar konsolidacji użytkowania ziemi powiększył się, a w jego obrębie pojawiły się zjawiska restrukturyzacji. Poziom interakcji przestrzennych spadał lub utrzymywał się na stałym poziomie. Obszar antropopresji utrzymał się jedynie w bliskiej strefie podmiejskiej Rzeszowa, w sąsiedztwie autostrady A4. Tam także pojawiły się ogniska ekspansji urbanizacji. W 2006-2012 dominowała konsolidacja w części zachodniej i pd-zach OM. W centrum i wzdłuż szlaków komunikacyjnych w kierunku pn. i pd-wsch, zaznaczyła się antropopresja.



1990_2000

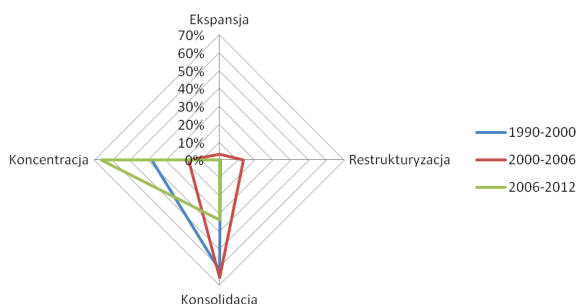


2000-2006






2006-2012

Ryc. 50. Rzeszów – procesy przestrzenne
Fig. 50. Rzeszów – spatial processes



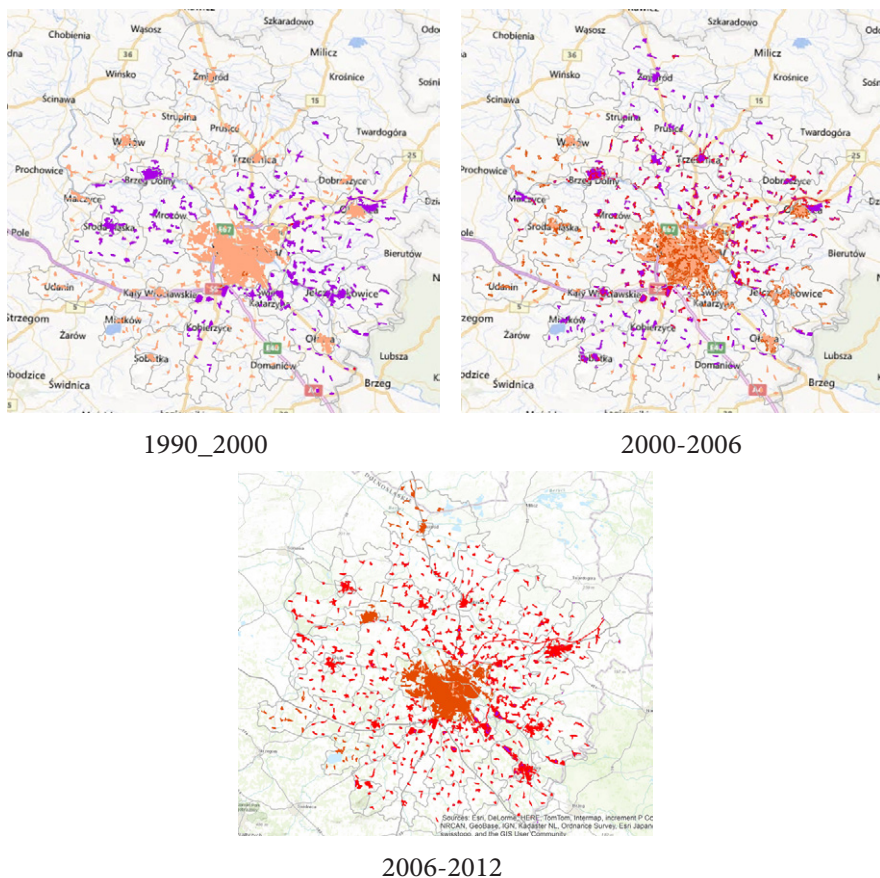
Ryc. 51. Zmiany kategorii zagospodarowania przestrzeni OM Rzeszowa
 Fig. 51. The changes of spatial development patterns in the RMA

Zmiany kategorii zagospodarowania przestrzeni OM Wrocławia

| Kategoria | 1990-2000 | 2000-2006 | 2006-2012 | Legenda |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|---|
| | km. kw. | | | |
| B Restrukturyzacja | 1,3 | 67,0 | 180,5 |  |
| C Koncentracja | 134,4 | 118,8 | 25,6 |  |
| D Konsolidacja | 269,5 | 165,6 | 11,9 |  |

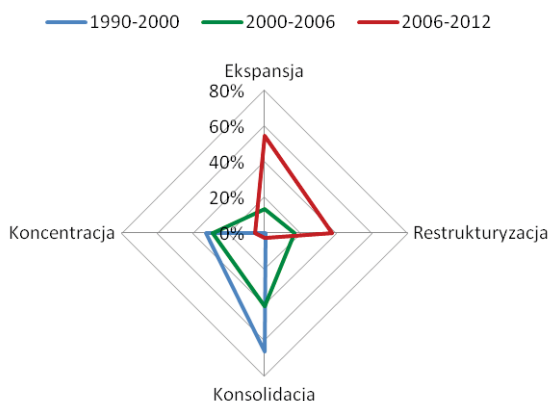
W latach 1990-2000 dominowało zjawisko ujednociania użytkowania ziemi o charakterze rozproszonym, z przewagą spadku interakcji przestrzennych. Centrum OM cechował spadek antropopresji, a użytkowanie ziemi ulegało ujednocnieniu, natomiast koncentracja dotyczyła obszarów peryferyjnych gdzie zaznaczyły się ogniska wzrostu antropopresji wokół większych miast satelitarnych.

W kolejnym badanym okresie dominowała tendencja do zmniejszania się poziomu interakcji przy przewadze różnicowania się użytkowania ziemi. Wzrost antropopresji koncentrował się na obrzeżach OM Wrocławia, w miastach takich jak: Brzeg Dolny, Trzebnica i Sobótka, wzdłuż trasy Sobótka - Wrocław oraz pomiędzy Jelczem i Wrocławiem. Zmniejszanie się poziomu interakcji przestrzennych i równoczesne różnicowanie się użytkowania ziemi następowało miejscowo na całym obszarze, jednak największe zwarte obszary formowały się we Wrocławiu. Ekspansja urbanizacji i jej koncentracja ujawniły się na obszarach peryferyjnych.



Ryc. 52. Wrocław – procesy przestrzenne
Fig. 52. Wrocław – spatial processes

W całym okresie OMWr rozwijał się zgodnie z regułami *urban sprawl*. W pierwszej dekadzie – 1990-2000 antropopresja miała miejsce na terenach strefy podmiejskiej Wrocławia. Centrum: miasto Wrocław i dalsza strefa peryferyjna OMWr były obszarem konsolidacji użytkowania ziemi i spadku lub stagnacji interakcji przestrzennych. Po 2000 roku procesy te zintensyfikowały się: na obszarach strefy podmiejskiej, pojawiły się także ekspansja (wzrost antropopresji), natomiast na terenie Wrocławia i w części dalszej strefy peryferyjnej OMWr ujawniła się restrukturyzacja: przy spadku antropopresji użytkowanie ziemi różnicowało się. Wzrost antropopresji był, prawdopodobnie, wynikiem zarówno przemieszczeń przestrzennych ludności z centrum OMWr, jak i zmian gospodarczych. W latach 2006-2012 zaznaczyła się ekspansja urbanizacji na obszarach peryferyjnych oraz kategoria restrukturyzacji, w tym spadek antropopresji w samym Wrocławiu.



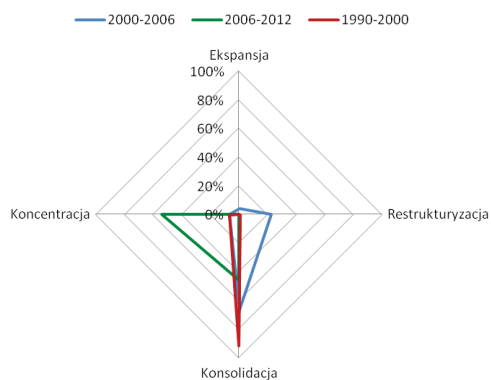
Ryc. 53. Zmiany kategorii zagospodarowania przestrzeni OM Wrocławia
Ryc. 53. The changes of spatial development patterns in the WrMA

Zmiany kategorii zagospodarowania przestrzeni OM Szczecina

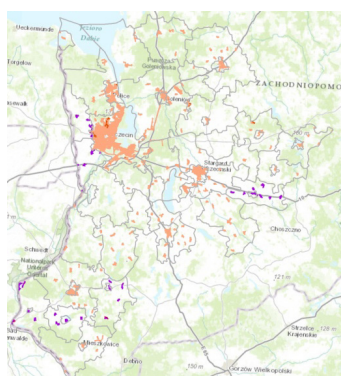
| Kategoria | 1990-2000 | 2000-2006 | 2006-2012 | Legenda |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|---------|
| | km. kw. | | | |
| B Restrukturyzacja | 2,79 | 61,58 | 0,36 | |
| C Koncentracja | 17,52 | 18,77 | 184,04 | |
| D Konsolidacja | 240,74 | 182,49 | 156,84 | |

W latach 1990-2000 dominowały rozproszone zjawiska ujednolicania użytkowania ziemi, zarówno przy wzroście jak i spadku poziomu interakcji przestrzennych, jednak z przewagą tego ostatniego. Centrum OM charakteryzował spadek antropopresji przy ujednolicaniu użytkowania ziemi (kategoria konsolidacji), natomiast koncentracja dotyczyła obszarów peryferyjnych, gdzie zaznaczyły się ogniska antropopresji na zachód od Szczecina, w części wschodniej aglomeracji (Suchań) i na południu, przy granicy z Niemcami (Moryń, Chojna). Niewielkie ogniska restrukturyzacji pojawiły się w północnej części Szczecina.

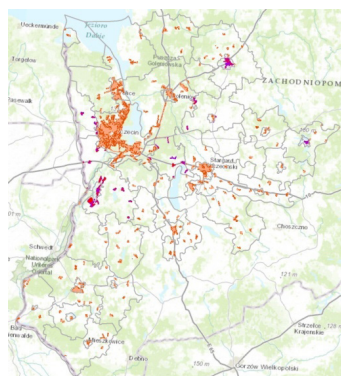
Po 2000 roku nadal dominowały zmiany typu konsolidacji, jednak w jej obrębie pojawiły się obszary restrukturyzacji. Na obszarach koncentracji, które znacznie się powiększyły, pojawiały się również procesy ekspansji urbanizacji. W centrum OMS następował spadek interakcji przestrzennych i uniformizacja użytkowania ziemi, ale pojawiły się też liczne ogniska restrukturyzacji i różnicowania się użytkowania ziemi, natomiast koncentracja dotyczyła wewnętrznej strefy peryferyjnej OMS, w której zaznaczył się wzrost antropopresji towarzyszący suburbanizacji (płd.-zach. od Szczecina). Drugi podobny obszar to bardziej odległa strefa peryferyjna na wschód od Szczecina.



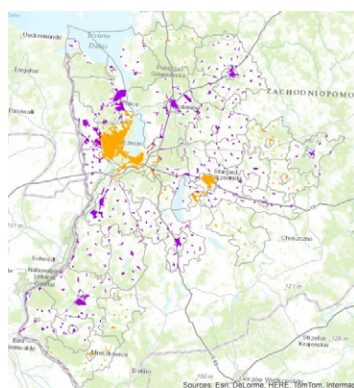
Ryc. 54. Zmiany kategorii zagospodarowania przestrzeni OM Szczecina
 Fig. 54. The changes of spatial development patterns in the SMA



1990_2000



2000-2006



2006-2012

Ryc. 55. Szczecin – procesy przestrzenne
 Fig. 55. Szczecin – spatial processes

W latach 2006-2012 zauważono wzmożoną antropopresję, która zaznaczyła się przede wszystkim w bliższej, zachodniej strefie peryferyjnej OMS. We wcześniejszych latach (2000-2006) ujawnił się jedynie proces rozlewania się zabudowy miejskiej (*urban sprawl*) na bliższą strefę podmiejską, przy różnokierunkowych zmianach użytkowania ziemi (zarówno uniformizację jak i różnicowanie się). W samym Szczecinie zaznaczyły się procesy różnicowania się użytkowania ziemi, jakkolwiek postępował spadek interakcji przestrzennych. W okresie 2006-2012 dominowały zjawiska antropopresji na obrzeżach OM, natomiast w centrum oraz innych miastach - konsolidacja użytkowania ziemi.

Wnioski

Istotny przy interpretacji wyników wniosków dotyczy występowania zasadniczych różnic pod względem udziału wyróżnionych kategorii zagospodarowania przestrzeni, stwierdzonego na podstawie analizy powierzchni antropogenicznych, a wyznaczonego w badaniu przeprowadzonym w skali gmin. W tym pierwszym zaznacza się relatywnie niski udział powierzchni zaliczanych do kategorii A, jak również kategorii B. Jest to związane głównie z faktem, że zjawiska suburbanizacji w swoich wczesnych fazach wkraczają na obszary objęte typami użytkowania ziemi nieobjętymi w tym przypadku analizą.

Kategoria określona mianem ekspansji urbanizacji, charakteryzująca się różnicowaniem struktury użytkowania ziemi przy towarzyszącym wzroście antropopresji, pojawia się w strefie podmiejskiej, natomiast restrukturyzacja i różnicowanie struktury przy spadku nasilenia interakcji przestrzennych występuje najczęściej w granicach głównych ośrodków miejskich, jak również większych miast satelitarnych poszczególnych obszarów metropolitalnych.

Drugi, zasadniczy wniosek dotyczy sukcesji przemian odpowiadających określonym kategoriom zagospodarowania przestrzeni. Jest ona trudna do odczytania na podstawie przedstawionych wyników. Podstawową przyczyną jest dwustronny charakter zależności między zmianami dotyczącymi rozmieszczenia i przepływów ludności oraz funkcji gospodarczych a przemianami struktury użytkowania ziemi.

Na badanych obszarach metropolitalnych proces sukcesji zagospodarowania przestrzeni jest współkształtowany przez zmienność intensywności analizowanych zjawisk, w tym związanych ze zmianami koniunktury gospodarczej oraz zakresu inwestycji infrastrukturalnych. Jego zróżnicowany przebieg jest także związany z cechami poszczególnych obszarów metropolitalnych, w tym ich wielkością i pełnionymi funkcjami oraz ogólną dynamiką.

To zagadnienie powinno stanowić przedmiot pogłębionych badań przeprowadzonych na wybranych obszarach, w strefach które podlegają szczególnie dynamicznym zmianom.

9. PODSUMOWANIE

W ramach studium badano współzależność poziomu i zmienności interakcji przestrzennych oraz zmian użytkowania ziemi na obszarach metropolitalnych Polski, wykorzystując w tym celu wariant modelu potencjału oraz miary entropii. Opracowano algorytm postępowania, który został zastosowany zarówno w skali przeglądowej (poziom krajowy i regionalny), jak i w skali szczegółowej (obszar antropogeniczny). Wybór obszarów metropolitalnych, jako obiektów analizy, był podyktowany ich znaczeniem w przestrzennej strukturze społeczeństwa i gospodarki kraju, jak również wysoką dynamiką oddziaływań przestrzennych występujących na tych obszarach. Przeprowadzona analiza pozwoliła na określenie wariantów wzajemnych relacji poziomu interakcji przestrzennych oraz zmian struktury użytkowania ziemi, które ujęto w postaci czterech, odnoszących się do procesów urbanizacji, kategorii zmian zagospodarowania przestrzeni, mianowicie: A Ekspansji (*Urban Expansion*), B Restrukturyzacji (*Urban Conservation*), C Koncentracji (*Urban Containment*) oraz D Konsolidacji (*Urban Stability*). Przy założeniu, że zachowanie układów użytkowania ziemi podlega procesom sukcesji, a głównym czynnikiem tych zmian są powtarzające się interakcje w przestrzeni, mogą być one ujmowane jako uniwersalne kategorie zagospodarowania przestrzeni.

W tym zakresie rozwinięto wyniki uzyskane wcześniej w międzynarodowym projekcie badawczym PRULEL, w którym autorzy pracy brali udział tworząc zespół partnera projektu. Zweryfikowano hipotezę badawczą, zgodnie z którą w występującej współcześnie w Polsce, wczesnej fazie metropolizacji przestrzeni przeważa dodatnia zależność między wzrostem intensywności interakcji w przestrzeni a różnicowaniem się struktury użytkowania ziemi.

Określono rodzaje efektów zewnętrznych charakterystycznych dla wyróżnionych kategorii zmian zagospodarowania przestrzeni, a ich występowanie zilustrowano na wybranych przykładach. W szczególności, wyznaczono schematy przestrzennej struktury użytkowania ziemi na obszarach metropolitalnych, określonych w formie typowych układów sąsiedztwa. Wskazano na potrzebę podjęcia pogłębionych badań w skali szczegółowej nad procesem sukcesji form użytkowania ziemi na obszarach metropolitalnych Polski, przy uwzględnieniu czynników oddziałujących na zróżnicowanie przebiegu tego procesu w przestrzeni.

LITERATURA

- Alonso W., 1964, *Location and land use. Toward a general theory of land rent*, Cambridge University Press, Cambridge, Mass.
- Alonso W., 1960, *A theory of the urban land market*, Papers and Proceedings of the Regional Science Association, 5, s. 144-157.
- Batty M., 2005, *Cities and complexity: understanding cities with cellular automata, agent-based models and fractals*, Cambridge: The MIT Press.
- Batty M., 2008, *Fifty years of urban modelling: micro-statics to micro-dynamics*, [w:] S. Albeverio, D. Andrey, P. Giordano, A. Vancheri (eds.), *The dynamics of complex urban systems. An interdisciplinary approach*, Physica-Verlag, Heidelberg, New York, s. 1-20.
- Beim M., 2007, *Modelowanie procesu suburbanizacji w aglomeracji poznańskiej z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych i automatów komórkowych*, rozprawa doktorska, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Instytut Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej, Poznań.
- Berg van den L., Drewett R., Klaassen L., Rossi A., Ijverberg C.H.T., 1982, *Urban Europe: a study in growth and decline*, Pergamon Press, Oxford.
- Biłozor A., 2003, *Zastosowanie logiki rozmytej do delimitacji strefy przejściowej miasta i wsi*, [w:] H. Rogacki, *Problemy interpretacji wyników metod badawczych stosowanych w geografii społeczno-ekonomicznej i gospodarce przestrzennej*, Poznań: Bogucki Wydawnictwo Naukowe, s. 215-223.
- Blumenfeld H., 1954, *The tidal wave of metropolitan expansion*, Journal of the American Institute of Planners, 20, s. 3-18.
- Bourne L.S., *On the complexity of urban land use change: Or, what theoretical models leave in the dust*, Papers of the Regional Science Association, 41, s. 75-100.
- Ciołkosz A., Bielecka E., 2005, *Pokrycie terenu w Polsce. Bazy danych CORINE Land Cover*, Biblioteka Monitoringu Środowiska. ed., Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Chapin F.S., Weiss S.F., 1968, *A probabilistic model for urban growth*, Transportation Research, 2, s. 375-390.
- Czyż T., 2000, *Conceptions of an urban agglomeration and a metropolitan area in Poland*, Geographia Polonica, 84, 2, s. 5-17.
- Dziewoński K., Gawryszewski A. i in., 1977, *Rozmieszczenie i migracje ludności a system osadniczy Polski Ludowej*, Parce Geograficzne nr 117, IGiPZ PAN, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław, s. 11-38.
- Dziewoński K., 1990, *Koncepcje i metody badawcze z dziedziny osadnictwa*, Prace Geograficzne, Nr 154, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Einstein A., 1949, *Autobiographical notes*, [w:] Schlipp P.A., *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, Open Court Publishing, Evanston, s. 1-96.
- ESPON, 2004, *The role, specific situation and potentials of urban areas as nodes in a polycentric development. ESPON Project 1.1.1. Final Report*, European Communities, Luxembourg.
- Fotheringham A.S., Brundson C., Charlton M., 2000, *Quantitative Geography. Perspectives on Spatial Data Analysis*, London, Sage Publications.
- Fulong W., 1999, *GIS-based simulation as an exploratory analysis for space-time processes*, Journal of Geographical Systems, vol.1., s. 199-218
- Furtado B. A., 2009, *Modeling social heterogeneity, neighborhoods and local influences on urban real estate prices*, Netherlands Geographical Studies, 385.
- Geertman S., Hagoort M., Ottens H., 2007, *Spatial-temporal specific neighbourho-*

- od rules for cellular automata land-use modelling*, International Journal of Geographical Information Science, 21/5, s. 547–568; Taylor & Francis, s. 549–552, 554, 559.
- Gutry-Korycka M. (red.), 2005, *Urban sprawl. Warsaw agglomeration case study*, Warsaw University Press, Warsaw.
- Hagoort M., Geetman S., Ottens H., 2008, Spatial externalities, neighbourhood rules and land-use modelling, *Ann Reg Sci*, 42, s. 39–56; Springer. s. 40–45.
- Hagoort M. J., 2006, *The Neighbourhood Rules. Land use interactions, urban dynamics & cellular automata*, Netherlands Geographical Studies, 3/34, Utrecht.
- Hallin-Pihlatie L., 2009, *Exploring Neighbourhood Interaction with Desktop GIS*, 12th AGILE International Conference on Geographic Information Science, Leibniz Universität Hannover, Germany.
- Jałowicki B., 1999, *Metropolie*, Wyższa Szkoła Finansów i Zarządzania w Białymstoku, Białystok.
- Johansson B., 1986, *Spatial dynamics and metropolitan change*, Regional Science and Urban Economics, 16, s. 1–6.
- Kaczmarek T., Bul P., 2014, *Statystyka obszarów metropolitalnych – stan i potrzeby*, Biuletyn KPZK PAN, 255, s. 118–143, Warszawa.
- Knox P.L., Taylor P.J. (red.), 1995, *World cities in a world system*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Komornicki T., Wiśniewski R., Baranowski J., Błażejczyk K., Degórski M., Goliszek S., Rosik P., Solon J., Stępnia M., Zawiska I., 2015, *Wpływ wybranych korytarzy drogowych na środowisko przyrodnicze i rozwój społeczno-ekonomiczny obszarów przyległych*, Prace Geograficzne 249, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Korcelli P., 1974, *Teoria rozwoju struktury przestrzennej miast*, Studia KPZK PAN, 95, Warszawa.
- Korcelli P., 2007, *Podstawowe węzły układu osadniczego Polski na tle europejskiego systemu osadniczego (aglomeracje – metropolie)*, Biuletyn KPZK PAN, 233, s. 87–113, Warszawa.
- Korcelli P., 2011, *Obszary metropolitalne a funkcjonalne obszary miejskie*, [w:] S. Kaczmarek (red.), *Miasto*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, s. 43–50.
- Korcelli P., Grochowski M., Kozubek E., Korcelli-Olejniczak E., Werner P., 2012, *Development of urban-rural regions: from European to local perspective*, Monografie, t. 14, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Korcelli-Olejniczak E., 2012, *Region metropolitalny – pojęcie, struktura przestrzenna, dynamika*, Prace Geograficzne Nr 235, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Kozubek E. B., 2002, *Zmiany użytkowania ziemi w regionie tarnobrzesckim pod wpływem uprzemysłowienia w latach 1937–1992 w świetle interpretacji map obrazów satelitarnych*, Warszawa, Dokumentacja nr 25 IGiPZ PAN, 89 ss.
- Kozubek E., Werner P., 2009, *Simulation of the Changes of Land Use in Poland Using Cellular Automata and Map Algebra*, Conference Poster, 24th International Cartographic Conference (CD), ICC2009, The World's Geo-Spatial Solutions, 15th–21st Nov., 2009, Geospatial Analysis, Santiago, Chile.
- Kozubek E., Werner P., 2011, *Metoda badania i prognozowania zmian użytkowania ziemi z zastosowaniem algebry map i automatów komórkowych*, Sprawozdanie merytoryczne z realizacji projektu badawczego nr 1403/13/T02/2008/35, Warszawa.
- KPZK, 2011, *Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030*, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa.

- Leszczycki S., Eberhardt P., Heřman S., 1971, *Aglomeracje miejsko-przemysłowe w Polsce, 1966-2000*, Biuletyn KPZK PAN, 67, Warszawa.
- Liszewski S., 2010, *Kształtowanie miejskiej sieci osadniczej regionu metropolitalnego. Przykład metropolii Łódzkiej*, [w:] S. Ciok, P. Migoń (red.), *Przekształcenia struktur Regionalnych. Aspekty społeczne, ekonomiczne i przyrodnicze*, Uniwersytet Wrocławski, Wrocław, s. 47-69.
- Longley P.A., Goodchild M.L., Maguire D.J., Rhind D.W., 2006, *GIS. Teoria i praktyka*, Warszawa, PWN.
- Mantey D., 2013, *Pułapka suburbanizacji, czyli o planach migracyjnych młodych piaszczan*, *Przegląd Geograficzny*, t. 85, z. 2, s. 271-288.
- Markowski T. (red.), 2005, *Planowanie i zarządzanie w obszarach metropolitalnych*, Biuletyn KPZK PAN, z. 221, Warszawa.
- Markowski T., Marszał T., 2006, *Metropolie, obszary metropolitalne, metropolizacja. Problemy i pojęcia podstawowe*, KPZK PAN, Warszawa.
- Markowski T., 2011, *Funkcjonowanie gospodarki przestrzennej – założenia budowy zintegrowanego modelu planowania i zarządzania rozwojem*, [w:] *System planowania przestrzennego i jego rola w strategicznym zarządzaniu rozwojem kraju*, *Studia KPZK PAN*, t. 134, 25-44.
- Mishan E. J., 1969, *Welfare economics: Ten introductory essays*, New York.
- Nilsson K., Pauleit S., Bell S., Aalbers S., Nielsen T.S., 2013, *Peri-urban futures: scenarios and models for land use change in Europe*, Springer, Heidelberg, New York.
- Parysek J., 2005, *Miasta polskie na przełomie XX i XXI wieku. Rozwój i przekształcenia strukturalne*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- Portugali J., 2008, *A structural-cognitive approach to urban simulation models*, [w:] S. Albeverio, D. Andrey, P. Giordano, A. Vancheri (eds.), *The dynamics of complex urban systems. An interdisciplinary approach*, Physica-Verlag, Heidelberg, New York, s. 357-372.
- Ravetz J., Fertner Ch., Nielsen T.S., 2013, *The dynamics of peri-urbanization*, [w:] K. Nilsson, S. Pauleit, S. Bell, C. Aalbers, T. S. Nielsen, *Peri-urban futures: scenarios and models for land use change in Europe*, Springer Verlag, Heidelberg, New York, Dordrecht, London.
- Ratajczak W., 1999, *Modelowanie sieci transportowych*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań.
- Simon H. A., 1962, *The architecture of complexity: Hierarchic Systems*, *Proceedings of the American Philosophical Society*, vol. 106, s. 467-482
- Smętkowski M., Jałowicki B., Gorzelak G., 2009, *Obszary metropolitalne w Polsce – diagnoza i rekomendacje*, *Studia Regionalne i Lokalne*, 1/35, s. 52-73.
- Takeyma M., Couclelis H., 1997, *Map dynamics integrating cellular automata and GIS through Geo-Algebra*, *Int. J. Geographical Information Science*, 11 (1), s. 73-91.
- Snickars E., 1985, *Beyond comparative analyses of metropolitan dynamics*, *Scandinavian Housing and Planning Research*, vol. 2, 3-4.
- Stanilov K., 2003, *Accessibility and land use: the case of suburban Seattle, 1960-1990*, *Regional Studies*, 37/8, s. 783-794.
- Śleszyński P., 2013, *Delimitacja Miejskich Obszarów Funkcjonalnych stolic województw*, *Przegląd Geograficzny*, 85/2, s. 173-197.
- Tobler W. R., 1979, *Cellular Geography*, [w:] S. Gale, G. Olsson, *Philosophy in Geography*, Dordrecht, The Netherlands, Reidel, s. 379-386.
- Wegener M., 1995, *Current and Future Land Use Models. Travel Model Improvement Program Land Use Model*, Dallas, TX.: U.S. Department of Transportation.

- Werner P., Korcelli P., Kozubek E., 2013a, *Population potential as a modulator of land use changes in Poland's metropolitan areas*, *QuestionesGeographicae*, 33/2, s. 37-50.
- Werner P., Korcelli P., Kozubek E., 2013b, *Population Potential vs. Entropy of Land Use Changes of Metropolitan Areas in Poland*, IGU Regional Conference, 4-9 August, 2013, Kyoto.
- Werner P., 2005, *Symulacja zmian zasięgu obszaru zurbanizowanego aglomeracji Warszawy. Eksperyment zastosowania automatów komórkowych*, [w:] T. Czyż, H. Rogacki, *Współczesne problemy i koncepcje teoretyczne badań przestrzenno-konomicznych*, Warszawa: Biuletyn KPZK PAN, 219, s. 212-219.
- Whitehand J.W., 1967, *Fringe Belt: a neglected aspect of urban geography*, Transactions, Institute .

Automaty komórkowe jako narzędzie badań
przestrzennych zmian typów użytkowania ziemi
(Opracowano na podstawie projektu badawczego nr 1403/13/T02/2008/35)

Zmiany użytkowania ziemi można traktować jako złożony i częściowo losowy proces. Kompleksowość oddziaływań powoduje, że stosowanie konwencjonalnych modeli dedukcyjnych charakteryzujących się pewnymi ograniczeniami, zwłaszcza w przypadku złożonych zjawisk czasowo-przestrzennych może nie skutkować rozwiązaniem problemu (Fulong, 1999). Szeroko wykorzystuje się do badań czasowo-przestrzennych modele probabilistyczne, które są oparte na koncepcji losowego rozwoju rzeczywistości, z zastosowaniem pojęć: zdarzenie, prawdopodobieństwo, zmienna losowa, empiryczny rozkład prawdopodobieństwa (Ratajczak, 1999). W przypadku analizy kartograficznej (kartograficznej metody badań w geografii) jednym z celów jest zrozumienie zjawisk pośrednio, poprzez analizę rozmieszczenia (wzorów przestrzennych), z których można wnioskować o procesach czasowo-przestrzennych (Fotheringham, Brundson, Charlton 2000; Wolfram 2002). Rozpatrując mechanizmy złożoności i losowości zjawisk wyróżnia się trzy kategorie tych mechanizmów:

- spowodowane czynnikami zewnętrznymi (z otoczenia – ujmowane przez modele stochastyczne),
- wynikające z początkowych warunków (opisywane przez teorię chaosu) oraz uznane przez Wolframa za najczęściej występującą sytuację,
- losowość i złożoność jest częścią reguł określonego systemu, które można ująć w postaci prostych algorytmów.

Ostatnie podejście ściśle wiąże się z wykorzystaniem automatów komórkowych do badań zmian użytkowania ziemi. Automat komórkowy to narzędzie do przetwarzania informacji, którego moc obliczeniowa dorównuje maszynie Turinga⁶. Składa się z trzech obiektów matematycznych: sieci komórek, zbioru stanów komórki oraz reguły automatu, które jest faktycznie równaniem ewolucji w czasie. W świetle matematycznej teorii automatów, automat komórkowy to deterministyczna maszyna skończona reprezentowana przez uporządkowaną czwórkę elementów

$$A \equiv (\alpha, S, N, f)$$

gdzie:

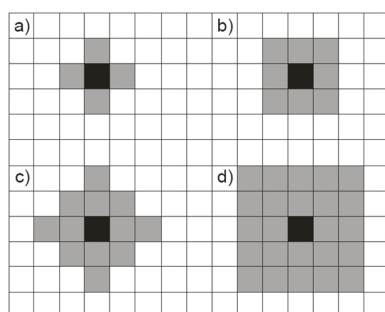
α – regularna, uporządkowana siatka złożona z jednakowych komórek c o budowie zależnej od rozmiaru przestrzeni i od kształtu pojedynczej komórki,
 S – skończony zbiór stanów, jaki może przyjąć komórka c ,

N – skończony zbiór sąsiadów, których stany mają wpływ na funkcję przejść i należą do siatki c ,

f – funkcja przejść definiująca reguły ewolucji automatu w kolejnych krokach oraz dynamikę tych przejść, opisywana jako: $f: S^N \rightarrow S$.

¹ Twórcą teorii automatów komórkowych byli John von Neumann i polski matematyk Stanisław Ulam. Przedstawienie teorii automatów komórkowych oraz teorii złożoności obliczeniowej wykracza poza zakres artykułu. Szersze omówienie przedstawia K. Kułakowski w książce pt: Automaty komórkowe (<http://www.ftj.agh.edu.pl/%7Ekulakowski/AC/>)

W przypadku badania zmian użytkowania ziemi zwykle rozpatruje się anamorficzną płaszczyznę mapy, podzieloną na regularną siatkę pól podstawowych (raster, sieć komórek), na którą nanosi się zasięgi i powierzchnie obszarów różnych typów użytkowania ziemi tak, aby te pola, które obejmują jeden typ miały inną (jednolitą) charakterystykę niż pozostałe, a razem spełniały warunki rozłączności i kompletności, tzn. każdemu polu przypisuje się tylko jedną charakterystykę, a skończony zbiór charakterystyk pokrywa cały obszar siatki. Charakterystyki pól tworzą zbiór stanów komórek. W ten sposób dokonuje się kwantyfikacji przestrzeni, gdyż tworzą ją jednakowe komórki o zróżnicowanej charakterystyce (stanach), będące podstawą do działania modelu dwuwymiarowego automatu komórkowego (w przestrzeni dwuwymiarowej, na płaszczyźnie). Przestrzeń stanów określa skończoną liczbę wartości, jakie mogą przyjąć komórki. Otoczenie w automacie komórkowym definiuje się poprzez liczbę komórek, których stany w czasie t wpływają na stan komórki c w czasie $t+1$. Najczęściej spotykanym sposobem wyznaczania otoczenia jest uwzględnienie w analizie komórek, które występują w założonym promieniu r od komórki c . Zwykle przyjmuje się jeden z dwóch typów otoczenia: von Neumanna i Moore'a, definiowanych odpowiednio poprzez sąsiedztwo krawędzi i sąsiedztwo wierzchołków. Pełna klasyfikacja typów otoczenia nie została jeszcze dokonana (Beim, 2007).



Ryc. 6. Typy otoczenia dwuwymiarowych, dwustanowych automatów komórkowych (Beim, 2007): a) von Neumanna, b) Moore'a, c) von Neumanna-Moore'a, d) rozszerzone Moore'a

Ryc. 6. Typy otoczenia dwuwymiarowych, dwustanowych automatów komórkowych (Beim, 2007): a) von Neumanna, b) Moore'a, c) von Neumanna-Moore'a, d) rozszerzone Moore'a

Funkcja przejścia definiuje transformację automatu: stan każdej komórki w centrum zmienia się w każdym kroku, w czasie $t+1$, w zależności od jej stanu początkowego oraz stanu początkowego komórek w otoczeniu, w czasie t . Funkcje przejść opisuje się algorytmicznie, tabelarycznie lub ustalając zbiór reguł. Istotne znaczenie ma także określenie warunków brzegowych, tzn. – gdy otoczenie aktualizowanej komórki wykracza poza siatkę α . Stosuje się różne rozwiązania: zachowując cykliczność sąsiedztwa (warunki periodyczne, przenikające; Beim 2007) i przyjmując, że siatka jest ciągła, a komórki otoczenia z jednej strony siatki dopełnia sąsiedztwo po jej przeciwległej stronie lub przyjmując stałe wartości komórek sąsiedztwa wykraczających poza siatkę. Określenie warunków brzegowych wymagane jest przed rozpoczęciem eksperymentu (symulacji). W przypadku badania zmian użytkowania ziemi

warunki początkowe stanów komórek w czasie t_0 są określone przez istniejące pokrycie terenu.

Konstrukcja wskaźnika sąsiedztwa

Punktem wyjścia do konstrukcji wskaźnika sąsiedztwa było zdefiniowanie otoczenia tj. liczby sąsiadujących pól z polem badanym (w centrum), z których każde posiada własną charakterystykę użytkowania ziemi. W konstrukcji wskaźnika uwzględniono osiem pól sąsiadujących z centralnie położoną komórką – analogicznie do otoczenia Moore'a dla automatów komórkowych (sąsiedztwo 3×3 pola rastra). Każde pole w otoczeniu Moore'a zidentyfikowano określając deskryptorem kierunek świata oraz dodatkowo znakiem © komórkę położoną w centrum i ponumerowano od 0 do 8 (rys. 1 i 1a).

| | | |
|----|---|----|
| NW | N | NE |
| W | © | E |
| SW | S | SE |

Rys. 1. Identyfikacja pól rastra

| | | |
|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 |
| 3 | 4 | 5 |
| 6 | 7 | 8 |

Ryc. 1a. Numeracja pól rastra

Każda komórka przyjmuje jedną wartość – określoną przez liczbę naturalną – ze zbioru $\{0, 1, \dots, n\}$ i są to kolejne numery odpowiadające wzajemnie jednoznacznie klasom użytkowania ziemi w skali nominalnej.

Algorytm obliczania wskaźnika sąsiedztwa wykorzystuje wzór:

$$NBC_c = \sum_{i=0}^8 k_i * n^i, \text{ gdzie } k \in \{0, 1, \dots, n\}$$

gdzie:

i – numer kolejny komórki w otoczeniu Moore'a,

k – liczba, numer odpowiadający klasie użytkowania ziemi,

n – ogólna liczba wszystkich klas użytkowania ziemi,

Operacjonalizacja obliczania wskaźnika sąsiedztwa NBC_©

Algorytm obliczania wskaźnika sąsiedztwa jest analogiczny do operacji filtrowania obrazów rastrowych. Operacjonalizacji algorytmu dokonano tak, aby można było go zastosować dla dowolnej liczby klas użytkowania ziemi i dowolnie dobranego sąsiedztwa.

Ponadto rozważono warunki brzegowe, tzn. sytuację związaną z polami rastra w pierwszym i ostatnim wierszu i kolumnie, które nie mają pełnego sąsiedztwa Moore'a. W tym celu skonstruowano filtr. Operacja filtrowania polega na zamianie każdego pola rastra na nową wartość przez zastosowanie uprzednio zdefiniowanej funkcji operującej na każdym polu w powiązaniu z jego otoczeniem (sąsiadującymi polami). Filtr operuje z reguły w oknie 3×3 pola; może także być 5×5 lub więcej, muszą to być liczby nieparzyste, ale okna nie muszą być kwadratowe np. 5×1 .

Filtry, stanowiące podstawę obliczania wskaźników sąsiedztwa, można skonstruować dla dowolnej liczby badanych klas użytkowania ziemi i dla dowolnego okna otoczenia, uwzględniającego w/w ograniczenia. Należy tylko wziąć pod uwagę fakt, że wynikiem sumowania mogą być bardzo duże liczby, przekraczające nawet możliwości obliczeniowe serwerów i wymagające mocy superkomputerów. Istotą metody jest zachowanie numeracji pól w otoczeniu, konsekwentne stosowanie w całej procedurze jednakowej kolejności i numeracji pól rastra. Konstrukcję filtra w otoczeniu Moore'a wyjaśnia algorytm: są to kolejne potęgi nominalnej liczby badanych klas użytkowania ziemi, gdzie wykładnikiem potęgi jest kolejny numer pola rastra w danym otoczeniu (indeksy dolne we wzorze poniżej pozwalają zidentyfikować kolejność numerowania komórek i nie pełnią żadnej roli w obliczeniach):

$$n_{NW}^0 + n_N^1 + n_{NE}^2 + n_W^3 + n_{(c)}^4 + n_E^5 + n_{SW}^6 + n_S^7 + n_{SE}^8$$

Równocześnie skonstruowano skalę nominalną złożoną z ponumerowanych i opisanych klas użytkowania ziemi:

Zastosowanie tak skonstruowanego filtra polega na mnożeniu wartości klas pól na mapie rastrowej użytkowania ziemi przez maskę filtra (3x3). Macierz wartości filtra jest mnożona przez 9 wartości pól w kolejnych otoczeniach Moore'a (3x3), następnie wyniki są sumowane, a końcowa wartość jest przypisana polu w centrum. W ten sposób uzyskano mapę wskaźników sąsiedztwa użytkowania ziemi, która może być poddana dalszej analizie statystycznej i wizualizacji kartograficznej w taki sam sposób, jak tradycyjna mapa użytkowania ziemi.

LAND USE CHANGE AND SPATIAL INTERACTIONS IN POLAND'S METROPOLITAN AREAS

Summary

The study aims at the measurement and evaluation of interdependence between spatial interactions and land use change. Among the research objectives is the identification of some external effects that stem from this relationship. Land use, formally defined as spatial distribution of individual forms of land cover patches, utilized or not utilized by humans, is also identified with socio-economic description of the land surface. The analysis focuses on population development as a factor of land use change.

Among the metropolitan areas included in the study (12 in total), those of Warsaw, Katowice (the Upper Silesian Conurbation), Cracow, Łódź, Gdańsk-Gdynia, Wrocław, Poznań, Budgoszcz-Toruń, Szczecin and Lublin, were selected according to the list presented in Poland's Spatial Development Concept till 2030. This set was enlarged for the purpose of the present study, by adding the functional areas of Rzeszów and Białystok which are considered as potential, or prospective metropolitan areas in numerous, both research and policy – related studies.

The boundaries of the metropolitan areas were delineated so as to encompass those local administrative units of the NUTS-5 level (*gmina*, i.e. municipalities) that are contained within the commuting sheds that surround the main cities – the metropolitan centres. Their delineation is therefore consistent with the Urban Audit framework. At the national level, the twelve metropolitan areas represent the main foci for high-order specialized functions, including those in the sphere of science, culture, education, as well as advanced professional services. Over the last two decades, these areas have experienced intense, both functional and physical transformation. They attract capital and in-migration flows, and are a scene of active suburbanization and peri-urbanization processes. These involve the extension of built-up areas and the formation of multi-functional urban-rural spaces. In this process, they also bring about serious consequences to the quality and sustaining capacity of the natural environment.

The intensity of spatial interactions which represents a proxy indicator of the demand for space by residents and economic activities, is measured by applying the population potential model. Changes in land use, in turn, are evaluated by calculating values of the entropy quotient for selected points in time. The analysis which was carried out at the municipalities level, covers three consecutive time periods of: 1990 – 2000, 2000 – 2006 and 2006 – 2010, i.e. those for which the Corine Land Cover database is available.

The analytical tools applied, in addition to spatial interaction and entropy models, involved GIS software, dedicated (the authors' applications) software for cellular automata, as well as map algebra. It was possible to define and to identify possible location of some externalities that arise out of spatial and temporal relations between the changing intensity of spatial interactions and the observed land use changes. These relations were generalized in the form of a typological scheme that accounts for specific, dynamic categories of space organization. They represent the evolving development patterns, as observed in the case of the metropolitan areas under study. The categories in question are defined as follows: (a) Urban Expansion; (b) Urban Conservation; (c) Urban Containment, and (d) Urban Stability. The analysis was supplemented by mapping neighbourhood patterns of land use, and identifying their typical configurations for individual areas and for selected points in time.

Adresy autorów:

Piotr Korcelli

*Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego
Polska Akademia Nauk*

Elżbieta Kozubek

Mazowieckie Biuro Planowania Regionalnego w Warszawie

Piotr Werner

*Wydział Geografii i Studiów Regionalnych
Uniwersytet Warszawski*

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN im. Stanisława Leszczyckiego wydaje następujące publikacje seryjne:

Geographia Polonica,
Przegląd Geograficzny,
Europa XXI,
Prace Geograficzne,
Studia Obszarów Wiejskich,
Atlas Warszawy

oraz *Dokumentacja Geograficzna, Geopolitical Studies, Bibliografia Geografii Polskiej, Atlas Rzeczypospolitej Polskiej (1993–1997)* i *Centralny Katalog Zbiorów Kartograficznych w Polsce (1961–2000)*.

MONOGRAFIE

1. Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., 1997, *Bioklimatologia człowieka. Metody i ich zastosowanie w badaniach bioklimatu Polski*.
2. Starkel L., 2001, *Historia doliny Wisły od ostatniego zlodowacenia do dziś*.
3. Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., Limanówka D., 2002, *Bioklimat uzdrowisk polskich i możliwości jego wykorzystania w lecznictwie*.
4. Kozłowska-Szczęśna T., Krawczyk B., Kuchcik M., 2004, *Wpływ środowiska atmosferycznego na zdrowie i samopoczucie człowieka*.
5. Gawryszewski A., 2005, *Ludność Polski w XX wieku*.
6. Węclawowicz G., Bański J., Degórski M., Komornicki T., Korcelli P., Sleszyński P., 2006, *Przestrzenne zagospodarowanie Polski na początku XXI wieku*.
7. Taylor Z., 2007, *Rozwój i regres sieci kolejowej w Polsce*.
8. Matuszkiewicz J.M. (red.), 2007, *Geobotaniczne rozpoznanie tendencji rozwojowych zbiorowisk leśnych w wybranych regionach Polski*.
9. Roo-Zielińska E., Solon J., Degórski M., 2007, *Ocena stanu i przekształceń środowiska przyrodniczego na podstawie wskaźników geobotanicznych, krajobrazowych i glebowych*.
10. Gawryszewski A., 2009, *Ludność Warszawy w XX wieku*.
11. Grzeszczak J., 2010, *Gentryfikacja osadnictwa. Charakterystyka, rozwój koncepcji badawczej i przegląd wyjaśnień*.
12. Eberhardt P., 2011, *Political migrations on Polish territories (1939–1950)*.
13. Błażejczyk K., 2011, Kunert A., *Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce*
14. Korcelli P., Grochowski M., Kozubek E., Korcelli-Olejniczak E., Werner P., 2012, *Development of Urban-Rural Regions: from European to Local Perspective*
15. Taylor Z., 2013, Ciechański A., *Bezpośrednie inwestycje zagraniczne w polskim transporcie*

Obszary metropolitalne podlegają w procesie rozwoju wielorakim wewnętrznym przekształceniom. Ich podstawowym wymiarem są przemiany użytkowania ziemi, bezpośrednio powiązane ze zmianami układów rozmieszczenia i przepływów ludności. Współzależność ta jest przedmiotem prezentowanej pracy. Analizą zostały objęte obszary funkcjonalne dwunastu miast (lub ich zespołów), identyfikowanych w studiach i dokumentach planistycznych jako ośrodki metropolitalne w Polsce. Badanie dotyczy trzech następujących po sobie przedziałów czasowych: 1990 – 2000, 2000 – 2006 oraz 2006 – 2010.

Zmiany użytkowania ziemi są wyrażone w pracy w postaci zmienności poziomu ich zróżnicowania, mierzonego w skali poszczególnych gmin, jak również w skali pól podstawowych. Zostały one określone przez wartości wskaźnika entropii. Jako pośrednią miarę zmian układu rozmieszczenia i przepływów ludności przyjęto zmieniające się w czasie wartości potencjału ludnościowego. Odnosząc te relacje do procesu urbanizacji, na podstawie kierunku relacji między obserwowanymi zmianami potencjału a zmianami struktury użytkowania ziemi, wyznaczono obszary o określonych cechach przestrzennego zagospodarowania. Cechy te są określone mianem zjawisk ekspansji, restrukturyzacji, koncentracji i konsolidacji a także w skali pól podstawowych, charakterystyczne – często występujące rodzaje sąsiedztwa poszczególnych kategorii użytkowania ziemi. .