

**Rozpraszanie
i koncentracja zabudowy
na przykładzie aglomeracji
warszawskiej
po 1989 roku**

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

PRACE GEOGRAFICZNE

Nr 273

Paweł Sudra

**Rozpraszanie i koncentracja
zabudowy na przykładzie
aglomeracji warszawskiej
po 1989 roku**

Dispersion and concentration
of built-up areas on the example
of the Warsaw agglomeration
after 1989



Komitet Redakcyjny:
Redaktor naczelny: Piotr Rosik
Sekretarz redakcji: Ewa Jankowska
Członkowie: Dorota Gazicka-Wójtowicz
Tomasz Ryger

Rada Redakcyjna:
Andrzej Affek
Dariusz Brykała
Tomasz Komornicki
Bolesław Domański
Sylwia Dołzbłasz
Radosław Dobrowolski
Mariusz Kistowski
Daniel Michniak
Tadeusz Stryjakiewicz

Recenzja: Robert Szmytkie

Publikacja powstała w ramach realizacji projektu badawczego nr 2014/15/N/HS4/01343, pt. *Procesy rozpraszania zabudowy w aglomeracji warszawskiej po 1989 roku w różnych skalach przestrzennych*, finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.

Projekt graficzny serii: Tomasz Ryger

Adres Redakcji
IGiPZ PAN
ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa
e-mail: prace.geograficzne@twarda.pan.pl
www.igipz.pan.pl/prace-geograficzne.html

© Copyright by Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania
im. Stanisława Leszczyckiego, Polska Akademia Nauk, Warszawa 2020



PL ISSN 0373-6547
ISBN 978-83-61590-05-7

Druk i oprawa: Poligrafia Salezjańska
Bałuckiego 8, 30-318 Kraków

Spis treści

1. Wprowadzenie	9
1.1. Problem badawczy	9
1.2. Cele pracy	11
1.3. Pytania i hipotezy badawcze	16
1.4. Zakres przestrzenny	17
1.5. Metodyka badania	20
1.5.1. Dane źródłowe	20
1.5.2. Metody analizy koncentracji	30
1.5.3. Jednostki odniesienia	31
1.5.4. Zakres czasowy	33
1.5.5. Techniki i narzędzia badawcze	34
2. Metody badań koncentracji przestrzennej osadnictwa	35
2.1. Zagadnienia wstępne i definicje	35
2.1.1. Koncentracja i dekoncentracja przestrzenna	35
2.1.2. Wskaźniki i miary koncentracji osadnictwa	40
2.2. Metody analizy układów punktowych	43
2.2.1. Indeks Giniego	45
2.2.2. Wskaźnik koncentracji przestrzennej „C” Kostrubca	49
2.2.3. Minimalne drzewo rozpinające (najkrótszy dendryt)	51
2.2.4. Metoda najbliższego sąsiada	55
2.2.5. Entropia Shannona	59
2.2.6. Ilorazowy współczynnik gęstości, miary centrograficzne, metody analizy skupień i pozostałe metody	61
2.2.7. Ocena porównawcza wybranych wskaźników	64
2.3. Metryki krajobrazowe jako metoda analizy koncentracji przestrzennej powierzchni osadniczych	66
3. Główne koncepcje teoretyczne i współczesne zjawiska związane z rozwojem strefy podmiejskiej i suburbanizacją	73
4. Stan zagospodarowania i przekształcenia strefy podmiejskiej Warszawy – uwarunkowania i konsekwencje	89
4.1. Suburbanizacja i rozpraszanie zabudowy w aglomeracji warszawskiej – przegląd badań	89
4.2. Uwarunkowania historyczne przemian osadniczych	92
4.3. Demograficzny wymiar suburbanizacji	97
4.4. Ruch inwestycyjny w zakresie budownictwa mieszkaniowego	101
4.5. Przemiany morfologiczne osadnictwa	104
4.6. Dekoncentracja działalności gospodarczej	109
4.7. Infrastruktura transportowa i dojazdy do pracy	113
4.8. Problemy planistyczne, koszty suburbanizacji i chaosu przestrzennego	116
4.9. Wpływ suburbanizacji na środowisko i krajobraz	122
4.10. Podsumowanie	125

5. Analiza koncentracji i rozproszenia zabudowy na podstawie danych topograficznych	127
5.1. Zakres przeprowadzonych analiz	127
5.2. Gęstość zabudowy – ilorazowy współczynnik gęstości	127
5.3. Skumulowana koncentracja zabudowy – indeks Giniego	136
5.4. Rozwinięcie sieci osadniczej – minimalne drzewo rozpinające (najkrótszy dendryt)	143
5.5. Dyspersja przestrzenna zabudowy – metoda najbliższego sąsiada	151
5.6. Typologia układów skoncentrowanej i rozproszonej zabudowy według gmin i dzielnic	156
5.7. Rozszerzenie typologii układów skoncentrowanej i rozproszonej zabudowy z uwzględnieniem wysokości budynków	163
6. Analiza procesów koncentracji i rozpraszania zabudowy na podstawie baz danych o użytkowaniu terenu (1990-2012)	167
6.1. Zakres przeprowadzonych analiz	167
6.2. Procesy urbanizacyjne w latach 1990-2012 – wyniki analizy metryk przestrzennych na podstawie danych o średniej rozdzielczości (<i>CORINE Land Cover</i>)	169
6.2.1 Wyniki analizy dla całego obszaru badania	169
6.2.2. Wyniki analizy w układzie gmin i dzielnic	171
6.2.3 Ocena wyników analiz i wnioski	179
6.3. Procesy urbanizacyjne w latach 2006-2012 – wyniki analizy metryk przestrzennych na podstawie danych o wysokiej rozdzielczości (<i>Urban Atlas</i>)	183
6.3.1 Wyniki analizy dla całego obszaru badania	183
6.3.2 Wyniki analizy w układzie gmin i dzielnic	187
6.3.3. Ocena wyników analiz i wnioski	195
6.4. Przekształcenia form użytkowania ziemi w zakresie terenów zabudowy – uzupełnienie analizy koncentracji przestrzennej	199
6.4.1. Zmiany w okresie 1990-2000 (<i>CORINE Land Cover Change</i>)	200
6.4.2. Zmiany w okresie 2000-2006 (<i>CORINE Land Cover Change</i>)	201
6.4.3. Zmiany w okresie 2006-2012 (<i>CORINE Land Cover Change</i>)	203
6.4.4 Zmiany w okresie 2006-2012 (<i>Urban Atlas Change</i>)	203
6.4.5 Ocena wyników analiz i wnioski	209
7. Podsumowanie i wnioski	211
Summary	223
Literatura	226

Contents

1. Introduction	9
1.1. Research problem	9
1.2. Research objectives	11
1.3. Questions and hypotheses	16
1.4. Spatial scope	17
1.5. Methodology	20
1.5.1. Source data	
1.5.2. Methods of concentration analysis	30
1.5.3. Reference units	31
1.5.4. Time range	33
1.5.5. Research techniques and tools	34
2. Methods of investigation of the spatial concentration of settlement	35
2.1. Introductory issues and definitions	35
2.1.1. Spatial concentration and deconcentration	35
2.1.2. Indicators and measures of settlement concentration	40
2.2. Methods of point pattern analysis	43
2.2.1. Gini index	45
2.2.2. Kostrubiec spatial concentration "C" index	49
2.2.3. Minimum spanning tree (shortest dendrite)	51
2.2.4. Average nearest neighbor method	55
2.2.5. Shannon entropy	59
2.2.6. Ratio of density, centographic measures, methods of cluster analysis and other methods	61
2.2.7. Comparative assessment of selected indicators	64
2.3. Landscape metrics as a method for analysis of the spatial concentration of settlement areas	66
3. Major theoretical concepts and contemporary phenomena related to the development of the suburban areas and suburbanization	73
4. State of development and transformations of the suburban area of Warsaw – conditions and consequences	89
4.1. Suburbanization and urban sprawl in the Warsaw agglomeration – research review	89
4.2. Historical conditions of settlement changes	92
4.3. Demographic dimension of suburbanization	97
4.4. Investment activity in the field of housing construction	101
4.5. Morphological changes in settlement	104
4.6. Deconcentration of economic activities	109
4.7. Transport infrastructure and commuting	113
4.8. Spatial planning issues, costs of suburbanization and spatial chaos	117
4.9. Impact of suburbanization on the environment and landscape	122
4.10. Summary	125

5. Analysis of the concentration and dispersion of buildings on the basis of topographic data	127
5.1. Scope of analyses	127
5.2. Density of buildings – density quotient factor	127
5.3. Cumulative concentration of buildings – Gini index	136
5.4. Development of a settlement network – minimum spanning tree (shortest dendrite)	143
5.5. Spatial dispersion of buildings – average nearest neighbor method	151
5.6. Typology of concentrated and dispersed building patterns according to communes and city districts	156
5.7. Extension of the typology of concentrated and dispersed building patterns, taking into account the height of buildings	163
6. Analysis of the processes of concentration and dispersion of buildings on the basis of land use data (1990-2012)	167
6.1. Scope of analyses	167
6.2. Urbanization processes in 1990-2012 – results of spatial metrics analysis based on medium resolution data (<i>CORINE Land Cover Change</i>)	169
6.2.1 Results of analyses for the entire study area	169
6.2.2. Results of analyses for the communes and city districts	171
6.2.3 Evaluation of the results and conclusions	179
6.3. Urbanization processes in 2006-2012 – results of spatial metrics analysis based on high resolution data (<i>Urban Atlas</i>)	183
6.3.1 Results of analyses for the entire study area	183
6.3.2 Results of analyses for the communes and city districts	187
6.3.3. Evaluation of the results and conclusions	195
6.4. Transformations of land use forms related to the built-up areas – supplementary analysis of the spatial concentration	199
6.4.1. Changes in the period 1990-2000 (<i>CORINE Land Cover Change</i>)	200
6.4.2. Changes in the period 2000-2006 (<i>CORINE Land Cover Change</i>)	201
6.4.3. Changes in the period 2006-2012 (<i>CORINE Land Cover Change</i>)	203
6.4.4 Changes in the period 2006-2012 (<i>Urban Atlas Change</i>)	203
6.4.5 Evaluation of the analysis results and conclusions	209
7. Summary and conclusions	211
Summary	223
Literature	226

„... (w przestrzeni) wszystko jest związane
ze wszystkim innym, przy czym bliższe rzeczy
są bardziej związane niż rzeczy odległe”

Waldo R. Tobler, 1970

1. Wprowadzenie

1.1. Problem badawczy

Przedstawiona monografia¹ porusza zagadnienie **rozpraszania i koncentracji zabudowy wywołanych procesami suburbanizacji na przykładzie aglomeracji warszawskiej**, w tym problemu występowania układów rozproszonej i skupionej zabudowy (w szczególności mieszkaniowej) oraz przeobrażeń układów osadniczych. Badania dotyczyły okresu po 1989 roku, kiedy zapoczątkowana została transformacja ustrojowo-gospodarcza w Polsce. Położono nacisk na określenie przydatności zróżnicowanych metod pomiaru oraz skal analizy dla rozpoznania różnych wymiarów koncentracji przestrzennej.

Procesy suburbanizacji w Polsce, wraz z uruchomieniem rynkowych mechanizmów gospodarki, uległy przyspieszeniu po 1989 roku. Aglomeracje miejskie w naszym kraju ulegały intensywnym przekształceniom, gdyż przestrzeń stała się elementem gry rynkowej i towarem, a istotnym wskaźnikiem wpływającym na waloryzację przestrzeni stały się ceny gruntów. Zjawiska te określane są mianem „skondensowanej ewolucji”, typowej dla krajów postsocjalistycznych (Lorens, 2005; Kajdanek, 2012). Bezpośredni wpływ na kształtowanie polityki przestrzennej oraz przyciąganie inwestorów zyskały samorządy lokalne, które ukształtowały się w wyniku zniesienia systemu rad narodowych i przyjęcia ustawy z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym, nadającej istotną autonomię i uprawnienia temu poziomowi administracji.

Rozprzestrzenianie się zabudowy w strefie podmiejskiej Warszawy następuje w sposób żywiołowy, chaotyczny (Strzelecki i Kucińska, 2006), po części sankcjonowany przez ułomne planowanie przestrzenne. Ekspansja zagospodarowania typu miejskiego na tereny wiejskie, podporządkowana jest czynnikom rynku budowlanego (Solarek, 2013). Suburbanizacja ma tutaj cechy zjawiska *urban sprawl* (Gutry-Korycka, 2005), cechując ją układy rozproszonej zabudowy, o wykorzystaniu terenu niejednorodnym, nieciągłym i o niskiej intensywności. Zabudowa „wykapuje” i „rozpryskuje się” wzdłuż pól i dróg przelotowych, „rozsiewając się” na tereny

¹ Monografia stanowi zmodyfikowaną wersję pracy doktorskiej autora pt. *Studium metodologiczno-empiryczne procesów rozpraszania i koncentracji zabudowy w aglomeracji warszawskiej po 1989 roku* (promotor: prof. dr hab. Przemysław Śleszyński, promotor pomocniczy: dr hab. Marcin Stępniaak).

otwarte (zob. Solarek, 2013; Mantey i Sudra, 2019). Nieuporządkowana struktura osadnicza, liczne izolowane zgrupowania zabudowy niezwiązanej z gospodarką rolną na obszarach wiejskich i widoczne w krajobrazie strefy przejściowe „miasto-wieś” są typowe dla stref peryurbanizacji, identyfikowanych w Europie, ale też w polskich aglomeracjach (Idczak i Mrozik, 2018), w tym warszawskiej (Korcelli i in., 2012). Zjawisko to jest inne od amerykańskiej odmiany *urban sprawl*, która cechuje się bardziej masową skalą oraz większą homogenicznością morfologii osiedli podmiejskich i form architektonicznych.

Skutkiem przemian aglomeracji miejskich w okresie transformacji był upadek starych i pojawienie się nowych czynników segregacji przestrzeni miejskiej oraz krystalizowanie się przestrzeni społecznej osiedli suburbanalnych, jako przejawu suburbanizacji i rosnących aspiracji klasy średniej co do jakości życia i zamieszkania (Zborowski, 2005). W rezultacie kształtowały się nieznane wcześniej w Polsce struktury przestrzenne nowych suburbiów (Mantey i Sudra, 2019), wśród których należy jednak rozróżnić układy przestrzeni społecznej osiedli zorganizowanych, deweloperskich oraz przestrzenie „społeczne”, właściwe dla rozproszonych, indywidualnych inwestycji mieszkaniowych. Te drugie powszechnie występują w aglomeracji warszawskiej.

W skali całego kraju niekontrolowana suburbanizacja ośrodków miejskich, związana ściśle z „rozzrutnością planistyczną” samorządów powoduje wysokie koszty ekonomiczne i społeczne. Rozproszenie zabudowy jest istotnym problemem gospodarowania przestrzenią, a jego konsekwencjami są: nieład przestrzenny, dezintegracja struktury osadnictwa, wzrost kosztów uzbrojenia terenu i utrzymania infrastruktury, wzrost kosztów dojazdów wynikający z kongestii transportowej oraz izolacji nowej zabudowy, fragmentacja krajobrazu i ograniczenia dla funkcjonowania ekosystemów, polaryzacja i konflikty społeczne (Mantey, 2011; Kowalewski i in., 2013; Degórska, 2017; Kowalewski i in., 2018; Śleszyński, 2018; Śleszyński i in., 2020b). Konieczne jest dążenie do poprawy struktury zagospodarowania przestrzeni i ograniczanie rozpraszania. Stanowi to przesłankę do podejmowania badań dotyczących rozpraszania zabudowy w strefach podmiejskich ośrodków różnych szczebli hierarchii osadniczej.

Przegląd literatury dla obszaru badań (rozdz. 4.1) wskazywałby, że procesy suburbanizacji, zjawisko *urban sprawl* i generalnie przeobrażenia strefy podmiejskiej Warszawy zostały już gruntownie przebadane na gruncie geografii ludności i osadnictwa, ekonomii przestrzennej, regionalistyki, urbanistyki, czy ekologii krajobrazu. W szczególności wymienić należy: opracowanie zbiorowe pod red. M. Gutry-Koryckiej (2005), prace B. Degórskiej (2012, 2017) oraz B. Degórskiej i A. Deręgowskiej (2008), prace studialne Mazowieckiego Biura Planowania Regionalnego, podsumowane przez Z. Strzeleckiego i M. Kucińską (2006), wyniki badań w ramach programu ESPON (Korcelli i in., 2012, 2016; Grochowski i in., 2013), monografię autorstwa K. Solarek (2013), opracowanie P. Śleszyńskiego (2012) i inne.

Istnieje jednak luka badawcza w odniesieniu do wiedzy o przestrzennych wzorcach rozmieszczenia zabudowy oraz procesach jej koncentracji i rozpraszania w aglomeracji warszawskiej. Zaproponowano przeprowadzenie nowatorskiego

badania, odnoszącego się do źródeł danych reprezentujących różne skale przestrzenne – zarówno w odniesieniu do wszystkich budynków, jak i form użytkowania terenu – powierzchni osadniczych. Wykonano wielowymiarową analizę według różnych typów relacji przestrzennych – charakterystyki zjawiska w całym obszarze aglomeracji, zróżnicowania pomiędzy jednostkami terytorialnymi, relacji przestrzennych w obrębie tych jednostek. Posłużono się w tym celu różnymi metodami wskaźnikowymi, które w rezultacie poddano również krytycznej ocenie.

1.2. Cele pracy

Celem głównym pracy jest rozpoznanie stopnia koncentracji i rozproszenia zabudowy oraz zróżnicowania przestrzennego układów zabudowy w aglomeracji warszawskiej.

Realizacja celu głównego ma znaczenie z punktu widzenia wzbogacenia wiedzy o rozmieszczeniu osadnictwa na badanym obszarze, w aspekcie koncentracji przestrzennej. Obszarem badań jest w głównej mierze strefa podmiejska Warszawy, ale w pewnym zakresie także samo miasto, ponieważ analizy objęły cały obszar metropolitalny. Koncentrację osadnictwa zbadano biorąc pod uwagę jej zróżnicowanie pomiędzy jednostkami, jak również relacje przestrzenne wewnątrz jednostek związane z wzajemną lokalizacją budynków i terenów zabudowy. Ponadto podjęto się określenia ogólnego poziomu koncentracji przestrzennej zabudowy, w odniesieniu do całej aglomeracji miejskiej. Dzięki zastosowaniu komplementarnych metod, dotychczas nie stosowanych łącznie, możliwe było zbadanie tego zjawiska w sposób pełniejszy niż w dotychczasowych opracowaniach. Przyjęto w tym celu wielowymiarowe podejście, na które składają się różne metody pomiaru, różne skale badania, a także określenie zmienności zjawiska w czasie. Rozwinięciem celu głównego pracy, są szczegółowe cele poznawcze i metodyczne.

Koncentracja przestrzenna oznacza „nierównomierność rozmieszczenia określonych zjawisk w przestrzeni” (Runge, 2007), a według B. Kostrubca (1969) jest to „miara statystyczna, za pomocą której bada się stopień skupienia lub rozproszenia elementów pewnego zbioru” (więcej – w rozdziale 2.1). W tytule pracy celowo posłużono się zarówno terminem „koncentracja”, jak i „rozpraszenie”, aby podkreślić, że dynamika zjawisk może postępować zarówno w kierunku skupiania, jak i rozpraszania, zaś koncentracja przestrzenna osadnictwa wyraża się na skali pomiędzy dwoma przeciwstawnymi stanami, określającymi maksymalną równomierność bądź nierównomierność rozkładu przestrzennego, ale także wiąże się z mniejszym lub większym zagęszczeniem zjawiska i jego intensywnością. Przedmiotem zainteresowania w pracy jest szczególnie zabudowa rozproszona, której występowanie wynika z postępowania procesów żywiolowej suburbanizacji (*urban sprawl*). W zakresie pracy mieści się także analiza zabudowy skoncentrowanej (skupionej, o wysokim zagęszczeniu, itd.), rozpoznanie obszarów jej występowania i specyficznych układów przestrzennych.

Badania objęły szerokie spektrum wymiarów koncentracji przestrzennej, takich jak zagęszczenie, klasteryzacja czy losowość rozkładu. Przedmiotem analiz była struktura zabudowy w różnych skalach szczegółowości: od zbioru poszczególnych budynków po tereny zabudowy (o różnym poziomie agregacji przestrzennej). W badaniu uwzględniono także kategorie budynków, tj. zabudowę mieszkaniową jednorodziną i wielorodzinną, których rozwój w największym stopniu determinuje postępowanie procesów urbanizacji. Badanie wpisuje się w nurt morfologii osadnictwa, chociaż przeprowadzono je nie w ujęciu typowo urbanistycznym (skala osiedla, dzielnicy lub jednostki osadniczej), lecz geograficznym – szerokiego opisu zjawiska w odniesieniu do całej aglomeracji miejskiej, jego zmienności przestrzenno-czasowej. Zagadnienie będące przedmiotem pracy ma znaczenie z punktu widzenia oceny, w jakim zakresie wykształca się różnych struktur osadniczych wpływa na racjonalność zagospodarowania przestrzennego aglomeracji. Znajomość morfologii tych struktur pozwala na formułowanie rekomendacji i planowanie działań zaradczych.

Badanie w różnych skalach przestrzennych oznacza wykorzystanie źródeł danych przestrzennych o różnej rozdzielczości oraz analizę w odniesieniu do różnych układów podstawowych jednostek terytorialnych. Dobór różnych układów (gminy i dzielnice, siatka heksagonów, strefy koncentryczne i sektorowe) wynika z potrzeby ograniczenia wpływu zmiany wielkości lub kształtów jednostek na zmianę wyników analiz. W ten sposób pozwala na rozpoznanie występowania problemu zmiennej jednostki odniesienia (MAUP, *modified areal unit problem*).

Różne wskaźniki koncentracji przestrzennej nawiązują do odmiennych definicji i sposobów postrzegania koncentracji zjawisk geograficznych. Zastosowanie ich pozwoliło na przeprowadzenie oceny przydatności poszczególnych wskaźników pod kątem możliwości sprawdzenia zasięgu i skali urbanizacji. Dobór wskaźników wiąże się także z zastosowanymi różnymi skalami przestrzennymi badania. W ten sposób celem szczegółowym stało się również określenie relacji pomiędzy wskaźnikami koncentracji zabudowy a różnymi typami badanych relacji przestrzennych, co dopełnia oceny komplementarności wskaźników i wiąże ze sobą wielowskaźnikowy i wieloskalowy wymiar badania.

Cel szczegółowy poznawczy (I). Opracowanie typologii układów skoncentrowanej i rozproszonej zabudowy w odniesieniu do jednostek administracyjnych

Celem wykonania typologii jest rozpoznanie występowania układów zabudowy rozproszonej i skoncentrowanej, rzadkiej i zagęszczonej, które pomimo odmiennej charakterystyki w poszczególnych jednostkach przestrzennych, wykazują się też podobieństwami w pewnych grupach jednostek. Opracowanie typologii warunkowane jest zestawieniem wskaźników opisujących różne wymiary koncentracji przestrzennej osadnictwa. Typy przypisano do podstawowych jednostek terytorialnych badania, którymi są gminy i dzielnice. Rezultatem przeprowadzonej procedury analitycznej jest typologia podstawowych jednostek administracyjnych z uwagi na poziom i charakterystykę koncentracji przestrzennej zabudowy, uwzględniająca także udział zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej i wielorodzinnnej. Opis typologii znajduje się w rozdziale 5.6 (przedstawione w rozdziale 5.7

rozszerzenie typologii uwzględnia dodatkowo poprawkę na wysokość zabudowy). Opracowana typologia ma także ułatwić wskazanie jednostek, dla których powinna być stosowana podobnie ukierunkowana polityka przestrzenna.

Cel szczegółowy poznawczy (2). Rozpoznanie dynamiki układów skoncentrowanej i rozproszonej zabudowy

Realizacja tego celu ma ułatwić ocenę, czy w poszczególnych okresach dochodziło do pogłębiania się procesów rozpraszania i fragmentacji osadnictwa, czy też były one równoważone procesami skupiania się i agregacji stref urbanizacji.

Badanie wykonano w wybranych przekrojach czasowych wydzielonych po 1989 roku, kiedy to w następstwie transformacji gospodarczo-ustrojowej zostały uruchomione intensywne procesy urbanizacyjne w strefie podmiejskiej Warszawy (Chmielewski J.M., 2005; Gutry-Korycka, 2005; Lisowski, 2005, 2010; Nowakowski, 2006a; Śleszyński, 2012; Solarek, 2013). Procesy te były kontynuacją zjawisk zachodzących również w okresach wcześniejszych (Dziewoński i Węclawowicz, 1977; Kowalewski, 1981; Knapp, 1983). Jako kolejną istotną cezurę czasową przyjęto 2004 rok, czyli akcesję Polski do Unii Europejskiej. *Urban sprawl* w aglomeracjach miejskich w Polsce postrzegano już wówczas jako zjawisko podlegające regułom procesów rynkowych, słabo kontrolowane przez świadomą, nastawioną na realizowanie długookresowych celów politykę przestrzenną. W kontekście funkcjonalnych obszarów miejskich, będących częstym obszarem interwencji polityk regionalnych Unii Europejskiej, formułowano rekomendacje dla przeciwdziałania rozpraszaniu zabudowy (Gutry-Korycka, 2005; KPZK 2030, 2011; Kowalewski i in., 2013).

Dostępność przeglądowych, średnioskalowych zbiorów danych przestrzennych o zmianach terenów zabudowy po 1989 roku (*CORINE Land Cover*) oraz szczegółowych, wieloskalowych danych dla sytuacji po 2005 roku (*Urban Atlas*) sprawiła, że aktualność danych źródłowych zbiega się z przyjętymi cezurami czasowymi wynikającymi z przemian społeczno-gospodarczych w Polsce. Analiza dynamiki układów skoncentrowanej i rozproszonej zabudowy została przedstawiona w rozdziale 6.

Cel szczegółowy metodyczny (3). Ocena przydatności i komplementarności metod wskaźnikowych pozwalających na opisanie różnych wymiarów zjawiska koncentracji i rozproszenia zabudowy.

Zastosowanie różnych metod wskaźnikowych, wywodzących się głównie z geografii osadnictwa, ekonomii przestrzennej, ekologii krajobrazu i metodyki kartografii, mających różne podstawy matematyczno-statystyczne pozwala na zbadanie omawianego zjawiska z różnych perspektyw. Pierwsza część badania empirycznego zmierza do zbadania koncentracji przestrzennej zabudowy w stołecznym obszarze metropolitalnym, uwzględniając kilka różnych wymiarów koncentracji takich jak poziom zagęszczenia, regularności oraz proporcjonalności rozkładu. Wskaźniki koncentracji odniesiono do lokalizacji punktów osadniczych, reprezentujących budynki. Rozpoznanie literatury metodycznej i przykładów zastosowań poszczególnych wskaźników, które przeprowadzono i opisano w rozdziale 2, wskazuje, że zaproponowane metody można traktować jako komplementarne (Duncan i in., 1961; Kostrubiec, 1972; Ratajski, 1973; Kobyliński,

1987; Boots i Getis, 1988; Galster i in., 2001; Runge, 2007; Arbia i in., 2015; Sudra, 2016). Charakterystyka rozmieszczenia zabudowy wiąże również się z morfologią i fizjonomią jednostek osadniczych, do badania których służą zróżnicowane metody analizy przestrzennej (Szmytkie, 2014).

Analiza metod badawczych, przeprowadzona w związku z zastosowaniem kilku różnych wskaźników w badaniu empirycznym, prowadzi do oceny przydatności tych metod do zakładanego celu badania oraz ich komplementarności. Wzajemne uzupełnianie się metod pozwala na ukazanie dokładniejszego obrazu zróżnicowania form rozproszonej i skoncentrowanej zabudowy. Komplementarność metod wynika między innymi z faktu, że dotyczą one różnych typów relacji przestrzennych, tworząc kontinuum w odniesieniu do analizy koncentracji przestrzennej osadnictwa. Kontinuum to obejmuje trzy typy relacji przestrzennych: 1) charakterystyki zjawiska w całym obszarze badania, 2) zróżnicowania zjawiska pomiędzy podstawowymi jednostkami terytorialnymi, 3) relacji przestrzennych pomiędzy obiektami w obrębie jednostek podstawowych.

Ocena komplementarności metod wskaźnikowych dostarcza informacji o użyteczności poszczególnych wskaźników i możliwości interpretacji wyników badania empirycznego wykonanego jedną metodą w świetle zastosowania innych metod. Ocena ta jest rezultatem zarówno przeglądu literatury na ten temat, co jest treścią rozdziału 2, jak i analizy układów punktów osadniczych reprezentujących budynki, w której wykorzystano różne metody wskaźnikowe, co jest treścią rozdziału 5. W rozdziale 7 dokonano podsumowań związanych z finalną oceną zestawionych wskaźników.

Druga część badania empirycznego odnosi się do koncentracji przestrzennej powierzchni osadniczych, analizowanej poprzez zróżnicowanie wielkości, kształtów i konfiguracji zurbanizowanych form pokrycia terenu. W tym celu rozmieszczenie terenów zabudowy przeanalizowano za pomocą wybranych metryk krajobrazowych (McGarigal i Marks, 1995; Riitters i in., 1995; Gustafson, 1998), które generalnie były stosowane już wcześniej w badaniach miejskich (Herold i in., 2002; Christensen, 2009; Solon, 2009; Aguilera i in., 2011), ale niekoniecznie do opisu koncentracji przestrzennej. Jednym z celów części badania przedstawionego w rozdziale 6, oprócz analizy dynamiki układów skoncentrowanej i rozproszonej zabudowy, jest ocena, czy metryki przestrzenne stanowiące miary konfiguracji i kompozycji płatów krajobrazu są właściwe do oceny zjawiska koncentracji przestrzennej terenów zabudowy jako form pokrycia terenu, a jeżeli tak, to które z nich są najbardziej adekwatne do tego celu.

Cel szczegółowy metodyczny (4). Określenie wpływu doboru podstawowych terytorialnych jednostek odniesienia na możliwość identyfikacji układów skoncentrowanej i rozproszonej zabudowy.

Jednostkami podstawowymi badania są jednostki administracyjne, mające zróżnicowane wielkości i nieregularne kształty – gminy obszaru metropolitalnego oraz dzielnice Warszawy. Jednakże, rozszerzono analizę zjawiska koncentracji przestrzennej osadnictwa także o inne układy jednostek, takich jak oczka regularnej siatki (heksagony o powierzchni 1 km² oraz 10 km²) oraz sztucznie wydzielone

strefy sektorowe (klinowe, pierścieniowe). Pozwala to na identyfikację wpływu ich wielkości i kształtu na występowanie problemu zmiennej jednostki odniesienia (ang. *Modifiable areal unit problem*, MAUP) (Gehlke i Biel, 1934; Openshaw, 1983; Wong, 2009; Kwan, 2012; Stępniaak, 2014). Ponadto, zastosowanie określonych wskaźników jest metodycznie poprawne i ma znaczenie dla właściwej interpretacji wyników badania jedynie w niektórych podziałach terytorialnych. Co więcej, analizy wykonywane poszczególnymi metodami wskaźnikowymi wykazują różny poziom wrażliwości na występowanie tego problemu.

Uzupełnienie badania analizami w różnych układach jednostek podstawowych pozwala zidentyfikować dodatkowe charakterystyki rozproszonej i skoncentrowanej zabudowy, niewidoczne w podstawowym podziale administracyjnym. Podziały te mogą zapewniać większą szczegółowość badania lub też większą porównywalność analiz, np. z uwagi na regularne kształty jednostek lub ich równomierne oddalenie od centrum aglomeracji.

Przeprowadzenie analiz empirycznych koncentracji przestrzennej zabudowy za pomocą wybranych metod wskaźnikowych i w wybranych podziałach terytorialnych pozwoliło wysnuć wnioski co do występowania problemu MAUP, które przedstawiono przy opisach wyników poszczególnych analiz w rozdziale 5. Należy jednak zaznaczyć, że problem MAUP nie podlegał w pracy szczegółowej kwantyfikacji, zatem ten cel szczegółowy pracy należy uznać jako uzupełniający dla celu szczegółowego metodycznego pracy (3). Przedmiotem badania był głównie opis i interpretacja tego problemu w kontekście analizy zróżnicowania przestrzennego układów zabudowy wykonanego za pomocą różnych wskaźników.

Rekomendacje:

Opracowano rekomendacje dla realizacji właściwej polityki przestrzennej na obszarze metropolitalnym Warszawy, zawarte w rozdziale 7, podsumowującym pracę. Sformułowanie rekomendacji jest po części następstwem interpretacji wyników poczynionych analiz, chociaż zjawiska, których te wskazania dotyczą, są w większości dobrze znane. Ich zamieszczenie ma jednak znaczenie z punktu widzenia wzmocnienia argumentacji na rzecz poprawy ładu przestrzennego w aglomeracji warszawskiej. Autor ma nadzieję, że dostarczenie informacji dotyczących struktury przestrzennej osadnictwa i procesów urbanizacyjnych, wraz ze stosownymi rekomendacjami, będzie przydatne badaczom, jak również planistom i decydom w jednostkach samorządowych, odpowiadającym za planowanie przestrzenne, gospodarkę nieruchomościami i rozwój infrastruktury. Rozproszenie zabudowy jest bowiem istotnym problemem gospodarowania przestrzenią, z licznymi konsekwencjami w wymiarze funkcjonalnym, ekonomicznym, społecznym i środowiskowym.

1.3. Pytania i hipotezy badawcze

Pytania badawcze sformułowano w odniesieniu do celów pracy. Wszystkie pytania odnoszą się do celu głównego, a poszczególne pytania odnoszą się też do kolejnych celów szczegółowych, wspomnianych w poprzednim rozdziale. Przy czym pytania 1-3 odnoszą się do celów poznawczych pracy, a pytania 4-6 do celów metodycznych pracy.

1. W jakim stadium rozwoju przestrzennego znajduje się aglomeracja warszawska i jaki typ układu osadniczego reprezentuje? W jaki sposób wykształcone są relacje pomiędzy rdzeniem aglomeracji (miastem centralnym), bliską strefą podmiejską i strefą peryferyjną, wpływające na koncentrację bądź rozproszenie zabudowy?
2. Czy charakterystyka układów zabudowy w poszczególnych gminach i dzielnicach pozwala wnioskować o występowaniu w tych jednostkach pełnego spektrum typów koncentracji przestrzennej?
3. Czy, i w jakim stopniu, zmiany rozmieszczenia układów skupionej i rozproszonej zabudowy na obszarze metropolitalnym Warszawy, zaobserwowane dla wybranych przekrojów czasowych po 1989 roku, pozwalają wnioskować o rozpraszaniu zabudowy?
4. Czy, i w jakim stopniu, wybrane metody wskaźnikowe służące badaniu koncentracji przestrzennej układów punktowych pozwalają ukazać pełny obraz zjawiska skupionej i rozproszonej zabudowy w odniesieniu do trzech typów relacji przestrzennych: charakterystyki rozkładu w całym obszarze, zróżnicowania pomiędzy jednostkami podstawowymi, relacji przestrzennych w obrębie jednostek podstawowych?
5. Czy wybrane metryki krajobrazowe są właściwym narzędziem do ogólnego scharakteryzowania i szczegółowego sparametryzowania poziomu koncentracji przestrzennej osadnictwa terenów zabudowy (powierzchni osadniczych), a także zmienności czasowej rozproszenia i koncentracji zabudowy?
6. Jakim poziomem wrażliwości na występowanie problemu zmiennej jednostki odniesienia (MAUP) charakteryzują się poszczególne metody wskaźnikowe służące badaniu koncentracji przestrzennej obiektów zabudowy?

Hipotezy badawcze odpowiadają kolejno przedstawionym powyżej pytaniom badawczym. Sformułowano następujące hipotezy:

H1. Rozmieszczenie zabudowy na obszarze aglomeracji warszawskiej wynika z wykształcenia się w toku rozwoju przestrzennego Warszawy monocentrycznego układu koncentryczno-gwiazdowego aglomeracji, a jednocześnie wykazuje cechy rozproszonej koncentracji, łączącej elementy układów satelitarnego i rozproszonego.

H2. Rozmieszczenie obiektów zabudowy w stołecznym obszarze metropolitalnym, w podziale gminno-dzielnicowym, obejmuje pełne spektrum typów, wyznaczonych przez kombinacje zarówno skrajnych, jak i pośrednich wartości dwóch

wymiarów koncentracji przestrzennej – zagęszczenia zjawiska oraz jego stopnia skupienia, względnie dyspersji przestrzennej.

H3. Zmiany rozmieszczenia układów skupionej i rozproszonej zabudowy zachodzące na obszarze metropolitalnym Warszawy po 1989 roku wskazują na postępowanie rozpraszania zabudowy w skali całej aglomeracji miejskiej.

H4. Metody wskaźnikowe służące badaniu koncentracji przestrzennej układów punktowych, pozwalają ukazać w sposób komplementarny rozmieszczenie układów skupionej i rozproszonej zabudowy w obrębie aglomeracji miejskiej.

H5. Zestawienie wybranych metryk krajobrazowych pozwala scharakteryzować koncentrację przestrzenną terenów zabudowy w całej aglomeracji i w poszczególnych jednostkach administracyjnych oraz zachodzące zmiany rozpraszania i koncentracji zabudowy.

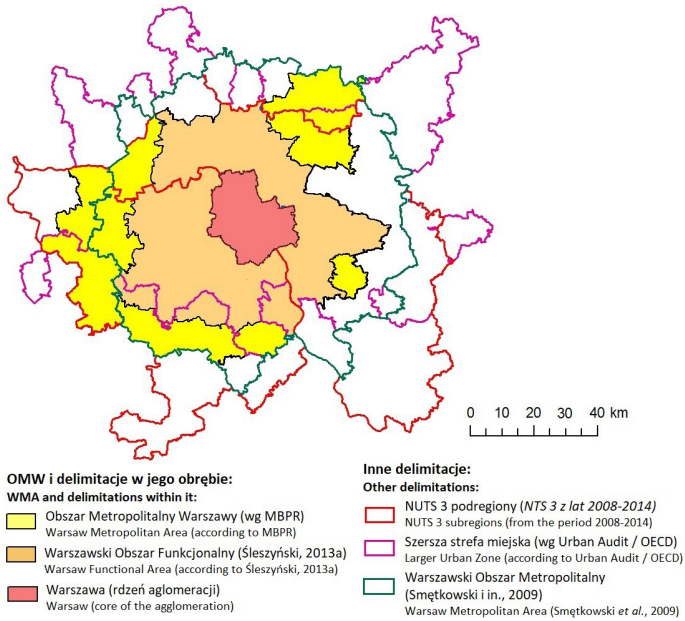
H6. Poziom wrażliwości poszczególnych metod wskaźnikowych na zmianę podstawowych jednostek odniesienia analizy, wpływający na wyniki badania koncentracji przestrzennej obiektów zabudowy, jest zależny od właściwych dla danej metody pomiaru typów badanych relacji przestrzennych (zob. pytanie 4 / hipoteza 4) oraz wymiarów koncentracji przestrzennej, które opisuje dana metoda (zob. pytanie 2 / hipoteza 2).

1.4. Zakres przestrzenny

Obszarem badań jest aglomeracja miejska Warszawy. Miasto stołeczne Warszawa jest motorem rozwoju całego województwa mazowieckiego. Wraz z otaczającymi gminami tworzy jedyny w Polsce obszar metropolitalny miasta będącego metropolią europejską III rzędu (ang. *potential MEGA*), według kryteriów programu ESPON (2007). Jest to jedyna w Polsce aglomeracja monocentryczna licząca powyżej 2 milionów mieszkańców. Procesy suburbanizacji i związanego z nią rozpraszania zabudowy na obszarze metropolitalnym Warszawy są najintensywniejsze wśród ośrodków miejskich w naszym kraju i mają największy zasięg przestrzenny. Na skutek intensywnego rozwoju urbanizacji w regionie miejskim, a szczególnie w strefie podmiejskiej Warszawy powstaje wiele problemów dotyczących takich zagadnień, jak ład przestrzenny, ciągłość krajobrazu, efektywność sieci infrastruktury, kongestia transportowa, czy też problemów społecznych i konfliktów o przestrzeń. Intensywność analizowanych procesów, oraz ich rzeczywiste i potencjalne skutki, były podstawowymi przesłankami wyboru aglomeracji warszawskiej jako obszaru badań.

Badania nad wyznaczaniem zasięgów wielkomiejskich układów osadniczych w Polsce sięgają lat 60. XX wieku i podejmowane były one głównie przez geografów, statystyków i planistów przestrzennych (zob. Sudra, 2018). W ostatnich latach proponowane były liczne delimitacje aglomeracji miejskich, w których najczęściej posługiwano się pojęciem „obszaru metropolitalnego” lub „miejskiego obszaru funkcjonalnego”, tzw. MOF-u (*Atlas Metropolii Polskich*, 2004; Swianiewicz

i Klimska, 2005; Smętkowski, 2007; Korcelli i Śleszyński, 2008; Smętkowski i in., 2009; Komornicki i Śleszyński, 2009; Śleszyński, 2013a). Zależnie od przyjętej delimitacji granice aglomeracji Warszawy są przyjmowane w średniej odległości 20-30 km lub 40-50 km, a nawet większych od centrum stolicy.



Ryc. 1. Obszar Metropolitalny Warszawy na tle innych ważniejszych delimitacji aglomeracji warszawskiej

Fig. 1. Warsaw Metropolitan Area compared to other relevant delimitations of the Warsaw agglomeration

Konieczne było jednoznaczne określenie granic obszaru do celów analiz. Wstępnie wytypowano Warszawski Obszar Funkcjonalny (WOF), określony przez P. Śleszyńskiego (2013a), zgodnie z jednolitą 7-wskaźnikową metodologią dla MOF-ów stolic województw (obszar najbardziej intensywnych powiązań między miastem i jego strefą podmiejską). Ostatecznie zdecydowano się na przyjęcie delimitacji **Obszaru Metropolitalnego Warszawy (OMW)** według Mazowieckiego Biura Planowania Regionalnego (MBPR), który zatwierdzony został przez Zarząd Województwa Mazowieckiego w 2006 r. i stosowany jest do celów studialnych oraz planistyczno-strategicznych (*Studium Planu Zagospodarowania Przestrzennego OMW*, 2010; *Strategia Rozwoju OMW do roku 2030*, 2015). Decyzja ta motywowana była faktem większego zasięgu przestrzennego OMW, który obejmuje też w całości obszar WOF. Pozwoliło to na zbadanie charakterystyki urbanizacji i rozpraszania zabudowy w bardziej oddalonych od centrum częściach aglomeracji, w otoczeniu takich miast, jak Sochaczew, Grójec czy Wyszaków. Część analiz, opartych na bazie danych *Urban Atlas* wykonano w granicach obszaru metropolitalnego Warszawy przyciętego do granic tej delimitacji (zob. rozdz. 1.5).

Na ryc. 1 przedstawiono obszar badań na tle kilku innych delimitacji. Obszar zajmuje powierzchnię 6206 km² i zamieszkaany jest, według danych statystyki publicznej, przez 3 mln 147,4 tys. osób, z czego 1 mln 754 tys. osób mieszka w Warszawie (według stanu na 1 grudnia 2016). Populacja OMW stanowi zatem 58,7% ludności województwa mazowieckiego (*Obszar Metropolitalny Warszawy w 2016 r.*, 2017). Odrębne badania wskazują, że populacja Warszawy, a tym samym OMW, jest znacznie niedoszacowana, zaś peryferyjnych rejonów województwa przeszacowana (statystyka publiczna korzysta z liczby osób zameldowanych, nie faktycznie zamieszkałych) (Śleszyński, 2011). W skład Obszaru Metropolitalnego Warszawy wchodzi 72 gminy, obejmuje on 36 miast (ryc. 2). Warszawa podzielona jest na 18 dzielnic (ryc. 3).



Ryc. 2. Obszar Metropolitalny Warszawy w podziale gminnym
 Fig. 2. Warsaw Metropolitan Area divided into municipalities



Ryc. 3. Warszawa w podziale dzielnicowym
 Fig. 3. Warsaw divided into districts

1.5. Metodyka badania

1.5.1. Dane źródłowe

Badanie ma zarówno wymiar statyczny – analizy stanu, jak i dynamiczny – obserwacji procesów. W **wymiarze statycznym** badanie przeprowadzono na podstawie urzędowej **Bazy Danych Obiektów Topograficznych** (BDOT), udostępnionej przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii, o aktualności treści określonej na 2013 rok. Jest to wektorowa baza danych (GIS) dotycząca sytuacji terenowej w całej Polsce. Obiekty w bazie reprezentowane są, poprzez ich własności geometryczne, z dokładnością odpowiadającą mapie w skali 1: 10 000. BDOT osadzona jest w geodezyjnym układzie współrzędnych płaskich PUWG-1992. Cała baza jest stopniowo aktualizowana arkuszami – w podziale dostosowanym do arkuszy map drukowanych, które sporządzane są na jej podstawie (ryc. 4)

Główną klasą obiektów użytą w analizach była **klasa BUBD, zawierająca budynki**. Analizy wykonano dla zbioru wszystkich budynków (obiekty o kodach BUBD 01-21; w sumie 758 011 obiektów), a także dla następujących, wybranych kategorii zabudowy:

1. **budynki mieszkalne jednorodzinne** (BUBD 01; w sumie 429 694 obiekty),
2. **budynki mieszkalne wielorodzinne** – wydzielone jako suma następujących trzech kategorii budynków: o dwóch mieszkaniach, wielomieszkaniowych oraz zbiorowego zamieszkania (BUBD 02, 03, 04; w sumie 31 541 obiektów).

W ramach analiz w podziale na kategorie zabudowy nie wydzielono budynków mieszkalnych związanych z zabudową siedliskową (zagrodową), którą można

zdefiniować jako zespół budynków obejmujący wiejski dom mieszkalny i zabudowania gospodarskie, położony w obrębie jednego podwórza. Przy przyjętej skali całego badania okazało się to niezwykle trudne, gdyż wspomniane obiekty mieszkalne są włączone do zbiorczej kategorii budynków mieszkalnych jednorodzinnych (BUBD 01), chociaż wszelkie towarzyszące im zabudowania gospodarcze należą do odrębnej kategorii „budynki gospodarstw rolnych” (BUBD 18). Jest to oczywiście istotne zagadnienie w sytuacji, gdy aglomeracja warszawska jest niejako „skażona” infekcją pojedynczych zabudowań, realizowanych na podstawie decyzji o warunkach zabudowy (jako siedliska rolnicze) lub planów miejscowych, które są „konsumowane” punktowo. Identyfikacja różnych typów zabudowy mieszkaniowej, w powiązaniu z badaniami przemian podziałów własnościowych i zapisów planistycznych będzie przedmiotem kolejnych badań autora w przyszłości. W skali całego kraju problem rozpraszania zabudowy na terenach rolnych, a jednocześnie niespójności danych źródłowych (form użytkowania terenu *CORINE Land Cover* względem rzeczywistych lokalizacji budynków) był ostatnio przedmiotem innego badania, w którym uczestniczył autor niniejszej publikacji (Śleszyński i in., 2020a).

Zbiór danych o budynkach został przetworzony z postaci geometrycznych obrysów obiektów zabudowy do formy „chmury punktów”. Punkty reprezentują centroidy budynków. Informacje atrybutowe odnośnie poszczególnych obiektów, takie jak rodzaj budynku czy liczba kondygnacji, zostały zachowane. Utracono natomiast informacje geometryczne o wielkości i kształcie budynków, jednak było to konieczne z uwagi na bardzo duży zbiór obiektów, a jednocześnie stosunkowo rozległy obszar badawczy. Przyjęto też celowe założenie, że zbiór danych przeanalizowany zostanie za pomocą metod analizy koncentracji przestrzennej układów punktowych, tak aby zbadać ich wzajemną komplementarność i aplikacyjność. Ma to oczywiście pewien wpływ na wyniki analizy, zwłaszcza w miastach – na obszarach, w których przeważa zabudowa wielorodzinna wielkoblokowa, a także zwarta zabudowa kamienicowa. Interpretacja tego problemu podana będzie przy wynikach wybranych analiz.



Ryc. 4. Fragment centrum Warszawy w Bazie Danych Obiektów Topograficznych
Fig. 4. A fragment of the centre of Warsaw in the Database of Topographic Objects

W wymiarze dynamicznym badanie, dotyczące przemian urbanizacyjnych, które zachodziły po 1989 roku w aglomeracji warszawskiej, przeprowadzono na podstawie **baz danych o pokryciu terenu i użytkowaniu ziemi**² *CORINE Land Cover* oraz *Urban Atlas*, które powstają w poszczególnych państwach europejskich pod nadzorem Europejskiej Agencji Środowiska (*European Environment Agency*), przede wszystkim na podstawie klasyfikacji nadzorowanej i interpretacji zdjęć satelitarnych. Jednostką odpowiedzialną za rozwijanie bazy *CORINE Land Cover* w Polsce jest Instytut Geodezji i Kartografii, zaś dysponentem bazy jest Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

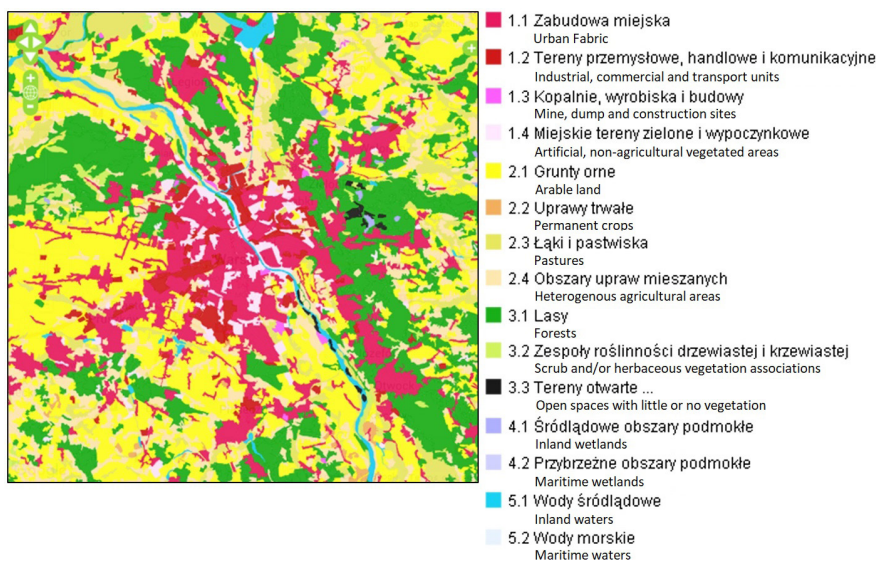
Bazy danych **CORINE Land Cover** (CLC) opracowywane są głównie na podstawie obrazów wykonanych przez satelity serii Landsat³. Opracowano dotąd bazy danych dla lat referencyjnych 1990, 2000, 2006, 2012 i 2018. W ramach analiz wykorzystano dane czterech pierwszych z wymienionych baz, analizując **zmiany zachodzące w okresach 1990-2000, 2000-2006 oraz 2006-2012**. Baza danych *CORINE Land Cover* 2018 ukazała się w 2019 r. Analiza danych z tej bazy nie została objęta badaniem, gdyż wykraczała poza przyjęty okres analityczny. Zbiory danych CLC dostępne są w wersji rastrowej oraz wektorowej, a także udostępniane w postaci map cyfrowych, w których zastosowano określoną symbolikę kartograficzną (w szczególności kolorystykę wydzieleni kategorii użytkowania terenu). Pozyskano bazę danych w wersji wektorowej, która jednak, w celu przeprowadzenia analiz, musiała zostać przetworzona do formatu rastrowego.

Bazy danych CLC przyjęto do badania koncentracji terenów zabudowy jako podstawowe średnioskalowe (średniorozdzielcze) źródło danych, które jest powszechnie dostępne i wykonane według jednolitego europejskiego standardu. Zbiory danych CLC charakteryzują się rozdzielczością przestrzenną odpowiadającą mapie w skali 1:100 000, a więc skali przeglądowej, właściwej dla porównań międzykrajowych czy międzyregionalnych. Równocześnie jednak, rozdzielczość przestrzenna bazy danych i związany z nią poziom generalizacji cech geometrycznych obiektów stanowią o słabości tej bazy w badaniach prowadzonych w szczegółowej skali. Minimalna jednostka kartowania (*minimum mapping unit*, MMU) wynosi 25 ha, zaś minimalna szerokość obiektu liniowego to 100 metrów. Mniejsze powierzchniowo wydzielenia lub węższe obiekty liniowe nie są identyfikowane. Powoduje to, że nie jest możliwe wykrycie niewielkich skupień zabudowy oraz identyfikacja zabudowy rozproszonej o niskim zagęszczeniu. Przy sporządzaniu baz danych CLC, w procesie agregacji danych przestrzennych (a tym samym, generalizacji kartograficznej) przyjęto zasadę, że zidentyfikowane tereny zabudowy o powierzchni mniejszej niż 25 ha są grupowane, jeżeli odległość między skupiskami budynków jest mniejsza niż 300 m. Ponadto zidentyfikowane są duże wsie typu ulicowego, jeżeli szerokość strefy objętej zabudową przekracza 100 m.

² W skrócie będzie dalej używane pojęcie „użytkowanie terenu”, które łączy wymiar fizjonomiczny właściwy dla „pokrycia terenu” (ang. *land cover*) oraz wymiar funkcjonalny właściwy dla „użytkowania ziemi” (ang. *land use*).

³ Zbiory danych (mapy) CLC obejmują obszar całej Unii Europejskiej, a ponadto takich państw, jak Islandia, Norwegia, Szwajcaria, Bośnia i Hercegowina, Serbia, Kosowo, Czarnogóra, Macedonia, Albania oraz Turcja.

W bazach *CORINE Land Cover* wydzielone są w sumie 44 klasy najbardziej szczegółowego „poziomu 3” użytkowania terenu, należące do pięciu głównych typów: tereny antropogeniczne, obszary rolnicze, lasy i ekosystemy seminaturalne, obszary podmokłe oraz wody. Typy te wyznaczają klasy „poziomu 1”, natomiast na „poziomie 2” klasyfikacji wydzielonych jest 15 klas (ryc. 5). W Polsce spośród 44 klas użytkowania terenu poziomu 3 występuje 31 klas. W ramach badania analizowano tereny zabudowy w aglomeracji warszawskiej, przypisane do klasy poziomu 2: **1.1 „zabudowa miejska”** (*urban fabric*), która podzielona jest na dwie klasy poziomu 3: 1.1.1 „zabudowa zwarta” (*continuous urban fabric*) i 1.1.2 „zabudowa luźna” (*discontinuous urban fabric*). Klasa 1.1.1 obejmuje obszary gęstej zabudowy, głównie centra wielkich miast i dzielnice staromiejskie, nie wykraczając poza granice administracyjne miast. Klasa 1.1.2 jest określona jako obejmująca obszary, w których występuje wielorodzinna zabudowa osiedlowa wolnostojących budynków mieszkalnych, zabudowa kamieniczna, domy jednorodzinne, budynki użyteczności publicznej, poprzedzielane ulicami, terenami zieleni, itp. Klasa ta obejmuje nie tylko tereny w granicach miast, ale również większe wsie, także typu ulicowego, jeżeli ich szerokość wynosi co najmniej 100 m. Z tego powodu określenie zbiorczej klasy 3 poziomu: 1.1 jako „zabudowa miejska”, które jest stosowane w polskim tłumaczeniu nomenklatury wydzielen CLC jest dość mylące.



Ryc. 5. Warszawa w bazie danych *CORINE Land Cover*, 2012. Klasy pokrycia terenu poziomu 2
 Fig. 5. Warsaw in the *CORINE Land Cover* databas, 2012. Classes of level 2

Warto także odnotować istnienie klasy pokrycia terenu 3. poziomu w CLC – 2.4.2, czyli „Złożonych systemów upraw i działek”, wchodzącej w skład klasy 2. poziomu 2.4 „Obszary upraw mieszanych” i klasy 1. poziomu 2 „Tereny rolne”. Według definicji jest to mozaika przylegających do siebie małych działek wykorzystywanych pod różne uprawy jednoroczne i trwałe. Występują tam również niewielkie łąki lub pastwiska. Zaliczono tu również obszary osadnictwa

rozproszonych wraz z działkami przydomowymi, ogrodami i sadami (<http://clc.gios.gov.pl/index.php/o-clc/definicje-klas>). Ta klasa wykazywana jest, gdy występuje duża mozaika małych poletek o bardzo zróżnicowanym pokryciu terenu i trudno jest określić dominujący typ. Jest ona nazywana „polską kategorią” ze względu na duży udział tego typu pokrycia terenu w Polsce, szczególnie w obszarze Karpat, gdzie występują osie osadnicze z zabudową z przydomowymi poletkami o różnym przeznaczeniu (Jucha i Krocak, 2014). W aglomeracji warszawskiej występują też obszary tej klasy, zarówno z rozproszoną zabudową, jak i całkowicie jej pozbawione. Z powodu tej niejednoznaczności klasyfikacyjnej klasa 2.4.2 nie została włączona do analizy koncentracji przestrzennej zabudowy, jednak zależności związane z rozmieszczeniem budynków i występowaniem tej klasy pokrycia terenu będą przedmiotem kolejnych badań autora.

Konieczne jest jeszcze wyjaśnienie charakterystyki wykorzystanych baz danych *CORINE Land Cover*. W odniesieniu do lat 1990, 2000 i 2006 pozyskana została baza skorygowana (*revised version*). Dla roku 2012, gdy prowadzone było gros analiz empirycznych (w 2018 r.), nie było jeszcze takiej możliwości⁴. W 2019 roku, wraz z udostępnieniem zbioru danych CLC 2018, udostępniony został również zbiór CLC 2012 w wersji *revised*, jednak na tym etapie nie było już możliwe włączenie go w zakres badania. Porównanie wersji skorygowanych i nieskorygowanych poszczególnych baz wskazuje, że występują między nimi różnice w obrazie pokrycia poszczególnych klas użytkowania terenu, a w szczególności zabudowy. Wykorzystanie bazy nieskorygowanej miało zatem znaczenie dla liczebności i pokrycia obszarów poszczególnych klas i miało wpływ na wyniki analiz (zob. rozdz. 6.2).

Bazy danych **Urban Atlas** (UA) dostępne są dla lat referencyjnych 2006, 2012 oraz 2018. W ramach analiz wykorzystano dane z dwóch pierwszych baz, badając z dwóch pierwszych baz badając **zmiany zachodzące w okresie 2006-2012**. Zbiory danych UA dostępne są w wersji rastrowej oraz wektorowej, a także udostępniane w postaci map cyfrowych o jednolitej symbolice kartograficznej. Pozyskano bazę danych w wersji wektorowej, która jednak, w celu przeprowadzenia analiz, musiała zostać przetworzona do formatu rastrowego.

Zbiory danych *Urban Atlas*, w przeciwieństwie do *CORINE Land Cover*, nie pokrywają obszarów całych państw. Wykonano je dla 305 aglomeracji miejskich w Europie, określonych jako miejskie obszary funkcjonalne (*Functional Urban Areas*, FUA) miast liczących powyżej 100 tys. mieszkańców, które zostały wskazane w programie *Urban Audit*⁵. Aglomeracje te uwzględniono w obu bazach, tj. dla 2006 i 2012 roku. Ponadto, w bazie dla 2012 roku uwzględniono 390 kolejnych obszarów funkcjonalnych – większości miast liczących powyżej 50 tys. mieszkańców. W przypadku Polski baza UA 2006 została opracowana dla FUA 27 miast, zaś baza UA 2012 dla FUA 59 miast. Gdy chodzi o niewykorzystaną w tym badaniu

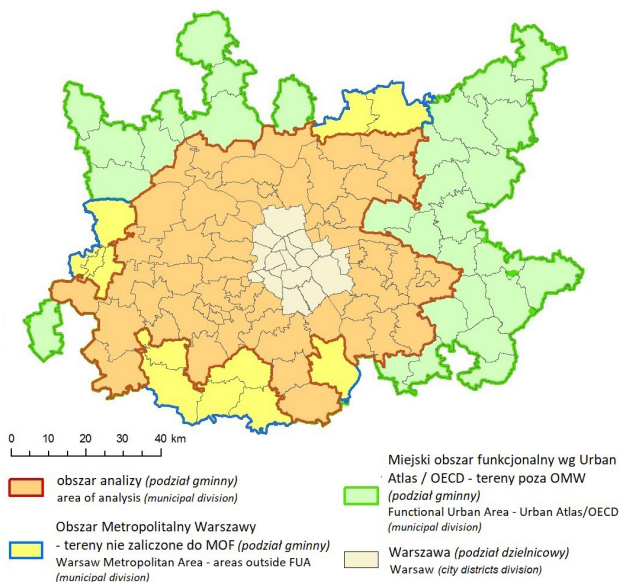
⁴ W czasie, gdy tworzona jest nowa baza danych, czyli w obecnie przyjętym cyklu co 6 lat, jednocześnie opracowywana jest baza skorygowana dla okresu poprzedniego.

⁵ Program *Urban Audit* jest wspólną inicjatywą Komisji Europejskiej i Eurostatu, a jego głównym celem jest dostarczenie obiektywnych i porównywalnych danych statystycznych o miastach europejskich. Wykonawcami są krajowe urzędy statystyczne, przy współpracy urzędów miast i samorządów terytorialnych.

bazę UA 2018, to w skali całej Europy uwzględniła ona kolejne 93 obszary funkcjonalne (łącznie 788), jednak liczba FUA analizowanych dla Polski nie zmieniła się.

Delimitacja miejskich obszarów funkcjonalnych stosowana w *Urban Audit / Urban Atlas* została wypracowana wspólnie przez Organizację Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD) oraz Komisję Europejską według spójnej metodologii dla różnych krajów. Jako kluczowe informacje wykorzystano gęstość zaludnienia i dojazdy do pracy (zob. Dijkstra i Poelman, 2012). FUA składa się z gęsto zamieszkałego rdzenia (miasta) i otaczającego go obszaru (strefy dojazdów), którego rynek pracy jest silnie zintegrowany z miastem. Podejście OECD i UE do funkcjonalnych obszarów miejskich ma na celu stworzenie zharmonizowanej definicji miast i ich obszarów wpływów dla porównań międzynarodowych oraz dla analizy polityk miejskich.

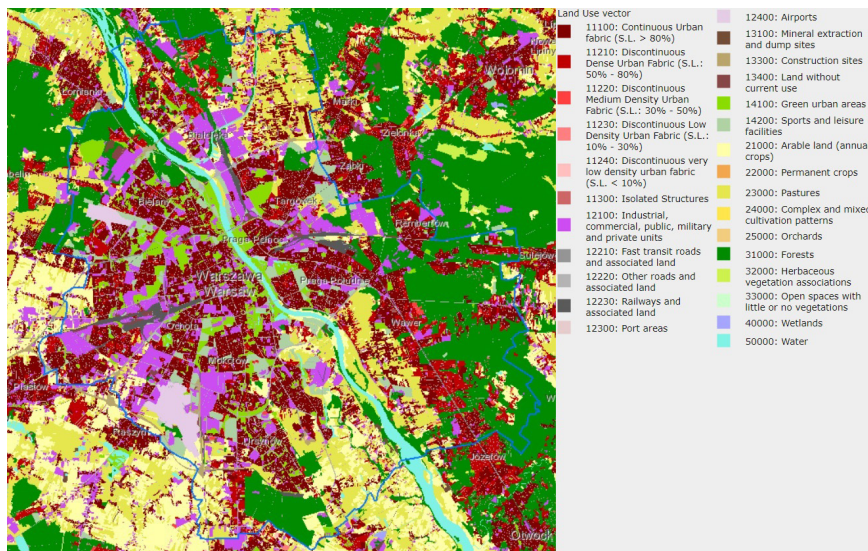
Funkcjonalny obszar miejski Warszawy wyznaczony w programie *Urban Audit / Urban Atlas* odbiega częściowo od delimitacji Obszaru Metropolitalnego Warszawy według MBPR. FUA według *Urban Atlas* wykracza miejscami poza granice OMW, ale także nie obejmuje części jednostek, które znalazły się w obrębie OMW. Z tego powodu, dla celów analiz terenów urbanizacji na podstawie tej bazy danych konieczne było przycięcie granic OMW do obszaru delimitacji *Urban Atlas*. Wydzielony w ten sposób obszar obejmuje 60 spośród 72 gmin OMW (łącznie z Warszawą) (ryc. 6).



Ryc. 6. Delimitacja FUA wg *Urban Atlas* (Urban Audit / OECD) przycięta do granic OMW
 Fig. 6. Functional urban area of Warsaw according to *Urban Atlas* (Urban Audit / OECD) trimmed to the borders of the Warsaw Metropolitan Area

Poziom szczegółowości baz danych *Urban Atlas* określany jest w metadanych jako odpowiadający mapie w skali 1: 10 000. Szczegółowość ta jest w rzeczywistości mniejsza niż mapy topograficznej w tej skali (np. mapy opracowanej na podstawie

BDOT). Przede wszystkim, nie są uwzględnione obiekty związane z sytuacją terenową (np. budynki), lecz tereny zgodnie z podziałem na klasy pokrycia terenu i użytkowania ziemi (np. tereny zabudowy) (ryc. 7). Bazę danych UA można jednak określić jako wielkoskalową (wysokorozdzielczą), właściwą do porównań układów lokalnych. Uwzględnione są w niej tereny zgodnie z minimalną jednostką kartowania MMU=0,25 ha dla „miejskich” klas użytkowania terenu oraz MMU=1 ha dla pozostałych klas. Minimalna szerokość obiektu liniowego wynosi 10 metrów. Przy sporządzaniu baz danych *Urban Atlas* korzystano z wysokorozdzielczych zdjęć z satelitów SPOT 5, SPOT 6 i Formosat-2 (rozdzielczość przestrzenna 2-2,5 m) oraz z uzupełniających źródeł danych, np. o sieci drogowej.



Ryc. 7. Użytkowanie terenu w Warszawie według bazy danych *Urban Atlas*, 2012
Fig. 7. Land use in Warsaw according to the *Urban Atlas* database, 2012

Baza danych *Urban Atlas* korzysta z legendy, która stanowi uszczegółowienie klasyfikacji *CORINE Land Cover*, związane z potrzebą dokładniejszego wydzielenia klas użytkowania terenu odnoszących się do obszarów zurbanizowanych, określanych jako „klasy miejskie” (łącznie 17 takich klas wobec 11 wydzielonych w *CORINE Land Cover*). W przypadku pozostałych klas – terenów rolnych, leśnych, podmokłych czy wód powierzchniowych – jest ich mniej niż zawiera klasyfikacja CLC (łącznie 10 klas w bazie UA 2012 i tylko 4 klasy w bazie UA 2006, wobec 20 wydzielonych w *CORINE Land Cover*).

Klasa terenów 1.1 „zabudowa miejska” (*urban fabric*) jest podzielona według poziomu zagęszczenia na następujące podklasy: 1.1.1. „zabudowa zwarta, o bardzo dużym zagęszczeniu >80%” (*continuous urban fabric*), 1.1.2.1 „zabudowa luźna o dużym zagęszczeniu 50-80%” (*discontinuous dense urban fabric*), 1.1.2.2 „zabudowa luźna o średnim zagęszczeniu 30-50%” (*discontinuous medium density urban fabric*), 1.1.2.3 „zabudowa luźna o małym zagęszczeniu 10-30%” (*discontinuous low density urban fabric*), 1.1.2.4 „zabudowa luźna o bardzo małym zagęszczeniu <30%”

(*discontinuous very low density urban fabric*) oraz 1.3. „izolowane struktury” (*isolated structures*), czyli pojedyncze obiekty zabudowy lub bardzo małe ich skupienia. Wszystkie wymienione klasy odnoszą się do terenów wielofunkcyjnych, ale z przewagą zabudowy mieszkaniowej (jednorodzinnej lub wielorodzinnej). Strefy przemysłowe, handlowe, usług publicznych i wojskowe, tereny komunikacyjne oraz inne typy terenów zurbanizowanych zaliczone są do innych klas. Przeprowadzone badanie objęło analizę terenów zabudowy ogółem. Część analiz przeprowadzono także niezależnie dla każdej z wymienionych sześciu klas o różnym zagęszczeniu, jednak z uwagi na ograniczony zakres niniejszego opracowania ich wyniki nie są tutaj publikowane.

Oprócz danych o terenach zabudowy w analizach wykorzystano także dane dotyczące innych form użytkowania ziemi (pokrycie terenu przez grunty rolne, lasy, nieużytki, itd.), aby zbadać charakter zachodzących zmian w zakresie pojawiania się nowej zabudowy w miejscu innych form zagospodarowania. Pozwoliło to poddać ocenie uwarunkowania zachodzących procesów urbanizacji. Było to możliwe dzięki wykorzystaniu zbiorów danych **CLC-Change** oraz **Urban Atlas Change**, w którym zmiany te są zidentyfikowane z większą szczegółowością (rozdz. 6.4).

Bazy danych o zmianach pokrycia terenu i użytkowania ziemi **CLC-Change 1990-2000**, **CLC-Change 2000-2006**, **CLC-Change 2006-2012** opracowane zostały w ramach programu *CORINE Land Cover*. Identyfikują one zmiany w zagospodarowaniu przestrzeni na podstawie macierzy relacji określających przejścia jednych form użytkowania terenu w inne formy. Nie zawierają one informacji o całym pokryciu terenu. Identyfikowane są tylko te obszary, które podlegały zmianom. Zbiory danych **CLC-Change** mają wyższą rozdzielczość przestrzenną niż podstawowe bazy danych CLC, gdyż minimalna jednostka kartowania (MMU) ma powierzchnię 5 ha. Na podstawie tych baz danych przeprowadzono analizę przekształceń form użytkowania ziemi w zakresie pojawiania się zabudowy na terenach rolnych, terenach leśnych, w miejskich terenach zieleni, czy konwersji terenów zabudowy na strefy przemysłowe, handlowe i komunikacyjne.

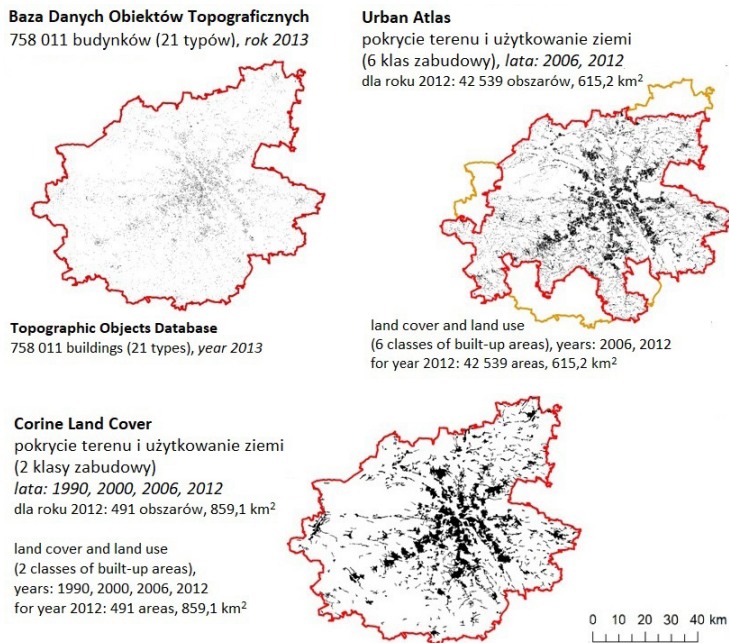
Podobnego rodzaju analizę, lecz bardziej dokładną, wykonano dla lat na podstawie bazy danych o zmianach w pokryciu terenu i użytkowaniu ziemi **UA-Change 2006-2012**. Została ona opracowana dla 305 aglomeracji miejskich – tych samych, które objęły zbiory danych UA 2006 oraz UA 2012. Baza **UA-Change** także wykorzystuje macierz relacji określających przejścia jednych form użytkowania terenu w inne formy. Identyfikowane są tylko te obszary, które podlegają zmianom. Minimalna jednostka kartowania (MMU) to 0,1 ha dla zmian w relacji „klasa miejska – klasa miejska” lub „pozostałe klasy – klasa miejska” oraz 0,25 ha dla zmian w relacji „pozostałe klasy – pozostałe klasy” lub „klasa miejska – pozostałe klasy”. Ten zbiór danych wykorzystano do analizy w zakresie m.in. pojawiania się zabudowy na terenach rolnych, leśnych, nieużytkach, zmiany innych funkcji zagospodarowania na zabudowę, lub zmiany zabudowy w inne funkcje.

Dobór zbiorów danych źródłowych wynika z ich pokrycia terenowego, aktualności, rozdzielczości przestrzennej, a także dostępności. W tabeli 1 zestawiono zbiory danych wykorzystane w badaniu, zaś ryc. 8 przedstawia w sposób syntetyczny

Tabela 1. Zbiory danych wykorzystane w badaniu koncentracji przestrzennej zabudowy

L.p.	Nazwa bazy danych	Zasób informacji	Skala / rozdzielczość	Format	Aktualność	Właściciel / dysponent
1	Baza Danych Obiektów Topograficznych (BDOT)	sieć wodna; sieć komunikacyjna; uzbrojenie terenu; pokrycie terenu; budynki, budowle i urządzenia; kompleksy użytkowania terenu; tereny chronione; jednostki podziału teryt.; in. obiekty	1:10 000	baza danych wektorowych (GML lub SHP)	2013 (dotyczy pozyskanego zbioru danych)	Główny Urząd Geodezji i Kartografii
2	<i>CORINE Land Cover (CLC)</i>	baza danych o pokryciu terenu i użytkowaniu ziemi	skala: 1:100 000 min. obszar kartowania: 25 ha	baza danych wektorowych (SHP) oraz mapa rastrowa	1990, 2000, 2006, 2012	Instytut Geodezji i Kartografii; Główny Inspektorat Ochrony Środowiska
3	<i>Land Cover Change (LCC)</i>	baza danych o zmianach w pokryciu terenu i użytkowaniu ziemi (na podstawie CORINE Land Cover)	zmiany interpretowane z dokładnością do 5 ha	baza danych wektorowych (SHP) oraz mapa rastrowa	zmiany: 1990-2000, 2000-2006, 2006-2012	Instytut Geodezji i Kartografii; Główny Inspektorat Ochrony Środowiska
4	<i>Urban Atlas (UA)</i>	baza danych o pokryciu terenu i użytkowaniu ziemi dla 305 dużych aglomeracji miejskich w Europie (uszczegółowienie CLC)	skala: 1:10 000 min. obszar kartowania: 0,25 ha dla miejskich klas użytkowania, 1 ha dla klas pozostałych	baza danych wektorowych (SHP) oraz mapa rastrowa	2006, 2012	European Environment Agency (EEA)
5	<i>Urban Atlas Change</i>	baza danych o zmianach w pokryciu terenu i użytkowaniu ziemi (na podstawie Urban Atlas)	zmiany interpretowane z dokładnością do 0,25 ha dla miejskich klas użytkowania	baza danych wektorowych (SHP) oraz mapa rastrowa	zmiany: 2006-2012	European Environment Agency (EEA)

ich charakterystykę. Ogółem powierzchnia terenów zabudowy w OMW dla 2012 r. według bazy *CLC* wynosi 859,1 km², zaś dla obszaru OMW przyciętego do granic *UA* jest to dla 2012 r. – 615,2 km².



Ryc. 8. Zbiory danych wykorzystane w badaniu – charakterystyka, aktualność, pokrycie
Fig. 8. Datasets used in the study – characteristics, timeliness, coverage

W analizach wykorzystano również inne dane, o charakterze referencyjnym – przede wszystkim inne Bazy Danych Obiektów Topograficznych, dotyczące m.in. sieci hydrograficznej, sieci komunikacyjnej, obszarów leśnych i innych form pokrycia terenu. Analogiczne dane pozyskano, i wykorzystano jako tło do analiz, ze zbioru danych *OpenStreetMap*. Jest on stale aktualizowany przez użytkowników, bezpłatnie dostępny w internecie i charakteryzuje się szczegółowością odpowiadającą zbiorowi danych topograficznych. Ponadto na potrzeby realizacji badania pozyskano **dane statystyczne z zasobów Głównego Urzędu Statystycznego**, w szczególności z Banku Danych Lokalnych, które zbierane są w cyklach rocznych dla poszczególnych gmin, powiatów, województw. Wykorzystano dane między innymi z zakresu: budownictwa, sytuacji mieszkaniowej, migracji ludności. Ponadto pozyskano dane z badania GUS „Planowanie przestrzenne w gminie”, dotyczącego lokalnej sytuacji planistycznej (informacje przedstawione w rozdziale 4).

1.5.2. Metody analizy koncentracji

Do przeprowadzenia badania na podstawie przetworzonych danych topograficznych (Baza Danych Obiektów Topograficznych) wykorzystano **metody analizy układów punktowych** (Kostrubiec, 1972; Kobyliński, 1987; Boots i Getis, 1988). Przyjęto **podejście wielometodyczne** (*multi-method approach*), zestawiając ze sobą kilka różnych wskaźników koncentracji przestrzennej. Mierniki korzystają z różnego rozumienia pojęcia koncentracji przestrzennej, wywodzą się z odmiennych dziedzin nauki (geografia osadnictwa, ekologia krajobrazu, ekonomia przestrzenna, kartografia), właściwe są im różne formy prezentacji wyników. Koncentracja przestrzenna osadnictwa może być, w nawiązaniu do tych metod, rozumiana i interpretowana wielowymiarowo, m.in. jako zagęszczenie obiektów na jednostce powierzchni (Runge, 1992; Dymek i in., 2015), regularność lub losowość rozmieszczenia obiektów (Clark i Evans, 1954; Kostrubiec, 1972; Boots i Getis, 1988), nierównomierność rozmieszczenia obiektów pomiędzy jednostkami terytorialnymi (Gini, 1912; Sępnia, 2014; Arbia i in., 2015), entropia wyrażająca proporcjonalność rozkładu zjawiska (Miedwiedkow, 1966; Batty, 1974; Thomas, 1981; Yeh i Li, 2001; Öztürk, 2017), skupienie obiektów wokół geograficznego centrum, czyli tendencja centralna (Swiatłowski i Eells, 1937; Matykowski, 1981; Wong, 2009).

Wykorzystano wskaźnikowe metody analiz, koncentrując się na tych, które ostatecznie wybrano do przeprowadzenia badań. Są nimi:

- **ilorazowy współczynnik gęstości**
- **indeks Giniego,**
- **minimalne drzewo rozpinające (najkrótszy dendryt),**
- **metoda najbliższego sąsiada.**

Wstępne rozpoznanie dostępnych metod objęło znacznie szerszy zakres wskaźników, obejmujący m.in. metody taksonomiczne (metody grupowania), miary centrograficzne, wskaźnik koncentracji „C” Kostrubca oraz entropię Shannona (rozdz. 2.2). Nie zostały one jednak włączone do analiz empirycznych z różnych przyczyn: dotyczyły wymiarów koncentracji przestrzennej już badanych inną metodą, lub też aspektów rozmieszczenia zabudowy, które uznano za relatywnie mniej istotne w odniesieniu do celów badania, bądź też dlatego, że dana metoda była szczególnie złożona obliczeniowo.

Do przeprowadzenia badania na podstawie zbiorów danych o pokryciu terenu i użytkowaniu ziemi (*CORINE Land Cover, Urban Atlas*) wykorzystano **metody badania konfiguracji i kompozycji powierzchni osadniczych** (terenów zabudowy). Zastosowanie w analizie znalazły **metryki krajobrazowe**, zwane też **metrykami przestrzennymi**. Miary te wywodzą się z ekologii krajobrazu i nawiązują do modelu „tła – płatów – korytarzy” (Forman i Godron, 1986). Mają podstawowe zastosowanie w badaniach struktury poziomej krajobrazu (McGarigal i Marks, 1995; Riitters i in., 1995; Gustafson, 1998), służąc do opisywania przestrzennych relacji takich jak powierzchnia, zagęszczenie, rozmiary i wzajemna izolacja płatów, długość i przebieg krawędzi płatów, różnorodność typów użytkowania i ich wzajemne rozmieszczenie. Miary te są na tyle wszechstronne, że stosuje się je

w badaniach miejskich, do analizy struktur urbanistycznych i użytkowania ziemi w mieście (Herold i in., 2002; Christensen, 2009; Aguilera, 2011). Zagadnienie metryk krajobrazowych wprowadzono wraz ze szczegółowym opisem wybranych wskaźników i uzasadnieniem ich doboru (rozdz. 2.3).

W analizach służących rozpoznaniu koncentracji przestrzennej terenów zabudowanych (rozdz. 6.2 i 6.3) metryki potraktowano jako miary kształtu, kompozycji i konfiguracji „płatów” terenów zabudowy, niejako abstrahując od zmienności tła krajobrazowego, na którym znajdują się te tereny zurbanizowane. Do tła krajobrazowego odniesiono się jednak w rozdziale 6.4, dotyczącym analizy przekształceń użytkowania terenu, gdzie wskazano powierzchnie nowej zabudowy pojawiającej się w poszczególnych rejonach aglomeracji na terenach rolnych czy leśnych, rejonu dogęszczania zabudowy czy zmiany jej funkcji. Tę analizę przeprowadzono już bez obliczania szczegółowych charakterystyk koncentracji i dekoncentracji przestrzennej.

1.5.3. Jednostki odniesienia

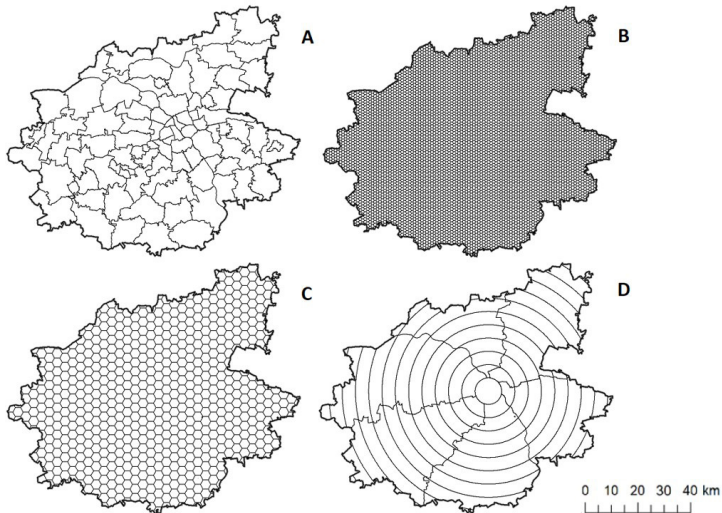
Badanie w różnych **skalach przestrzennych** wiąże się nie tylko z doбором różnych metod wskaźnikowych i kilku zbiorów danych charakteryzujących się odmienną rozdzielczością przestrzenną, ale także zastosowaniem różnych **układów podstawowych terytorialnych jednostek odniesienia**. Rozmieszczenie badanego zjawiska w obrębie tych jednostek i relacje przestrzenne między nimi mogą być opisane w odmienny sposób. Analizy w różnych układach jednostek przeprowadzono w przypadku zbioru danych o budynkach z BDOT (centroidy budynków).

Obliczenia, zależnie od wybranej metody wskaźnikowej (rozdz. 5), wykonano w obrębie następujących układów jednostek podstawowych (ryc. 9):

- jednostki administracyjne: **gminy Obszaru Metropolitalnego Warszawy** (71 gmin, bez Warszawy) oraz **dzielnice Warszawy** (18),
- siatka regularnych jednostek: **heksagony o powierzchni 1 km²** (w liczbie 6522),
- siatka regularnych jednostek: **heksagony o powierzchni 10 km²** (w liczbie 712),
- wydzielenia według **układu stref sektorowo-pierścieniowych** (w liczbie 62), czyli w strefach koncentrycznych (pierścieniach)⁶ o szerokości 5 km przeciętych strefami sektorowymi nawiązującymi do kierunków rozwojowych aglomeracji warszawskiej⁷.

⁶ Strefy koncentryczne nawiązują ideowo do jednego z klasycznych modeli rozwoju miasta, opracowanego przez E. Burgessa (1925). Pozwalają na zbadanie korelacji wskaźników z odległością od centrum miasta. Badania w takim układzie prowadził M. Stępnik (2008), analizując inwestycje mieszkaniowe na obszarze metropolitalnym Warszawy.

⁷ Podobny model zastosował P. Śleszyński dla samej Warszawy (Śleszyński, 2002).



Ryc. 9. Układy jednostek odniesienia wykorzystane w badaniu koncentracji przestrzennej zabudowy: A – gminy obszaru metropolitalnego i dzielnice Warszawy, B – heksagony o powierzchni 1 km², C – heksagony o powierzchni 10 km², D – strefy sektorowo-buforowe
 Fig. 9. Reference units used in the study of spatial concentration of buildings: A – municipalities of the metropolitan area and districts of Warsaw, B – hexagons with an area of 1 km², C – hexagons with an area of 10 km², D – sector and buffer zones

Wyjaśnienia może wymagać przyjęcie w badaniu, oprócz układu gminnego, także układu dzielnicowego. Przyczyny tego są trojaki: 1) dzielnice stołeczne, szczególnie te większe, mają zbliżoną powierzchnię do niektórych gmin; 2) dzielnice mają zbliżony potencjał ludnościowy do najbardziej zaludnionych gmin OMW, a często znacznie je przewyższają populacją; 3) badanie w układzie dzielnic pozwala rozpoznać specyfikę zjawiska suburbanizacji wewnętrznej (rozd. 3) i różnice występujące w koncentracji zabudowy pomiędzy strefą śródmiejską a peryferyjnymi rejonami stolicy.

Wyjaśnień wymaga także konstrukcja układu sektorowo-pierścieniowego. Skonstruowany został w nawiązaniu do strefy koncentrycznych (pierścieni) o szerokości 5 km, wyznaczonych od punktu centralnego Warszawy (skrzyżowanie Al. Jerozolimskich i ul. Marszałkowskiej). Pierścienie zostały następnie przecięte 6 strefami sektorowymi (klinami), nawiązującymi do podmiejskich pasm rozwojowych, według granic gmin i powiatów. Do sektorów wliczono także dzielnice Warszawy usytuowane na danym kierunku rozwojowym. Wyznaczono następujące pasma rozwojowe, odpowiadające identyfikowanym w literaturze pasmom osadniczym (ryc. 31, rozdz. 4.2; ryc. 55, rozdz. 5.2): I) zachodnie – błońsko-sochaczewskie (kampinoskie), II) południowo-zachodnie – pruszkowsko-grodzisko-żyrardowskie, III) południowe – piaseczyńsko-grójeckie, IV) południowo-wschodnie – otwoczeko-mińskie, V) północno-wschodnie – wołomińsko-wyszchowskie, VI) północne – legionowsko-nowodworskie. Centralną część Warszawy wyłączono, tworząc centralny bufor, który nie był już dzielony na wycinkowe sektory. Obejmuje on

w całości dzielnicy Śródmieście i częściowo dzielnice: Żoliborz, Wola, Ochota, Mokotów, Praga-Północ, Praga-Południe oraz Targówek (fragmentarycznie).

Dobór podstawowych terytorialnych jednostek odniesienia może mieć istotny wpływ na dokładność wyników badań. Występowanie problemu zmiennej jednostki odniesienia (MAUP, ang. *modifiable areal unit problem*) wskazuje, że wyniki obserwacji zależą od rozmieszczenia analizowanych danych w strefach badanego obszaru oraz od kształtu i rozmiarów podstawowych jednostek terytorialnych wykorzystanych w analizie (Gehlke, Biel, 1934; Openshaw, 1983). Jest to zatem rezultat, z jednej strony, arbitralnego wyznaczenia granic (ang. *zoning dimension*), a z drugiej, przyjętej skali (wielkości) podstawowych jednostek analizy (ang. *scale dimension*). Ponieważ zdefiniowanie optymalnych jednostek do analizy jest trudne i obciążone ryzykiem błędu, problem ten można częściowo rozwiązać dokonując oceny porównawczej wrażliwości wyników analizy na zmianę agregacji jednostek lub ich granic (Wong, 2009; Kwan, 2012; Stępnia, 2014). Występowanie problemu MAUP jest jedną z przesłanek podjęcia w pracy badania w różnych układach podstawowych jednostek przestrzennych.

Zmienność czasową koncentracji przestrzennej terenów zabudowy zbadano na podstawie danych *CORINE Land Cover* i *Urban Atlas*, za pomocą metryk krajobrazowych, w odniesieniu do układu gmin OMW oraz dzielnic Warszawy, a także w odniesieniu do całego obszaru. Ponieważ nie miały tutaj zastosowania inne układy jednostek odniesienia (heksagony, strefy koncentryczne, itp.), nie ma mowy o występowaniu problemu MAUP.

1.5.4. Zakres czasowy

Zakres czasowy badania został wybrany jako okres 24 lat, w przedziale czasowym: 1990-2013. Wybór takiej cezurę czasowej wynikał z występowania po 1989 roku w polskich aglomeracjach miejskich najbardziej intensywnych i dynamicznych zmian w zakresie suburbanizacji (odpływu ludności z miasta centralnego na przedmieścia) i urbanizacji podmiejskiej (napływu ludności z innych obszarów do strefy podmiejskiej). Okres 24-letni jest jednocześnie na tyle długi, że pozwala wskazać na określone trendy, kierunki zmian, a być może także na występowanie prawidłowości powiązanych z przemianami społeczno-ekonomicznymi. Dobór konkretnych interwałów czasowych, w których finalnie przeprowadzono analizy, został podyktowany dostępnością danych wyjściowych o odpowiedniej jakości i szczegółowości. Szczegółowe zmiany rozpraszania i koncentracji terenów zabudowy przedstawiono w jednym przekroju czasowym – dla okresu 2006-2012 (dane *Urban Atlas*), na tle bardziej ogólnych przemian urbanizacyjnych, które zidentyfikowano dla okresu 1990-2012 (dane *CORINE Land Cover*). Analiza stanu w zakresie koncentracji i rozproszenia punktów osadniczych (budynków) na podstawie danych BDOT dotyczy natomiast roku 2013.

1.5.5. Techniki i narzędzia badawcze

W badaniach wykorzystano **techniki badawcze i narzędzia z zakresu systemów informacji geograficznej** (GIS), które pozwoliły na przetworzenie dużej ilości danych przestrzennych w formatach wektorowych i rastrowych. W szczególności analizy zbioru danych o budynkach dla całej aglomeracji miejskiej wymagały dużej mocy obliczeniowej. Użyto narzędzia analizy przestrzennej obejmujące, m.in. nakładanie warstw, selekcję i wycinanie obiektów, zapytania atrybutowe, metody analizy powierzchniowej, w tym wyznaczania zasięgów, klasyfikacji, buforowania, a także specjalistyczne metody związane z obliczeniem wybranych wskaźników koncentracji, takie jak: konstrukcja grafów najkrótszego dendrytu, obliczenie wskaźnika najbliższego sąsiada, czy statystyk metryk krajobrazowych. Głównym wykorzystanym oprogramowaniem było ArcGIS firmy ESRI i jego poszczególnie rozszerzenia, oraz częściowo QGIS. Zastosowano skrypty języka programistycznego Python oraz modele przepływów *ModelBuilder* umożliwiające częściową automatyzację wykonywanych wielokrotnie przetworzeń danych. Do analizy i obliczenia metryk krajobrazowych w modelu rastrowym danych wykorzystano program *Fragstats*. Do obliczenia grafów „minimalnego drzewa rozpinającego” użyto specjalne rozszerzenie *Spanning Tree Tools* dla ArcGIS. Ostatnim etapem opracowania danych była ich prezentacja na mapach, za pomocą metod prezentacji kartograficznej – jakościowej, jak i ilościowej (kartogram, rzadziej kartodiagram). W rozdziale 5.4 użyto szczególnego rodzaju kartogram, nazwany „kartogramem liniowym”⁸. Przedstawia on wartości odniesione do powierzchni jednostek podstawowych, jednak rozkolorowane zgodnie z przyjętymi podziałami na klasy (przedziały) wartości zjawiska zostały grafy, stanowiące układy punktów i linii. Grafy te posłużyły do obliczenia wskaźników odniesionych do powierzchni.

⁸ Pojęcie kartogramu liniowego nie jest szeroko stosowane. J. Korycka-Skorupa (2000) sugeruje nieco inne ujęcie – jeżeli dane ilościowe przedstawione na mapie uporządkowane są w pewne przedziały, a metodą prezentacji są linie o zmiennych rozmiarach (np. różnej szerokości), wówczas taką metodę prezentacji należałoby nazwać kartogramem liniowym porządkowym (ang. *linear ordered choropleth map*).

2. Metody badań koncentracji przestrzennej osadnictwa

2.1. Zagadnienia wstępne i definicje

2.1.1. Koncentracja i dekoncentracja przestrzenna

Koncentracja przestrzenna określa, „nierównomierność rozmieszczenia określonych zjawisk w przestrzeni” (Runge A. i Runge J., 2008). Według B. Kostrubca (1969), koncentracja w znaczeniu najbardziej rozpowszechnionym to „miara statystyczna, za pomocą której bada się stopień skupienia lub rozproszenia elementów pewnego zbioru”, przy czym autor ten zaznacza, że dla ekonomistów koncentracja jest „miarą stopnia nierównomierności w rozkładzie cechy pośród osobników pewnej populacji”, zaś w statystyce ekonomicznej służy ona określeniu „ścisłości skupiania się pojedynczych obserwacji zmiennej wokół pewnej wybranej wartości, np. średniej arytmetycznej (miary dyspersji)”. Zauważa też, że wraz z szerokim określeniem „koncentracja” stosowane są zamiennie zbliżone terminy jak: „aglomeracja”, „asocjacja”, „zagęszczenie”. Według K. Bromka (1967) terminu „aglomeracja”, czyli nagromadzenie, skupienie, należałoby używać tylko w sensie bezwzględnym, np. „aglomeracja miejska licząca 600 tys. mieszkańców”, zaś pojęcia „koncentracja” w sensie względnym, odniesionym do całej zbiorowości, w geografii najczęściej dla całego określonego terytorium, np. kraju czy regionu. Ten sam autor zauważa, że zjawisko „nierównomierności rozdziału” (przedmiotów, ludzi, cech) – w geografii zazwyczaj pomiędzy jednostkami podziału przestrzennego – jest najczęściej określane nazwą koncentracji, „co jest równoznaczne z łatwiejszą apercpcją jednego bieguna nierównomierności rozdziału, tj. **skupienia**, niż drugiego tj. **rozproszenia** i ewentualnie pustki”. Terminy te określają zatem dwa przeciwstawne stany stanowiące wyraz tego samego zjawiska.

Proces **dekoncentracji** osadnictwa miejskiego jest skutkiem występowania przewagi **sił odśrodkowych**, warunkowanych atrakcyjnością położenia terenów

i kosztami transportu, wypychających mieszkańców, a następnie miejsca pracy, świadczenia usług i towarzyszącą infrastrukturę z centrum do stref peryferyjnych, nad **siłami dośrodkowymi**, powodującymi ich skupianie się w centrum jednostki osadniczej (Colby, 1933). Wydzielić można dwie składowe tego procesu dekoncentracji: **dyfuzję i dyspersję**. Dyfuzja wiąże się z procesem odpływu ludności z ośrodka centralnego (rdzenia) do stref zewnętrznych, podczas gdy dyspersja jest skutkiem tendencji do równomiernego rozmieszczenia zjawiska na danym obszarze (McKenzie, 1926). Rozwój przestrzenny miasta⁹ następujący na skutek działania sił odśrodkowych nie ma charakteru jednostajnego i równomiernego, gdyż jest zaburzony występowaniem czynników zniekształcających, związanych z różnicami w oporze lokalnym: **barier dyfuzji** (przepuszczających, absorpcyjnych, bądź odbijających), a drugiej strony **stymulant**, przyspieszających zachodzenie procesu dekoncentracji (Korcelli, 1974). Heterogeniczność przestrzeni powoduje, że barierami dyfuzji są naturalne przeszkody terenowe (np. wody powierzchniowe, ukształtowanie terenu) lub inne ograniczenia w użytkowaniu, wynikające z zagospodarowania antropogenicznego, np. sieci infrastruktury. Kwestię ograniczeń w analizie rozwoju układów osadniczych podjął B. Malisz, twórca koncepcji analizy progowej (Malisz, 1963, 1966), u której podstaw leży pojęcie kosztów progowych, a więc nakładów inwestycyjnych, jakie należy ponieść, aby przewyżczyć ograniczenia w zagospodarowaniu przestrzeni, czyli progi rozwojowe.

W ślad za tym jak zdefiniowano dyspersję za McKenzie (1926), rozpraszanie osadnictwa wiąże się z powstawaniem **jednostajnego, regularnego układu** wystąpień zjawiska w całym obszarze badania. Dyfuzja zaś, jako druga składowa procesu dekoncentracji, prowadzi do rozmieszczenia wystąpień zjawiska na obrzeżach badanego obszaru. Co więcej, intuicja podpowiada, że rozpraszanie oznacza dążenie do **rozmieszczenia losowego**, o cechach przypadkowości, bądź też do występowania wzajemnie od siebie izolowanych zgrupowań wystąpień zjawiska, co często obserwujemy jako bezładne układy zabudowy w obszarach podmiejskich (tzw. „zabi skok”, ang. *leapfrogging*). Wszystko to stanowi symptomy zaburzonego ładu przestrzennego. Warto jednak zauważyć, że gdy tworzą się silne zgrupowania osadnictwa, których jest co najmniej kilka, można mówić o powstawaniu **układu klastrowego**, inaczej: **gronowego** (ang. *clustering*), który jest specyficzną formą układu o wysokim stopniu koncentracji. Ostatecznie, gdy te zgrupowania stają się odpowiednio silne i gromadzą znaczną część wystąpień zjawiska, wytworzyć się może **układ policentryczny**. Wysoki stopień koncentracji osadnictwa nie musi bowiem wiązać się z jego skupieniem na jednym tylko obszarze, chociaż **skupienie w jednym punkcie lub w pojedynczej (najmniejszej) jednostce przestrzennej** stosowanej w badaniu oznacza maksymalną koncentrację.

⁹ Operując pojęciem „rozwój przestrzenny miasta” mamy tutaj na myśli w istocie jego rozrost związany z ekspansją przestrzenną, prowadzący, co prawda do pewnego wzrostu złożoności układu, ale niekoniecznie cechującego się doskonalszą organizacją i rozwojem funkcjonalnym. Szczególnie, gdy zjawiska te przebiegają w sposób żywiołowy i niekontrolowany, prowadząc do powstawania bezładnych form typu *urban sprawl*. Wyrazu „rozwój” nie należy w tym przypadku rozumieć dosłownie, bowiem zgodnie z definicją ze *Słownika Języka Polskiego PWN* oznacza on „proces zmian, przeobrażeń, przechodzenia do stanów doskonalszych lub bardziej złożonych pod jakimś względem”.

„Biegunów skupienia” może być więcej i mogą być one rozmieszczone w różny sposób, niekoniecznie centralnie względem całego układu (miasta, aglomeracji). A. Anas i in. (1998) wyróżniają dwa rodzaje koncentracji przestrzennej – pierwszy, na poziomie miasta, związany z centralizacją bądź decentralizacją aktywności względem centrum (często jest to np. dzielnica biznesowa – *Central Business District*), drugi, na poziomie bardziej lokalnym, związany ze skupieniem aktywności w klastry (układ policentryczny). Dekoncentracja i decentralizacja funkcji decyzyjnych, społeczno-gospodarczych, oznacza odejście od modeli monocentrycznych w wyjaśnianiu struktur miejskich (Śleszyński, 2004). M. Stępnia (2014) stosuje pojęcia **centralizacji i decentralizacji** nie według zwyczajowego kryterium funkcjonalnego – zwykle używanego w kontekście uprawnień administracji publicznej różnych szczebli, bądź ogólnie stopnia skupienia czegoś pod określonym zarządem, lecz według kryterium przestrzennego, które określa, jaki odsetek elementów danej cechy zlokalizowany jest na centralnie położonym obszarze, a jaki na terenach peryferyjnych. Podobnym rozumieniem tych pojęć posługuje się M. Brabant (2016), także za H.W. Richardsonem (1977), zwracając uwagę na decentralizację obszarów miejskich jako skutek procesów suburbanizacji, dezurbanizacji, rozpraszania i kurczenia się miast, oraz na znaczenie decentralizacji infrastruktury i centrów i lokalnych centrów rozwoju we współczesnych miastach i aglomeracjach. Wzrost zaludnienia i zagęszczenia zabudowy w ośrodkach peryferyjnych kosztem rdzenia aglomeracji może świadczyć o występowaniu tzw. **rozproszonej koncentracji** (ang. *dispersed concentration*), zwanej niekiedy **subcentralizacją** (Grzeszczak, 1996).

Podstawową kwestią przy wyznaczaniu wskaźników zabudowy rozproszonej jest ustalenie definicji rozproszenia i skupienia, zawierającej w sobie kryteria lub warunki odległości między obiektami lub obszarami zabudowy. Nie jest to, jak się okazuje, kwestia jednoznaczna. Dekoncentrację (rozpraszanie) można rozumieć jako proces związany ze stosunkowo równomiernym rozmieszczaniem danego zjawiska w przestrzeni w taki sposób, że jego wystąpienia mają miejsce na całym obszarze badań, a odległości między nimi zwiększają się. Główny problem stanowi określenie, czy oznacza to dążenie do idealnie równomiernego rozmieszczenia, do układu całkowicie losowego, do rozmieszczenia na obrzeżach obszaru, czy do jeszcze innego rozkładu o nieregularnych odstępach między wystąpieniami zjawiska, ewentualnie możliwego do matematycznego zdefiniowania. Zdaniem B. Kostrubca (1969) wysiłki zmierzające ku określaniu zjawiska koncentracji obiektów geograficznych szły w trzech kierunkach – badania odchyłań od jednorodności rozmieszczenia, badania odchyłań od losowego rozrzutu, i wreszcie rozpatrywania wzajemnego położenia obiektów na mapach.

W niniejszej monografii przyjęto na podstawie wykonanych studiów literaturowych, że przyjąć można występowanie co najmniej czterech wymiarów (składowych) koncentracji przestrzennej zabudowy (ryc. 10), którymi są:

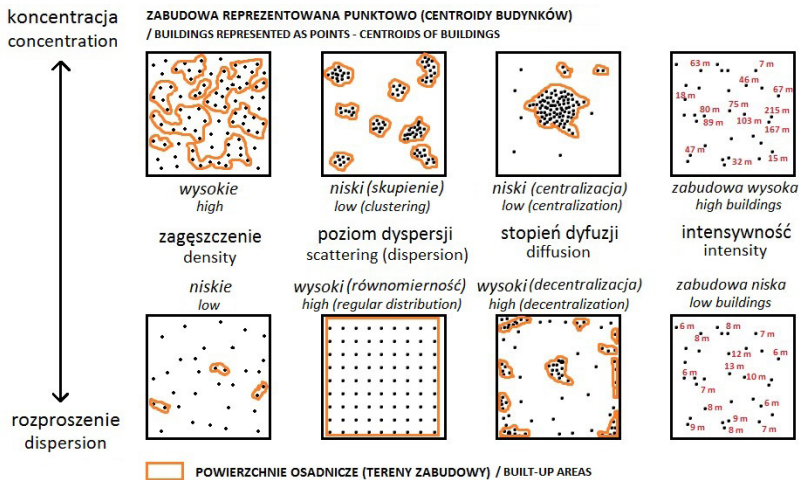
- **zagęszczenie** zabudowy, określające gęstość występowania budynków (względnie terenów zabudowy) w obszarze badania i jego poszczególnych podobszarach,

- **poziom dyspersji** zabudowy, wynikający ze zróżnicowania wzajemnych odległości pomiędzy budynkami w obszarze badania; minimalny poziom dyspersji określa skupienie w jednym punkcie, maksymalny poziom dyspersji to regularne, równomierne rozmieszczenie; stany pośrednie to: skupienie w klastry, rozkład losowy i inne rozkłady,
- **stopień dyfuzji** zabudowy, wynikający ze skupienia budynków wokół geometrycznego centrum obszaru lub ośrodka osadniczego położonego w pobliżu centralnej lokalizacji lub mającego najsilniejsze oddziaływanie na dany obszar w zakresie pełnionych funkcji (centralizacja), lub też wynikający z rozmieszczenia budynków na obrzeżach obszaru (decentralizacja).

Dodatkową składową, odnoszącą się do przestrzeni trójwymiarowej jest:

- **intensywność pionowa** zabudowy, wyrażona przez średnią wysokość budynków w obszarze badania i jego poszczególnych podobszarach (lub inne miary zróżnicowania wysokości budynków – maksymalne wysokości, odchylenie standardowe, itp.)¹⁰, lub poprzez iloczyn zagęszczenia budynków i ich wysokości, lub poprzez iloraz wysokości budynków i liczby budynków na danym obszarze.

W rezultacie najbardziej skoncentrowana zabudowa to taka, która jest: gęsta, skupiona, szczególnie w centrum układu, i wysoka. Najbardziej rozproszona zabudowa to taka, która jest: rzadka, równomiernie rozmieszczona, szczególnie na obrzeżach układu, i niska.



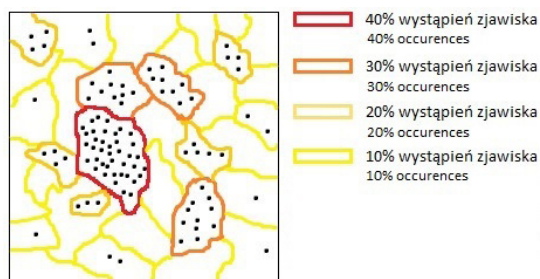
Ryc. 10. Wymiary koncentracji przestrzennej zabudowy
Fig. 10. Dimensions of the spatial concentration of buildings

¹⁰ Wyrażenie intensywności zabudowy wyłącznie poprzez jej wysokość to ujęcie uproszczone, które przyjęto dla punktowych reprezentacji budynków na płaszczyźnie. W przypadku obliczenia powierzchni obiektów po obrysach budynków, z uwzględnieniem liczebności kondygnacji, możliwe jest obliczenie wskaźników intensywności zabudowy w klasycznym, urbanistycznym ujęciu. Wskaźnik intensywności zabudowy oznacza wówczas stosunek powierzchni całkowitej budynków (tj. sumy powierzchni wszystkich kondygnacji mierzonych na poziomie posadzki po obrysie zewnętrznym budynku) do powierzchni gruntu na danym terenie (w odniesieniu do działki budowlanej).

Wykonane zestawienie charakterystyk skupionej i rozproszonej zabudowy warto porównać z tym zaproponowanym przez G. Galstera i in. (2001). Poziom koncentracji przestrzennej zabudowy uznano w pracy tych autorów jako jeden z wymiarów *urban sprawl*, równoważny z takimi wymiarami, jak gęstość, klastryzacja, czy centralizacja, w niniejszej pracy uznanymi natomiast za składowe poziomu koncentracji.

Przedmiotem niniejszej pracy jest przede wszystkim koncentracja przestrzenna zabudowy jako stan odnoszący się do rozmieszczenia obiektów zabudowy, określony przez dwa wymiary: zagęszczenie oraz poziom dyspersji. Do tych dwóch wymiarów odnoszą się w różny sposób wskaźniki dla układów punktowych (centroidów budynków), jak i metryki krajobrazowe (przestrzenne), którymi opisano powierzchnie osadnicze, tj. tereny zabudowy. Wymiarem, który nie był empirycznie analizowany jest stopień dyfuzji, jako stan określający centralizację / decentralizację osadnictwa. Trzeci wymiar (również w sensie przestrzennym), jaki uwzględniono wiąże się z wysokością zabudowy, co wzięto pod uwagę w wynikach analiz (rozdz. 5.7), podczas wykonywania obliczenia dla budynków w gminach i dzielnicach, przyjmując wskaźnik intensywności pionowej zabudowy uwzględniający liczbę kondygnacji budynków oraz ich liczebność w obrębie danej jednostki administracyjnej.

Odrębną kwestią jest określenie koncentracji przestrzennej zabudowy w wymiarze skumulowanego rozkładu, tj. jako „**miary stopnia nierównomierności w rozkładzie cechy**” (ryc. 11). Służy temu współczynnik Giniego, którego charakterystykę opisano w rozdziale 2.2.1, zaś wyniki analiz wykonanych tą metodą przedstawiono w rozdziale 5.3. Maksymalny poziom koncentracji występuje w przypadku lokalizacji wszystkich wystąpień zjawiska w jednej jednostce przestrzennej; minimalny poziom koncentracji zaś w przypadku równomiernego, proporcjonalnego rozmieszczenia wystąpień zjawiska w odniesieniu do wydzieleni przestrzennych, tj. gdy w każdej jednostce występuje taka sama ich liczba.



Ryc. 11. Koncentracja jako miara nierównomierności rozkładu przestrzennego – przykład rozmieszczenia punktów osadniczych w obrębie nieregularnych jednostek podstawowych
Fig. 11. Concentration as a measure of uneven spatial distribution – an example of the distribution of settlement points within irregular basic units

2.1.2. Wskaźniki i miary koncentracji osadnictwa

Metody wskaźnikowe są podstawowym narzędziem służącym do opisanego i wyjaśnienia zjawiska koncentracji osadniczej, podobnie jak wielu innych zjawisk występujących w przestrzeni geograficznej i elementów zagospodarowania przestrzennego. P. Śleszyński (2013c) określa **zagospodarowanie przestrzenne** jako „sposób wykorzystania i użytkowania przestrzeni do realizacji celów m.in. przyrodniczych, społecznych i ekonomicznych”, gdzie pod pojęciem „sposób” w szczególności rozumie się występowanie i wzajemnie relacje między elementami m.in. środowiska przyrodniczego, osadnictwa z infrastrukturą oraz funkcji społeczno-ekonomicznych. Następnie definiuje **wskaźniki zagospodarowania przestrzennego** jako „liczbowe przedstawienie stanu lub dynamiki danego cząstkowego elementu lub grupy elementów zagospodarowania przestrzennego” (Śleszyński, 2013c, s. 178). Wyróżnia wskaźniki absolutne (bezwzględne), oznaczające pewną matematycznie dającą się zdefiniować wielkość oraz wskaźniki relatywne (względne), odniesione do jakiejś innej cechy, np. powierzchni lub liczby ludności, bądź też określające procentowy udział danej cechy w całości zjawiska lub procesu. Inny podział uwzględnia wskaźniki strukturalno-funkcjonalne, dotyczące charakterystyki danej cechy, np. wielkości bezwzględnej i relacji w stosunku do innych elementów (np. powierzchni) oraz wskaźniki topologiczne, oznaczające szczególnie sposób występowania danej cechy w przestrzeni geodezyjnej.

Wskaźniki są przydatne dla celów monitoringu i oceny zagospodarowania i **ładu przestrzennego**, którego osiągnięcie stanowi główny cel zagospodarowania przestrzennego na wszystkich poziomach planowania: krajowym, regionalnym, lokalnym i funkcjonalnym (KPZK 2030, 2011). Zgodnie z obowiązującą ustawą z dnia 27 marca 2003 r. *o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym*, jako ład przestrzenny określa się takie ukształtowanie przestrzeni, które tworzy harmonijną całość oraz uwzględnia w uporządkowanych relacjach wszelkie uwarunkowania i wymagania funkcjonalne, społeczno-gospodarcze, środowiskowe, kulturowe oraz kompozycyjno-estetyczne. Pojęcie to jest integralnie związane z architekturą, urbanistyką i zagospodarowaniem przestrzennym – „ład przestrzenny to uporządkowana całość, w której części poddane są wspólnym regułom gry, całość, w której logika funkcjonowania, funkcjonalność struktury, czytelność przestrzenna, a także estetyka, piękno – odgrywa dominującą rolę” (Kołodziejski, 1991, s. 88). P. Śleszyński (2013c, s. 178) natomiast stwierdza, że ład przestrzenny jest „szczególnym rodzajem zagospodarowania przestrzennego”, który oznacza „pożądaną stan tego zagospodarowania, zgodny z zasadami zrównoważonego rozwoju, w tym dążenia do podnoszenia jakości życia oraz wymogami racjonalności i efektywności działalności ludzkiej”. Przy czym należy poczynić uwagę, że ład przestrzenny, jak się wydaje, stanowi jednak cechę, a nie rodzaj zagospodarowania przestrzeni. Niezależnie jak zdefiniujemy ład przestrzenny, jako jego przeciwieństwo należałoby przyjąć bezład przestrzenny lub **chaos przestrzenny**, przy czym to drugie pojęcie wskazuje na dynamiczną, czynną stronę procesów, które do tego stanu doprowadziły, utrwalają go lub pogłębiają.

P. Śleszyński, w cytowanym wcześniej opracowaniu służącym wypracowaniu kompleksowej koncepcji **wskaźników zagospodarowania i ładu przestrzennego w gminach** (Śleszyński, 2013c) sformułował ich systematykę obejmującą następujące grupy tematyczne: 1) **osadniczo-infrastrukturalne**, 2) **społeczno-ekonomiczne**, 3) **przyrodnicze i ochrony środowiska**, 4) **funkcjonalne**, 5) **prawno-planistyczne** (tamże, s. 176-232)¹¹. Wskaźniki zostały też rozróżnione zgodnie z podziałem na strukturalno-funkcjonalne i topologiczne, a ponadto wyróżniono dwa poziomy przestrzenno-administracyjne agregacji: ogólny i wewnętrzny. Pierwszy z nich umożliwia analizę stanu zagospodarowania i ładu przestrzennego w skali pojedynczych gmin, w tym ich porównania względem siebie, drugi – pozwala na bardziej szczegółowe analizy, związane z wewnętrznym zróżnicowaniem. Wcześniejsze opracowania warte wspomnienia w tym kontekście dotyczyły mierników jakości przestrzeni miejskiej (Ziobrowski, 1992), czy też wskaźników ekorozwoju (Borys, 2005) – autor tej drugiej koncepcji wyróżnił blisko 750 szczegółowych wskaźników ładu środowiskowego, społecznego i ekonomicznego.

Odrębną systematykę **wskaźników oceny polityki i gospodarki przestrzennej w gminach** zaproponował P. Fogel (2012). Tylko częściowo mieszczą się one w grupach wyodrębnionych przez P. Śleszyńskiego, bowiem dotyczą nie tylko faktycznego zagospodarowania przestrzeni, które jest w dużej części efektem polityki prowadzonej przez gminy, ale odnoszą się również do charakterystyki samego gospodarowania przestrzenią. P. Fogel wyróżnił i opisał następujące grupy wskaźników: 1) **gospodarowania terenem**, 2) **demograficzne**, 3) **bezpieczeństwa**, 4) **presji na środowisko**, 5) **infrastrukturalne**. Zgodnie z tą koncepcją „wskaźniki oceny polityki przestrzennej”, inaczej określone jako „wskaźniki zrównoważonego gospodarowania przestrzenią”, stanowią „sformalizowaną metodę prezentacji informacji opisujących aktualny stan przestrzeni i planowane w niej zmiany mogące zachodzić wskutek realizowania założonej polityki gospodarowania przestrzenią”. Mają one wspomagać „zrównoważone gospodarowanie przestrzenią”, które rozumiane jest jako „takie działania planistyczne, które prowadzą do zbilansowanego, w stosunku do prognozowanej liczby ludności, rozwoju przestrzennego, opartego na poszanowaniu zasobów, zwłaszcza przyrodniczych” (Fogel, 2012, s. 141).

W ramach wskaźników zagospodarowania i ładu przestrzennego wyróżnić można grupę **mierników określających koncentrację i rozproszenie osadnictwa**. P. Śleszyński (2013c) zaproponował w odniesieniu do gmin m.in. wskaźnik rozproszenia zabudowy mieszkaniowej (ujmujący w syntetycznej postaci stosunki wielkości zaludnienia i powierzchni w dwóch kategoriach – zabudowy rozproszonej i całkowitej), a ponadto inne mierniki odnoszące się do omawianego zagadnienia, takie jak: gęstość granic użytkowania terenu (określa fragmentację krajobrazu), czy różnorodność funkcji użytkowania (dotyczy funkcji terenu). P. Fogel (2012) natomiast zaproponował, wśród wskaźników zrównoważonego

¹¹ W tym samym opracowaniu inni autorzy zaproponowali szczegółowe wskaźniki określające ład środowiskowy, dotyczący środowiska przyrodniczego (A. Affek), ład przestrzenny w miastach i na obszarach silnie zurbanizowanych (M. Górczyńska), ład w zakresie infrastruktury transportu drogowego i kolejowego (P. Rosik, A. Ciechański), zagospodarowania i ruchu turystycznego (M. Bednarek-Szczepeńska, M. Więckowski), oraz powiązań (T. Komornicki).

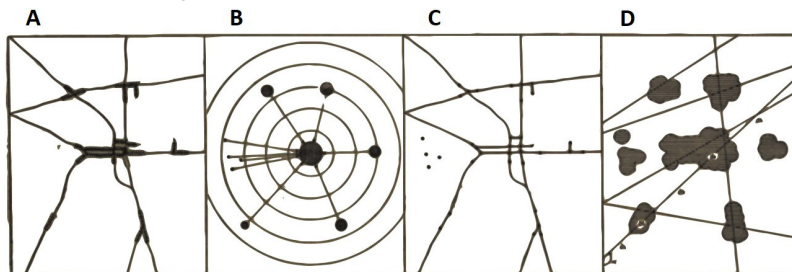
gospodarowania przestrzeni, różne miary dotyczące zmian powierzchni terenów zabudowy mieszkaniowej i usługowej lub innych terenów, w tym dotyczące ekspansji zabudowy na tereny o niekorzystnych warunkach gospodarowania lub o wysokich walorach przyrodniczych. Wymienione wskaźniki mogą być w różnym zakresie przydatne do oceny ekspansji i rozpraszania osadnictwa.

W zakresie **identyfikacji i oceny zjawiska urban sprawl**, że wielu autorów zaproponowało różne zagregowane, syntetyczne wskaźniki lub zestawy wskaźników (Batty i in., 2002; Frenkel i Ashkenazi, 2008; Ewing i Hamidi, 2014; Jaeger i Schwick, 2014). *Urban sprawl* jest na tyle zróżnicowanym i pojemnym zjawiskiem, że jest opisywany poprzez tak różne aspekty, jak: zróżnicowanie i zmiany gęstości zaludnienia, dekoncentracja osadnictwa miejskiego, przemieszanie użytkowania ziemi, decentralizacja aktywności gospodarczej, zmiany dostępności komunikacyjnej, czy fragmentacja krajobrazu. Szczegółne ujęcie tego problemu zaproponowali G. Galster i in. (2001), wyróżniając osiem „wymiarów” *urban sprawl* w odniesieniu do struktury przestrzennej osadnictwa: koncentrację, gęstość, ciągłość, klasteryzację, centralizację, (mono-/poli-) nuklearność, mieszane użytkowanie i bliskość. W takim ujęciu dekoncentracja jest tylko jednym z kilku aspektów określających „przestrzenne rozproszenie” osadnictwa, mimo że kwestie zmniejszenia gęstości zabudowy, tworzenia się klastrów zabudowy, czy też decentralizacji wynikającej z procesów dyfuzji wydają się również wchodzić w zakres dekoncentracji. Relacje między koncentracją a innymi aspektami przestrzennego rozmieszczenia zabudowy będą dalej omawiane, najpierw jednak wprowadzone będą miary samej koncentracji.

Zdaniem R. Szymytkie (2014), w badaniach geograficzno-osadniczych **miary koncentracji** stosowane są w trzech zasadniczych ujęciach: 1) do analizy koncentracji sieci osadniczej, będącej zbiorem jednostek osadniczych, traktowanych jako elementy punktowe; 2) do identyfikacji osadnictwa zwartego lub rozproszonego; 3) do analizy morfologicznej siedliska (obszaru zabudowanego). A. Zagożdżon (1970) wymienił trzy możliwości konceptualnego przedstawiania osadnictwa w badaniach geograficzno-osadniczych i analizach kartometrycznych: 1) jako zbioru punktów materialnych rozmieszczonych na określonym obszarze, 2) jako szeregu układów liniowych lub pasmowych, 3) jako powierzchni zabudowanych lub zasiedlonych (ryc. 12). Wynika z nich zastosowanie różnych metod analizy struktury przestrzennej osadnictwa.

W przypadku, gdy sieć osadnicza reprezentowana jest przez zbiór punktów (o jednakowych lub zróżnicowanych wielkościach, np. ze względu na liczbę mieszkańców, budynków), stosuje się **metody badań koncentracji punktów** (Kostrubiec, 1972; Kobyliński, 1987; Boots i Getis, 1988), które pozwalają określić charakterystykę ich rozkładu względem pewnych modelowych układów. W ujęciu badania układów liniowych, mniej lub bardziej rozgałęzionych, znajdują zastosowanie szczególnie **metody z zakresu teorii grafów**, którymi opisuje się kształty poszczególnych siedlisk lub całe sieci osadnicze (Zagożdżon, 1970; Miszewska, 1976; Szymytkie, 2014). W przypadku badania osadnictwa jako zjawiska powierzchniowego przedmiotem badań jest analiza kształtów, wzajemnego położenia oraz

stopnia wypełnienia całej powierzchni plamami osadniczymi. Współcześnie do tego rodzaju analiz wykorzystywane są szczególnie **metryki krajobrazowe**, wywodzące się z badań ekologiczno-krajobrazowych (Herold i in., 2002; Ji i in., 2006; Solon, 2009; Aguilera i in., 2011).



Ryc. 12. Metody analizy struktury przestrzennej osadnictwa: a) kilka osiedli z widocznym układem zabudowań wzdłuż dróg, b) osiedla jako punkty różnej wielkości, różnicowane liczbą budynków, c) osiedla jako układy liniowe – grafy, d) osiedla jako powierzchnie. Źródło: Zagożdżon, 1970

Fig. 12. Methods of analysis of the spatial structure of settlement: a) several estates with a visible layout of buildings along the roads, b) estates as points of different sizes, differentiated by the number of buildings, c) estates as linear systems – graphs, d) estates as surfaces. Source: Zagożdżon, 1970

W niniejszej publikacji, mimo położenia dużego nacisku na metody analizy układów punktowych, miary koncentracji stosowane będą w drugim spośród ujęć zidentyfikowanych przez R. Szymytkie (2014), bowiem jako punkty osadnicze przyjęto centroidy poszczególnych budynków, a nie centroidy jednostek osadniczych, bądź zagregowanych terenów zabudowy. Dotyczy to pierwszej części analiz empirycznych (rozdz. 5). Druga część analiz empirycznych (rozdz. 6) również wpisuje się w identyfikację osadnictwa zwartego i rozproszonego, przy czym podjęto w niej próbę określenia, w jakim zakresie właściwym narzędziem do tego celu są metryki krajobrazowe, i które z nich najlepiej spełniają to zadanie. Poruszono także problem zmiennej jednostki odniesienia (MAUP), bowiem dane dotyczące rozmieszczenia zabudowy odniesiono do powierzchni różnych jednostek przestrzennych. Wpływa to na zróżnicowanie uzyskanych wyników badań i pozwala na wysnucie wniosków, co do zasadności prowadzenia analiz w poszczególnych podziałach terytorialnych.

2.2. Metody analizy układów punktowych¹²

Wskaźniki koncentracji przestrzennej są szeroko stosowane w badaniach układów osadniczych i przemian urbanizacyjnych. Znaczne zasługi dla metodologii badań koncentracji zjawisk w sieci osadniczej mają polscy geografowie, matematycy i statystycy, którzy zajmowali się tym zagadnieniem już w latach 30-tych i 40-tych XX wieku (Uhorczak, 1932; Zierhoffer, 1934; Steinhaus, 1947). Najszerzej problematykę analizował w latach 70-tych B. Kostrubiec (Kostrubiec, 1969, 1971, 1972, 1977;

¹² Znacząca część rozdziału 2.2 stanowi zmodyfikowaną treść artykułu autora: Sudra, 2016.

Golachowski i in., 1974), który opracował i opisał wiele metod, zarówno dla układów punktowych, jak i powierzchni osadniczych. Od czasu, gdy ukazywały się wyniki badań B. Kostrubca, mimo kreatywnego czerpania z jego dorobku przez innych autorów, aplikacji wypracowanych metod i propozycji nowych wskaźników (Jażdżewska, 1999, 2008; Śleszyński, 2013c; Szmytkie, 2014), zauważalny jest brak prac o charakterze przekrojowym, gdzie dostępne wskaźniki poddane byłyby krytycznej ocenie. Na znaczeniu zyskał również kontekst badań nad rozpraszaniem zabudowy, związany z żywiolową suburbanizacją i procesami *urban sprawl*.

Przedstawiony w niniejszym rozdziale przegląd wybranych wskaźników koncentracji przestrzennej ma na celu określenie i ocenę ich przydatności do badania zjawisk związanych z urbanizacją i rozwojem osadnictwa, a szczególnie układów przestrzennych powstających w wyniku procesów *urban sprawl* (zob. Sudra, 2016). Przyjęto, że zjawisko to wiąże się z rozpraszaniem zabudowy, zatem ten jego aspekt może być badany za pomocą wskaźników koncentracji przestrzennej. Takie założenie ma swoje uzasadnienie, gdyż badania wskazują na postępujące rozpraszanie zabudowy jako najbardziej prawdopodobny scenariusz rozwoju przestrzennego miast, a kształtujące się w ten sposób miasto rozproszone (ang. *dispersed city*), charakteryzujące się dekoncentracją typowo miejskich form użytkowania, o wyraźnych cechach *urban sprawl*, przeciwstawiane jest celowo kształtowanemu miastu zwartemu, kompaktowemu (ang. *compact city*) (Dieleman i Wegener, 2004; Gzell i in., 2011).

Omówione kolejno metody analizy koncentracji przestrzennej odnoszą się do badania układów punktowych (Kostrubiec, 1972; Kobyliński, 1987; Boots i Getis, 1988). Wskaźniki do analizy dobrano uwzględniając metody badawcze mieszczące się w większości w kanonie metodologii geograficznej, chociaż wywodzące się z różnych nauk i opierające się na zróżnicowanym aparacie matematyczno-statystycznym. Opisano również modyfikacje standardowo stosowanych metod. Wyselekcjonowano kilka mierników, które opisane są szerzej w kolejnych rozdziałach:

1. indeks Giniego (wskaźnik skumulowanej koncentracji),
2. wskaźnik koncentracji „C” (wskaźnik B. Kostrubca),
3. metoda minimalnego drzewa rozpinającego (najkrótszego dendrytu),
4. metoda najbliższego sąsiada (indeks Clarka-Evansa),
5. entropia Shannona,
6. ilorazowy współczynnik gęstości i inne metody (centrograficzne, analizy skupień).

W rozważaniach wzięto pod uwagę: podstawy teoretyczne wskaźników, przyjęte rozumienie pojęcia koncentracji (skupienia) i rozproszenia (dekoncentracji), podstawy matematyczne i przyjęte miary. Następnie, starano się zidentyfikować zalety (mocne strony) mierników i ich wady (słabe strony). Wiążą się one z łatwością prowadzenia analiz, stosowalnością w różnych skalach przestrzennych i dziedzinach zastosowań, oraz z zakresem zmienności i niepewności wyników. Oceniono, jaki wpływ na stosowalność wskaźników i interpretację wyników analiz ma dobór różnych delimitacji przestrzennych – podstawowych jednostek odniesienia, oraz dostępne metody prezentacji graficznej i kartograficznej.

2.2.1. Indeks Giniego

Wskaźnik skumulowanej koncentracji, opracowany przez C. Giniego (1912), bazujący na krzywej Lorenza (1905), jest najczęściej wykorzystywany w badaniach nierównomierności rozkładu dóbr i dochodów (np. pomiędzy gospodarstwami domowymi, państwami). Współczynnik jest statystyczną miarą koncentracji (nierównomierności) rozkładu zmiennej losowej i jako taki nie ma odniesienia przestrzennego, gdyż jest liczony dla jednej zmiennej przyporządkowanej jednostce statystycznej. Wskaźnik Giniego dla y_i obserwacji uporządkowanych w pozycji rosnącej wyraża się wzorem:

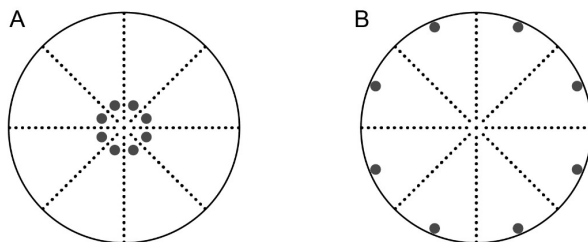
$$G(y) = \frac{\sum_{i=1}^n (2i - n - 1)y_i}{n^2 \bar{y}}$$

gdzie: y_i to wartość i -tej obserwacji, a \bar{y} to średnia wartość wszystkich obserwacji y_i .

Omawiany miernik został zaadaptowany do badań geograficznych, w tym geografii ludności i osadnictwa, geografii gospodarczej. Statystyczną jednostką odniesienia jest wówczas jednostka przestrzenna. Można przyjąć, że współczynnik ten korzysta z definicji koncentracji przestrzennej, zgodnie z którą jest to „skupienie masy w ramach mniejszej lub większej liczby jednostek przestrzennych” (Kostrubiec, 1972). Najczęściej stosuje się różne podziały administracyjne, ale możliwe jest również posługiwanie się siatką kwadratów, heksagonów lub innymi układami.

Maksymalny poziom koncentracji występuje w przypadku lokalizacji wszystkich obiektów w jednej jednostce przestrzennej. Minimalny poziom koncentracji występuje w przypadku równomiernego, proporcjonalnego rozmieszczenia obiektów w odniesieniu do wydziałów przestrzennych, tj. gdy w każdej jednostce występuje taka sama liczba obiektów. Nieistotna dla wartości wskaźnika jest zmiana położenia obiektów w obrębie podstawowych jednostek przestrzennych (ryc. 13). Metoda może być tak zmodyfikowana, aby wziąć poprawkę na zmienność powierzchni jednostek podstawowych – przykład wskaźnika wystandaryzowanego powierzchnią można znaleźć w pracy M. Stępniaaka (2014). Wówczas maksymalna koncentracja występuje przy skupieniu obiektów w najmniejszej jednostce przestrzennej, natomiast minimalna w przypadku proporcjonalnego udziału obiektów do powierzchni wydziałów przestrzennych.

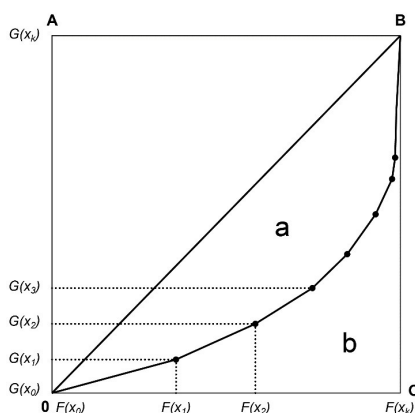
Krzywa Lorenza jest podstawą wyznaczenia wskaźnika i służy pomiarowi proporcjonalnego występowania par zmiennych. W badaniach geograficznych jedną zmienną jest liczba (względnie powierzchnia) jednostek terytorialnych, a drugą zmienną – zjawisko występujące w obrębie tych jednostek. Krzywa Lorenza (ryc. 14) wyznacza szereg kumulacyjny koncentracji zjawiska.



Ryc. 13. Pomiar koncentracji zbioru 8 obiektów wykonany wzorem Giniego. Brak reakcji wskaźnika na zmianę rozmieszczenia obiektów w obrębie jednostki podstawowej. $GA = GB = 0$. Źródło: Kostrubiec 1977, zmodyfikowane przez autora

Fig. 13. Measurement of the concentration of a set of 8 objects using the Gini formula. No reaction of the indicator to the change in the arrangement of objects within the basic unit. $GA=GB=0$.

Source: Kostrubiec, 1977, figure modified by the author



Ryc. 14. Wielobok koncentracji – krzywa Lorenza. $F(x)$, $G(x)$ – kumulowane szeregi uporządkowane według malejących mas i pól, OB – prosta równomiernego podziału, a – pole koncentracji. Źródło: Kostrubiec 1972, rycina zmodyfikowana przez autora

Fig. 14. A polygon of concentration – Lorenz curve. $F(x)$, $G(x)$ – cumulative series ordered by decreasing masses and fields, OB – straight line of even division, a – field of concentration. Source: Kostrubiec, 1972, figure modified by the author

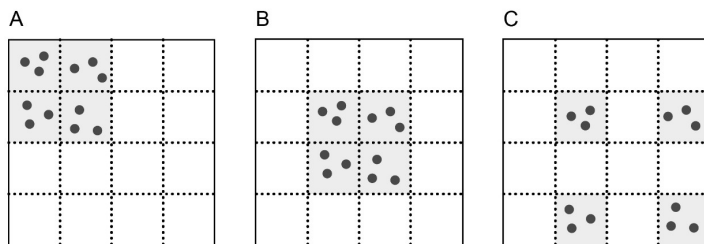
Przy proporcjonalnym wzroście cech, tzn. gdy 10% obiektów mieści się w 10% wydzieleń przestrzennych, 20% obiektów w 20% wydzieleń itd., krzywa koncentracji pokrywa się z linią równomiernego rozdziału, która stanowi przekątną kwadratu – wieloboku koncentracji. Wówczas wartość współczynnika $G=0$. Jest to sytuacja pełnej równomierności rozkładu (skrajnej dekoncentracji). Odwrotna sytuacja to skrajna koncentracja – krańcowa nierównomierność. Wówczas krzywa koncentracji ma jeden skok, dla wartości $G=1$. Ogólny, uproszczony wzór określający liczbowo wartość wskaźnika koncentracji w odniesieniu do wykresu wyraża się ilorazem:

$$G = \frac{a}{a+b}$$

dla $0 < G < 1$, gdzie a oznacza pole koncentracji, zawarte pomiędzy krzywą koncentracji a linią równomiernego podziału (przekątną kwadratu), natomiast b jest to

pole dopełnienia tego obszaru do trójkąta ($a+b$ stanowią pole połowy kwadratu). Pole koncentracji a uwidacznia w sposób plastyczny zjawisko koncentracji. Warto zauważyć również, że $G=2a$. Współczynnik Giniego przyjmuje wartości z przedziału (0;1), często jednak wyraża się go w procentach.

Metoda jest przydatna do analizy rozmieszczenia zjawisk w odniesieniu do jednostek terytorialnych, jednak ma cechy utrudniające bezpośrednią interpretację wyników. Uwzględnienie wyłącznie stosunków powierzchni pól a i b , wyrażonych współczynnikami, zależnie od zakładanego celu badania może nie być wystarczające. Dwie krzywe o różnym kształcie mogą mieć bowiem wskaźnik G o tej samej wartości, mimo że odnoszą się do terenów, na których obiekty są w różnym stopniu skoncentrowane. Na przykład, jedna krzywa może mieć wybrzuszenie blisko górnego, prawego rogu kwadratu, a druga, blisko lewego, dolnego rogu. Rozwiązaniem tego problemu jest interpretacja wizualna wiązki krzywych koncentracji, a nie tylko zbioru wskaźników (Kostrubiec, 1972). Z drugiej strony, niemal identyczne krzywe koncentracji mogą odnosić się do zjawisk rozmieszczonych w sposób tworzący zupełnie odmienne układy przestrzenne (Golachowski i in., 1974). Pomimo że wykreślenie krzywej Lorenza dokonuje się na podstawie danych opisujących rozmieszczenie zjawiska w jednostkach przestrzennych, to sam kształt (przebieg) wykresu nie bierze pod uwagę relacji położenia tych jednostek względem siebie, ani też względem centrum badanego układu (ryc. 15) (Arbia i in., 2015). Można dlatego spotkać się z opinią, że współczynnik Giniego jest *de facto* wskaźnikiem aprzestrzennym (Stępniaik, 2014).

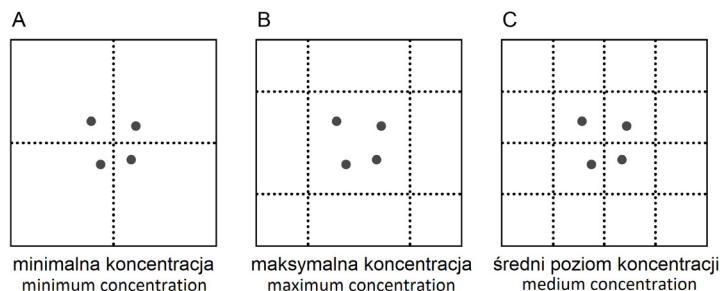


Ryc. 15. Pomiar koncentracji zbioru obiektów wykonany wzorem Giniego w odniesieniu do jednostek terytorialnych. Brak reakcji wskaźnika na zmianę rozmieszczenia jednostek podstawowych. $GA=GB=GC$. Opracowanie własne, na podstawie ryciny zamieszczonej w pracy: Arbia i in. 2015

Fig. 15. Measurement of the concentration of a set of objects using the Gini formula for territorial units. The indicator does not react to the change in the distribution of the basic units. $GA=GB=GC$. Author's own elaboration, based on the figure from: Arbia et al., 2015

W związku z powyższym ograniczeniem, konieczne jest uzupełnienie prezentacji danych za pomocą mapy, na której naniesione są skumulowane udziały badanego zjawiska w obrębie jednostek wybranego podziału terytorialnego. Mapa przedstawia, w układzie przestrzennym, progi poszczególnych udziałów zjawiska, wskazując np. jaki procent zabudowań na całym obszarze skupiony jest na określonej przestrzeni. Pełną interpretację zjawiska koncentracji przestrzennej umożliwiała zatem trójaka metoda prezentacji: wskaźnik Giniego, krzywa Lorenza, mapa z udziałami zjawiska. Wielkość i kształt wybranych jednostek podziału

terytorialnego wywierają wpływ na rezultaty analizy i wartość współczynnika koncentracji (ryc. 16). O. Duncan i in. (1961) wykazali, że wartość wskaźnika jest tym większa, im bardziej szczegółowego podziału terytorialnego dotyczy (im mniejsza jest przeciętna wielkość jednostki przestrzennej). Ponadto istotny jest przebieg granic jednostek dzielących cały obszar. Jest to przykład występowania problemu zmiennej jednostki odniesienia (MAUP).



Ryc. 16. Występowanie problemu MAUP w odniesieniu do stałego rozkładu przestrzennego punktów. Rysunki A i B ilustrują problem wyznaczenia granic. Rysunki B i C ilustrują problem doboru skali jednostek. Źródło: Haedo i Mouchart, 2011, rycina zmodyfikowana przez autora

Fig. 16. Occurrence of the MAUP problem in relation to the constant spatial distribution of points. Figures A and B illustrate the problem of delimiting boundaries. Figures B and C illustrate the problem of selecting the scale of units. Source: Haedo & Mouchart, 2011, figure modified by the author

Współczynnik Giniego znalazł liczne zastosowania w badaniach geograficznych w skali krajowej i regionalnej, dotyczących np. zmian struktury użytkowania ziemi (Song i in., 2010), koncentracji obiektów przemysłowych (Alonso-Villar, 2010), i innych. Metoda ma jednak ograniczoną wartość informacyjną dla badania zjawiska *urban sprawl* w skali szczegółowej, ponieważ pomiar nie uwzględnia dokładnych lokalizacji obiektów, aczkolwiek wadę tę posiada każda metoda, w której przyjmuje się szczegółowość obliczeń ograniczoną do skali jednostki podstawowej.

Wskaźnik może odnosić się do skupienia (bądź rozproszenia) osadnictwa w układzie jednostek terytorialnych, którymi mogą być np. gminy otaczające dużą metropolię. Krzywa Lorenza pokazuje wówczas skumulowaną, względną, koncentrację zabudowy w obrębie całego obszaru, którą można porównać z krzywymi dla innych aglomeracji. Porównanie przebiegu kilku krzywych na jednym wykresie pozwala wnioskować o przebiegu procesów koncentracji i dekoncentracji osadniczej. Więcej informacji można odczytać z mapy terenu ze skumulowanymi udziałami zjawiska w gminach.

Zastosowanie w części empirycznej pracy: Współczynnik Giniego zastosowany został w ramach analizy rozmieszczenia obiektów zabudowy w całym obszarze badania na bazie danych topograficznych. Jako układ jednostek podstawowych przyjęto gminy i dzielnice oraz układy regularnych jednostek. Celem było zbadanie nierównomierności rozkładu statystycznego lokalizacji budynków (wszystkich kategorii, mieszkalnych jednorodzinnych oraz wielorodzinnych), zwracając szczególną uwagę na udział strefy podmiejskiej i jej podobszarów w odniesieniu do Warszawy

jako rdzenia aglomeracji. Przestrzenny wymiar skumulowanej koncentracji zabudowy pokazano na mapach, jako uzupełnienie wyliczonych na podstawie krzywych Lorenza wartości wskaźnika Giniego.

2.2.2. Wskaźnik koncentracji przestrzennej „C” Kostrubca

Wskaźnik koncentracji przestrzennej „C”, zaproponowany przez B. Kostrubca, bazuje na szerokim rozumieniu koncentracji jako „miary statystycznej, za pomocą której bada się stopień skupienia bądź rozproszenia elementów pewnego zbioru” (Kostrubiec, 1972, s. 11), przy czym autor metody zauważa, że w przypadku badania zjawisk dwuwymiarowych jest to koncentracja „płaska”. Maksymalna koncentracja wymaga skupienia wszystkich obiektów w jednym punkcie, zaś maksymalne rozproszenie oznacza maksymalny rozstęp między obiektami możliwy do uzyskania w ramach danego obszaru. Wskaźnik „C” interpretuje losowe rozmieszczenie nie jako cechę wskazującą na rozproszenie układu (brak regularności – jednostajności), ale jako jedno z pośrednich stadiów pomiędzy skupieniem a dekoncentracją. W konsekwencji łączy dwa podejścia – badanie rozproszenia i losowości układu punktów.

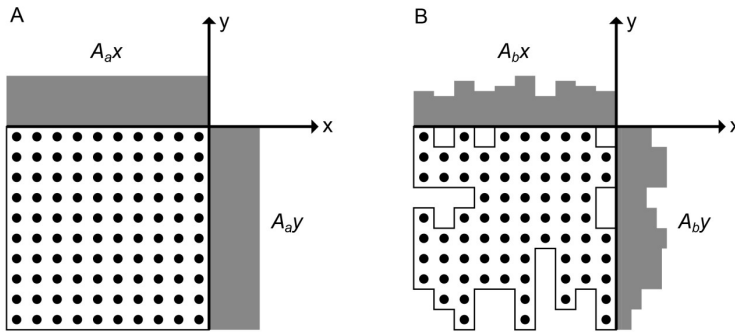
Współczynnik Kostrubca pozwala zmierzyć koncentrację ustalonej konfiguracji punktów rozmieszczonych na płaszczyźnie. W celu jego wyznaczenia „chmurę punktów” (np. centroidy budynków) wpisuje się w prostokąt opisujący całość badanego obszaru, który następnie pokrywa się siatką kwadratów. Oblicza się liczbę punktów poziomo w wierszach i pionowo w kolumnach, a otrzymane sumy brzegowe jako szeregi statystyczne poddaje się dalszej analizie. Ogólny, uproszczony wzór przyjmuje postać:

$$C = \frac{1}{S_x^2 + S_y^2}$$

Jest to odwrotność sumy wariancji rozkładów masy brzegowej dla każdego szeregu statystycznego (S_x^2 i S_y^2). Wyprowadzenie wzoru zawiera praca B. Kostrubca (1972).

Wskaźnik przyjmuje wartości z przedziału $(0; \infty)$, może być też doprowadzony do postaci znormalizowanej, z wartościami należącymi do domkniętego przedziału $(0 \leq C \leq 1)$. Współczynnik jest tym wyższy, im większa jest koncentracja, a w miarę oddalania się obiektów od siebie jego wartość zbliża się do zera. Na podstawie wartości miernika można określić kierunek odchylenia od regularnego rozmieszczenia punktów, zmierzający do ich aglomeracji w jedno lub więcej skupisk albo do losowego rozmieszczenia. Wartość wskaźnika jest zależna od liczby punktów i od zmiany ich położenia. B. Kostrubiec (1972) przedstawił relację wzrostu lub osłabienia koncentracji w zależności od lokalizacji nowych punktów względem okręgu, mającego parametry określone specjalnym równaniem, otaczającego zbiór punktów istniejących. Ustalając tą metodą okrąg dla wybranej aglomeracji miejskiej można wyznaczyć region koncentracji osadniczej.

Rozkłady brzegowe zjawiska, uzyskane z mapy, przedstawione w postaci szeregów statystycznych – histogramów, pozwalają na wyznaczenie dodatkowych parametrów (np. średnia, wariancja i odchylenie standardowe, współczynniki asymetrii) (Kostrubiec, 1972; Jażdżewska, 1999). Porównanie rozkładów brzegowych z jednostajnym rozkładem przestrzennym, opisującym najbardziej rozproszoną formę rozrzutu obiektów na płaszczyźnie, umożliwia geograficzną interpretację zjawiska. Histogram rozkładu przestrzennego uzależniony jest od kształtu obszaru, co jest szczególnie wyraźne dla terenów o nieregularnych lub nieforemnych kształtach (ryc. 17).



Ryc. 17. Wpływ kształtu jednostki przestrzennej na postać rozkładów brzegowych (unormowane rozkłady brzegowe jednorodnie rozłożonej populacji: A – dla prostokątnej jednostki przestrzennej, B – dla nieregularnej jednostki przestrzennej). Źródło: Kostrubiec 1977, rycina zmodyfikowana przez autora

Fig. 17. The influence of the shape of a spatial unit on the form of marginal distributions (normalized marginal distributions of a homogeneously distributed population: A – for a rectangular spatial unit, B – for an irregular spatial unit). Source: Kostrubiec, 1977, figure modified by the author

Wskaźnik koncentracji „C” jest określany przez samego autora (Kostrubiec, 1977) jako „metoda pomiaru koncentracji z uwzględnieniem lokalizacji obiektów”. W rzeczywistości dokładność pomiaru nie jest ograniczona narzuconym podziałem terytorialnym, chociaż jest limitowana wielkością oczka siatki kwadratów, na kanwie której prowadzi się analizę. Dobór wielkości oczka siatki wpływa również na kształt histogramów (szerokość słupków) i dokładność analizy rozkładu statystycznego cechy.

Wskaźnik pozwala na określenie, czy osadnictwo stanowi jedno lub więcej skupisk, czy też jest rozproszone. Wzrost liczby punktów wpływa w różny sposób na wartość wskaźnika, zależnie od ich lokalizacji. Wypełnianie luk w zabudowie istniejącej lub jej powstawanie poza obszarem zwartej zabudowy, ale w określonej niewielkiej odległości, zwiększa wartość wskaźnika. Powstawanie obiektów na większych dystansach powoduje osłabienie koncentracji. Wiele informacji uzyskać można poprzez nałożenie wykresów histogramów rozkładów brzegowych dla jednego obszaru, uzyskanych dla różnych przedziałów czasowych. Wyznaczenie okręgu określającego region koncentracji osadniczej stanowić może teoretyczną podstawę delimitacji powierzchni, na której można wprowadzić dogęszczanie

zabudowy, bądź przeciwnie, której, zgodnie z polityką deglomeracji, nie powinno się zabudowywać, aby zapobiec nadmiernej jej intensywności.

Współczynnik koncentracji przestrzennej „C” został użyty przez B. Kostrubca do badania koncentracji ludności (1974), poza tym był stosowany do badania mikrostruktury jednostek osadniczych (Chilczuk, 1975; Jażdżewska, 1999). Ogólnie jednak badań z wykorzystaniem tego miernika jest niewiele, i tylko w literaturze krajowej. W niniejszej monografii wskaźnik ten nie został przyjęty, bowiem w odniesieniu do badania regularności, rozproszenia lub losowości rozkładu zbliżoną rolę spełnił wskaźnik najbliższego sąsiada, tj. indeks Clarka.

2.2.3. Minimalne drzewo rozpinające (najkrótszy dendryt)¹³

Metoda „minimalnego drzewa rozpinającego”, wywodzi się z teorii grafów (zob. Ore, 1966; Ponsard, 1972; Wilson, 1972). W uproszczeniu graf to zbiór punktów zwanych wierzchołkami, których niektóre pary połączone są linią (krawędzią), zorientowaną lub nie. Grafy płaskie pozwalają na rozpatrzenie własności skupienia i rozproszenia układu punktów w przestrzeni topologicznej (Matykowski, 1981). Metody grafowe mogą być pomocne w badaniach koncentracji osadnictwa poprzez analizę różnego rodzaju układów liniowych i pasmowych we wszystkich trzech ujęciach – skalach przestrzennych identyfikowanych przez R. Szmytkie (2014), tj. do analizy koncentracji sieci osadniczej jako zbioru jednostek osadniczych, do identyfikacji osadnictwa zwartego lub rozproszonego, oraz do analizy morfologicznej siedliska (obszaru zabudowanego).

Teoria grafów jako część topologii algebraicznej znajduje szerokie zastosowanie w naukach geograficznych, w których istotną rolę odgrywa badanie struktury (Ratajczak, 1977). Przykładowo, dendryt wrocławski, metoda taksonomiczna zaproponowana przez grupę matematyków polskich pracujących przed II wojną światową na Uniwersytecie Lwowskim, a po wojnie na Uniwersytecie Wrocławskim (Florek i in., 1951), jest używany do grupowania w skupienia obiektów jak najbardziej do siebie podobnych, przy czym możliwe jest określenie z góry liczby wynikowych grup, zależnie od przyjętej wartości krytycznej. Macierz odległości taksonomicznych stanowi podstawę różnorodnych szczegółowych procedur hierarchicznego grupowania obiektów.

J. Runge (1992) wykorzystał metodę konstruowania dendrytów służących podziałowi zbioru elementów na podzbiory do analizy zróżnicowania przestrzennego miast byłego województwa katowickiego pod względem wybranych cech społeczno-ekonomicznych. Podobne badania prowadzili wcześniej J.D. Nystuen i M.F. Dacey (1961), R. Domański (1970) i J.J. Parysek (1985), definiując węzłową, hierarchiczną strukturę powiązań między miastami. Jak twierdzi P. Ponsard, „najrozmaitsze i zróżnicowane trudności, jakie nakłada świat rzeczywisty, mogą być

¹³ Fragmenty rozdziału 2.2.3 stanowią treść artykułu: Śleszyński i Sudra (2019), w którym zaproponowano skonstruowane na bazie metody grafowej nieco bardziej złożone wskaźniki koncentracji osadniczej (efektywności i spójności sieci osadniczej), uwzględniające także liczbę ludności i gęstość zaludnienia.

rozwiązane w sposób szybki, mianowicie przez nadanie wartości łukom i wierzchołkom grafu, wyposażenie łuków w iloczyny, itd.”, a zatem wkład teorii grafów do przestrzennej analizy ekonomicznej polega na zredukowaniu rozbieżności między modelem teoretycznym a rzeczywistością. (Ponsard, 1972, s. 71).

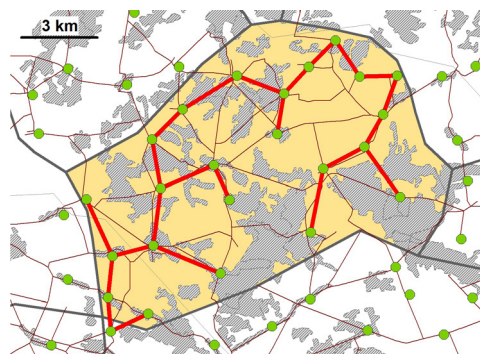
Metody grafowe w badaniach form osadniczych rozwinął w literaturze polskiej A. Zagożdżon (1970, 1971, 1974, 1977). W jego ujęciu poszczególne jednostki osadnicze, określone poprzez szkielet dróg łączących oznaczone punktowo krańce siedliska, utożsamiane są z odpowiednio rozwiniętym grafem (ryc. 12c). Stopień wypełnienia grafu wynika z rozwoju strukturalnego, i na ogół także gospodarczego, danej miejscowości. Badając wykształcenie form osadniczych autor ten wykorzystał wskaźniki wprowadzone wcześniej przez J. Kansky'ego (1963) do badań sieci transportowej. Należą do nich m.in. stosunek liczbowy krawędzi do wierzchołków (β), stosunek sumy długości krawędzi do wierzchołków (η). Ponadto porównywanie liczby połączeń i stopnia wypełnienia grafu umożliwiło badanie zmienności struktur w czasie. Wiele propozycji zastosowań teorii grafów w badaniach sieci transportowej, przydatnych także do analizy spójności sieci osadniczej i dostępności topologicznej jednostek osadniczych, zawierają także prace Z. Taylora (1979) oraz M. Potrykowskiego i Z. Taylora (1982).

W wiodącym pod tym względem w Polsce ośrodku wrocławskim badania morfologii i fizjonomii jednostek osadniczych metodami grafowymi prowadzili, oprócz A. Zagożdżona, także: S. Golachowski (1969), E. Jakubowicz (1971), B. Miszewska (1976), a współcześnie R. Szmytkie (2014). Delimitacją zespołów osadniczych, hierarchizacją systemu osadniczego i jednostek przestrzennych, analizą spójności i regionalizacji miejskiej sieci osadniczej w Polsce lub w wybranych regionach za pomocą metod grafowych zajmowali się, oprócz wyżej wspomnianych autorów, I. Czarnecka (1971), B. Kostrubiec (1972) – także z ośrodka wrocławskiego, a w innych ośrodkach W. Maik (1979), T. Kudłacz (1981) oraz współcześnie I. Jażdżewska (2008, 2017).

Warto także szerzej wspomnieć prace B. Miszewskiej (1976), która połączyła dwa ujęcia (morfologię siedliska i morfologię systemu osadniczego), traktując sieć osadniczą jako układ dwójakiego rodzaju form liniowych: obudowanych dróg symbolizujących jednostki osadnicze i łączących je dróg nieobudowanych. Uzyskała quasi-dendryty, w których kraniec każdego siedliska połączony był po przebiegu drogi z krańcem innego, najbliższego sąsiadującego siedliska. W quasi-dendrycie, w odróżnieniu od dendrytu, siedlisko przedstawione jest nie punktem, a linią wliczoną do ogólnej długości całego grafu. Na podstawie quasi-dendrytu B. Miszewska opracowała macierz odległości i dendrogram odległości między badanymi siedliskami.

Do podstawowych narzędzi badania morfologii sieci osadniczej za pomocą grafów należy metoda konstruowania dendrytów najkrótszych połączeń, która pozwala ocenić stopień skupienia sieci. A. Zagożdżon zwrócił uwagę, że tak jak w analizie funkcjonalnej osiedla (miejscowości, jednostki osadniczej), jest ono traktowane jako pojedynczy graf, tak w analizie morfologicznej sieci staje się węzłem, czyli jednym z elementów sieci jako grafu (lub systemu grafów). Krawędziami,

w tych grafach, są elementy urządzeń sieciowych (np. istniejące linie komunikacyjne), bądź też faktyczne połączenia związane np. z przepływami osób (dojazdy do pracy, usług itp.), towarów, czy informacji (Golachowski i in., 1974; Zagożdżon, 1977). Mogą być też nimi połączenia prostoliniowe na płaszczyźnie euklidesowej i wówczas, przy zastosowaniu odpowiednich algorytmów kolejności łączenia wierzchołków powstaje graf zwany **dendrytem najkrótszych odległości**, bądź **minimalnym drzewem rozpinającym** (MDR, ang. *MST*, *Minimum Spanning Tree*). Łączy on wszystkie wierzchołki tak, by suma odległości pomiędzy nimi była najmniejsza (ryc. 18).

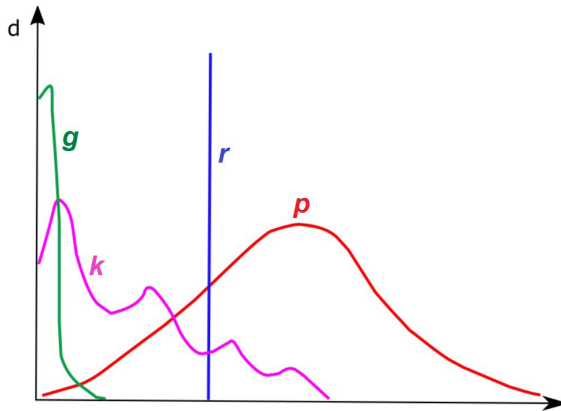


Ryc. 18. Minimalne drzewo rozpinające (najkrótszy dendryt) wyznaczone dla wybranych punktów osadniczych (gmina Wodynie w powiecie siedleckim). Źródło: Śleszyński i Sudra, 2019
Fig. 18. Minimum spanning tree (the shortest dendrite) determined for selected settlement points (municipality of Wodynie in county of Siedlce, in Mazovia). Source: Śleszyński & Sudra, 2019

Metoda „minimalnego drzewa rozpinającego” nadaje się do wykorzystania wszędzie tam, gdzie potrzebna jest minimalizacja odległości. Jedno z pierwszych zastosowań pochodzi od K. Borůvki (1926), a opracowany algorytm posłużył m.in. do optymalizacji przebiegu sieci energetycznej. W Polsce metodę MDR (najkrótszego dendrytu) zastosował m.in. B. Kostrubiec (1972) dla oceny koncentracji i spójności sieci miast. Podejmowano też z sukcesem analizy optymalizacji sieci infrastrukturalnych różnego typu, m.in. składowania biomasy (Duczowska-Kądziel i in., 2013), obsługi farm wiatrowych (Wędzik, 2014), a także badania dotyczące możliwości najszybszej i najbardziej efektywnej migracji elementów środowiska w krajobrazie (Solon i Pomianowski, 2014). W zagranicznej literaturze są także dość liczne przykłady zastosowań MDR, m.in.: w ramach wsparcia procedur generalizacji map (Mackaness i Beard, 1993), opracowania procedury klasyfikacji służącej wydzieleniu przestrzennych jednostek społeczno-gospodarczych (regionalizacji) (Assunção i in., 2007).

Rozmieszczenie punktów węzłowych i układ krawędzi dendrytu, a przede wszystkim statystyczne parametry odległości pomiędzy wszystkimi parami najbliższej położonych punktów sieci (średnia arytmetyczna, odchylenie standardowe, itp.), pozwalają wysnuć wnioski na temat rodzaju sieci osadniczej – czy jest to rozmieszczenie przypadkowe (sieć „poissonowska”), rozkład regularny, rozkład zagregowany (w skrajnym przypadku w jednym punkcie), rozkład klastrowy

(gronowy), względnie różne kombinacje powyższych układów (Kostrubiec, 1971) (ryc. 19). Pomiar parametrów może być pierwszym krokiem do wyliczenia wskaźnika najbliższego sąsiada, czyli indeksu Clarka (zob. rozdz. 2.2.4).



Ryc. 19. Rozkłady różnych rozmieszczeń punktów na płaszczyźnie: p – przypadkowy, r – regularny, k – kombinowany, g – gronowy. Na osi rzędnych odłożono miarę odległości (d) pomiędzy poszczególnymi najbliższymi sąsiadującymi punktami, stanowiącymi kolejne węzły dendrytu. Opracowanie własne, na podstawie ryciny zamieszczonej w pracy B. Kostrubca (1971) Fig. 19. Distributions of various point patterns on the plane: p – random, r – regular, k – combined, g – grape. On the ordinate axis, the measure of the distance (d) between the individual closest neighboring points, constituting consecutive dendrite nodes, is placed. Author's own elaboration, based on the figure from: Kostrubiec, 1971

Minimalne drzewo rozpinające może być wykorzystane do zbadania stopnia koncentracji i rozproszenia zabudowy. Proponowany miernik to **wskaźnik stopnia rozwinięcia grafu MDR (MST) przeliczony na jednostkę powierzchni**. Wskaźnik jest modyfikacją (uproszczeniem) wskaźnika **spójności sieci osadniczej** (Śleszyński i Sudra, 2019), który dodatkowo uwzględnia liczbę ludności zamieszkującą dany obszar, a w konsekwencji gęstość zaludnienia. Ze spójnością sieci infrastruktury (drogowej, technicznej, itd.) wiąże się pojęcie efektywności sieci osadniczej. P. Śleszyński i P. Sudra zaproponowali także wskaźnik jednostkowej efektywności sieci osadniczej, pomijający powierzchnię, lecz przyrównujący długość grafu łączącego punkty osadnicze do liczby ludności danego obszaru. Jak zauważył A. Zagożdżon (1977, s. 167) analiza grafowa, odpowiadając na pytanie „jak jest”, pozwala też na sformułowanie odpowiedzi na pytanie „jak zrobić lepiej”, może być zatem wykorzystana do optymalizacji struktury przestrzennej (np. skrócenia dróg jakimi przemieszczają się ludzie w mieście pomiędzy węzłami, czyli miejscami zamieszkania, pracy, nauki, korzystania z usług). To samo dotyczy przemieszczeń osób, ładunków, informacji poprzez sieci infrastruktury. Wszystkie wymienione wskaźniki mogą zatem mieć zastosowanie w ocenie warunków życia, w kontekście dostępności infrastruktury.

Proponowany tutaj wskaźnik wyraża się wzorem:

$$W = \frac{MST[\text{km}^2]}{A[\text{km}^2]}$$

gdzie *MST* jest to długość grafu minimalnego drzewa rozpinającego, zaś *A* jest to powierzchnia danej jednostki (np. gminy). W ujęciu przedstawionym w części empirycznej pracy, wierzchołkami grafu są centroidy poszczególnych budynków. Zaproponowano przyjęcie długości dendrytów najkrótszych odległości w kilometrach, a powierzchni w kilometrach kwadratowych, przy czym przyrównanie długości grafu do 1 km² powierzchni danej gminy daje wystandaryzowaną wartość do celów porównawczych. Można też stosować inne jednostki długości grafu i powierzchni odniesienia.

Uzyskany wskaźnik koncentracji przestrzennej określa **względne rozwinięcie sieci osadniczej (lub mikroosadniczej)**, które przekłada się na jej spójność i efektywność. O bezwzględnym rozwinięciu sieci świadczyłaby sama długość MDR. Określenie „sieć mikroosadnicza” wynika z faktu przyjęcia jako węzłów sieci (wierzchołków grafów) punktów osadniczych wyznaczonych przez budynki. Sieć taką można odróżnić od sieci osadniczej, którą stanowi według A. i J. Runge (2008) „układ osiedli (miast i wsi) uporządkowanych przestrzennie, tzn. pozostających w pewnych relacjach przestrzennych wynikających z ich bliższego lub dalszego sąsiedztwa; zróżnicowanych pod względem wielkościowym (struktura hierarchiczna) i pełniących określone funkcje wynikające z terytorialnego podziału pracy”. Warto też zauważyć, że w odróżnieniu od analizy grafowej morfologii siedliska A. Zagożdżona (1970), jak i metody analizy sieci osadniczej za pomocą quasi-dendrytów B. Miszewskiej (1976), brane są pod uwagę nie tylko skrajne zabudowania każdego siedliska (miejscowości), lecz zbiór wszystkich zabudowań w gminie lub innej, wybranej jednostce. Można więc badać spójność i efektywność sieci w skali lokalnej, co ma szczególne znaczenie na terenach wiejskich, o znacznym rozproszeniu zabudowy.

Zastosowanie w części empirycznej pracy: Wskaźnik grafowy, oparty na minimalnym drzewie rozpinającym został użyty przede wszystkim dla celów porównawczych rozwinięcia sieci osadniczej pomiędzy poszczególnymi jednostkami terytorialnymi, w szczególności gminami i dzielnicami. Obliczono go także w siatce regularnych heksagonów. Ponieważ jako wierzchołki grafów przyjęto lokalizacje poszczególnych budynków, *de facto* można mówić o stopniu rozwinięcia sieci mikroosadniczej. Grafy są przydatnym narzędziem do badania koncentracji przestrzennej, ponieważ ich długość zależy zarówno od liczności punktów osadniczych i ich zagęszczenia, jak i od stopnia regularności (równomierności) rozmieszczenia tych punktów.

2.2.4. Metoda najbliższego sąsiada

Metoda najbliższego sąsiada (ang. *average nearest neighbor*, *mean nearest neighbor*) została po raz pierwszy zastosowana w badaniach ekologicznych i biogeograficznych przez P.J. Clarka i F.C. Evansa (1954), a wkrótce również w geografii osadnictwa i ludności. Wskaźnik, z którego korzysta ta metoda, nazywany jest **indeksem Clarka** lub **indeksem Clarka-Evansa**. Podstawowym założeniem jest

miar uśrednionej odległości pomiędzy każdym z elementów zbioru a najbliższym elementem sąsiadującym. Skonstruowany wskaźnik pozwala określić odchylenie rozkładu przestrzennego obiektów (np. rozrzutu zabudowań na danym obszarze) od teoretycznego, losowego rozrzutu punktów na płaszczyźnie, zgodnego z prawem rozkładu Gaussa. Priorytetem przy jego obliczaniu jest nie tyle sama koncentracja, co porównanie rozrzutu do losowego układu.

Wskaźnik wyrażony jest jako iloraz obserwowanej średniej odległości do spodziewanej odległości w przypadku hipotetycznego rozkładu losowego, według wzoru:

$$ANN = \frac{\bar{D}_O}{\bar{D}_E}$$

gdzie: \bar{D}_O jest to obserwowana średnia wartość odległości wyliczona, biorąc pod uwagę dystanse między każdym obiektem a jego najbliższym sąsiadem, natomiast \bar{D}_E jest to spodziewana średnia wartość odległości.

$$\bar{D}_O = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

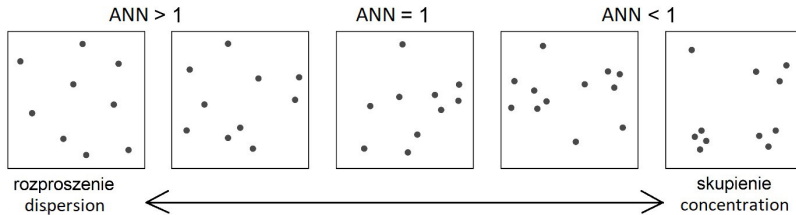
$$\bar{D}_E = \frac{0,5}{\sqrt{\frac{n}{A}}}$$

W powyższych wzorach d_i stanowi odległość między obiektem i a najbliższym obiektem, n oznacza całkowitą liczbę obiektów, natomiast A jest to całkowita powierzchnia obszaru.

Układ przestrzenny całkowicie losowy występuje, gdy $ANN=1$. Wartość miernika $ANN<1$ wskazuje na układ przestrzenny o charakterze klastrowym – występowanie skupień, wartość $ANN>1$ wskazuje na trend w kierunku rozproszenia (ryc. 20). Maksymalne skupienie występuje, gdy wszystkie punkty osadnicze skupiają się w jednym miejscu, wówczas $ANN=0$, maksymalne rozproszenie występuje przy regularnym rozmieszczeniu punktów w układzie heksagonalnym, wówczas $ANN=2,1491$.

Wyliczenie dodatkowych parametrów statystycznych – odchylenia standardowego („z”) i granicznych poziomów istotności („p”) pozwala zbadać rozkład wartości odchylen odległości „najbliższych sąsiadów” względem średniej, i następnie, uwzględniając liczebność próby, przetestować i stwierdzić statystyczną istotność otrzymanych wyników w odniesieniu do rozkładu normalnego. Przyjmuje się hipotezę zerową, że obserwowany rozkład jest dziełem przypadku. Rzeczywisty układ przestrzenny może mieć cechy rozkładu „znaczącego” – równomiernego bądź skupiskowego, wskazując na działanie sił przyciągających bądź odpychających, które wpływają na lokalizacje obiektów (Ebdon, 1985; Mitchell, 2005).

Wskaźnik uwzględnia dokładne lokalizacje obiektów w ramach układu i dostarcza informację o rozproszeniu bądź koncentracji punktów w całym obszarze badania. Walorem metody jest uwolnienie badacza od konieczności stosowania siatki kwadratów, ponieważ pomiar dotyczy bezpośrednio rozstawienia punktów, w obrębie najbliższego sąsiedztwa. Występuje jednak znaczna wrażliwość wartości wskaźnika na zmiany wielkości obszaru badań – granice obszaru mają zasadniczy wpływ na uzyskany wynik i najlepiej, jeżeli nie są to obszary zbyt małe (Kostrubiec, 1971). Najlepsze wyniki dają analizy porównawcze dla niezmienniej wielkości obszaru.



Ryc. 20. Wartości wskaźnika rozproszenia i skupienia – metoda najbliższego sąsiada. Opracowanie własne, na podstawie ryciny zamieszczonej w serwisie: desktop.arcgis.com
 Fig. 20. Values of the dispersion and concentration index – the average nearest neighbor method. Author's own elaboration, based on the figure from the service: desktop.arcgis.com

Ograniczeniem jest uwzględnianie przy obliczeniach jedynie odległości pomiędzy dwoma najbliższymi sąsiadami, co nie pozwala wychwycić innych zależności przestrzennych w zbiorze, np. występowania bliskiego regularności układu par punktów, przypominającego „tancerzy na parkiecie”. W przypadku takiej konfiguracji, wydawać by się mogło, przy wartości wskaźnika zbliżonej do $ANN=0$, że mamy do czynienia z siecią zaglomerowaną, podczas gdy w rzeczywistości jest inaczej. Istnieją jednak modyfikacje metody, pozwalające na analizę trzech i więcej, kolejnych najbliższych sąsiadów (ang. *higher-order neighbor distances*). Za pomocą tej procedury teoretycznie można obliczyć parametry rozkładu odległości dowolnego rzędu, w praktyce przyjmowane są odległości najwyżej szóstego rzędu. Otrzymane średnie odległości porównuje się do przeciętnych odległości losowego rozrzutu ustalonej liczby punktów na tej samej powierzchni (Dacey, 1962; Boots i Getis, 1988).

Dla uzyskania wiarygodnych wyników metoda często wymaga uwzględnienia również „najbliższych sąsiadów” położonych poza granicami obszaru badań. Analiza wykonana z tego rodzaju korektą pozwala na zniwelowanie wpływu na wyniki tzw. „efektu krawędzi” (ang. *edge effect*). Istnieją cztery metody kompensacji efektu krawędzi – otoczenie obszaru badań o regularnym kształcie przez identyczny układ punktów, zignorowanie punktów położonych bliżej w stosunku do krawędzi niż do innych punktów, wyłączenie zewnętrznej strefy buforowej z obszaru badań, dodanie stałego wskaźnika korekcyjnego do wyniku równania (Donnelly, 1978; Boots i Getis, 1988).

Mankamentem wskaźnika jest, w analizie układów punktowych, nieuwzględnienie wielkości jednostki osadniczej. Modyfikacja wskaźnika dla jednostek przedstawianych powierzchniowo, w postaci płatów zabudowy (analogicznych

do płatów krajobrazu), umożliwia analizę relacji sąsiedztwa między najbliższymi punktami położonymi na krawędziach jednostek osadniczych. Wychodząc od miary „wskaźnika uśrednionej odległości do najbliższego sąsiada” dla płatów (ang. *mean nearest-neighbor distance*) można obliczyć inne, pochodne metryki przestrzenne, takie jak „odchylenie standardowe najbliższego sąsiada” (ang. *nearest-neighbor standard deviation*), czy „współczynnik zmienności najbliższego sąsiada” (ang. *nearest-neighbor coefficient of variance*) (McGarigal i Marks, 1995). Ostatni z wymienionych mierników (zob. wskaźnik ENN_CV w rozdziale 2.3) koncepcyjnie i od strony matematycznej najbardziej odpowiada indeksowi Clarka.

Metoda najbliższego sąsiada już w latach 60-tych XX wieku była aplikowana do badania arbitralności rozmieszczenia mieszkańców w obrębie granic miejskich (Dacey, 1962), losowości rozmieszczenia jednostek osadniczych (Curry, 1964), czy zmian rozmieszczenia obiektów handlowych (Getis, 1964), a bardziej współcześnie, m.in. w badaniach podmiejskich stref aktywności gospodarczej, *edge cities* (Lang i in., 2006), lokalizacji wysokich budynków w kontekście rozwoju aglomeracji (Broitman i Czamanski, 2012), a także w analizie różnych przemian urbanizacyjnych, opartych na metrykach krajobrazowych (Aguilera i in., 2011; Li i in., 2013). Wskaźnik ten wykorzystano również w badaniach koncentracji miejskiej sieci osadniczej I. Jażdżewska (2008).

Indeks Clarka pozwala na uzyskanie informacji, czy rozkład przestrzenny jest zbliżony do równomiernego, czy nierównomierny. W przypadku układu skupionego pozwala to stwierdzić, np. planowość działań inwestorów związanych z lokalizacją budynków, względnie istnienie sprzyjających warunków fizjograficznych do lokalizacji zabudowy w określonych miejscach. W praktyce zawsze występują czynniki warunkujące skupianie lub rozpraszanie osadnictwa, ale niekiedy oddziaływanie wielu niezależnych przyczyn może doprowadzić do wykształcenia się układu zbliżonego do teoretycznie losowego rozmieszczenia. Ta cecha metody najbliższego sąsiada wskazuje na jej przydatność do analizy procesów *urban sprawl*, szczególnie w zakresie identyfikacji czynników lokalizacyjnych i kierunków przemian urbanizacyjnych.

Zastosowanie w części empirycznej pracy: Wskaźnik najbliższego sąsiada jest jednym z kluczowych zastosowanych w pracy. Metoda posłużyła zbadaniu układów skupionych – klastrów oraz rozproszonej zabudowy, równomierności i nierównomierności w rozmieszczeniu osadnictwa. Wyliczono także współczynniki istotności statystycznej uzyskanych obliczeń dotyczących rozmieszczenia najbliższych sąsiadów – wszystkich budynków oraz budynków kategorii mieszkalnych. Ponadto indeks Clarka wraz z ilorazowym współczynnikiem gęstości został użyty dla opracowania typologii jednostek terytorialnych o różnym poziomie koncentracji przestrzennej.

2.2.5. Entropia Shannona

Entropia jest **miarą probabilistyczną**, wprowadzoną przez C.E. Shannona (1948), która pozwala na określenie **stopnia nieokreśloności badanych stanów czy też rozkładów zmiennych losowych**; jest miarą «chaosu», «nieuporządkowania» bądź «losowości». Wysoka wartość wskaźnika entropii oznacza wysoką niepewności niesionej informacji, jest najbardziej prawdopodobnym, ale najmniej przewidywalnym stanem, prowadzącym do nieuporządkowania w badanym układzie. Entropia Shannona ma postać funkcji logarytmicznej, której wartości zależą od prawdopodobieństw, jakie towarzyszą realizacji wartości dyskretnej zmiennej losowej; pozwala na określenie stopnia nierównomierności dyskretnego rozkładu prawdopodobieństwa (Wędrowska, 2010).

Entropia, w konkretnych kontekstach badawczych, może być ujmowana też jako **miara segregacji** lub **integracji** – w naukach społecznych (Theil, 1972), bądź też **miara koncentracji** lub **rozproszenia** – w odniesieniu do zjawisk geograficznych (Batty, 1974; Thomas, 1981). Wyraża wówczas nie rozkład prawdopodobieństwa, ale proporcjonalność rozkładu samego zjawiska. Według zbliżonego ujęcia, entropia jest miarą organizacji przestrzennej obszaru – gdy jest zbyt wysoka, mamy do czynienia z chaotycznym rozwojem, niewłaściwą alokacją zasobów, jednak gdy jest zbyt mała, wówczas system (np. miasto) jest zbyt jednorodny i wrażliwy na zmiany (Cabral i in., 2013).

W przypadku analizy prowadzonej w odniesieniu do przestrzeni geograficznej, entropię można przedstawić w następujący sposób (Thomas, 1981; Yeh i Li 2001):

$$H_n = \sum_i^n p_i \log \left(\frac{1}{p_i} \right)$$

gdzie: p_i jest proporcją udziału danego zjawiska (zmiennej) w jednostce przestrzennej i spośród n jednostek, określoną wzorem:

$$P_i = \frac{x_i}{\sum_i^n x_i}$$

gdzie: x_i jest to obserwowana wartość zjawiska (np. powierzchnia zabudowy lub liczba punktów osadniczych) w jednostce i .

Wartość entropii mieści się na skali od $H=0$, określającej maksymalną koncentrację zjawiska, wyłącznie w jednej jednostce przestrzennej (strefie) do maksymalnej wartości $H=\log n$, w przypadku maksymalnego rozproszenia zjawiska, wyrażonego poprzez jednakowy udział zmiennej w każdej ze stref ($p_i=1/n$). Możliwe jest również przeliczenie wyniku do entropii względnej, przyjmującej wartości z przedziału (0;1), za pomocą wzoru:

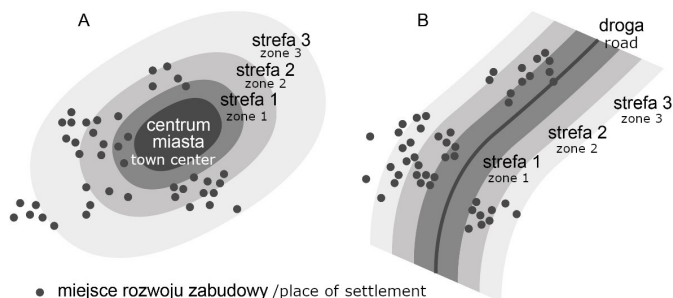
$$H'_n = \frac{\sum_i^n p_i \log \left(\frac{1}{p_i} \right)}{\log n}$$

Entropia może być mierzona w odniesieniu do wybranych jednostek podziału terytorialnego, jak również w oczkach regularnej siatki kwadratów, lub innych regularnych strefach. Zmiana kształtów i wielkości jednostek podstawowych wywiera wpływ na wartość wskaźnika entropii (problem MAUP). Przykładowo, przy zmianie poziomu analizy ze skali regionu do skali subregionu otrzymujemy inną wartość entropii. Wpływ zmiany szczegółowości podziału terytorialnego na entropię może być pomierzony za pomocą równania uwzględniającego proporcję udziału mniejszych jednostek w obrębie większych, np. subregionów w obrębie regionów (Theil, 1972; Thomas, 1981). Entropia może być rozbita na dwie składowe: zróżnicowania pomiędzy regionami i zróżnicowania w obrębie regionów. Równanie wskazuje, że wzrost liczby stref (wraz ze zmniejszeniem wielkości strefy), powoduje wzrost wartości entropii, ponieważ zyskuje się informację zebraną w obrębie mniejszych jednostek – w omawianym przykładzie subregionów.

Miarę entropii w układzie regularnej siatki zastosował J.W. Miedwiedkow (1966) wyróżniając pięć podstawowych rozkładów, wynikających z rozmieszczenia punktów (sieć regularna, równowystępujących częstości, zaglomerowana, heterogeniczna, poissonowska). W przypadku, gdy opieramy analizę na regularnej siatce (o jednakowej wielkości kratki), albo innym układzie jednakowych jednostek podstawowych (np. stref buforowych o tej samej szerokości), wpływ zmiany skali, wyrażony wielkością tych stref jest dosyć przewidywalny. A.G. Yeh i X. Li (2001) wykazali, że entropia względna rozproszenia zabudowy dla różnych miast zmienia się w bardzo podobny sposób, przy jednakowej zmianie wielkości jednostek podstawowych.

Współcześnie wskaźnik entropii jest szczególnie często wykorzystywany do analizy zmian pokrycia terenu i użytkowania ziemi na podstawie danych zapisanych w formacie rastrowym – wysokorozdzielczych zdjęć satelitarnych i lotniczych, czego przykładem są badania postępowania zjawiska *urban sprawl* względem centrów miast i tras komunikacyjnych, związane ze zmianami gęstości zagospodarowania terenu (Yeh i Li, 2001) (ryc. 21), także w powiązaniu z analizą formy przestrzennej *urban sprawl* za pomocą wskaźników wykorzystujących miary fraktalne (Oztürk, 2017). Interesująca jest również możliwość wyznaczenia entropii pionowej, związanej ze zróżnicowaniem wysokości budynków (Verzosa i Gonzalez, 2010).

Monitoring procesów *urban sprawl* za pomocą określenia zmian wskaźnika entropii Shannona pozwala na ocenę postępowania zjawiska rozprzestrzeniania się zabudowy. Jeżeli wartość entropii zwiększa się w czasie oznacza to postępujące rozpraszenie, odwrotna sytuacja – spadek entropii – oznacza, że następuje wypełnianie obszaru zabudową, zmniejszenie fragmentacji terenu, zwiększenie zwartości jednostki osadniczej. Entropia stanowi zatem miarę fragmentacji bądź wypełnienia terenu, a obliczenie maksymalnej entropii dla kilku jednostek czasu pozwala na określenie granic rozwoju przestrzennego. Istnieją jednakże badania, które negują przydatność entropii jako miary zjawiska *urban sprawl*. Zwracają uwagę, że miara entropii w wielu przypadkach nie jest wrażliwa na istotne różnice między układami przestrzennymi obszarów zabudowanych (np. rozproszone w zestawieniu ze zwartymi), zaś na wartość wskaźnika znaczny wpływ wywiera dobór stref wyznaczonych w krajobrazie jako jednostki podstawowe analizy (Nazarnia i in., 2019).



Ryc. 21. Strefy koncentryczne wokół centrum miasta (A) i strefy buforowe równoległe do tras komunikacyjnych (B), pozwalające na określenie zagęszczenia zabudowy w ich obrębie.

Źródło: Yeh i Li, 2001, rycina zmodyfikowana przez autora

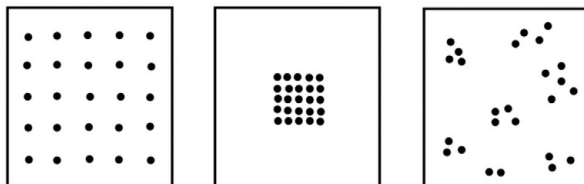
Fig. 21. Concentric zones around the city centre and buffer zones parallel to the communication routes, allowing to determine the density of buildings within them. Source: Yeh & Li, 2001, figure modified by the author

2.2.6. Ilorazowy współczynnik gęstości, miary centrograficzne, metody analizy skupień i pozostałe metody

Spośród pozostałych miar koncentracji przestrzennej wymienić należy **ilorazowy współczynnik gęstości**. Jest to klasyczna liczbowa miara natężenia zjawiska, według której:

$$g = \frac{n}{p}$$

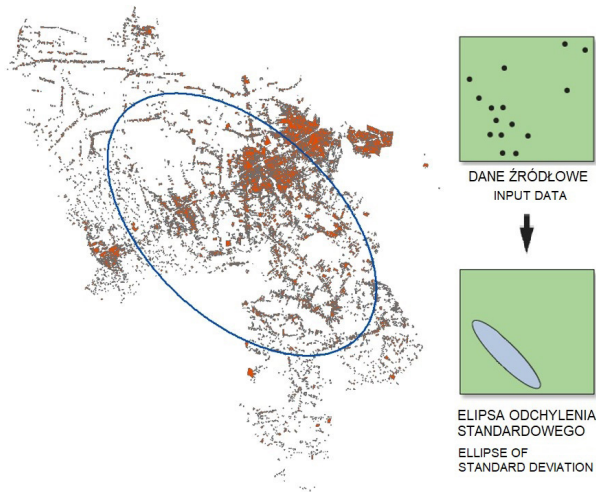
gdzie n – liczba obiektów, p – powierzchnia, na której występują badane obiekty (Runge, 2007). Przykładem użycia ilorazowego wskaźnika gęstości może być obliczenie stopnia koncentracji zaludnienia obszaru lub liczebności zabudowań, gdzie standardowo jednostką powierzchni jest 1 km². Zależnie od potrzeb proponowano różne korekty tego wskaźnika, służące np. jako miary rozproszenia osadnictwa wiejskiego (uwzględniające liczbę mieszkańców, liczbę izolowanych siedlisk i domów samotniczych, powierzchnię mieszkaniową i powierzchnię pod zabudowę, i inne). Syntetyczne zestawienie tych mierników wykonał B. Kostrubiec (1972, s. 12-14), zauważając, że nie odzwierciedlają one wiernego obrazu rozproszenia obiektów, bowiem nie reagują na istotną cechę koncentracji, jaką jest zmiana położenia obiektów wewnątrz badanego obszaru (ryc. 22).



Ryc. 22. Układy o tej samej gęstości punktów (przykłady). Źródło: Greig-Smith, 1964

Fig. 22. Patterns of the same point density (examples). Source: Greig-Smith, 1964

Zastosowanie w części empirycznej pracy: Ilorazowy współczynnik gęstości, wymieniony tutaj pośród pozostałych miar koncentracji, należał jednak do podstawowych wskaźników wykorzystanych w badaniu koncentracji przestrzennej zabudowy. Wykorzystano go do analizy zagęszczenia zabudowy we wszystkich układach jednostek podstawowych. Badanie w układzie koncentrycznych pierścieni i sektorów klinowych, pozwoliło ponadto na wykreślenie profili zagęszczenia lokalizacji budynków w zależności od odległości względem centrum aglomeracji. Wskaźnik ten, wraz z metodą najbliższego sąsiada, został wykorzystany do opracowania typologii jednostek terytorialnych – gmin i dzielnic o różnym poziomie koncentracji przestrzennej zabudowy.

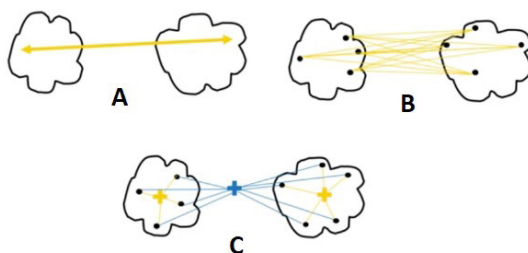


Ryc. 23. Odchylenie standardowe elipsy jako miara asymetrii rozkładu przestrzennego zbioru punktów w metodzie centrograficznej. Opracowanie własne, na podstawie danych o terenach zabudowy w powiecie grodziskim (BDOT), wykonane w programie ArcGIS
 Fig. 23. Standard deviation of an ellipse as a measure of the asymmetry of the spatial distribution of a set of points in the centrographic method. Author's own elaboration, based on the data on built-up areas in the Grodzisk Mazowiecki powiat (county) (BDOT dataset), analyzed with ArcGIS software

Miary centrograficzne, które do badań geograficznych wprowadził E.E. Swiatłowski (Sviatlovsky) (1930) wraz z W.C. Eelsem (1937), opisują tendencję centralną danych przestrzennych, czyli skupienie się obiektów wokół geograficznego centrum wyznaczonego w określony sposób. Jest nim zazwyczaj przestrzenny środek ciężkości zjawiska, tzw. centroid. B. Kostrubiec (1972, s. 28) opisuje go jako „punkt, na którym można by równoważyć idealnie płaską mapę terytorium, obciążoną punktami rozłożonymi tak, jak rozmieszczona jest ludność” (lub inne badane zjawisko, np. jednostki osadnicze). Znając współrzędne centrum geometrycznego jednostki terytorialnej można wykreślić wektor wyznaczający odchylenie od niego centroidu, a więc stanowiący miarę centralności. Stopień rozproszenia zjawiska względem centroidu stanowi natomiast miarę dyspersji przestrzennej (Runge, 2007). Miary kształtu rozkładu i jego orientacji terytorialnej pozwalają na określenie koncentracji masy wokół punktu centralnego, wyrażonej za pomocą krzywej rozkładu, asymetrii rozkładu i orientacji asymetrii. Za podstawową miarę asymetrii

rozkładu uznawane jest odchylenie standardowe elipsy (ryc. 23) (Matykowski, 1981). Bardziej współcześnie przykładów wykorzystania miar centrograficznych w zestawieniu z analizą statystyk przestrzennych dostarczyła m.in. praca D. Wonga (2009), czy też, w odniesieniu do sieci osadniczej w Polsce, praca I. Jażdżewskiej (2006).

Grupą metod wartą odnotowania są także te służące do **analizy skupień** (*clustering*). Pozwalają one na wydzielenie w wielozmiennym zbiorze obiektów podgrup, które charakteryzują się podobieństwem przyjętych do badania cech (Parysek, 1980; Runge, 2007). Obiekty nie są przydzielane do już istniejących grup według zadanego kryterium, jak przy procedurach klasyfikacji, lecz grupowane zgodnie z pewnymi regułami podobieństwa między obiektami. W analizie geograficznej cechą, na podstawie której przebiega grupowanie, może być wzajemna bliskość położenia obiektów. Uzyskuje się wówczas informację o charakterystyce przestrzennej koncentracji zjawiska, np. osadnictwa. Przykładem takiego rozwiązania jest „taksonomia wrocławska”, wspomniana już przy okazji omówienia metod grafowych. Wśród wielu procedur analizy skupień często wykorzystywane są procedury hierarchiczne, w których odzwierciedleniem postępowania badawczego jest dendrogram – wykres ilustrujący poszczególne grupy obiektów i kolejne poziomy ich skupiania się, od elementarnego po najbardziej ogólny. Znanym przykładem jest **metoda Warda** (Ward, 1963), gdzie odległość między grupami jest definiowana jako moduł różnicy między sumami kwadratów odległości punktów od środka grup, do których te punkty należą (ryc. 24). Jest to metoda aglomeracyjna, którą wyróżnia wykorzystanie podejścia analizy wariancji do oszacowania odległości między skupieniami.



Ryc. 24. Odległości uwzględniane w wybranych procedurach grupowania analizą skupień. A – metoda najdalszego sąsiedztwa, B – metoda średniej grupowej, C – metoda Warda. Źródło: University of Michigan: Course Data Science in Python

Fig. 24. Distances considered in selected grouping procedures according to cluster analysis. A – nearest neighbor method, B – group mean method, C – Ward method. Source: University of Michigan: Course Data Science in Python

Przydatną metodą z zakresu analizy przestrzennego skupiania się obiektów jest też **funkcja geostatystyczna „K” Ripleya** (Ripley, 1976), która pozwala określić gradient rozproszenia i skupienia zabudowy na różnych odległościach zależnie od dobranego obszaru sąsiedztwa. Charakterystykę przestrzennego skupienia obiektów określonych typów, czy poszczególnych form użytkowania terenu określają **miary autokorelacji przestrzennej** (Goodchild, 1986), wśród których można wyróżnić narzędzia korelacji globalnej testujące obecność ogólnej klasteryzacji,

kiedy obiekty o podobnych wartościach analizowanego atrybutu występują w przestrzeni blisko siebie. Najbardziej znanym przykładem jest **statystyka „I” Morana** (Moran, 1950), oparta na obliczeniach tendencji zróżnicowania obiektów sąsiadujących ze sobą od średniego zróżnicowania w zbiorze danych. Druga grupa to metody służące do identyfikacji lokalnej klasteryzacji, którymi określa się relacje podobieństw pomiędzy wartościami atrybutów obiektów i wartościami atrybutów ich sąsiadów. W celu wykrycia lokalnych anomalii występujących wewnątrz klastrowo o wysokich i niskich wartościach badanego parametru, stosowana jest **analiza LISA** (*Local Indicator of Spatial Association*), czyli lokalna statystyka „I” Morana (Anselin, 1995).

2.2.7. Ocena porównawcza wybranych wskaźników

Przeprowadzony przegląd wybranych metod wskaźnikowych służących do badania koncentracji przestrzennej osadnictwa potwierdza, że mierniki, opierające się na zróżnicowanych podstawach matematyczno-statystycznych, wiążą się z różnym rozumieniem tego pojęcia. Miary te określają poziom koncentracji jako:

1. zagęszczenie zjawiska, czyli jego natężenie w poszczególnych jednostkach podstawowych – **wskaźniki gęstości**,
2. nierównomierność rozkładu przestrzennego, rozumianą jako skupienie bądź proporcjonalność udziału zjawiska w mniejszej lub większej liczbie jednostek przestrzennych – **indeks Giniego, entropia Shannona**,
3. stopień rozwinięcia sieci osadniczej na danym terytorium – **minimalne drzewo rozpinające**,
4. dyspersję przestrzenną, czyli rozrzut zjawiska w obszarze badań, na skali między układem maksymalnie skupionym, klastrowym, losowym, a maksymalnie rozproszonym, tj. regularnym – **wskaźnik koncentracji „C” Kostrubca, metoda najbliższego sąsiada**,
5. poziom dyfuzji zjawiska, czyli miarę centralności – **metody centrograficzne**.

Ponadto informacji o koncentracji przestrzennej osadnictwa może też dostarczać **analiza skupień** oraz **miary autokorelacji przestrzennej**. Dodatkowo można by tu było zaliczyć **wskaźniki uwzględniające intensywność zabudowy związaną z wysokością** (koncentracja przestrzenna w trzech wymiarach).

W zależności od przyjętej definicji osadnictwa skupionego lub rozproszonego, a także od skali badanego obszaru, liczby i sposobu rozmieszczenia jednostek osadniczych, formy dostępnych danych przestrzennych, dobierać należy najbardziej adekwatne metody pomiarowo-wskaźnikowe. Każdy ze wskaźników posiada cechy predestynujące go do określonych zastosowań, przykładowo: indeks Giniego – analiza skumulowanej koncentracji w układzie jednostek terytorialnych; wskaźnik „C” Kostrubca – szczegółowa analiza statystyk rozkładu przestrzennego zjawiska; minimalne drzewo rozpinające – określenie spójności i efektywności sieci osadniczej; metoda najbliższego sąsiada – analiza regularności bądź losowości rozmieszczenia osadnictwa, stwierdzenie występowania sił warunkujących decyzje

lokalizacyjne; entropia Shannona – określenie stopnia fragmentacji bądź wypełnienia terenu przez zabudowę, „nieuporządkowania” układu przestrzennego.

Wiarygodność uzyskiwanych wyników związana między innymi z wpływem zmian granic badanego obszaru, a także wielkości i kształtu podstawowych jednostek przestrzennych na wynik pomiaru, co wiąże się z występowaniem problemu zmiennej jednostki odniesienia (MAUP). Problem dotyczy wszystkich analiz opartych o dane zagregowane przestrzennie, ale może mieć bardziej lub mniej istotny wpływ na wyniki (jeżeli i tak dochodzi się do tych samych wniosków). Problem ten jest istotny w przypadku współczynnika Giniego, występuje również w przypadku entropii Shannona, lecz wpływ ten można w dosyć jednoznaczny sposób pomierzyć. Dla wartości wskaźnika najbliższego sąsiada istotniejsze jest z kolei uwzględnienie tzw. „efektu krawędzi”.

Kolejnym zagadnieniem jest możliwość prezentacji zróżnicowania wartości wskaźników koncentracji przestrzennej nie tylko w postaci „suchych” danych liczbowych, ale również wzbogaconej o wykresy czy mapy, stosowne dla danej metody wskaźnikowej. Zastosowanie dodatkowych metod prezentacji może być niezbędne dla prawidłowej interpretacji wyników analizy (współczynnik Giniego – mapa zróżnicowania skumulowanego rozkładu zjawiska), wzbogaca opis zjawiska koncentracji przestrzennej o dodatkowe miary rozkładu statystycznego (wskaźnik „C” Kostrubca – histogramy rozkładu statystycznego zestawione z mapą), pozwala określić statystyczną istotność uzyskanych wyników (metoda najbliższego sąsiada – obliczenie i przedstawienie na mapach rozkładu parametrów statystycznych).

W przypadku zastosowania miar koncentracji przestrzennej w badaniu procesów *urban sprawl* wymagane jest wieloczynnikowe podejście, uwzględnienie różnych aspektów tego zjawiska (ludność, miejsca pracy, sieci komunikacyjne, krajobraz) (rozdz. 2.1). W aspekcie typowo morfologicznym, związanym ze strukturą osadnictwa i układem zabudowy, należy przytoczyć badania G. Galstera i in. (2001), którzy wyróżnili osiem wymiarów określających *urban sprawl*, gdzie kombinacja wskaźników dla jak największej liczby z nich przyjmuje niskie wartości: koncentrację, gęstość, ciągłość, klasteryzację, centralizację, (mono-) nuklearność, mieszane użytkowanie, bliskość. Na tej podstawie można wnioskować, że stopień dekoncentracji przestrzennej zabudowy jest tylko jednym z wielu wymiarów *sprawl* i nie może sam przesądzać o występowaniu tego zjawiska.

Sama dekoncentracja (rozproszenie) może być też różnie rozumiana – jako małe zagęszczenie obiektów na jednostce powierzchni, niski stopień skumulowanej koncentracji według wskaźnika Giniego, losowe lub równomierne rozmieszczenie zabudowy określone metodą najbliższego sąsiada (indeksem Clarka-Evansa), bardziej jednostajny rozkład przestrzenny na podstawie wskaźnika „C” Kostrubca, lub też poziom entropii Shannona o wyższej wartości. Warto też zauważyć, że każdy z wymienionych wskaźników opisuje również, w pewnym zakresie, inne wymiary *sprawl* zidentyfikowane przez G. Galstera i in., np. ilorazowy współczynnik gęstości wskazuje przede wszystkim na zagęszczenie obiektów, indeks Clarka-Evansa na stopień klasteryzacji osadnictwa, a entropia Shannona na występowanie ciągłości bądź nieciągłości przestrzennej zagospodarowania.

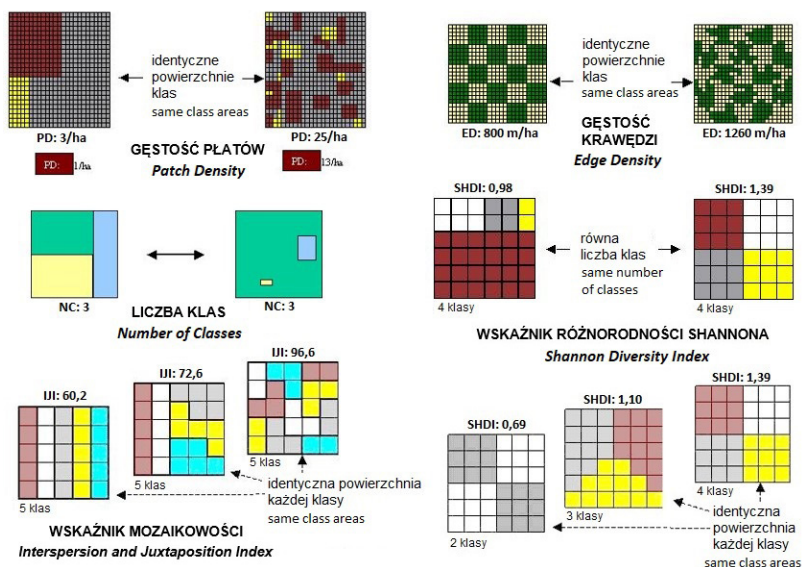
Problem stanowi brak jednoznacznej definicji *urban sprawl*, nie budzącej wątpliwości co do identyfikacji tego zjawiska. Jest ono ujmowane zarówno w kategoriach stanu zagospodarowania przestrzeni, jak i procesu o określonej dynamice. W związku z istniejącym chaosem pojęciowym, nie wydaje się możliwe precyzyjne określenie wartości progowych wskaźników, dla których *urban sprawl* występuje, bądź nie. Dotyczy to zarówno rozproszenia zabudowy, jak i innych aspektów charakteryzujących „żywiolową” bądź „niekontrolowaną” suburbanizację. Czy obserwowany wzorzec rozproszonej zabudowy można określić mianem *sprawl* zależy od kryteriów i metodyki przyjętej przez badacza. Zdaniem autora najbardziej wszechstronną ocenę badanego zjawiska umożliwi dobranie kilku metod i analiza przeprowadzona równocześnie tymi metodami. Pozwala to na otrzymanie komplementarnych wyników, wskazujących na odmienne informacje odnoszące się do koncentracji i rozproszenia zabudowy na danym obszarze.

2.3. Metryki krajobrazowe jako metoda analizy koncentracji przestrzennej powierzchni osadniczych

Metryki krajobrazowe (ang. *landscape metrics*), określane inaczej jako metryki przestrzenne (ang. *spatial metrics*), są wskaźnikami wywodzącymi się z badań różnorodności biologicznej i ekologii krajobrazu (McGarigal i Marks, 1995; Riitters i in., 1995; Gustafson, 1998; Solon, 2002). Mają podstawowe zastosowanie w analizie struktury poziomej krajobrazu, interpretowanego jako układ płatów (ang. *patches*), izolowanych bądź połączonych przez struktury liniowe, umożliwiające utrzymanie łączności ekologicznej, zwane korytarzami (ang. *corridors*), które wyróżniają się na tle względnie jednolitego tła (ang. *matrix*), które tworzą obszary o mniejszej różnorodności biologicznej (Forman i Godron, 1986). Przykładowo, tłem może być krajobraz pól uprawnych, płatami – zagajniki i zadrzewienia śródpolne, zaś korytarzami – lokalne cieki wodne. Analiza metryk krajobrazowych należy do ilościowych metod analizy struktury przestrzennej krajobrazu. Pozwala na prowadzenie badań nad konfiguracją i kompozycją płatów, które mogą reprezentować różne formy pokrycia terenu, i wyrażenie tych charakterystyk za pomocą wskaźników liczbowych.

Zdaniem E. Uuemaa i in. (2009), którzy wykonali szeroki przegląd literatury dotyczącej tej problematyki, metryk krajobrazowych są „dosłownie setki”. Przykładowo, program Fragstats, służący do analizy metryk przestrzennych w modelu rastrowym, oferuje możliwość obliczenia 14 rodzajów wskaźników dla pojedynczych płatów, 40 rodzajów wskaźników dla płatów w ramach jednej klasy krajobrazu oraz 46 rodzajów wskaźników dla całego krajobrazu. Należą do nich miary określające: liczebność i zagęszczenie płatów, średnią powierzchnię płata, udział procentowy powierzchni płatów według klas, wskaźniki krawędzi (długość, gęstość), wskaźniki kształtu (m.in. wymiar fraktalny), wskaźniki odległości między płatami, zróżnicowania płatów, sąsiedztwa, izolacji i fragmentacji, oraz „mozaikowości” (ryc. 25). Pomiar przestrzennych charakterystyk ich kształtów

oraz wzajemnych odległości odbywa się w odniesieniu do powierzchni terenów, krawędzi obszarów i punktów położonych na tych krawędziach. Wiele metryk jest prostych obliczeniowo i intuicyjnych w interpretacji, lecz są i takie o większej złożoności obliczeniowej (zob. McGarigal i in., 2002).



Ryc. 25. Przykładowe metryki krajobrazowe. Źródło: Eiden i in., 2000

Fig. 25. Examples of landscape metrics. Source: Eiden et al., 2000

Metryki krajobrazowe znalazły szerokie zastosowanie w badaniach miejskich – do badania kompozycji i konfiguracji terenów zurbanizowanych i otwartych. Wiele spośród metryk odnosi się do charakterystyk pokrycia terenu związanych z intensywnością użytkowania terenu, zagęszczeniem określonych form użytkowania, ich liczebnością, wielkościami i relacjami sąsiedztwa. Duża różnorodność wskaźników umożliwia prowadzenie kompleksowych pomiarów wybranych cech krajobrazu naturalnego bądź zurbanizowanego. W układzie dynamicznym zestawienie różnych metryk pozwala na ocenę zmian struktury krajobrazu i rozprzestrzeniania się zabudowy w różnych kierunkach, a tym samym interpretację zachodzenia zjawiska *urban sprawl*. Często są stosowane w analizach wykorzystujących dane teledetekcyjne – zdjęcia lotnicze i satelitarne, ortofotomapy, oraz ich pochodne – mapy pokrycia terenu i użytkowania ziemi.

Przykładowo, M. Herold i in. (2002) wykorzystali metryki krajobrazowe do opisu struktur i zmian w użytkowaniu terenów miejskich w Kalifornii. P. Christensen (2009) wykonał za ich pomocą analizę ekspansji urbanizacji w delcie Rzeki Perłowej w Chinach. W. Ji i in. (2006) scharakteryzowali zjawisko *urban sprawl* dla Kansas City poprzez analizę metryk krajobrazowych, na podstawie wieloczasowych zobrażeń satelitarnych. F. Aguilera i in. (2011) przeprowadzili symulację kilku scenariuszy zmian użytkowania ziemi w obszarze metropolitalnym Granady metodą automatów komórkowych, a następnie obliczyli metryki określające przestrzenne charakterystyki prognozowanych zmian. A. Dasgupta

i in. (2010) wykonali badanie dla aglomeracji Bangalore w Indiach, które pozwoliło ukazać zmiany związane z fragmentacją i wypełnianiem terenów zabudowy w przekroju 40-letnim. A. Frenkel i M. Ashkenazi (2008) zaproponowali metodę analizy czynnikowej *urban sprawl*, uwzględniającą wskaźniki dotyczące kilku aspektów tego zjawiska: szybkości wzrostu powierzchni zabudowy oraz zaludnienia, gęstości zabudowy i zaludnienia, struktury terenów zabudowanych i otwartych, dostępności komunikacyjnej. Wykorzystali wybrane metryki krajobrazowe i miary fraktalne do określenia zwartości struktury zabudowy (*compact pattern*) bądź jej rozproszenia (*sprawling pattern*) dla wybranych jednostek osadniczych w Izraelu. Warto odnotowania jest badanie przeprowadzone przez D. Triantakou i D. Stathakis (2015), którzy przeanalizowali zjawisko *urban sprawl* dla największych aglomeracji w Europie, biorąc pod uwagę charakterystyki kształtu miejskich stref morfologicznych (*Urban Morphological Zones*), wyznaczonych w ramach projektu CORINE. Zbliżona problematyka była rozwijana jeszcze w wielu innych badaniach (Seto i Fragkias, 2005; Tang i in., 2006; Weng i in., 2007; Lagarias i Sayas, 2017).

Opisane powyżej cechy metryk krajobrazowych, oraz przykłady ich zastosowań, stanowiły przesłankę do wyboru wskaźników dla badania koncentracji przestrzennej osadnictwa. W tym celu wytypowano zestaw metryk, które autor uznał wstępnie za najbardziej adekwatne z punktu widzenia celu zakładanego badania – charakterystyki rozproszenia i koncentracji zabudowy w aglomeracji warszawskiej w wymiarze statycznym i dynamicznym. **Zestaw wykorzystanych w analizach wskaźników obejmuje wymienione dalej 13 metryk, interpretowanych w odniesieniu do terenów zabudowy.** Następnie, w wyniku przeprowadzonej analizy empirycznej (rozdz. 6.2 i 6.3), dokonano ponownej oceny zastosowanych wskaźników w tym kontekście, skutkiem czego jest **wybór, z tak wstępnie zdefiniowanego zbioru, zestawu kilku najbardziej optymalnych metryk**, minimalizującego potrzebę użycia zbyt szerokiego wachlarza wskaźników.

Poniżej wymieniono zestaw 13 metryk użytych w analizie koncentracji przestrzennej terenów zurbanizowanych. Użyte akronimy i nazewnictwo anglojęzyczne w odniesieniu do poszczególnych metryk wynikają z nomenklatury stosowanej w programie Fragstats. Przy każdej metryce podano uzasadnienie jej wykorzystania jako miary służącej do opisanego określonych aspektów (wymiarów) koncentracji przestrzennej osadnictwa, ewentualnie jej komplementarności z innymi metrykami.

1. Powierzchnia całkowita, TA (*Total Area*) – w hektarach

Metryka ta niesie ze sobą informację odnośnie powierzchni pokrycia całego krajobrazu, interpretowanego w przypadku przeprowadzonego tutaj badania jako wszystkie tereny zabudowy na danym obszarze. Stanowi też podstawę dla obliczenia wielu innych metryk.

2. Powierzchnia klasy, CA (*Class Area*) – w hektarach

Metryka niesie ze sobą informację odnośnie powierzchni pokrycia wybranej klasy krajobrazu, czyli w przypadku przeprowadzonego badania, określonej kategorii zabudowy.

3. Procent krajobrazu, PLAND (*Percentage of Landscape*) – udział w procentach

Metryka wewnętrznej kompozycji krajobrazu. Informuje, jaki jest udział terenów zabudowy poszczególnych kategorii w całej powierzchni terenów zabudowy. Wyrażona jest wartością relatywną, dlatego jest właściwsza do stosowania w przypadku dokonywania porównań pomiędzy różnymi obszarami niż miara powierzchni klasy (CA).

4. Liczba płatów, NP (*Number of Patches*)

Jest to liczebność płatów reprezentujących tereny zabudowy. Prosta miara fragmentacji danej klasy pokrycia terenu. Należy ją interpretować łącznie z innymi metrykami, odnoszącymi się do powierzchni pokrycia, zróżnicowania, czy zagęszczenia płatów. Jeżeli powierzchnia terenów zabudowy (TA lub CA) jest niezmienna, wówczas zmiany wartości metryki liczebności płatów świadczą o zmianach w zagęszczeniu płatów.

5. Zagęszczenie wewnętrzne płatów, PD (*Patch Density*) – średnia liczba płatów zabudowy na 100 ha terenów zabudowy

Metryka wyraża liczbę płatów przypadającą średnio na 100 ha całości terenów zabudowy, albo danej klasy (nie w całości badanego obszaru!). Informuje o stopniu fragmentacji tych terenów. Warto ją interpretować wraz z innymi wskaźnikami, odnoszącymi się do wielkości płatów i ich zróżnicowania. Z uwagi na odniesienie do stałej jednostki powierzchni, pozwala na bardziej miarodajne niż wskaźnik NP porównania i zestawienia pomiędzy jednostkami terytorialnymi różnych wielkości.

6. Wskaźnik największego płata, LPI (*Largest Patch Index*) – miara w procentach

Metryka określająca udział procentowy największego płata w całości krajobrazu lub klasy krajobrazu. Pozwala stwierdzić, czy występuje jeden dominujący duży płat (LPI bliskie 100%), czy wszystkie płaty są relatywnie małe, o podobnych wielkościach (LPI bliskie 0%).

7. Średnia wielkość płata, AREA_MN (*Mean Patch Area*) – w hektarach

Miara uśrednionej wielkości płatów, wyrażona przez średnią arytmetyczną. Powinna być interpretowana łącznie z innymi metrykami, wskazującymi na powierzchnię pokrycia zabudowy (TA/CA), liczebność (NP) i wewnętrzne zagęszczenie (PD) płatów oraz na zmienność wielkości płatów (AREA_SD lub AREA_CV).

8. Mediana wielkości płata, AREA_MD (*Median Patch Area*) – w hektarach

Miara uśrednionej wielkości płatów, wyrażona przez medianę. Analogiczne zastosowanie jak AREA_MN.

9. Odchylenie standardowe wielkości płata, AREA_SD (*Standard Deviation of Patch Area*) – w hektarach

Miara statystyczna określająca bezwzględne zróżnicowanie wielkości płatów („średnie odchylenie od średniej”). Metryka trudna do zinterpretowania bez powiązanej informacji o średniej wielkości płata (AREA_MN), od której jest zależna. Przykładowo, dla dwóch krajobrazów wartość odchylenia standardowego wielkości płata może być taka sama, np. 10 ha. Jednak w jednym z tych krajobrazów średnia wielkość płata może wynosić 10 ha, a w drugim 100 ha. Interpretacja struktury krajobrazu obu obszarów może być bardzo różna, mimo takiej samej

wartości bezwzględnej zmienności wielkości płatów. Pierwszy krajobraz składa się z mniejszych i bardzo zróżnicowanych płatów, zaś drugi z płatów większych i bardziej jednolitych pod względem wielkości.

10. Współczynnik zmienności wielkości płyta, AREA_CV (*Coefficient of Variation of Patch Area*) – miara w procentach

Miara określająca względne zróżnicowanie wielkości płatów, zależne od średniej arytmetycznej. Stanowi iloraz odchylenia standardowego i średniej wartości tej cechy, najczęściej wyrażany w procentach. Pozwala na porównania zróżnicowania zmiennej z dwóch i więcej różnych zbiorów (rozkładów). Stąd jest właściwsza dla porównań pomiędzy różnymi krajobrazami niż odchylenie standardowe. Może jednak też wprowadzać w błąd odnośnie struktury krajobrazu, jeżeli nie są znane wartości wewnętrznego zagęszczenia płatów (PD), liczebności płatów (NP) lub inne charakterystyki strukturalne. Przykładowo, dla dwóch krajobrazów może występować ta sama wartość współczynnika zmienności wielkości płyta, np. 100%. Jednak w pierwszym krajobrazie występuje 100 płatów ze średnią wielkością płyta 10 ha, zaś w drugim 10 płatów ze średnią wielkością 100 ha. Interpretacja struktury będzie bardzo odmienna. Ogólna interpretacja współczynnika zmienności jest następująca: $CV < 50\%$ – zmienność mała, $50\% < CV < 100\%$ – umiarkowana, $CV > 100\%$ – duża; lub według innej interpretacji: $CV < 20\%$ – mała zmienność, $20\% < CV < 40\%$ – przeciętna, $40\% < CV < 100\%$ – duża, $100\% < CV < 150\%$ – bardzo duża, $CV > 150\%$ – skrajnie duża.

11. Odległość najbliższego sąsiada (średnia), ENN_MN (*Euclidean Nearest Neighbor Distance (Mean)*) – średnia arytmetyczna, w metrach

Najprostsza miara izolacji płatów, opierająca się na zbiorze najkrótszych odległości między sąsiadującymi płatami. Dla każdego płyta znajdowany jest najbliższy położony płyta i określany dystans między nimi. W rastrowym modelu danych brana jest pod uwagę odległość pomiędzy środkami komórek dla dwóch najbliższych sobie położonych komórek obu płatów. W modelu wektorowym uwzględnia się odległość między punktami na krawędziach sąsiadujących płatów. Metryka określa odległość średnią w zbiorze wszystkich takich najkrótszych dystansów w krajobrazie (tzn. dla płatów terenów zabudowy). Gdy odległości między płatami są bardzo małe, wartość ENN_MN zbliża się do 0, przy czym w modelu rastrowym nie może być mniejsza niż dwukrotność wielkości komórki rastra. Maksymalna wartość wskaźnika ENN_MN jest ograniczona wielkością badanego obszaru.

12. Odległość najbliższego sąsiada (odchylenie standardowe), ENN_SD (*Euclidean Nearest Neighbor Distance (Standard Deviation)*) – w metrach

Oprócz statystyk pierwszego rzędu (średnia arytmetyczna, mediana) izolacja i rozproszenie płatów mogą być opisane za pomocą statystyk drugiego rzędu – miar zróżnicowania. Odchylenie standardowe ENN_SD stanowi miarę zróżnicowania odległości najbliższych sąsiadów pomiędzy płatami. Małe odchylenie standardowe wskaźnika najbliższego sąsiada w stosunku do wartości średniej arytmetycznej ENN_MN oznacza, że występuje dosyć jednolite czy regularne rozmieszczenie płatów (terenów zabudowy) w krajobrazie, podczas gdy duże odchylenie standardowe w stosunku do średniej ENN_MN świadczy o bardziej nieregularnym, czy

nierównomiernym rozmieszczeniu. Właściwe jest zatem interpretowanie odchylenia standardowego łącznie ze średnią arytmetyczną. Przykładowo, w przypadku dwóch krajobrazów może być wyliczona taka sama wartość ENN_SD, np. 100 m. Jednak w pierwszym krajobrazie średnia odległość najbliższego sąsiada wynosi 100 m, zaś w drugim 1000 m. Interpretacja struktury będzie bardzo różna, mimo że bezwzględne różnicowanie odległości najbliższego sąsiada jest takie samo. W pierwszym krajobrazie występuje bardziej nieregularny, ale skoncentrowany układ płatów, natomiast w drugim krajobrazie występuje bardziej regularny, lecz rozproszony układ płatów.

13. Odległość najbliższego sąsiada (współczynnik zmienności), ENN_CV (*Euclidean Nearest Neighbor Distance (Coefficient of Variance)*) – miara określana w procentach

Współczynnik służy do pomiaru względnego (określonego procentowo) zróżnicowania odległości najbliższego sąsiada dla płatów krajobrazu, względem średniej odległości. Jest pod tym względem podobny do miary najbliższego sąsiada dla układów punktowych (Clark i Evans, 1954) (zob. rozdz. 2.2.4). Aby zinterpretować ENN_CV, nie jest konieczna znajomość średniej ENN_MN. Pomimo tego, wartość ENN_CV może nadal być myląca w odniesieniu do struktury krajobrazu, jeżeli nie znana jest liczba płatów lub ich zagęszczenie oraz inne charakterystyki strukturalne. Przykładowo, dla dwóch krajobrazów może występować ta sama wartość ENN_CV, np. 100%, jednak pierwszy krajobraz może zawierać 100 płatów o średniej odległości najbliższego sąsiada 100 m, a drugi krajobraz 10 płatów o średniej odległości najbliższego sąsiada 1000 m. Interpretacja struktury krajobrazu będzie w obu przypadkach zupełnie różna.

Niemniej jednak, identyczna wartość ENN_CV dla dwóch krajobrazów wskazuje, że w obu z nich występuje taki sam poziom regularności czy też jednolitości rozmieszczenia płatów. Stanowi to pewną przewagę tej metryki nad wcześniej opisywanymi wskaźnikami w zakresie jej przydatności do badania rozproszenia i izolacji terenów zabudowy. Warto także zwrócić uwagę, że zarówno ENN_SD jak i ENN_CV zakładają występowanie w rozmieszczeniu płatów „najbliższych sąsiadów” rozkładu normalnego wokół średniej, podczas gdy rozmieszczenie to w rzeczywistym krajobrazie może być wysoce nieregularne. Z tego względu więcej informacji odnośnie struktury krajobrazu można uzyskać weryfikując charakterystyki rzeczywistego rozmieszczenia płatów np. poprzez wykreślenie histogramu odległości najbliższego sąsiada dla wszystkich płatów, a nie polegając wyłącznie na zbiorczych statystykach, jak odchylenie standardowe i współczynnik zmienności.

Opisane powyżej **metryki przestrzenne parametryzują pewne aspekty koncentracji, rozproszenia, zagęszczenia, izolacji czy fragmentacji terenów zabudowy w obszarze badania, ale żadna nie czyni tego w sposób syntetyczny i kompleksowy**. Niektóre metryki, takie jak współczynnik zmienności odległości najbliższego sąsiada, wydają się szczególnie predestynowane do celów założonego badania, jednak i te najwłaściwiej jest stosować w zestawieniu z innymi spośród wymienionych miar (rozdz. 6.2 i 6.3; tab. 12).

3. Główne koncepcje teoretyczne i współczesne zjawiska związane z rozwojem strefy podmiejskiej i suburbanizacją

Miasto wraz ze strefą podmiejską stanowi dynamicznie zmieniający się system, złożony z elementów, które tworzą liczne powiązania strukturalne. Kształt i struktura miasta stanowią zewnętrzny przejaw organizacji funkcji miejskich, podczas gdy w strefie podmiejskiej mogą się przenikać funkcje typowo miejskie oraz rolnicze, charakterystyczne dla terenów wiejskich. Przedmiotem badania w niniejszej publikacji jest zabudowa występująca na obszarze **aglomeracji miejskiej**, rozumianej jako „jednostka morfologiczna, którą tworzy zwarty zespół wzajemnie powiązanych (choć odrębnych z administracyjnego punktu widzenia) jednostek osadniczych (duże miasto wraz z otaczającym obszarem), powstały w wyniku procesów koncentracji” (Markowski i Marszał, 2006). Układ występujący w przypadku Warszawy, to **aglomeracja monocentryczna**, z jednym głównym miastem i otaczającą je **strefą podmiejską**, w odróżnieniu od aglomeracji policentrycznych, inaczej konurbacji, w których występuje kilka równoważnych centrów osadniczych. W strefie podmiejskiej intensywność użytkowania ziemi oraz jego wielofunkcyjność są niższe niż w mieście, lecz wyższe niż na wsi (Straszewicz, 1985; Dziewoński, 1987; Liszewski, 1987), jednak współcześnie zachodzą w niej liczne przekształcenia w zakresie zagospodarowania przestrzeni (Staszewska, 2013), jak i w zakresie lokalnej gospodarki (Drejerska i in., 2014).

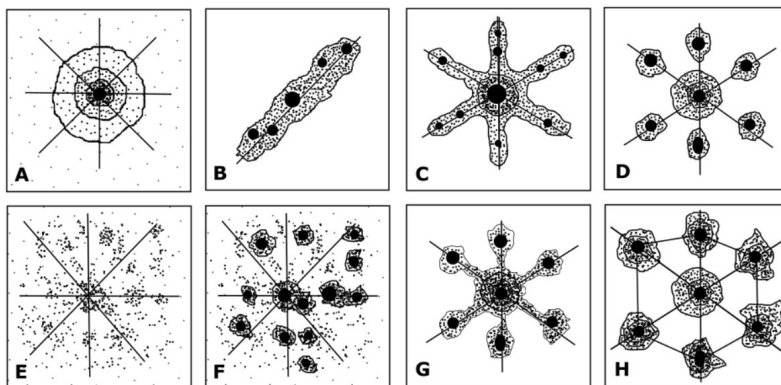
Określenie „aglomeracja (miejska)” przyjęte w tytule publikacji jest bliskie pojęciu „**obszaru metropolitalnego**”. To drugie jest bardziej współczesne i rozpowszechnione obecnie w terminologii polityki regionalnej, kładące nacisk na powiązania funkcjonalne miasta centralnego z otoczeniem, podczas gdy to pierwsze jest określeniem tradycyjnym, odnoszącym się w większym stopniu do morfologii i struktury obszaru. Ponadto nie każda aglomeracja miejska stanowi obszar metropolitalny, gdyż zasadniczo wymagane jest aby główny ośrodek miejski takiego obszaru spełniał pewne kryteria „metropolitalności”, wynikające z jego cech społeczno-gospodarczych oraz powiązań zewnętrznych o zasięgu ponadnarodowym (Zuzańska-Żyśko, 2016). Aglomeracja miejska, kształtująca się w wyniku terytorialnego rozszerzenia funkcji miasta, może być jednak

również rozpatrywana jako region ekonomiczny o istotnym i względnie trwałym domknięciu gospodarki. Delimitacja aglomeracji miejskiej jest w tym ujęciu wyodrębnianiem regionu ekonomicznego, czy ściślej biorąc społeczno-ekonomicznego, wraz ze wszystkimi konsekwencjami metodologicznymi tego faktu (Rykiel, 1978). W niniejszej monografii, dla uproszczenia wywodów, dwa omawiane powyżej pojęcia są stosowane wymiennie w odniesieniu do wielkomiejskiego układu osadniczego Warszawy. Inne określenia o zbliżonym, chociaż nie tożsamym znaczeniu to: „**zespół miejski**” (ogólne pojęcie planistyczne odnoszące się do sąsiadujących ze sobą miast, które nie uwzględnia wzajemnych relacji między jednostkami osadniczymi), „**region miejski**” (obszar związany z miastem współzależnościami funkcjonalnymi, gospodarczymi i społecznymi, zwykle o szerszym zasięgu niż aglomeracja miejska), „**miejski obszar funkcjonalny**” (zwarty obszar miejski wraz z powiązaną z nim funkcjonalnie strefą zurbanizowaną).

Modele rozwoju przestrzennego miast określają typową strukturę przestrzenną i wynikające z niej zróżnicowanie funkcjonalne w obrębie ośrodków miejskich. Klasyczne modele, które powstały w I połowie XX wieku – koncentryczny (Burgess, 1925), klinowy (sektorowy) (Hoyt, 1939), wielośrodkowy (Harris i Ullman, 1945), sprawdzają się tylko w określonych warunkach społeczno-ekonomicznych. Kolejne, bardziej współczesne teorie próbowały opisać żywiołowy, mało ustrukturyzowany przebieg procesów urbanizacji, w postaci **teorii organicznego wzrostu** C.A. Doxiadisa (1968), czy też za pomocą analiz symulacyjnych prowadzonych metodą **automatów komórkowych** (Tobler, 1970). Poszukiwano także związków między morfologią miasta a strukturami wywodzącymi się z **geometrii fraktalnej**, które można wiązać z teorią chaosu i paradygmatem „uporządkowanego nieporządku” (*orderly disorder*) (Hayles, 1990). Autorzy teorii miasta fraktalnego (Batty i in., 1989; Batty i Longley, 1994) stwierdzili, że kształt i forma miast, w ich nieregularności i pozornym bezładzie, jest w rzeczywistości manifestacją głębszego porządku, który może być wyrażony za pomocą tych wielokrotnie złożonych, samo-podobnych struktur¹⁴. Współcześnie, M. Batty (2013) sugeruje, że aby zrozumieć miasta, należy je widzieć nie tylko jako miejsca w przestrzeni, ale systemy sieci i przepływów. Symulacja funkcjonowania takiego systemu obejmuje szerokie spektrum metod od prostych modeli stochastycznych do zagregowanych modeli uwzględniających użytkowanie ziemi i sieci transportowe.

Wśród **układów struktury przestrzennej aglomeracji miejskich**, związanych z odmiennie wykształconymi systemami transportowymi, sieciami infrastruktury, rozmieszczeniem terenów zieleni, występują zarówno takie, które sprzyjają koncentracji zabudowy, jak i takie, które przyczyniają się do jej rozlewania się i rozpraszania. Typologia opracowana przez M. Nowakowskiego (2002) została uzupełniona przez autora niniejszej monografii o układy: rozproszony koncentracji, satelitarno-pasmowy i policentryczny (ryc. 26).

¹⁴ Interesującym przykładem jest tradycyjna struktura tkanki miejskiej w krajach muzułmańskich (Afryka Północna i Bliski Wschód). Chaotyczna morfologia tych miast wynika z islamskich praw dziedziczenia, sankcjonujących wielokrotne podziały nieruchomości. Analiza na poziomie najmniejszych jednostek (budynków i pomieszczeń) wskazuje jednak na istnienie struktury w chaosie, na podobieństwo form fraktalnych (Hamouche, 2009).



Ryc. 26. Modele rozwoju przestrzennego aglomeracji miejskich. A – koncentryczny, B – pasmowy, C – gwiazdzisty, D – satelitarny, E – rozproszony, F – rozproszonej koncentracji, G – pasmowo-satelitarny, H – policentryczny. Źródło: Układy A-E zostały wyróżnione przez M. Nowakowskiego (2002), układy F-H są rezultatem ich dalszej ewolucji (opracowanie własne)

Fig. 26. Models of spatial development of urban agglomerations: A – concentric, B – band, C – star, D – satellite, E – dispersed, F – dispersed concentration, G – band-satellite, H – polycentric. Source: Patterns A-E have been distinguished by M. Nowakowski (2002), patterns F-H are the result of their further evolution (author's own elaboration)

Układ koncentryczny (A) charakteryzuje się wysoką intensywnością zabudowy w centrum. W strefie śródmiejskiej wysoki stopień urbanizacji sprzyja efektywności sieci infrastruktury technicznej i komunikacyjnej, jednak wskutek nagromadzenia różnego rodzaju aktywności, szczególnie dojazdów do pracy, występuje kongestia transportowa. **Układ pasmowy (B)** cechuje występowanie jednego, wydłużonego pasma osadniczego wzdłuż głównej trasy komunikacyjnej, wykazującego silną tendencję do poszerzania. Układ ten jest zoptymalizowany pod względem dostępności transportowej do terenów o różnych funkcjach, w tym rekreacyjnych. **Układ gwiazdzisty (C)** powstaje, gdy układ koncentryczny zostaje uzupełniony o kilka wyraźnych pasm osadniczych, odchodzących promieniście z centrum, co zapewnia jego dobrą dostępność wzdłuż głównych tras komunikacyjnych. Stopień urbanizacji jest wysoki, ale pasma osadnicze przedzielone są klinami terenów zieleni. Koszty infrastruktury technicznej i transportu są relatywnie niskie. **Układ satelitarny (D)** występuje, gdy w otoczeniu miasta centralnego można zidentyfikować zbiór relatywnie silnych, lokalnych centrów osadniczych. Występowanie tego układu poprzedza kształtowanie się układu gwiazdzistego, chociaż może występować też sytuacja odwrotna – wykształcanie się pasm osadniczych wzdłuż korytarzy transportowych generuje rozwój miast satelitarnych. Układ ten jest dość odporny na nadmierne rozlewianie się zabudowy, o ile jednostki strukturalne mają właściwą skalę, sprzyjającą koncentrowaniu się urbanizacji. Dostępność terenów rekreacyjnych jest dobra, jednak koszty infrastruktury i transportu są dość wysokie. **Układ rozproszony (E)** cechuje najbardziej rozproszona struktura zabudowy, bezład przestrzenny, bardzo wysokie koszty infrastruktury technicznej i transportu, wysokie koszty infrastruktury społecznej, często degradacja środowiska przyrodniczego.

W wyniku ewolucji wspomnianych powyżej układów wyróżnionych przez M. Nowakowskiego (2002), możliwe jest kształtowanie się układów mieszanych i wielośrodkowych, na które pragnie wskazać autor niniejszej monografii. **Układ rozproszonej koncentracji (F)** powstaje w wyniku koncentracji osadnictwa w lokalnych ośrodkach osadniczych, na bazie modelu rozproszonego. Koncentracja ta może być rezultatem zaprogramowanych działań planistycznych w skali regionu. Połączenie układu gwiazdzystego, opartego na promieniście odchodzących z rdzenia aglomeracji trasach komunikacyjnych, z układem satelitarnym pozwala na wykształcenie się **układu pasmowo-satelitarnego (G)**. W tym modelu wokół satelitarnych ośrodków osadniczych mogą też kształtować się lokalne strefy suburbanalne, z rozproszoną zabudową. Rzadziej, z uwagi na dominację ośrodka centralnego oraz znaczenie radialnych pasm transportowych, można spodziewać się sytuacji ewoluowania układu pasmowo-satelitarnego w układ rozproszonej koncentracji. Typowe jest raczej jego przekształcenie w **układ pasmowo-satelitarny z rozpraszaniem między pasmami osadniczymi (odmiana: G + E)**. Wykształcenie się **układu policentrycznego (H)** jest z reguły skutkiem wieloletniej ewolucji osadnictwa wiejskiego i koncentracji zabudowy w ośrodkach miejskich. W bardziej teoretycznym ujęciu, powstanie układu policentrycznego może być też efektem ostatniego stadium procesu dekoncentracji osadnictwa w monocentrycznym regionie miejskim, gdy miasta satelitarne staną się ośrodkami rdzeniowymi nowych stref urbanizacji o randze porównywalnej do ośrodka centralnego.

Omawiane kierunki ewolucji poszczególnych układów można odnieść do spostrzeżeń R.T.T. Formana (2008) i T.J. Chmielewskiego (2011, także: T.J. Chmielewski i in., 2018), zgodnie z którymi można wyróżnić cztery scenariusze etapowego rozwoju miast: 1) narastanie koncentrycznych pierścieni, 2) zlewanie się rosnącego miasta centralnego i jego satelitów, 3) „puchnięcie” korytarzy transportowych, 4) eksplodującą dyspersję. Pierwszy z wymienionych scenariuszy prowadzi do rozszerzania się układu koncentrycznego i włączania w zwartą strefę urbanizacji kolejnych obszarów rozproszonej zabudowy. Drugi scenariusz, poprzez ewolucję układów gwiazdzystego i satelitarnego w pasmowo-satelitarny, może w dalszej konsekwencji również doprowadzić do wykształcenia się jednego, zwartego obszaru urbanizacji. Trzeci scenariusz związany jest z poszerzaniem się pasm osadniczych w modelu pasmowym, gwiazdzystym lub pasmowo-satelitarnym. Czwarty scenariusz prowadzi do powstania układu koncentrycznego z silnie rozproszoną zabudową w zewnętrznych pierścieniach lub układu pasmowo-satelitarnego z rozpraszaniem między pasmami osadniczymi. Zagadnienia struktury przestrzennej aglomeracji będą jeszcze omówione w rozdziale 4 w odniesieniu do zjawisk występujących w obszarze metropolitalnym Warszawy i odnotowywanych w literaturze, a w kontekście przeprowadzonych badań empirycznych (rozdz. 5 i 6) również w podsumowaniu (rozdz. 7).

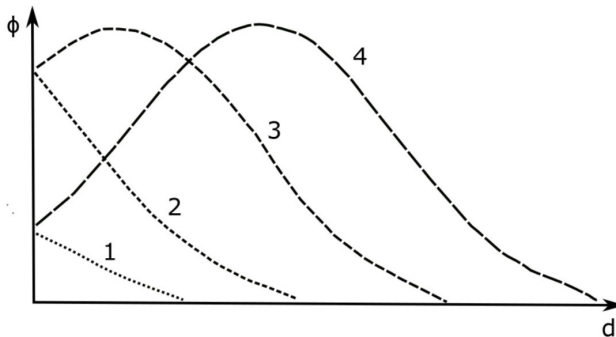
Miasto w swoim rozwoju przechodzi kolejne fazy, wyznaczone przez zmiany rozmieszczenia ludności w centralnej jej części (rdzeniu) oraz obszarach peryferyjnych. Zasięg oddziaływania centrum jest proporcjonalny do atrakcyjności ośrodka aglomeracji i do sprawności środków transportu miejskiego.

Dekoncentracja układów osadniczych wiąże się z odpływem ludności z obszarów centralnych. Mieszkańcy miast przenoszą się do stref zewnętrznych aglomeracji, gdzie znajdują bliższe natury i zdrowsze warunki życia. Dopuszczalne granice migracji określają jednak izochrony dojazdów do pracy, uwzględniające środki komunikacji zbiorowej i indywidualnej. Równocześnie na te same tereny następuje napływ nowych mieszkańców spoza obszaru aglomeracji. Procesy te mogą mieć różny zasięg. B. Malisz (1966) wyróżnił **dekoncentrację wewnętrzną**, występującą w obrębie układu osadniczego (np. miasta centralnego) oraz **dekoncentrację zewnętrzną**, w przypadku której działania dekoncentrujące występują poza obrębem układu i przyczyniają się do rozwoju innych układów osadniczych, np. miast satelitarnych. W nawiązaniu do tych dwóch wymiarów dekoncentracji osadniczej, wyróżnić można mobilność ludności związaną ze zmianą mieszkań/domów w obrębie aglomeracji (*residential mobility*) oraz procesy migracji (*migration*) oddziałujące poza aglomerację, których konsekwencją jest np. konieczność zmiany miejsca pracy (Short, 1978; Schuler i in., 1997; Kaufmann, 2002). Za dekoncentracją miejsc zamieszkania następuje dekoncentracja lokalizacji miejsc pracy, usług podstawowych, a w dalszej kolejności usług wyższego rzędu. Procesy rozlewania się miasta w skali dużych aglomeracji określane są mianem „metropolitalnej dekoncentracji” (Squires, 2002).

Falowy model rozwoju obszarów metropolitalnych (Korcelli, 1969, 1974) wskazuje na zmniejszanie się gęstości zaludnienia stref wewnętrznych miast wraz z postępowaniem procesów dekoncentracji i wzrostu peryferyjnego. Grzbiet fali wzrostu zaludnienia obszarów usytuowanych w równomiernie wzrastającej odległości od centrum przesuwają się od środka układu na zewnątrz. Wskaźnik wzrostu dla poszczególnych obszarów przechodzi kolejno przez fazy: penetracji, inwazji, konsolidacji i nasycenia. Wpływ na odkształcenia podstawowego modelu mają przemiany w czasie (np. okresy kryzysów ekonomicznych i prosperity, zmiany technologiczne, zmiany dochodów ludności) oraz różnice w oporze lokalnym (np. dogodność położenia, przeszkody naturalne, regulacje planów zagospodarowania przestrzennego, publiczna własność ziemi). Podstawa teoretyczna formy fali wzrostu została zaczerpnięta z koncepcji „sukcesji”, sformułowanej przez E. Burgessa (1925), który przy jej pomocy określił proces zmiany typu użytkowania ziemi, związany z ekspansją poszczególnych stref w koncentrycznym modelu struktury i rozwoju miasta.

Teorie i modele opisujące **rozkład gęstości zaludnienia i jej zmiany w zależności od odległości od centrum metropolii** opracowali C. Clark (1951) i J. Miedwiedkow (1966). Zgodnie z prawem Clarka, sformułowanym na podstawie zmienności profili gęstości zaludnienia 36 miast amerykańskich w okresie 150-letnim, przestrzenny rozkład gęstości zaludnienia obszaru miejskiego przyjmuje postać negatywnej funkcji wykładniczej w miarę oddalania się od centrum. Model Miedwiedkowa uwzględnia występowanie niejednorodnego pola gęstości zaludnienia i zmiennego tempa malenia gradientu gęstości zaludnienia. B. E. Newling (1966) określił formułę matematyczną, zgodnie z którą tempo malenia wskaźnika gęstości zaludnienia przyjmuje znak zależny od stadium rozwoju miasta, przedstawił również

graficzną interpretację opracowanej formuły (ryc. 27). Zauważył też, że rozkład gęstości zaludnienia tworzy w dojrzałych aglomeracjach „krater” w centrum miasta, gdzie gęstość jest niższa niż w dzielnicach obrzeżnych. Jest to następstwem wyludniania się obszarów śródmiejskich. Współcześnie zjawisko „krateru ludnościowego” w strefie centralnej nadal nie potwierdza się w przypadku Warszawy, w odróżnieniu od kilku innych aglomeracji miejskich w Polsce (Stępnia, 2008; Śleszyński, 2014a) (zob. rozdz. 4.3). Analizy gradientu zagęszczenia ludności w relacji odległości od centrum miasta wykonywali także inni autorzy, najczęściej w układzie stref koncentrycznych (pierścieni) (Klimaszewska-Budzynowska, 1977; Zielinski, 1979; Batty i Kwang, 1992).



Ryc. 27. Profil gęstości zaludnienia miasta w funkcji odległości od centrum na kolejnych etapach rozwoju, 1 – młodość, 2 – wczesna dojrzałość, 3 – późna dojrzałość, 4 – stary wiek. Opracowanie własne, na podstawie ryciny z pracy B.E. Newlinga (1966)

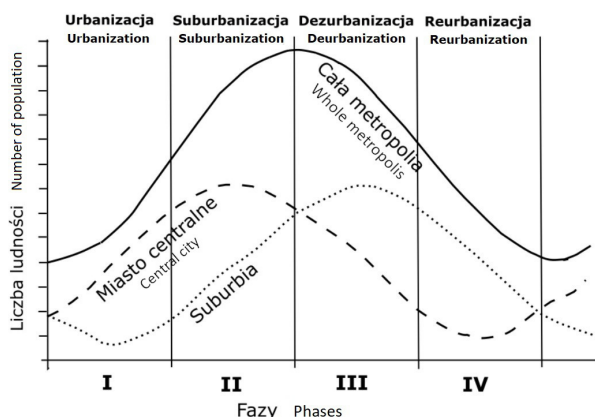
Fig. 27. Profile of population density in a city as a function of distance from the centre at successive stages of development. 1 – youth, 2 – early maturity, 3 – late maturity, 4 – old age. Author’s own elaboration, based on the figure from: B.E. Newling (1966)

Typowy **cykl życia miasta** (ryc. 28) opisali holenderscy ekonomiści Leo Klaassen, Jean H. K. Paelinck i Leo van den Berg oraz włoski urbanista Gabriele Scimemi (Klaassen i in., 1981; Klaassen i Scimemi, 1981; Van den Berg i in., 1982). Wyróżnia się cztery podstawowe fazy cyklu:

1. **urbanizacji**, w której następuje wzrost zaludnienia i koncentracja ludności w obszarze zurbanizowanym, przy czym liczba ludności centralnej części miasta rośnie szybciej niż peryferii,
2. **suburbanizacji**, w której liczba ludności dzielnic peryferyjnych i strefy podmiejskiej rośnie szybciej niż obszarów centralnych, przy czym saldo migracji całej aglomeracji miejskiej jest dodatnie,
3. **dezurbanizacji**, w której aglomeracja zaczyna tracić mieszkańców, początkowo przez zmniejszanie się liczby mieszkańców w centrum, następnie także w strefie podmiejskiej,
4. **reurbanizacji**, w której liczba ludności obszarów centralnych zmniejsza się wolniej niż na peryferiach, następnie mieszkańców centrum zaczyna przybywać.

Wymienione wyżej fazy wykazują podobieństwo w różnych warunkach społeczno-kulturowych, chociaż są istotnie zależne od takich czynników, jak fale

migracyjne i postęp technologiczny (Nijkamp i Schubert, 1985). Pomiędzy krajami wysokorozwiniętymi oraz rozwijającymi się występowały istotne przesunięcia w czasie do inicjacji poszczególnych faz, jednak generalnie następstwo „eksplozji miasta” i postępującej następnie względnej dekoncentracji osadnictwa w obrębie aglomeracji miejskich jest uniwersalne. Faza dezurbanizacji natomiast w zasadzie nie jest identyfikowana poza krajami rozwiniętymi. Również reurbanizacja występuje w określonych warunkach społeczno-ekonomicznych (Enyedi, 2011).



Ryc. 28. Fazy cyklu życia miasta. Źródło: Van Den Berg i in., 1982
 Fig. 28. Phases of the city life cycle. Source: Van Den Berg et al., 1982

Suburbanizacja rozumiana jako faza w rozwoju obszaru miejskiego, to jedno z kilku ujęć tego terminu. Suburbanizację określa się jako: 1) proces urbanizacji strefy podmiejskiej, 2) proces decentralizacji ludności i podmiotów gospodarczych, lub 3) szczególny etap rozwoju dużego miasta, będący efektem procesu decentralizacji, w postaci określonego rozkładu przestrzennego procesu wzrostu w regionie miejskim (Lisowski, 2010). Ogólnie ujmując, jest to proces prowadzący do zagospodarowania strefy podmiejskiej i wzrostu jej liczby ludności, będący wynikiem dynamicznie zachodzącego wzrostu miejskiego (*urban growth*) (Hall i in., 1973). Suburbanizacja prowadzi do dynamicznego przekształcania struktur osadniczych na terenach wiejskich pozostających w zasięgu silnego oddziaływania ekonomicznego miast, przyczynia się do przenoszenia miejskich wzorców w sposobie zagospodarowania działek i stylu życia mieszkańców. Powszechnym jej przejawem jest efekt rozlewania się miast, wyrażający się m.in. **rozpraszaniem zabudowy**. Suburbanizacja jest zasadniczo zjawiskiem nieuchronnym, jednak gdy dominującą jej formą staje się owo rozpraszanie, wówczas negatywne skutki wyraźnie dominują nad ewentualnymi korzyściami.

Krańcową formą suburbanizacji jest **dezurbanizacja**, utożsamiana nawet z zanikiem miasta jako ograniczonej struktury przestrzennej na rzecz niczym nieograniczonych wielkich regionów funkcjonalnych (Lorens, 2005). Zdarza się też, że faza dezurbanizacji lub „**kurczenia się**” miasta (*urban shrinkage*) (Fol i Cunningham-Sabot, 2010; Beauregard, 2013) następuje bezpośrednio po etapie urbanizacji, praktycznie z pominięciem fazy suburbanizacji – przykładem może

być konurbacja katowicka (Krzysztofik i in., 2017). Miasto kurczące się – to miasto, w którym z jednej strony występuje znaczny ubytek ludności, a z drugiej strony zachodzi w nim proces transformacji gospodarczej z oznakami strukturalnego kryzysu (Stryjakiewicz, 2014). Szczególnym przykładem miasta kurczącego się, przejawiającego problemy urbanistyczne i infrastrukturalne w jego centrum, jest Detroit (Kickert, 2019; Owens III i in., 2020). Typowym obszarem występowania „kurczących się” miast są współcześnie wschodnie Niemcy, przy czym wykazano tam występowanie złożonych zależności pomiędzy procesami dezurbanizacji i peryferyzacji a reurbanizacją (Brake i Herfert, 2012; Haase i in., 2013; Radzimski, 2015; Nelle i in., 2017). Niemiecki termin *schrumpfende stadt* (kurczące się miasto) i anglosaski *urban decline* (upadek miasta) różnią się od siebie przede wszystkim okresem trwania kryzysu – pierwszy opisuje fazę rozwoju miejskiego, po której następuje ponowny wzrost, zaś drugi oznacza model rozwoju miasta, w którym kryzys jest trwały i nieodwracalny (Cieśla, 2009).

W odniesieniu do cyklu życia miasta, zjawisko rozlewania się i rozpraszania terenów urbanizacji pogłębia się aż do szczytu fazy dezurbanizacji. Następnie ubytek ludności i podmiotów gospodarczych zaczyna następować w całym regionie miejskim. Ten etap można wiązać z pojęciem **kontrurbanizacji**, wprowadzonym przez B. Berry’ego (1976) na określenie procesu dekoncentracji ludności w skali międzyregionalnej, który J. Grzeszczak (2000, s. 375) określa jako „międzyregionalną (lub ponadregionalną) dekoncentrację bądź redystrybucję ludności i działalności gospodarczych skierowaną w dół hierarchii osadniczej i w stronę peryferii, z większych ośrodków i gęściej zaludnionych obszarów do mniejszych ośrodków i rzadziej zasiedlonych obszarów”. Skutki kontrurbanizacji w wymiarze powstawania nowego zagospodarowania dotyczą obszarów położonych już poza strefą podmiejską, i zasadniczo nie obejmują procesów suburbanizacji i eksurbanizacji.

Całkowitym przeciwieństwem kontrurbanizacji jest **reurbanizacja**, związana z ponowną migracją ludności do miasta i stopniowym dogęszczaniem zabudowy obszarów centralnych. Liczba ludności rdzenia aglomeracji może wzrastać w wymiarze absolutnym lub relatywnie do populacji strefy podmiejskiej (Fol i Cunningham-Sabot, 2010). Reurbanizacja obserwowana jest w Europie Zachodniej od lat 80. XX wieku, a obecnie dotyczy nie tylko ośrodków wielkomiejskich, ale również średniej wielkości miast, także w Europie Wschodniej (Kurek i Wójtowicz, 2018). Proces ten zachodzi szczególnie w społeczeństwach postindustrialnych – wpływa na niego rozwój technologiczny, intensywny wzrost sektora usług, nowe trendy migracyjne. Do reurbanizacji przyczynia się także **rewitalizacja obszarów zdegradowanych** – w sferze stanu technicznego budynków i infrastruktury, ale też w wymiarze społecznym i ekonomicznym. Jednym ze skutków reurbanizacji jest **gentryfikacja**, czyli sanacja danego obszaru, połączona z podniesieniem jego atrakcyjności dla bardziej zamożnych mieszkańców, w tym tzw. klasy średniej, którzy wprowadzając się do wcześniej podupadłych dzielnic stopniowo wypierają dotychczasowych uboższych mieszkańców (Lorens, 2005; Grzeszczak, 2010). Silniejsze ekonomicznie firmy wypierają słabsze z obszarów gentryfikacji, a miejskie nieużytki są zagospodarowywane pod **inwestycje typu**

brownfields, poprzez nadawanie nowych funkcji często zdegradowanym terenom, budynkom lub obiektom infrastruktury przemysłowej, powojkowej, pokolejowej i poportowej (niejako w miejsce **inwestycji typu greenfields**, realizowanych na terenach dotychczas niezabudowanych i pozbawionych infrastruktury, zazwyczaj rolnych lub leśnych).

Powracając do suburbanizacji, zachodzi ona zasadniczo na obszarach położonych w granicach **funkcjonalnego obszaru miejskiego** (Hay i Hall, 1978; ESPON, 2007) i w zasięgu **poła miejskiego** (Friedmann i Miller, 1965) lub **dziennego systemu miejskiego**, wyznaczonego przez strefę dojazdów do pracy (Berry, 1967; Hall i in., 1973). Bardziej oddalona od centrum część strefy suburbanizacji nazywana bywa, szczególnie w Europie, **strefą peryurbanizacji** (*peri-urban*) (Webster i Muller, 2009; Piorr i in., 2011; Hoggart, 2012). Występuje ona w średniej odległości ok. 30-50 km od miasta centralnego (Lisowski, 2009; Grochowski 2011) i wyróżnia się przenikaniem miejskich i wiejskich form zagospodarowania przestrzeni oraz wyraźnymi przekształceniami krajobrazu wiejskiego. Wykształca się szczególnie strefa przejściowa, zwana **kontinuum miejsko-wiejskim** (Chojnicki i Czyż, 1989; Sokołowski, 1999; Gierańczyk i Kluba, 2008; Siemiński, 2010; Bański, 2012). Niemiecki architekt i urbanista Thomas Sieverts (Sieverts, 1997) zaproponował określenie „**międzymiasta**” (niem. *Zwischenstadt*), wskazując, że procesy decentralizacji „kompaktowego” miasta europejskiego wyrażają się w nowych formach urbanistycznych pomiędzy historycznymi centrami miast a otwartymi przestrzeniami rolniczymi. Na niewielkie cykle lokalnej gospodarki nakładają się w tej strefie procesy związane z gospodarką globalną. Spotykane są także takie pojęcia, jak **semiurbanizacja** oznaczająca częściową urbanizację wsi, która może zachodzić poza strefą bezpośredniego wpływu miasta, oraz **deruralizacja**, oznaczająca szerszy proces przekształceń społeczno-ekonomicznych, związanych z modernizacją wsi (Golachowski, 1965; Heffner, 2011).

W literaturze anglojęzycznej rdzeń aglomeracji jest określany jako **urban area**, czyli obszar zurbanizowany, lub **metropolitan built-up area**, obszar zabudowany ośrodka metropolitalnego. Składa się na niego: centrum miasta (**city centre**), dzielnice wewnętrzne (**inner urban**) oraz dzielnice zewnętrzne, o charakterze suburbiów (**suburbs**). W odniesieniu do tych ostatnich często używa się określenia **suburban zone (area)**, co oznacza już strefę podmiejską. Przenika ona poza granice administracyjne miasta. Strefę peryurbanizacji czyli **peri-urban area** lub **rural urban fringe**, podzielić można na wewnętrzną **inner fringe** lub **urban fringe**, charakteryzującą się zaawansowaną fazą rozwoju użytków miejskich oraz zewnętrzną **outer fringe**, **rural fringe** lub **urban periphery** o charakterze wiejskim (Goodall, 1987; Loibl i in., 2011; Ravetz i in., 2013), w której jednak następuje wyraźne przejmowanie przestrzeni, często punktowo, pod inwestycje nie związane z rolnictwem (np. centra handlowe) i urządzenia infrastruktury miejskiej (np. porty lotnicze, oczyszczalnie ścieków). Granice pomiędzy tymi strefami, których może być kilka, i które określają pewne limity wzrostu w procesie rozwoju przestrzennego miasta, nazywane są w morfologii miasta **urban fringe-belts** (Whitehand, 1988).

Tereny pozostające poza zasięgiem intensywnej suburbanizacji i w zasadzie już poza miejskim obszarem funkcjonalnym, które zachowały wiejski charakter zagospodarowania określane są jako *rural hinterland* (wiejskie zaplecze). Jest to tzw. strefa cienia miejskiego (*urban shadow*). Jeszcze bardziej na zewnątrz znajduje się zewnętrzna strefa dojazdów do pracy. Cały ten omawiany obszar stanowi **region miejsko-wiejski** (Nilsson i in., 2013). Obszar metropolitalny Warszawy można zgodnie z tymi podziałami określić jako część rdzeniową miejsko-wiejskiego regionu metropolitalnego Warszawy, rozciągającego się, zależnie od delimitacji na znaczną część województwa mazowieckiego, a nawet sięgającego poza jego granice (Korcelli-Olejniczak, 2012). Jednocześnie obszar metropolitalny Warszawy sam może być uznany za region miejsko-wiejski w mniejszej skali (Korcelli i in., 2012).

T. Champion (2001) uważa, że współcześnie suburbanizacja charakteryzuje się przejściem od rozrostu obszarów zabudowanych na krawędzi miasta do decentralizacji na rozległych obszarach strefy codziennych dojazdów do pracy, a ponadto za jej cechę uznaje decentralizację przemysłu, handlu i innej działalności gospodarczej. Nową formą suburbanizacji jest powstawanie **miast krawędziowych** (*edge cities*), czyli obszarów o wysokiej koncentracji funkcji biznesu, handlu, rozrywki, zlokalizowanych poza tradycyjnym centrum miasta lub centralnej dzielnicy biznesowej, na terenach uprzednio wiejskich, ewentualnie ekstensywnego mieszkalnictwa (Garreau, 1992). Pierwsze miasta krawędziowe powstały w Ameryce Północnej, ale obecnie obserwuje się je także na innych kontynentach w tym w Europie (Bontje i Burdack, 2005). Zaliczane są do szerszej kategorii **post-suburbiów**, czyli nowego rodzaju przestrzeni quasi-miejskich zlokalizowanych na peryferiach obszarów metropolitalnych, które wytwarzają nowe miejsca pracy i stają się coraz bardziej niezależne od miasta centralnego (Bontje i Burdack, 2011; Teaford, 2011). Należą do nich także lokalizacje kompleksów biurowych, centrów rozrywki, galerii handlowych (*shopping malls*), skupienia centrów logistycznych i magazynów – *logistics sprawl* (Krzysztofik i in., 2019), a nawet nowe ośrodki osadnicze skupione wokół portów lotniczych i związanej z nimi infrastruktury – *airport city, aerotropolis* (Kasarda i Lindsay, 2011). Formy, które pojawiają się współcześnie w strefie podmiejskiej to także **suburbia hybrydowe** (*hybrid suburbia*), czyli obszary ponownej urbanizacji suburbiów (osiedli podmiejskich), zachodzącej w sposób, który zmienia ich strukturę urbanistyczno-architektoniczną i przekształca profil społeczny mieszkańców (Kühne, 2016), czy **osiedla grodzone** (*gated communities*), występujące już nie tylko w miastach, ale również w izolowanych lokalizacjach poza nimi (Nicolaidis i Wiese, 2013). Obserwowane jest również zjawisko **depopulacji suburbiów** (*shrinking suburbia*), związane z powrotem części mieszkańców do miast, szczególnie osób w wieku produkcyjnym mobilnym, i ze spadkiem wskaźnika urodzeń (Duany i in., 2001).

Wśród wielkich miast na wszystkich kontynentach można znaleźć zarówno takie, które zachowały dosyć zwartą (kompaktową) formę przestrzenną, jak i takie, w których ekspansja urbanizacji doprowadziła do powstania form w znacznym stopniu rozproszonych (zob. Inostroza i in., 2010). Proces poszerzania się miejskich terytoriów na obszary mniej intensywnej urbanizacji, takich jak przedmieścia czy

obszary wiejskie, zachodzący w sposób żywiołowy, słabo kontrolowany określa się mianem **urban sprawl** („rozlewania się miast”) lub **eksurbanizacji**. *Urban sprawl* wyraża się w różnorodnych formach przestrzennych, związanym z rozprzestrzenianiem się urbanizacji, skutkując często narastającym chaosem w zagospodarowaniu przestrzeni. Pojęcie to zostało użyte po raz pierwszy przez amerykańskiego urbanistę E. Drapera w 1937 roku na określenie nieatrakcyjnej i nieekonomicznej formy ekspansji miasta. Taki model wzrostu miasta i obszarów podmiejskich jest sprzeczny z ideą **miasta zwartego** (*compact city*). Współcześnie nie ma zgodności co do definicji tego zjawiska (Torrens i Alberti, 2000; Chin, 2002; Franz i in., 2005), często jego skutki mylone są z przyczynami, z uwagi na występowanie licznych sprzężeń zwrotnych. Może być ujmowane zarówno jako proces zachodzący w cyklu życia miasta, związany z żywiołową, wymykającą się kontroli planistycznej i administracyjnej, suburbanizacją, jak i stan będący następstwem tego procesu, przyjmujący określone formy przestrzenne. Zdaniem A. Frenkela i D. Orensteina (2011), *urban sprawl* można definiować na trzech poziomach: rozwoju przestrzennego urbanizacji, konsekwencji i skutków, procesów społeczno-ekonomicznych leżących u podstaw zmian przestrzennych.

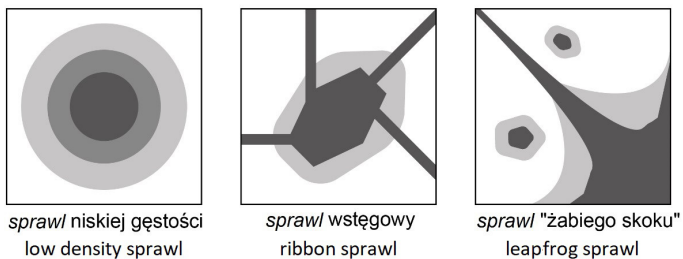
Przyczyny prowadzące do rozpraszania się zabudowy mieszkaniowej w strefie podmiejskiej są złożone i wiążą się m.in. ze zmianą stylu życia społeczeństwa wraz ze wzrostem zamożności, chęcią posiadania własnego domu położonego w przyjaznej, zielonej przestrzeni, nawet kosztem wydłużonych dojazdów do pracy. Czynnikiem silnie kreującym możliwości zamieszkania poza miastem jest rozwój motoryzacji, zwłaszcza indywidualnej. Pogłębianiu się zjawisk związanych z suburbanizacją sprzyjają niższe koszty nieruchomości położonych w oddaleniu od miasta, polityka fiskalna gmin nakierowana na przyciąganie nowych mieszkańców i inwestorów, działalność deweloperów mieszkaniowych, liberalizm przepisów dotyczących planowania przestrzennego oraz konsekwencja w ich egzekwowaniu. M. Batty (2003) twierdzi, że rozlewanie się miasta jest głównie skutkiem konkurencyjnych procesów zachodzących na rynku nieruchomości gruntowych. P. Lorens (2005) wyróżnia trzy wiodące czynniki procesów suburbanizacji w Polsce: możliwości swobodnego zaspokajania potrzeb mieszkaniowych, przy dominujących preferencjach dla „domu z ogrodem”, brak koordynacji przestrzennej w obrębie wielkich miast i w obszarach metropolitalnych, dążenie deweloperów i inwestorów do zagospodarowania terenów łatwiej dostępnych.

Zjawisko *urban sprawl* znajduje wyraz w migracjach ludności, rozpraszaniu zabudowy mieszkaniowej, dekoncentracji miejsc pracy w strefie podmiejskiej, nasileniu ruchu samochodowego. Wśród skutków ekonomicznych, społecznych i środowiskowych niekontrolowanego wzrostu i chaotycznego zagospodarowania przestrzeni przeważają te niekorzystne: koszty rozbudowy i utrzymania ekstensywnych sieci infrastruktury technicznej ponoszone przez gminy, zatłoczenie dróg dojazdowych do miasta centralnego, pogorszenie estetyki krajobrazu wskutek chaosu architektonicznego i reklamowego, fragmentacja i degradacja ekosystemów na terenach wiejskich, brak przestrzeni publicznych, społeczne konflikty i segregacja i inne. Pojawiające się kwestie prawne to m.in. nadmierne odrodlnienia terenów

w planach miejscowych, spekulacje gruntami pod zabudowę. (Kowalewski i in., 2013, 2018; Chmielewski T.J. i in., 2018). Generalnie, żywiłowa suburbanizacja wiąże się ze współwystępowaniem indywidualnych korzyści i znacznych kosztów społecznych (rozdz. 4.8).

Presja urbanizacyjna powoduje pojawianie się układów rozproszonej zabudowy, mających cechy niejednorodności, nieciągłości i niskiej intensywności wykorzystania terenu (Batty i in., 2002; Soule, 2006), na obrzeżach miast i w dalej położonych obszarach regionów miejskich (Lisowski i Grochowski, 2009). Przyczynia się ona do wykształcenia form przestrzennych – układów morfologicznych *urban sprawl*, mających trzy główne typy:

- **sprawl niskiej gęstości** (*low density sprawl*), czyli rozproszenie koncentryczne, o cechach przyrostu peryferyjnego (*peripheral accretion*) – obrastanie miasta pierścieniem suburbiów, amorficzne struktury przestrzenne, rozmyta strefa przejściowa miasto-wieś, gęstość zabudowy malejąca wraz z odległością od rdzenia miasta, rozrost sieci infrastruktury nie nadążający za intensywnym ruchem budowlanym,
- **sprawl liniowy lub wstęgowy** (*linear sprawl, ribbon sprawl*) – rozwój zabudowy wzdłuż korytarzy drogowych oraz w węzłach łączących korytarze, podczas gdy obszary położone dalej pozostają początkowo strefami zieleni lub użytkowania rolniczego i są zagospodarowywane w dalszej kolejności, gdy wzrasta wartość nieruchomości i możliwe jest doprowadzenie infrastruktury,
- **sprawl „żabiego skoku”** (*leapfrog sprawl*) – powstawanie enklaw zabudowy w środku pól czy podmiejskich obszarów leśnych, z uwagi na ceny gruntów, zróżnicowaną politykę gmin i działalność deweloperów mieszkaniowych; izolowane skupiska zabudowy, często w formie osiedli grodzonych, gdzie obsługa komunikacyjna odbywa się przez drogi dojazdowe lub wewnętrzne; prowadzi do fragmentacji krajobrazu, zwiększenia wydatków na infrastrukturę (Ewing, 1997; Carruthers i Ulfarsson, 2003; Ghani i in., 2014) (ryc. 29).



Ryc. 29. Podstawowe formy przestrzenne *urban sprawl*. Źródło: Majid i Yahya, 2010
Fig. 29. Basic spatial forms of urban sprawl. Source: Majid & Yahya, 2010

Urban sprawl określaną jest jako suburbanizacja „rozszerzona”, gdy chodzi o zasięg przestrzenny, obejmująca obszary niezainwestowane położone często w odległości 20-30 km lub więcej od miasta centralnego; jego forma przestrzenna to suburbanizacja „rozproszona”, wyrażająca się w nieciągłym, przeskokowym

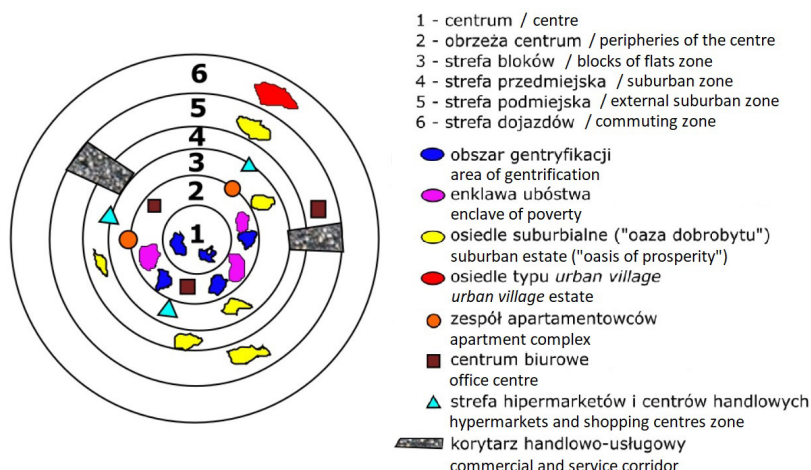
użytkowaniu ziemi. Jest to także suburbanizacja „żywiolowa”, o cechach procesu spontanicznego, nieograniczona przez regulacje i kontrolę oraz „redundantna”, której konsekwencją jest zaburzenie ładu przestrzennego i zasad rozwoju zrównoważonego (Lisowski i Grochowski, 2009).

Współcześnie w Europie *urban sprawl* to główne wyzwanie dla zrównoważonego użytkowania gruntów. Z tego powodu istnieje silna potrzeba monitorowania rozrastania się miast i formułowania wspólnych strategii zapobiegania zjawisku *sprawl* (Henning i in., 2015). Specyfika procesów suburbanizacji w krajach postocjalistycznych Europy Środkowo-Wschodniej jest odmienna od krajów zachodnich. W warunkach gospodarki wolnorynkowej zachodziły one od dłuższego czasu, przez co zyskały większą skalę i bardziej zróżnicowaną formę. Z drugiej strony, nie należy zapominać o uwarunkowaniach prawnych i ugruntowanej tradycji planistycznej państw Europy Zachodniej, które pozwoliły częściowo utrzymać w ryzach rozproszoną suburbanizację. Przykładem jest prowadzona od lat 60. w Holandii – jednym z najbardziej zurbanizowanych krajów – polityka przestrzenna „skoncentrowanej dekoncentracji”, ograniczania wzrostu miejskiego, ochrony przyrodniczych terenów otwartych (Geurs i in., 2003; Goedman i Zonneveld, 2008). W Stanach Zjednoczonych poziom kontroli planistycznej nad suburbanizacją był mniejszy i *urban sprawl* stał się zjawiskiem bardziej masowym. Radykalne próby jego ograniczenia, takie jak ustalenie nieprzekraczalnych **granic wzrostu miejskiego (*urban growth boundary*)** w Portland, w stanie Oregon, należą do wyjątków (Jun, 2004; Abbott i Margheim, 2008).

Procesy **suburbanizacji w krajach postocjalistycznych** prowadziły po transformacji gospodarczo-ustrojowej do tworzenia się wielu form typowych dla *urban sprawl* i zbliżonych do tych znanych z Ameryki Północnej czy Europy Zachodniej. Były one jednak modyfikowane kształtowaniem się lokalnych układów przestrzennych – wskutek powrotu znaczenia renty gruntowej i innych mechanizmów rynkowych, zmian w strukturze własnościowej ziemi, wzrostu liczby aktorów rywalizujących o przestrzeń. Cechą zjawiska suburbanizacji w państwach Europy Środkowej i Wschodniej była „**skondensowana ewolucja**”, czyli zachodzenie procesów zbliżonych do występujących wcześniej w krajach wysokorozwiniętych, ale ze znacznie większą dynamiką i żywiolowością, oraz nakładanie się na siebie faz cyklu rozwoju struktur miejskich jako skutek transformacji gospodarczej (Stanilov, 2007). Realizacja polityki przestrzennej w krajach byłego bloku sowieckiego miała często znacznie więcej neoliberalnych konotacji niż w krajach Europy Zachodniej (Hirt i in., 2013). W późniejszym okresie dodatkowym bodźcem inwestycyjnym stały się fundusze strukturalne Unii Europejskiej, dostępne po przystąpieniu poszczególnych państw Europy-Środkowo-Wschodniej do Wspólnoty.

Proces **transformacji po 1989 roku** następujący w sferze państwa, społeczeństwa i gospodarki miał zasadnicze znaczenie dla ewolucji systemu osadniczego. Głównym czynnikiem zmian w latach 90. była decentralizacja gospodarki oraz zmiany w zakresie prawodawstwa. System kapitalistyczny przyniósł ze sobą alokację inwestycji i zasobów opartą na regułach rynkowych, powodując głębokie przeobrażenia społeczne i zmiany struktury krajobrazów zurbanizowanych. Dla

kształtowania się miasta postocjalistycznego podstawowe znaczenie miała także kompromitacja idei egalitaryzmu społecznego w przestrzeni miasta (Lorens, 2005), dla której charakterystyczne było m.in. osiedlanie ludności niezależnie od jej własnych preferencji lokalizacyjno-jakościowych, monotonia architektury i unifikacja osiedli mieszkaniowych oraz nadmierna funkcjonalizacja zagospodarowania przestrzennego (Węclawowicz, 2002). Do najważniejszych aspektów rzeczywistości miejskiej po transformacji gospodarczo-ustrojowej należały: transformacja gospodarki miejskiej, ustanowienie samorządu lokalnego, powstanie rynku nieruchomości, przemiany środowiska zabudowanego (*built environment*), „rynkowo zorientowana” integracja systemu osadniczego, prowadząca do wzrostu segregacji mieszkaniowej według kryterium majątkowego (ryc. 30) (Zborowski, 2005). Miasta postocjalistyczne, ze względu na swoją słabość strukturalną, wynikającą z dziedzictwa socjalizmu, były szczególnie podatne na negatywne skutki procesów suburbanizacji i dezurbanizacji (Lorens, 2005).



Ryc. 30. Model miasta postocjalistycznego. Źródło: A. Zborowski (2005), rycina opracowana i zmodyfikowana przez autora

Fig. 30. Model of a post-socialist city. Source: A. Zborowski (2005), figure elaborated and modified by the author

Miasto socjalistyczne charakteryzowało się występowaniem znacznych pustych przestrzeni, będących wynikiem ignorowania wartości lokalizacyjnej ziemi (rozumianej w kategoriach ceny gruntu), często nawet terenów użytkowanych rolniczo. Zjawiskiem typowym po transformacji stała się **suburbanizacja wewnętrzna**, czyli pojawianie się suburbiów w granicach administracyjnych miasta (ang. *inner suburbs*), ale poza obszarem zwartej miejskiej rdzenia. Proces ten zachodzi najczęściej w miastach postocjalistycznych, mających duży udział obszarów niezagospodarowanych i wymagających rewitalizacji. Następuje w miarę wzrostu podaży wolnych terenów i przemieszczania się ludności w poszukiwaniu lepszych warunków mieszkaniowych (Lorens, 2005; Stanilov i Sýkora, 2014). Zidentyfikowany został także w obszarach wewnętrznych aglomeracji

policentrycznych, gdzie niemożliwe jest wyróżnienie jednego rdzenia (Runge i in., 2014; Spórna, 2018).

Na zmiany wynikające z procesu transformacji nakładały się postępujące **procesy globalizacji**, czyli konsolidacja światowego rynku dóbr i usług. Jej konsekwencją są korzyści dla wielkich miast i ich obszarów peryferyjnych, ustanowienie nowych międzynarodowych powiązań miast – włączenie największych miast postsocjalistycznych w **procesy metropolizacji**, ale także nieuchronna polaryzacja struktury społeczno-przestrzennej współczesnych miast. W rezultacie często enklawy obiektów należących do międzynarodowych instytucji finansowych sąsiadują z rejonami zabudowy substandardowej, zdegradowanej, procesy peryferyzacji postępują równoległe z koncentracją, a niegdysiejsze obszary przemysłowe zastępowane są strukturami związanymi z różnymi formami konsumpcji (Lorens, 2005).

Obserwacja zjawisk zachodzących w aglomeracjach wielkomiejskich Europy Środkowo-Wschodniej, takich jak Budapeszt, Bukareszt, Praga i Sofia potwierdza: istotny wpływ prywatyzacji mieszkalnictwa na transformację regionów miejskich; segregację ludności według statusu majątkowego – zarówno w mieście, jak i strefie podmiejskiej; relatywną bliskość przemieszczeń mieszkańców miast na przedmieścia, uzupełnianą jednak napływem nowych mieszkańców do strefy podmiejskiej spoza aglomeracji; preferencje inwestorów, również zagranicznych dla lokalizacji w strefie podmiejskiej (Kok i Kovacs, 1999; Ouředníček, 2007; Brade i in., 2009; Stanilov i Hirt, 2014). Transformacja ośrodków metropolitalnych miała swoją specyfikę. W niektórych (Budapeszt, Sofia), zauważalny jest rozwój osiedli grodzonych, zarówno w granicach administracyjnych miasta, jak i na suburbiach (Kovács i Hegedűs, 2014; Stoyanov i Frantz, 2006). Są to struktury zapewniające bezpieczne i prywatne przestrzenie dla zamożnej części społeczeństwa, ale też powiększające segregację społeczną. W społeczeństwach etnicznie zróżnicowanych ich pojawianie się prowadzi do gettoizacji. Ponadto osiedla grodzone mają wpływ na zmiany krajobrazu miejskiego i podmiejskiego.

Procesy suburbanizacji w całym okresie po transformacji zachodziły etapowo, stosownie do uwarunkowań. Z. Kovacs i I. Tosisc (2014) wyróżnili, w odniesieniu do sytuacji na Węgrzech, trzy okresy: „próżni” w pierwszej połowie lat 90., w sytuacji niestabilności politycznej i społeczno-ekonomicznej oraz niejasnych uwarunkowań prawnych; „adaptacji” w drugiej połowie lat 90., gdy dominował liberalny model rozwoju i reaktywna polityka publiczna; „dostosowania”, od początków XXI wieku, gdy wzmocniono koordynację polityk, w tym z zakresu planowania przestrzennego i stała się ona bardziej proaktywna. Pomimo, że kryzys finansowy lat 2007-2010 zmusił rządy państw postsocjalistycznych do częściowego przeformułowania paradygmatów neoliberalnej polityki gospodarczej, a inwestorów i deweloperów skłonił do ponownej oceny planowanych działań (Stanilov i Sýkora, 2014), to jednak następstwa procesów transformacji oraz dominacji modelu liberalnego w procesach gospodarowania przestrzenią widoczne są po dzień dzisiejszy.

Przedstawione rozważania posłużyły wprowadzeniu teoretycznego kontekstu badanych zjawisk oraz przedstawieniu współczesnych przemian osadniczych

zachodzących w strefach podmiejskich dużych aglomeracji miejskich, porównywalnych do obszaru metropolitalnego Warszawy. Na obszarze tym występują procesy dekoncentracji osadnictwa związane z suburbanizacją i kolejnymi fazami cyklu życia miasta. W pracy analizowane jest, czy ukształtowany koncentryczno-pasmowy układ osadniczy ulega istotnej ewolucji na skutek rozlewania się i rozpraszania zabudowy. Transformacja gospodarczo-ustrojowa 1989 roku wpłynęła na intensywne przemiany strefy podmiejskiej Warszawy. Następową ewolucją miasta postsocjalistycznego, zmiany struktur gospodarki, ustanowiono samorząd lokalny, pojawił się rynek nieruchomości, zmieniały się preferencje mieszkaniowe ludności, czego skutkiem były migracje do strefy podmiejskiej Warszawy, zarówno z samej stolicy, jak i z innych regionów. W konsekwencji pojawiały się nowe typy suburbiów i przestrzeni podmiejskich.

4. Stan zagospodarowania i przekształcenia strefy podmiejskiej Warszawy – uwarunkowania i konsekwencje

4.1. Suburbanizacja i rozpraszanie zabudowy w aglomeracji warszawskiej – przegląd badań

Problematykę suburbanizacji, jej uwarunkowań i konsekwencji, poruszano już w ramach badań **rozwoju przestrzennego aglomeracji stołecznej w okresie II Rzeczypospolitej i Polski Ludowej** (Dziewoński i Węclawowicz, 1977; Kowalewski, 1981; Knapp, 1983). Chaotyczną urbanizację regionu stołecznego zauważono już w latach 30. XX wieku. Analizy wykonane przez Biura Planu Regionalnego m. st. Warszawy poprzedziły sformułowanie koncepcji „Warszawy Funkcjonalnej” (Chmielewski i Syrkus, 1934). W latach 60. XX wieku zauważono problem „dzikiego” budownictwa mieszkaniowego w strefie podmiejskiej (Cegielski, 1963). J. Grocholska (1974) przeanalizowała czynniki wpływające na morfologiczny i funkcjonalny wymiar zagospodarowania przestrzeni i oceniła kierunki zachodzących zmian użytkowania ziemi, a także badała konflikty przestrzenne wynikające z antropopresji w strefie podmiejskiej (Grocholska, 1986). Zmiany w gęstości zaludnienia i modele jej przestrzennego rozkładu w przekroju niemal stuletnim były przedmiotem badań O. Klimaszewskiej-Budzynowskiej (1977), zmianami układów migracji w regionie miejskim Warszawy zajmował się P. Korcelli (1989), zróżnicowania społeczno-przestrzenne w aglomeracji warszawskiej dla lat 70. i 80. badał G. Węclawowicz (1991), zaś przestrzenne i czasowe zróżnicowanie sytuacji mieszkaniowej ludności w aglomeracji warszawskiej w zbliżonym okresie określił A. Gałązka (1998). Wymienione prace stanowią tylko wycinek z literatury odnoszącej się do omawianego okresu.

Po transformacji gospodarczo-ustrojowej 1989 roku nastąpiła intensyfikacja badań dotyczących **przekształceń zachodzących w aspektach demograficznym, społeczno-gospodarczym i funkcjonalnym**. Wówczas trend migracji ludności

do strefy podmiejskiej stał się znacznie bardziej intensywny, a działalność budowlana i inwestycyjna wzrosła. Badania urbanizacji w strefie podmiejskiej Warszawy podjęli w początkach okresu transformacji D. Jędrzejczyk i W. Wilk (1992) oraz A. Wieloński i in. (1992). Analizę porównawczą przeobrażeń stref podmiejskich Warszawy, Łodzi i Krakowa wykonała J. Jakóbczyk-Gryszkiewicz (1998). A. Potrykowska i P. Śleszyński (1999) scharakteryzowali migracje wewnętrzne w Warszawie i województwie warszawskim, które warunkują specyfikę suburbanizacji rezydencjalnej na tym obszarze. P. Śleszyński zajął się później, w ramach kompleksowego opracowania dotyczącego trendów rozwoju Mazowsza, różnymi aspektami dekoncentracji przestrzennej osadnictwa, m.in. wynikającymi z pokrycia planistycznego w gminach i zmian w rozmieszczeniu ludności (Śleszyński, 2012). Autor ten prowadził liczne badania dotyczące aglomeracji warszawskiej, m.in. szacując rzeczywistą liczbę ludności gmin z wykorzystaniem danych GUS (Śleszyński, 2011), czy analizując Warszawę jako ośrodek dojazdów pracowniczych (Śleszyński, 2013b). A. Lisowski (2004, 2005, 2010) badał suburbanizację na obszarze metropolitalnym Warszawy w wymiarze przestrzennym i społecznym, zwracając uwagę na procesy centralizacji i decentralizacji. Wpływ nowych porządków polskiego kapitalizmu na chaos przestrzenny na peryferiach stolicy (na przykładzie Białołęki), ale również na „dziką reprivatyzację” w Śródmieściu i na Woli opisała J. Kusiak (2017).

Żywiołowością **lokalizacji osiedli mieszkaniowych** na terenach wiejskich OMW zajęła się D. Mantey (2011), która postawiła tezę, że zachodzące procesy wymykają się regulacjom instytucjonalnym, co jednak nie oznacza całkowitego braku kontroli nad ich przebiegiem. Był to efekt **badania społecznych** przeprowadzonych wśród mieszkańców, inwestorów i deweloperów oraz przedstawicieli samorządów lokalnych. Problemy suburbanizacji mieszkaniowej (rezydencjalnej) w OMW badał też w ostatnich latach autor pracy (Sudra, 2015, 2020), który wraz z D. Mantey opracował typologię podwarszawskich suburbiów pod kątem wyznaczenia przestrzeni publicznych i ich dostępności (Mantey i Sudra, 2019). Badania społeczne strefy podmiejskiej prowadził również M. Woźniak (2015). M. Stępnik (2008, 2012, 2014) skupił uwagę na nowo powstających inwestycjach mieszkaniowych, szczególnie na **dekoncentracji przestrzennej zasobów mieszkaniowych**, bazując w swych analizach na danych ze statystyki publicznej oraz komercyjnych danych dla rynku nieruchomości (REAS). Strefa podmiejska Warszawy jest także przedmiotem badań z zakresu **rozwoju społeczno-gospodarczego, aktywności samorządów lokalnych, przedsiębiorczości, rynku pracy** (Drejserska i in. 2014).

Liczne prace, powstałe w środowisku urbanistów, wiążą **przekształcenia strefy podmiejskiej z uwarunkowaniami planowania przestrzennego oraz historycznym rozwojem aglomeracji**. J. M. Chmielewski (2005, 2009 – wraz z A. Majewską) opisywał proces suburbanizacji na tle zróżnicowanych warunków rozwoju i historycznych planów rozwoju aglomeracji. Zajmował się m.in. tendencjami rozwoju pasma północnego w strefie podmiejskiej Warszawy (Chmielewski J.M. i in., 2014), podczas gdy pasmo południowe badały m.in. K. Gruszecka (2005) i K. Solarek (2005), która w obszernej monografii (Solarek, 2013) przedstawiła

przemiany struktury przestrzennej strefy podmiejskiej Warszawy na tle historycznym i w różnych kontekstach przyczynowo-skutkowych. M. Nowakowski (2004, 2006a, 2006b) badał intensyfikację użytkowania gruntów «metropolii warszawskiej», określając jej rozrost przestrzenny na podstawie historycznych materiałów kartograficznych (dla lat 1936, 1986 i 1993), wraz z prognozą dalszego rozrostu do 2020 r. na podstawie zapisów studiów uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin. Wpływ realizacji planowania przestrzennego na szczeblu lokalnym na rozpraszanie zabudowy w strefie podmiejskiej Warszawy był też przedmiotem prac A. Majewskiej (2011a, 2011b, 2015 – wraz z M. Denis i J. Jaroszewicz) oraz T. Topczewskiej i C. Maliszewskiego (2014).

Wyróżniają się także opracowania, wykonane głównie przez geografów, których autorzy na podstawie **analizy danych przestrzennych** (geodezyjnych, topograficznych, zdjęć satelitarnych, baz danych o pokryciu terenu i użytkowaniu ziemi, i in.) próbowali opisać **kierunki i dynamikę przekształceń strefy podmiejskiej**, włącznie z **modelowaniem przemian urbanizacyjnych**. Wybrane opracowania opisane będą nieco szerzej.

Monografia *Urban sprawl. Warsaw Agglomeration case study*, pod red. M. Gutry-Koryckiej (2005), wykonana w ramach europejskiego projektu URBS PANDENS, opisuje zjawisko rozrostu urbanizacji w aglomeracji warszawskiej dla minionego, ponad 50-letniego okresu. Wykonano między innymi analizy zmian w pokryciu terenu aglomeracji (rozdz. 3. *The conversion of rural land-use to urban sprawl*, M. Gutry-Korycka, T. Zegar, W. Ostrowski) dla terenów zabudowy wyodrębnionych z map topograficznych o różnych skalach dla lat 1950, 1970, 1990, 2002 i następnie przez odniesienie procentowego udziału tych terenów (w tym zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, i wielorodzinnej oraz przemysłowej) do siatki kwadratów o wielkości 1 km x 1 km, nałożonej na obszar badania. Pozwoliło to ocenić stopień konwersji rolniczego i leśnego użytkowania ziemi na tereny zabudowane, w tym na układy zabudowy rozproszonej. Oprócz tego praca zawiera szeroką analizę następstw zjawiska *urban sprawl* dla środowiska naturalnego, elementy prognozowania i modelowania oraz wskazań strategicznych

W ramach międzynarodowego projektu badawczego PLUREL, który dotyczył kształtowania się regionów miejsko-wiejskich, przeprowadzono w wybranych gminach strefy podmiejskiej Warszawy badania społeczne (ankiety, wywiady) dotyczące postrzegania przez mieszkańców powiązań w regionie i przeobrażeń tej strefy. Opracowano też modele przyszłego zagospodarowania przestrzennego aglomeracji warszawskiej metodą symulacyjną automatów komórkowych (Korcelli i in., 2012; Grochowski i in., 2013), wykorzystując udoskonalony model symulacyjny MOLAND, opracowany wcześniej przez P. Wernera (2005). Korzystano przede wszystkim z danych *CORINE Land Cover* (CLC) dla lat 1990, 2000 i 2006, a projekcję wykonano do roku 2025, zgodnie z dwoma alternatywnymi scenariuszami rozwoju. P. Korcelli, E. Kozubek i P. Werner (2016) wykonali również studium, w którym określili współzależności poziomu i zmienności interakcji przestrzennych oraz zmian struktury użytkowania ziemi na obszarach metropolitalnych Polski, w tym dla Warszawy. Powiązali ocenę zmian wartości ilorazów potencjału

ludnościowego z oceną wartości entropii (zróznicowania) struktury użytkowania ziemi w siatce pól podstawowych (kwadratów 100 x 100 m). Zastosowali model automatów komórkowych i metody algebry map.

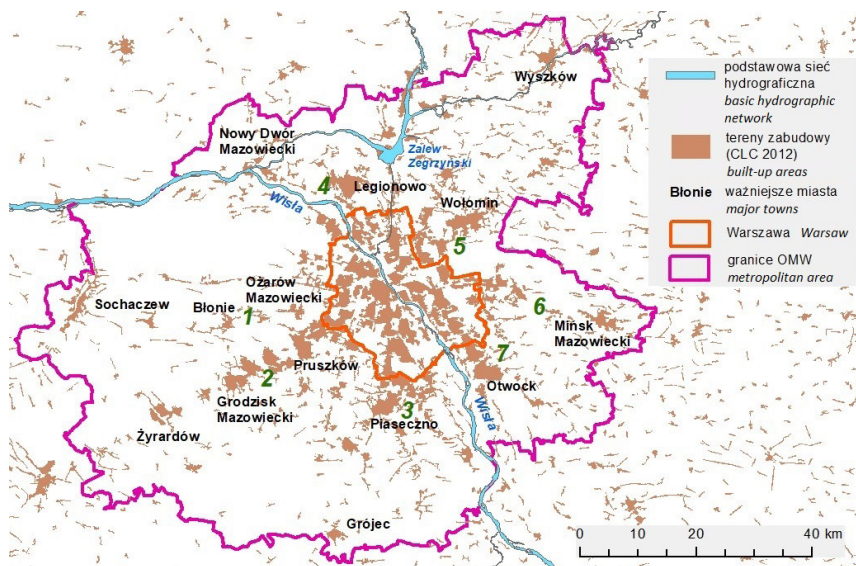
Prowadzone na początku lat 2000. prace Mazowieckiego Biura Planowania Regionalnego zmierzające do opracowania studium planu zagospodarowania przestrzennego Obszaru Metropolitalnego Warszawy, zawierały wiele analiz wykonanych w układzie gmin i umożliwiających ocenę zjawiska żywiołowego rozprzestrzeniania się urbanizacji. Syntezę tych badań aplikacyjnych zaprezentowali Z. Strzelecki i M. Kucińska (2006). Wykorzystane wskaźniki dotyczyły m.in. zmian w użytkowaniu gruntów (udział terenów zurbanizowanych, powierzchnie odrolnień, liczba decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowaniu terenu), polityki przestrzennej gmin (przeznaczenia terenów w studiach gminnych), przemian rynku nieruchomości, powiązań transportowych i infrastrukturalnych, przemiany demograficznych (migracje między Warszawą a gminami sąsiednimi). Dane pochodziły z systemu statystyki publicznej, geodezyjnej ewidencji gruntów, urzędu wojewódzkiego, ankiety wykonanej w urzędach gmin i starostwach, portalu zawierającego ceny ofertowe nieruchomości.

Przestrzenne aspekty **przekształceń krajobrazu** obszaru metropolitalnego Warszawy, „urbanizacji przestrzennej” i jej **kontekstu ekologiczno-krajobrazowego** zbadała B. Degórska (2012a, 2012b, 2017), wcześniej wspólnie z A. Deręgowską (2008). Analizowane były zmiany udziału gruntów zurbanizowanych i terenów zabudowanych w pokryciu terenu oraz zmiany wskaźnika synantropizacji krajobrazu, wpływ odległości od centrum Warszawy oraz wpływ jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej (jakości gleb) na te zmiany. W części kartograficznej pracy B. Degórskiej i A. Deręgowskiej (2008) udokumentowano stan oraz zmiany niezurbanizowanych i zurbanizowanych komponentów krajobrazu na obszarze metropolitalnym Warszawy w układzie gmin (na podstawie danych Biura Geodezji Województwa Mazowieckiego i dane statystycznych GUS), a także opracowano na podstawie bazy danych *CORINE Land Cover* mapy użytkowania ziemi w skali 1:100 000 dla lat 1990 i 2000, wraz z lokalizacją głównych pól zmian krajobrazu i z określeniem kierunków zmian. Powstała też typologia obszarów wiejskich w zakresie zróznicowania stanu i zmian struktury poziomej krajobrazu. Zmiany w środowisku naturalnym i w krajobrazie aglomeracji Warszawy wynikające z rozprzestrzeniania się zabudowy były także przedmiotem zainteresowania A.S. Kostrowickiego i in. (1992) oraz J. Solona (2009). Ewolucję **przestrzeni żywielskiej Warszawy i procesy transformacji rolnictwa** badali W. Zgliński (1994) oraz R. Kulikowski (2008) – wcześniej wraz z B. Gałczyńską (2000).

4.2. Uwarunkowania historyczne przemian osadniczych

Strefa podmiejska jest obszarem aktywnych procesów urbanizacji, codziennych dojazdów do pracy jej mieszkańców do miasta centralnego, procesów migracji

stałych (zarówno do miasta, jak i do strefy podmiejskiej), intensywnych przemian społecznych. Jej kształtowanie się jest zjawiskiem historycznym, a w Polsce początki stref podmiejskich wiązał M. Koter (1980) już z najstarszymi, średnio-wiecznymi formami osadniczych typu miejskiego w postaci zespołów gród – osada służebna. Rozwój strefy podmiejskiej Warszawy można datować od okresu, gdy gród książąt mazowieckich *Warszowa* zyskał lokację miejską na prawie chełmińskim (ok. 1300 r.). Ograniczymy się w opisie jednak do bardziej współczesnych zjawisk ekspansji i rozpraszania zabudowy w strefie suburbanalnej, które zyskały na sile w okresie wczesnokapitalistycznym – XIX-wiecznej rewolucji przemysłowej i następnie w XX wieku. Wcześniej na tym obszarze dominowała funkcja rolnicza i na niewielką skalę rekreacyjna. W badaniach strefa podmiejska jest różnie rozpatrywana – jako strefa terytoriów jednostek administracyjnych (gmin) bezpośrednio przylegających do granic miasta, bądź też według zasięgu zewnętrznych granic aglomeracji miejskiej (Liszewski, 1987; Solarek, 2013). Strefa podmiejska Warszawy będzie dalej rozpatrywana w tym drugim ujęciu, współcześnie dominującym w studiach i opracowaniach planistycznych (*Studium planu...*, 2010). Zachodzące przemiany będą analizowane w nawiązaniu do rozwoju miasta stołecznego – rdzenia aglomeracji.



Ryc. 31. Aglomeracja warszawska i główne pasma osadnicze: 1 – błońskie, 2 – grodziskie, 3 – piaseczyńskie, 4 – legionowskie, 5 – wołomińskie, 6 – mińskie, 7 – otwockie. Opracowanie własne. Źródło danych o zabudowie i sieci hydrograficznej: CORINE Land Cover (2012 r.)
 Fig. 31. Warsaw agglomeration and its major settlement bands, of: 1 – Błonie, 2 – Grodzisk, 3 – Piaseczno, 4 – Legionowo, 5 – Wołomin, 6 – Mińsk, 7 – Otwock. Author's own elaboration. Source of data on built-up areas and hydrographic network: CORINE Land Cover 2012

Wskutek rozwoju zabudowy miejskiej i innych elementów infrastruktury, pod wpływem czynników natury historycznej, geograficznej i gospodarczej, w aglomeracji warszawskiej wykształcił się układ przestrzenny urbanizacji określany jako centryczno-radialny (Lisowski, 2010) lub pasmowo-satelitarny (Knapp, 1983;

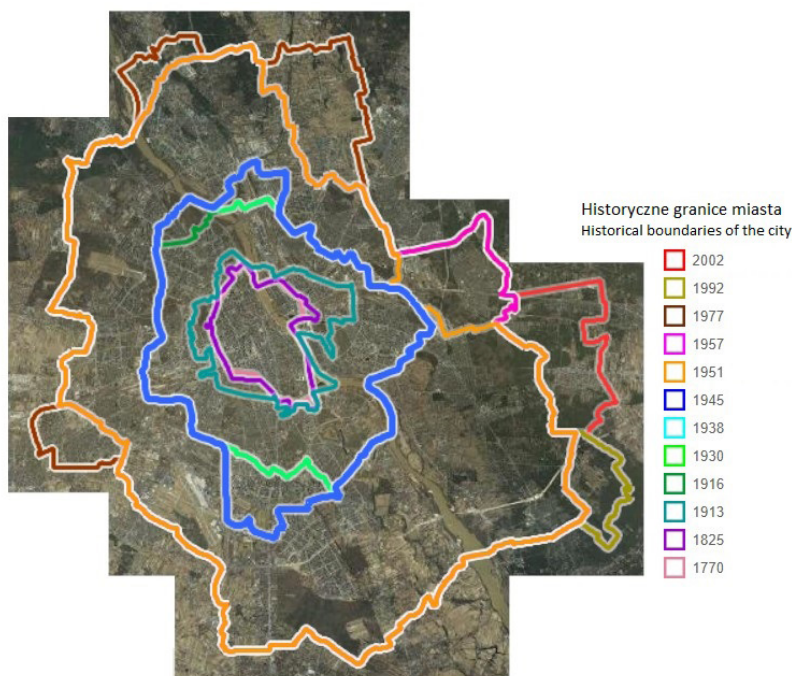
Solarek, 2013). Głównymi jego elementami są: centralny obszar aglomeracji, pasma osadnicze, satelitarne punktowe ośrodki miejskie oraz osadnictwo wiejskie. Promienisty układ kierunków tranzytowych (traktów drogowych, szlaków kolejowych) przyczyniał się do powstawania nowych dzielnic miejskich, a w następnej kolejności osiedli podmiejskich. W rezultacie złożonych i dynamicznych procesów społeczno-gospodarczych wykształciło się siedem podstawowych pasm osadniczych: trzy położone na zachód od Wisły – błońskie, grodziskie i piaseczyńskie, oraz cztery położone na wschód od Wisły – legionowskie, wołomińskie, mińskie i otwockie (Jędrzejczyk, 1992) (ryc. 31).

Dla procesów urbanizacyjnych na gruntach rolnych w otoczeniu Warszawy przełomowe znaczenie miały przemiany struktury społecznej i gospodarczej wsi następujące w XIX wieku. Następstwem wzmożonej industrializacji i rozwoju sieci kolei podmiejskich (pierwsza linia kolejowa łącząca Warszawę z Grodziskiem Mazowieckim została otwarta już w 1845 r.) była lokalizacja osiedli dla pracowników zakładów przemysłowych oraz pracowników kolei w strefie podmiejskiej. W strefie bezpośredniego oddziaływania Warszawy udział ludności pozarolniczej sięgał 30%, a nawet przekraczał tę liczbę (Jędrzejczyk i Wilk, 1992). W końcu XIX w. zaczęła się rozwijać podwarszawska zabudowa letniskowa, a także uzdrowskowa (Konstancin, Otwock), podobna do zabudowy miejskich dzielnic willowych. W okresie międzywojennym powstawały, inspirowane ideami Ebenezera Howarda, „miasta-ogrody” (Podkowa Leśna, Żąbki). Miejscowości te przyciągały zamożnych warszawiaków, ówczesną klasę średnią. Upowszechnienie się «miejskiego stylu życia» manifestowało się w postępującej urbanizacji krajobrazowej.

Procesom rozpraszania zabudowy sprzyjały kolejne reformy rolne, prowadzące do parcelacji dużych majątków ziemskich, z których każda prowadzona była w odmiennych warunkach społeczno-ustrojowych (1864, 1920, 1944) i przyniosła różne skutki w wymiarze zagospodarowania przestrzeni (Majewska, 2011a). Zniesienie w 1911 r. zakazu zabudowy w pasie fortecznym okalającym Warszawę umożliwiło ekspansję zabudowy na tereny sąsiadujące. W 1916 r. podczas okupacji niemieckiej w czasie I wojny światowej ponad trzykrotnie rozszerzono granice miasta (z 3,3 tys. ha do 12,1 tys. ha), włączając do niego luźno zabudowane przedmieścia. W latach 20-tych i 30-tych XX powszechna była spekulacja gruntami, parcelacje gruntów rolnych i leśnych dla przeznaczenia działek na cele budowlane.

W związku z narastaniem chaosu przestrzennego, S. Różański, kierownik Planu Ogólnego Wielkiej Warszawy (Różański i in., 1928) zaproponował rozwiązania dla racjonalnego rozwoju aglomeracji. Następnie powstała koncepcja urbanistyczna „Warszawy Funkcjonalnej” (Chmielewski i Syrkus, 1934) nawiązująca do idei miasta modernistycznego, śmiała w założeniach i obejmująca swym zasięgiem również strefę podmiejską. Sugerowała ona węzłowo-pasmowy rozwój aglomeracji jako optymalny. Kształtowanie zespołów osadniczych założono w postaci „pasów sfunkcjonalizowanych”, wzdłuż których zaplanowano lokalizację osiedli oraz „obszarów urbanistycznie biernych” (zob. Solarek, 2013). Polscy urbaniści promowali założenia Karty Ateńskiej, przygotowanej w 1933 r. pod

kierownictwem Le Corbusiera, co miało wpływ na opracowanie modelu decentralizacji funkcjonalnej miasta. Odwołano się do nich, gdy już po wojnie, w 1951 r. ponownie trzykrotnie powiększono obszar Warszawy (z 14,1 tys. ha do 42,7 tys. ha), przyłączając podstołeczne wsie i osiedla (ryc. 32).



Ryc. 32. Historyczne zmiany granic administracyjnych Warszawy. Źródło: Serwis mapowy M. St. Warszawy (<http://mapa.um.warszawa.pl>). Podkład: zdjęcia lotnicze z 2018 r.
Fig. 32. Historical changes of the administrative boundaries of Warsaw. Source: Mapping service of the Capital City of Warsaw (<http://mapa.um.warszawa.pl>). Background: aerial photos from 2018

Procesy przekształcania obszarów wiejskich zostały zatrzymane wraz z wybuchem II wojny światowej. Był to okres przymusowych przemieszczeń ludności (m.in. przesiedlenia ludności żydowskiej z obszarów podstołecznych i wysiedlenia ludności miasta po upadku Powstania Warszawskiego w 1944 roku). Po zniszczeniach wojennych nastąpiły zmagania z odbudową stolicy, a komunistyczne władze opracowywały plany industrializacji kraju i koncentracji przemysłu w aglomeracjach wielkomiejskich. Związany był z tym wzmożony przyływ ludności ze wsi do miast, skutkiem czego występowała ogromna presja na grunty i mieszkania. Miało się urzeczywistnić hasło „cały naród buduje swoją stolicę”. Pojawiła się nowa kategoria społeczna «chłopo-robotników». Niedostateczna podaż mieszkań była przyczyną ograniczenia możliwości meldunkowych w stolicy poprzez rygorystyczne przepisy, które obowiązywały w latach 1954-1984. Ograniczenia te sprawiły, że duża część migrantów poszukujących pracy w zawodach robotniczych zatrzymała się w strefie podmiejskiej. W latach 40. i 50. rejestrowano zjawisko „dzikiego budownictwa” – substandardowych budynków powstających bez zatwierdzonego projektu

i zezwolenia (Cegielski, 1963). Stopień wyposażenia mieszkań w strefie podmiejskiej w instalacje, szczególnie wodociągowo-kanalizacyjne, również w miastach był bardzo niski (Gliszczyński, 1963). W latach 60. przystąpiono do realizacji idei dekoncentracji przemysłu i funkcji miastotwórczych, zgodnie z tzw. polityką deglomeracji (1965-70), co jednak nie zostało uwieńczone sukcesem (Kowalewski, 1981). W latach 70. powrócono częściowo do idei „Warszawy Funkcjonalnej”, uwzględniając jej elementy w planach Warszawskiego Zespołu Miejskiego (WZM). W trybie konkursowym opracowano w 1973 r. cztery wariantowe koncepcje WZM (kierownicy: J. Wilski, A. Kowalewski, J. M. Chmielewski, W. Karbownik), a w 1974 r. alternatywną koncepcję w układzie dwucentrycznym, z koncentracją funkcji miastotwórczych w Warszawie i lokalnym centrum odciążającym w Modlinie.

W latach 70. w podwarszawskich lasach, a także nad Jeziorem Zegrzyńskim spontanicznie pojawiała się nowa zabudowa letniskowa (zjawisko „drugich domów”). Sprzyjało jej między innymi większe upowszechnienie samochodu jako środka transportu indywidualnego. Wyższy poziom dochodów ludności wpływał na kształtowanie i rozbudzanie potrzeb konsumpcyjnych. Zbliżone zjawiska występowały po 1978 r., gdy zastój w gospodarce przerodził się w otwarty kryzys, mający swoją kontynuację w latach 80. Na przekór poważnym kryzysom politycznym i występowaniu gospodarki niedoborów, inicjatywa i zaradność oraz duży wkład pracy własnej indywidualnych inwestorów prowadziły do rozwoju jednorodzinnej zabudowy mieszkaniowej i letniskowej w strefie podmiejskiej.

Strefa podmiejska Warszawy pełniła w okresie PRL przede wszystkim rolę strefy żywicielskiej aglomeracji (Zgliński, 1994), w której rozwinęło się wyspecjalizowane rolnictwo, wymagające dużych nakładów pracy na jednostkę powierzchni – warzywnictwo polowe, sadownictwo, uprawy pod osłonami. W wyniku spadku opłacalności rolnictwa i popytu wewnętrznego, konkurencyjności zagranicznych produktów i przetworów rolnych, ograniczenia eksportu, funkcja ta została w latach 90. i później w dużej mierze zatracona. Prowadziło to do otwarcia strefy podmiejskiej na znacznie silniejszą ekspansję zabudowy mieszkaniowej niezwiązanej z gospodarką rolną. Był to czynnik sprzyjający intensywnym procesom suburbanizacji, które mogą być porównywane ze zjawiskami zachodzącymi wokół innych aglomeracji wielkomiejskich w Polsce, ale mają też specyficzne cechy, wynikające z wielkości i rangi ośrodka stołecznego.

Uruchomienie suburbanizacji na większą skalę i znacznie bardziej żywiołowej niż w okresie PRL wiązało się z nowymi warunkami gospodarowania, będącymi skutkiem transformacji gospodarczej po 1989 roku. Widoczny był wyraźny wzrost zainteresowania strefą podmiejską w stosunku do miasta centralnego jako atrakcyjnego miejsca zamieszkania i pracy. Rosnące różnicowanie dochodów, swoboda działalności gospodarczej, komercjalizacja mieszkalnictwa, rozwój indywidualnej motoryzacji – spowodowały ostateczne wejście obszaru zurbanizowanego w fazę względnej decentralizacji. Działanie renty gruntowej i różnicowanie dostępności komunikacyjnej wpłynęły na wzrost dysproporcji rozwojowych pomiędzy gminami położonymi w bliższej i dalszej strefie podmiejskiej (Węclawowicz, 1999; Rykiel, 2002; Lisowski, 2010).

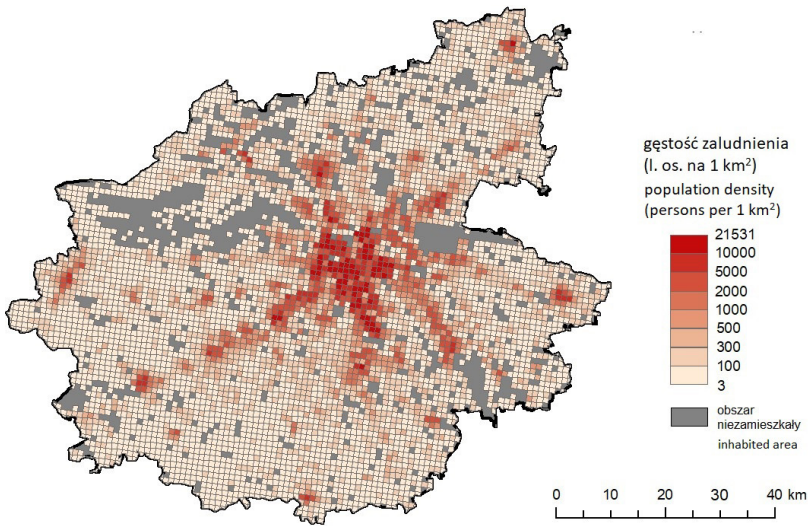
Warszawa zyskała nowe funkcje metropolitalne, związane z włączeniem Polski w obieg gospodarki globalnej, skutkiem czego rozpoczął się napływ inwestycji zagranicznych (powierzchnie biurowe, centra handlowe), w tym inwestycji w infrastrukturę (Gawryszewski i in., 1998). Pomimo obecności licznych filii międzynarodowych korporacji, ogólnokrajowe uwarunkowania wciąż jednak sprawiają, że miasto nie znajduje się w gronie najważniejszych europejskich metropolii (Jałowicki, 2006, 2018). Nastąpiła stymulacja rozwoju aglomeracji, jednak współcześnie zauważa się także negatywne skutki procesów metropolizacji, zarówno dla miasta, jak i dla strefy podmiejskiej: nierównowagę na rynku mieszkaniowym; drenaż zasobów ludzkich – kosztem szerszego regionu, na rzecz metropolii; procesy *urban sprawl*; konflikty interesów pomiędzy Warszawą a gminami ościennymi; problemy wynikające z braku adaptacji planowania przestrzennego do szybko zachodzących zmian (Gorzelałak i Smętkowski, 2012).

4.3. Demograficzny wymiar suburbanizacji

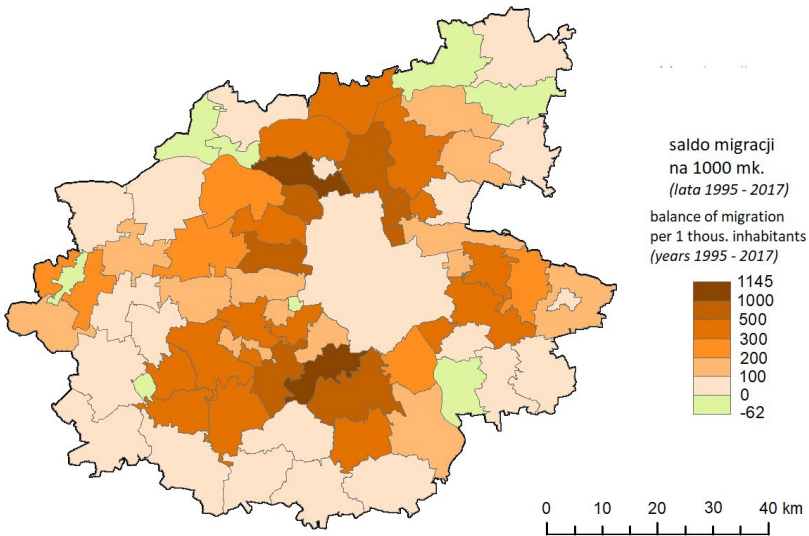
Obszar metropolitalny Warszawy (zgodnie z delimitacją przyjętą przez MBPR) zamieszkuje, według danych ze statystyki publicznej za 2017 r., 3 mln 147,4 tys. osób, co stanowi 58,7% ludności województwa mazowieckiego. Z tego na 1 mln 754 tys. osób określono liczbę mieszkańców samej Warszawy (*Obszar...*, 2017). Liczby te, w szczególności populacja stolicy, są jednak zdecydowanie niedoszacowane. Rozmieszczenie ludności (ryc. 33) odzwierciedla koncentryczno-gwiazdzysty układ terenów zurbanizowanych. Występują również większe obszary niezamieszkałe – głównie są to kompleksy leśne. Z uwagi na swoją atrakcyjność warunkowaną funkcjami metropolitalnymi obszar przyciąga stale znaczną liczbę migrantów, jednak rozkład przestrzenny migracji nie jest równomierny. Rycina 34 przedstawia saldo migracji w gminach OMW dla ponad dwudziestoletniego okresu (1995-2017), natomiast rycina 35 zmiany liczby ludności w latach 2010-2016 jako sumę przyrostu migracyjnego i przyrostu naturalnego.

Procesy migracyjne, warunkujące suburbanizację, zachodzą dwukierunkowo. Pierwszym kierunkiem jest suburbanizacja „dośrodkowa”, związana z migracjami ludności z innych miast i regionów na obszar metropolii warszawskiej. Część nowych mieszkańców osiedla się poza rdzeniem aglomeracji, czyli w strefie podmiejskiej. Nowi mieszkańcy aglomeracji to przede wszystkim osoby w wieku produkcyjnym mobilnym (18-44 lata), a w szczególności ludzie młodzi, często na etapie zakładania rodziny, w wieku 18-35 lat. Sprowadzają się do Warszawy w związku z poszukiwaniem lub podjęciem pracy, względnie nauki. Duża część z nich wybiera strefę podmiejską jako miejsce zamieszkania z uwagi na niższe koszty zakupu lub wynajmu mieszkania i utrzymania, przemieszcza się jednak w cyklu dziennym do miejsc pracy w Warszawie. Szeroki rynek pracy w stolicy utrzymuje się m.in. w związku z lokalizacją w Warszawie licznych gospodarczych funkcji kontrolnych oraz w związku z korzyściami skali dla prowadzenia działalności

gospodarczej (Komornicki i in., 2013). Czynniki te mają wpływ na skalę dojazdów do pracy w stolicy (Śleszyński, 2013b).

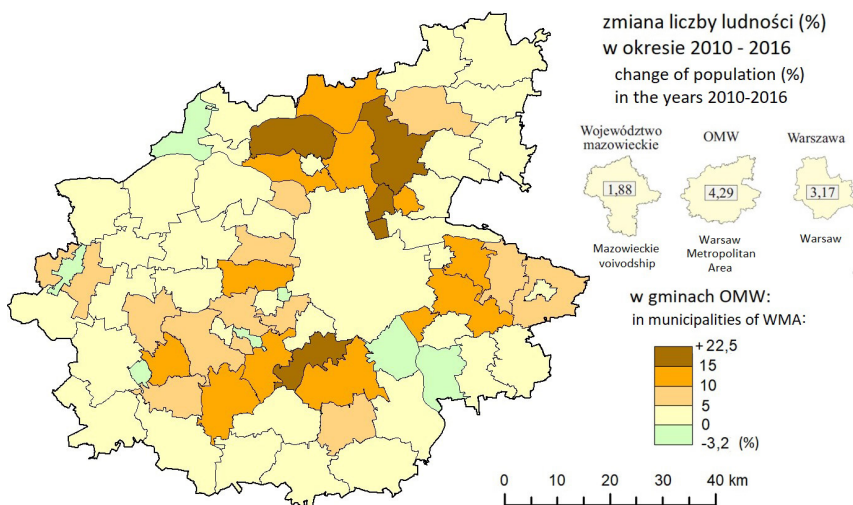


Ryc. 33. Rozmieszczenie ludności w obszarze metropolitalnym Warszawy w siatce kwadratów o wielkości 1 km². Źródło danych: *Narodowy Spis Ludności i Mieszkań*, 2011
 Fig. 33. Distribution of the population in the Warsaw Metropolitan Area in a grid of squares of a 1 km² size. Data source: National Population and Housing Census, 2011



Ryc. 34. Sumaryczne saldo migracji rejestrowanych (zameldowań i wymeldowań) w gminach obszaru metropolitalnego Warszawy dla całego okresu 1995-2017, w przeliczeniu na 1000 mieszkańców. Źródło danych: Bank Danych Lokalnych GUS. Dla całego okresu przyjęto wartość bazową liczby ludności z 1995 r.
 Fig. 34. Total balance of registered migrations (check-ins and check-outs) in the municipalities of the Warsaw Metropolitan Area for the entire period 1995-2017, per 1,000 inhabitants. Data source: Local Data Bank (Central Statistical Office of Poland). The base value of the population from 1995 was adopted for the entire period

Tradycyjną zlewnią migracyjną Warszawy, czyli źródłem migracji ludności w wymiarze suburbanizacji „dośrodkowej” jest, oprócz Mazowsza i Polski centralnej, Polska wschodnia i północno-wschodnia (Lubelszczyzna, Podlasie, Mazury, Suwalszczyzna), ale migracje do stolicy odbywają się w zasadzie z całej Polski. W zakresie ruchu wędrownego do Warszawy i jej regionu miejskiego trzeba zauważyć istotną cezurę jaką były lata 2006-2008, kiedy nastąpił spadek dynamiki przyrostu migracyjnego na obszarze metropolitalnym Warszawy (Śleszyński, 2012). Przyczyny tego spadku były dwojakie. Pierwszą było pojawienie się alternatywnych, atrakcyjnych kierunków migracji zarobkowej do krajów Unii Europejskiej, które otworzyły swoje rynki pracy po polskiej akcesji w 2004 roku. Drugą przyczyną był spadek dostępności tanich kredytów hipotecznych, jako następstwo bardziej restrykcyjnej polityki ich udzielania, a także intensywny wzrost cen mieszkań w Warszawie. Zjawiska te wiązały się z rozpoczętym w 2007 roku kryzysem gospodarczo-finansowym.



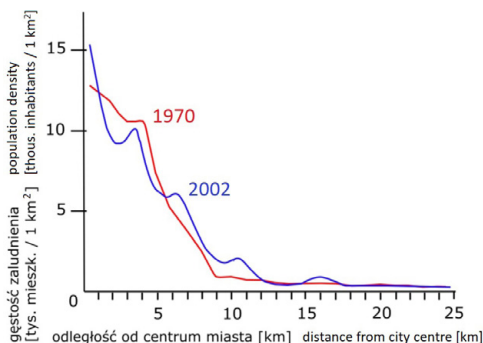
Ryc. 35. Zmiany liczby ludności w obszarze metropolitalnym Warszawy w latach 2010-2016. Źródło danych: Obszar Metropolitalny Warszawa w 2016 r., 2017, Urząd Statystyczny w Warszawie

Fig. 35. Changes in population in the Warsaw Metropolitan Area in 2010-2016. Data source: Warsaw Metropolitan Area in 2016, 2017, Statistical Office in Warsaw

Drugim kierunkiem jest suburbanizacja „odśrodkowa”, czyli stałe migracje mieszkańców Warszawy do strefy podmiejskiej. W tym przypadku migruje ludność średnio nieco starsza niż w przypadku suburbanizacji „dośrodkowej” – w szerokiej grupie wiekowej 25-55 lat, ale także osoby zbliżające się do wieku emerytalnego. Mieszkańcy Warszawy szukają lepszych warunków życia w strefie peryferyjnej miasta i w miejscowościach podmiejskich. Własny dom w atrakcyjnej lokalizacji jest oznaką prestiżu i zasobności majątkowej. Ten proces następuje nieprzerwanie z wysoką dynamiką od lat 90. XX wieku. Charakterystyczne jest, że migracje odbywają się zazwyczaj na niewielkich odległościach. Mieszkańcy Śródmieścia przenoszą się zwykle na bliskie peryferia miasta. Mieszkańcy dzielnic

poza ścisłym centrum migrują zaś głównie do sąsiadujących bezpośrednio z nimi dzielnic peryferyjnych lub do osiedli położonych poza granicami miasta, ale na tym samym kierunku względem centrum, np. mieszkańcy dzielnicy Mokotów do dzielnicy Ursynów, względnie do Piaseczna, mieszkańcy Żoliborza do dzielnicy Bielany, względnie do Łomianek, itd. (Potrykowska i Śleszyński, 1999; Śleszyński, 2014b). W omawianych procesach zauważalna była początkowo przewaga południowych i południowo-zachodnich kierunków migracji, ale wskaźniki dla ostatnich lat ukazują, że istotnie wzrosła rola przemieszczeń w kierunku północnym (ryc. 35).

Biorąc pod uwagę wielkość przyrostu rzeczywistego (przyrost naturalny i napływowy łącznie) w całym okresie powojennym, licząc od 1951 r. cała strefa podmiejska wykazywała nieco szybsze tempo przyrostu ludności niż miasto centralne. Uwzględniając wyłącznie przyrost napływowy jako miarę redystrybucji ludności, przejście z etapu urbanizacji do suburbanizacji należy datować na okres po 1988 r. (Lisowski, 2005). Procesy dekoncentracji ludności równoważone są wciąż dużym napływem migracyjnym do stolicy, w znacznej części nierejestrowanym. Liczba ludności całego zespołu miejskiego pozostaje dość stabilna, chociaż niedotrzymywanie obowiązku meldunkowego utrudnia szacowanie populacji faktycznie migrującej. Wielkość tego niedoszacowania, obliczona na podstawie porównań adresów zameldowania i korespondencyjnych według baz ZUS, może sięgać nawet 15% mieszkańców aglomeracji warszawskiej (Śleszyński, 2012), czyli ponad 450 tys. osób.



Ryc. 36. Profile gęstości zaludnienia w aglomeracji warszawskiej dla 1970 r. oraz dla 2002 r. Źródło danych: Klimaszewska-Budzynowska, 1977 oraz Śleszyński, 2014a
Fig. 36. Population density profiles in the Warsaw agglomeration for 1970 and for 2002. Data source: Klimaszewska-Budzynowska (1977) and Śleszyński (2014a)

Niektóre wyniki badań okresu transformacji, a nawet wcześniejsze predykcje sugerowały, że aglomeracja warszawska weszła lub zmierza do przejścia w fazę bezwzględnej decentralizacji – spadku liczby mieszkańców w mieście centralnym przy jednoczesnym wzroście w strefie zewnętrznej (Korcelli, 1987, 1997; Gawryszewski i in., 1998; Śleszyński, 2004a). Jednak późniejsze analizy P. Śleszyńskiego (2012) dowodzą, że stołeczna aglomeracja nie osiągnęła jeszcze tej fazy. Również analiza zmian rozmieszczenia inwestycji mieszkaniowych, wykonana przez M. Stępiaka

(2008), nie pozwalała wnioskować o spadku zainteresowania zamieszkaniem w dzielnicach peryferyjnych stolicy na rzecz gmin podmiejskich. W strefie centralnej Warszawy nie wykształcił się też jeszcze „krater” ludnościowy, a więc sytuacja, w której gęstość zaludnienia jest tam mniejsza niż na peryferiach, co zaobserwowano już w niektórych polskich miastach, m.in. Wrocławiu i Bydgoszczy (Śleszyński, 2014a). Zestawienie profili zagęszczenia zabudowy w strefach koncentrycznych dla 1970 r. i 2002 r. potwierdza, że nastąpił spadek zaludnienia w dzielnicach centralnych na rzecz dzielnic zewnętrznych stolicy (ryc. 36). Liczba ludności obecnej dzielnicy Śródmieście zmniejszyła się w latach 1970-2002 z ponad 200 tys. do 140 tys. osób (Swianiewicz, 2004). W mniejszym stopniu dane zestawione na wykresie uwidaczniają wzrost zaludnienia, jaki nastąpił w strefie podmiejskiej.

4.4. Ruch inwestycyjny w zakresie budownictwa mieszkaniowego

Proces suburbanizacji interpretuje się z co najmniej dwóch perspektyw badawczych: jako zmiany w regionalnym układzie migracji lub jako jedna z form przestrzennego rozwoju miasta w cyklu życia miasta. W tym drugim kontekście rozważa się przeobrażenia morfologiczno-funkcjonalne w sąsiedztwie miasta, w tym dekoncentrację budownictwa mieszkaniowego i przemieszczanie działalności gospodarczej z miasta centralnego do strefy podmiejskiej. Najbardziej zauważalnym wymiarem suburbanizacji jest suburbanizacja mieszkaniowa, zwana również rezydencjalną¹⁵ (Zborowski i Raźniak, 2013). Charakteryzuje się ona dynamicznym przekształcaniem struktur osadniczych na terenach wiejskich, pozostających w zasięgu silnego oddziaływania ekonomicznego miast, jak również przenoszeniem na przedmieścia miejskich wzorców w sposobie zagospodarowania działek i stylu życia mieszkańców. Mieszkańców wypychają z miast niesatysfakcjonujące warunki mieszkaniowe, a przyciąga obietnica ich poprawy, w lokalizacji oferującej najkorzystniejszy bilans pomiędzy ceną a odległością od miasta. Do skutków suburbanizacji należy spotkanie dwóch kultur – miejscowych i „suburbanitów” i przemiany lokalnych społeczności (Kajdanek, 2012; Wrona, 2015). Uruchomienie suburbanizacji rezydencjalnej z reguły poprzedza rozpoczęcie procesów dekoncentracji przestrzennej firm i instytucji – suburbanizacji przemysłowo-usługowej, lecz później obie następują równolegle, gdyż lokalizacja miejsc pracy i usług stymuluje przyływ nowych mieszkańców.

Koncentracja zabudowy mieszkaniowej w Warszawie i w miastach satelitarnych jest związana z procesami społeczno-gospodarczymi, w tym przemieszczeniami ludności, zachodzącymi zarówno przed okresem transformacji, jak i współcześnie.

¹⁵ Suburbanizacja rezydencjalna może być też rozumiana w węższym sensie, jako odnosząca się do zabudowy o charakterze rezydencjonalnym, czyli szczególnego rodzaju zabudowy jednorodzinnej na dużych działkach i reprezentacyjnej formie kompozycji architektury obiektów oraz pozostałych elementów zagospodarowania. Z powodu braku definicji ustawowej, „zabudowa rezydencjalna” jest różnie definiowana w dokumentach planistycznych.

Wyznacznikiem współczesnego etapu rozwoju strefy podmiejskiej Warszawy stało się natomiast szczególnie budownictwo mieszkaniowe jedno- i wielorodzinne na obszarach wiejskich. Powstająca zabudowa charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem typologicznym (ryc. 37).



1



2



3



4

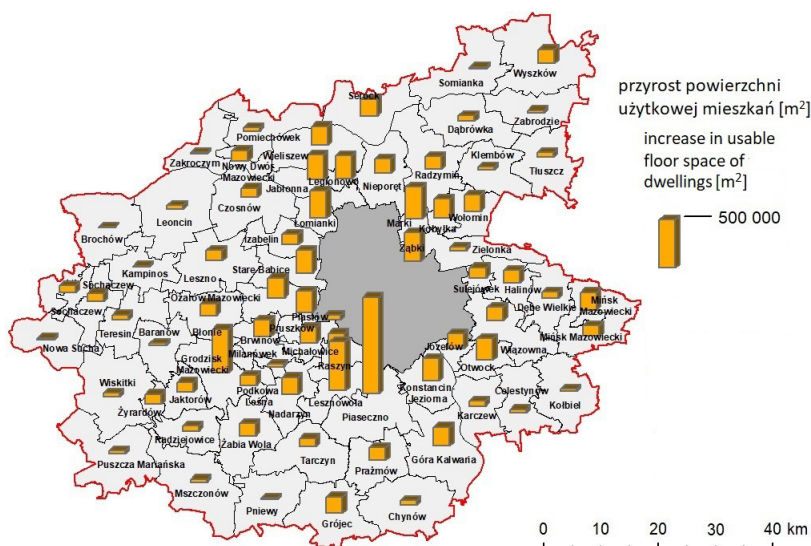
Ryc. 37. Różnorodność typów współczesnej zabudowy mieszkaniowej w strefie podmiejskiej Warszawy. 1 – zabudowa wielorodzinna na obrzeżu miasta sąsiadująca z terenami rolnymi (gm. Brwinów), 2 – dom jednorodzinny w sąsiedztwie upraw rolnych (gm. Brwinów), 3 – zabudowa rezydencjalna na działkach leśnych, styl dworskowy (Podkova Leśna), 4 – domy komunalne (Podkova Leśna). Fot. P. Sudra

Fig. 37. The variety of types of contemporary housing development in the suburban area of Warsaw. 1 – multi-family residential buildings on the outskirts of the city, adjacent to agricultural areas (Brwinów municipality), 2 – single-family house in the vicinity of agricultural crops (Brwinów municipality), 3 – residential buildings on forest plots, manor house style (Podkova Leśna), 4 – social homes (Podkova Leśna). Photo P. Sudra

Wpływ na rozwój budownictwa mieszkaniowego w strefie podmiejskiej miało szczególnie zróżnicowanie cen ziemi pod zabudowę. Przed akcesją Polski do Unii Europejskiej w 2004 r. ceny nieruchomości budowlanych położonych tuż poza granicami Warszawy były trzykrotnie niższe niż najdroższych działek w Warszawie, natomiast w przypadku gruntów zlokalizowanych 20 km i więcej od stolicy były one do dziesięciu razy niższe (Strzelecki i Kucińska, 2006). Po wstąpieniu kraju do Unii Europejskiej zdynamiczował się jeszcze rynek nieruchomości, szczególnie komercyjnych, i nastąpił kolejny wzrost cen nieruchomości w mieście stołecznym (pewne znaczenie dla tego wzrostu miała swoboda nabywania nieruchomości przez cudzoziemców). Do istotnych czynników ekonomicznych suburbanizacji rezydencjalnej należały krajowe programy wsparcia mieszkalnictwa uruchomione w latach 90., w tym ulgi podatkowe od kosztów inwestycji budowlanych, zaś w latach 2000. zwiększenie dostępności kredytów hipotecznych (Martyniuk-Pęczek, 2005;

Lisowski i in., 2014). Od strony społecznej kluczowe było nagromadzenie bogactwa w rękach formującej się klasy średniej, preferencje mieszkaniowe i aspiracje tej grupy – chęć zamieszkania w bliskości środowiska przyrodniczego, w cichym i niezanieczyszczonym otoczeniu (Kaltenberg-Kwiatkowska, 2005; Mantey, 2009). Nie bez znaczenia dla postępowania suburbanizacji mieszkaniowej są czynniki związane ze zmianami na rynku pracy – współcześnie coraz częściej obserwowane jest zjawisko pracy zdalnej (telepracy), która nie wymaga codziennych dojazdów do zakładu pracy w mieście. Zwiększa się te skłonność do znoszenia niedogodności związanych z dojazdami, rekompensowanych lepszymi warunkami zamieszkania poza miastem.

Na rycinie 38 przedstawiono przyrost powierzchni użytkowej mieszkań w gminach strefy podmiejskiej w okresie piętnastoletnim (2003-2016). Zwracają uwagę szczególnie wysokie wartości w niektórych gminach położonych na południe i południowy zachód od stolicy (w tym 1 mln 469 tys. m² powierzchni użytkowej mieszkań oddanej w gminie Piaseczno). Dane dla Warszawy nie zostały zamieszczone na mapie, gdyż przyrost powierzchni mieszkań w stolicy w tym samym okresie był nieproporcjonalnie większy w stosunku do pozostałych gmin i wyniósł 14 mln 178 tys. m².



Ryc. 38. Przyrost powierzchni użytkowej mieszkań w gminach strefy podmiejskiej w okresie 2003-2016 (Warszawa – 14 mln 178 tys. m²). Opracowanie własne. Źródło danych: Bank Danych Lokalnych, GUS

Fig. 38. Increase in usable floor space of dwellings in municipalities of the suburban zone in the period 2003-2016 (Warsaw – 14 mln 178 thous. m²). Source: Local Data Bank (Central Statistical Office of Poland)

4.5. Przemiany morfologiczne osadnictwa

Większość wizji rozwojowych aglomeracji warszawskiej, które bazowały na prognozach i koncepcjach wypracowanych w XX wieku, takich jak Warszawa Funkcjonalna i Warszawski Zespół Miejski (różne wersje), przewidywała rozwój układu pasmowo-satelitarnego rozluźnionego, co miało sprzyjać krystalizacji struktury, dając jednocześnie rezerwy terenowe dla dalszego rozwoju (Solarek, 2017). W toku rozrastania się aglomeracji brak wolnych terenów pod zabudowę, rozwój sieci drogowej i transportu publicznego sprzyjały jednak przekształcaniu układu osadniczego strefy podmiejskiej, w wyniku tworzenia się drugorzędnych pasm poprzecznych (Jędrzejczyk, 1992), a następnie ich „rozlewania” w nieregularną plamę (Jakóbczyk-Gryszkiewicz, 1998). Wyrazem przestrzennym tych procesów jest zjawisko *urban sprawl* (Gutry-Korycka, 2005), chaotyczne osadnictwo i rozproszona zabudowa. Specyfika rolnych podziałów gruntów, na których zabudowa jest planowana i realizowana bez wcześniejszego scalania i nowej parcelacji, jak również zaniechania w budowie nowych dróg publicznych, powodują, że zabudowa „wykapuje” i „rozpryskuje się” wzdłuż pól i dróg przelotowych (Solarek, 2017). Miasta satelitarne stolicy są, zdaniem K. Solarek (2013), słabymi ośrodkami osadniczymi o nieczytelnej strukturze przestrzennej, słabo wyróżniające się z rozproszonej zabudowy strefy. B. Degórska (2017) zauważyła jednak zarysowującą się prawidłowość nieco podwyższonego poziomu urbanizacji jednostek wiejskich otaczających niektóre ośrodki powiatowe, co wskazywałoby, że zaczynają one wykształcać lokalne strefy podmiejskie.

J.M. Chmielewski (2005) zidentyfikował trzy zasadnicze fazy procesu rozpraszania zabudowy w strefie podmiejskiej Warszawy. Pierwsza faza wiąże się z wyłączeniem gruntów z użytkowania rolnego przez właścicieli, powstawaniem pojedynczych budynków mieszkalnych niezwiązanych z gospodarką rolną. To pierwszy symptom wycofywania się zabudowy siedliskowej z danego obszaru. Średni udział terenów zabudowy wynosi poniżej 8%, a gęstość zaludnienia poniżej 100 os./km². W drugiej fazie następuje obudowa dróg ponadgminnych, gminnych i dojazdowych zabudową mieszkaniową i inną. Udział terenów zabudowy wynosi 8-22% a gęstość zaludnienia 100-500 os./km². W trzeciej fazie powstaje sieć wąskich, często prywatnych, dróg dojazdowych do powstających zespołów zabudowy, o przebiegach dostosowanych do nowej parcelacji. Udział terenów zabudowy przekracza 22% a gęstość zaludnienia jest większa niż 500 os./km². Struktura użytkowania terenu upodabnia się do występującej w podwarszawskich miasteczkach.

D. Mantey i P. Sudra (2019) opracowali typologię form osadniczych położonych w strefie podmiejskiej Warszawy, która organizuje je w szczególności w odniesieniu do tego, czy sprzyjają one tworzeniu przestrzeni publicznych lub dostępności do takich przestrzeni w najbliższym mieście. Wśród zidentyfikowanych współczesnych form występują m.in. grodzone osiedla deweloperskie; otwarte osiedla deweloperskie, połączone z miastem przez sieć uliczną; tereny przenikania mikro-inwestycji deweloperskich i budownictwa indywidualnego (często z siecią

„ślepych uliczek”); osiedla wykształcone wzdłuż tras komunikacyjnych – zarówno deweloperskie, jak i z przewagą indywidualnego budownictwa; współczesne osiedla, nazywane „miastami-ogrodami” – z regularną siecią ulic, lecz oddalone od komunikacji kolejowej; dawne wioski podlegające procesom suburbanizacji miast; tereny wiejskie, na których postępują inwestycje o cechach przestrzennych „żabiego skoku” (ryc. 39). Występują także „stare suburbia”, a wśród nich miasta-ogrody, zaprojektowane przed II wojną światową, z indywidualną zabudową mieszkaniową na relatywnie dużych działkach (np. Podkowa Leśna), jak i miejscowości z indywidualną zabudową na relatywnie mniejszych działkach, gęściej zaludnione, o bardziej miejskim sposobie zagospodarowania, zlokalizowane wzdłuż głównych tras komunikacyjnych i oparte o siatkę ulic, które rozwijały się po II wojnie światowej, a po 1989 roku ulegały dalszym przekształceniom (np. Raszyn).

Obserwacja pasm rozprzestrzeniania się zabudowy mieszkaniowej w aglomeracji warszawskiej pozwala zauważyć w dłuższej perspektywie czasowej wiodącą rolę kierunków: południowego (Konstancin-Jeziorna, Piaseczno, Lesznowola) oraz południowo-zachodniego (Michałowice, Pruszków, Grodzisk Mazowiecki), tworzącego wraz z kierunkiem północno-wschodnim (Marki, Ząbki, Zielonka, Wołomin) wyróżniającą się oś kolejowo-drogową obszaru metropolitalnego. Pasma południowo-zachodnie i południowe charakteryzują się przede wszystkim korzystnymi powiązaniem komunikacyjnymi (linia kolejowa nr 1 Warszawa – Katowice i nr 4 Grodzisk Mazowiecki – Zawiercie; linia kolejowa nr 8 Warszawa – Kraków; Warszawska Kolej Dojazdowa – WKD, Al. Krakowska, z przedłużeniem trasą E67 w kierunku Krakowa oraz E77 w kierunku Katowic; ul. Puławska i droga krajowa nr 79; droga wojewódzka nr 719). Wpływ na rozwój zabudowy na tych terenach miała również atrakcyjność krajobrazowa (Lasy Chojnowskie, Młochowskie, Nadarzyńskie). Pasma grodziskie było wcześniej przeinwestowane, w związku z tym stopniowo coraz większą dynamikę rozwoju urbanizacji zyskiwało pasmo piaseczyńskie. Wśród gmin w tych pasmach znajdują się jednostki o wyróżniającym udziale terenów zurbanizowanych w stosunku do całej aglomeracji. W szczególności w dwóch gminach wiejskich – Michałowice i Raszyn, odnotowano udział terenów zurbanizowanych wynoszący odpowiednio 25% i 18%, wyższy niż w niektórych mniejszych miastach OMW (Degórska, 2012b).

W ostatnich latach zauważalny jest nowy trend w rozwoju zabudowy mieszkaniowej, ponieważ wzrasta znaczenie kierunków: północnego (Jabłonna, Wieliszew, Nieporęt), włącznie z gminami położonymi po północnej stronie Jeziora Zegrzyńskiego (Serock), a także wschodniego (Wołomin, Halinów, Mińsk Mazowiecki) oraz południowo-wschodniego (Józefów, Otwock, Karczew) (Degórska, 2012b). Jest to związane między innymi z atrakcyjnością krajobrazową tych terenów, sąsiedztwem kompleksów leśnych i dużą podażą tańszych gruntów pod inwestycje. Zwiększający się poziom motoryzacji społeczeństwa zmniejsza zależność mieszkańców od dostępności transportu publicznego, co również ma znaczenie w przypadku lokalizacji nowej zabudowy na gorzej obsłużonych komunikacyjnie obszarach. Zabudowa w paśmie wschodnim rozwija się pomimo



Ryc. 39. Różne formy suburbiów w strefie podmiejskiej Warszawy. A. Suburbanizacja na obszarach bezpośrednio przyległych do miasta, wynikająca z jego ekspansji terytorialnej (efekt eksurbanizacji). Józefosław (gmina Piaseczno). B. Osiedle podmiejskie wybudowane przez jednego dewelopera w dalszej części strefy podmiejskiej, odizolowane od terenów zwartej zabudowy. Książenice (gmina Grodzisk Mazowiecki). C. Chaotyczny rozwój przestrzenny na obszarach wiejskich – *urban sprawl* „żabiego skoku”. Kolonia Lesznowola (gmina Lesznowola). D. Podkowa Leśna - miasto-ogród. Przykład „starych suburbiów”.
 Źródło: ortofotomapa z serwisu krajowego Geoportal.gov.pl

Fig. 39. Various forms of suburbs in the suburban area of Warsaw. A. Suburbanization in areas directly adjacent to the city, resulting from its territorial expansion (the effect of urbanization). Józefosław (Piaseczno municipality). B. A suburban housing estate built by one developer in the furthest part of the suburban area, isolated from densely built-up areas. Książenice (the Grodzisk Mazowiecki commune). C. Chaotic spatial development in rural areas – „leap frogging” type of urban sprawl. Kolonia Lesznowola (Lesznowola commune). D. Podkowa Leśna – a garden city. An example of „old suburbs”. Source: orthophotomap from the national service Geoportal.gov.pl

pewnej bariery psychologicznej, związanej z postrzeganiem terenów położonych na wschód od Warszawy jako mniej atrakcyjnych. W paśmie otwockim (o tradycjach letniskowych i uzdrowiskowych) należy natomiast zwrócić uwagę na występowanie barier przyrodniczych. Gdy chodzi o pasmo północne, to warto zauważyć, że opracowania studialne, w tym różne warianty rozwoju WZM z lat 70. wskazywały je jako szczególnie rozwojowe. Cały obszar północnej strefy miał przyjąć zaludnienie 500 tys. osób. Postulowano nawet lokalizację nowego miasta Modlin.

Na jeszcze odmienne kierunki rozwoju zabudowy wskazują badania Z. Strzeleckiego i M. Kucińskiej (2006), którzy stwierdzili na podstawie analizy zamierzeń inwestycyjnych gmin, że „największe relatywnie (w stosunku do zamierzeń inwestycyjnych) rezerwy terenów pod nową zabudowę wyznaczono w gminach położonych na zachód i północ od stolicy, a także w zwartym kompleksie gmin położonych na południowy-zachód od Warszawy (Mszczonów, Pniewy, Radziejowice)”. Autorzy ci powiązali koncentrację gmin o najwyższym udziale terenów wskazanych w studiach uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego jako zainwestowane (wraz z przewidzianymi do zainwestowania) z pasami infrastruktury komunikacyjnej, a także z obszarami cennymi pod względem przyrodniczym. Jak również stwierdzają B. Degórska i A. Deręgowska (2008), „zasięg przestrzenny terenów o wysokiej dynamice przyrostu powierzchni terenów zabudowy mieszkaniowej dochodzi do granicy województwa łódzkiego, co świadczy o dużej atrakcyjności inwestycyjnej kierunku rozwoju”. Rozwój warszawsko-łódzkiego pasma osadniczego (przedłużenie stołecznego pasma południowo-zachodniego) należy rozpatrywać w dalszym horyzoncie czasowym, niemniej obserwowane jest postępowanie nowej zabudowy zarówno w rolniczej strefie Mszczonów – Pniewy – Radziejowice, jak i wśród lasów Puszczy Bolimowskiej, pomiędzy Żyrardowem i Skierniewicami. Rozwój budownictwa w paśmie zachodnim (Ożarów Mazowiecki – Błonie – Sochaczew) następuje w sąsiedztwie drogi krajowej nr 92, prowadzącej w kierunku Poznania. W paśmie tym zabudowa nie rozlewa się bardzo intensywnie, ponieważ barierę dla rozwoju urbanizacji stanowią użytki rolne na glebach wyższych klas (chronionych) Równiny Łowicko-Błońskiej. Przebiegająca bardziej na południe autostrada A2, która przejęła wiodącą rolę w ruchu tranzytowym do Poznania i w kierunku granicy niemieckiej (a także do Łodzi) nie stanowi raczej stymulanty, lecz także barierę w rozprzestrzenianiu się zabudowy mieszkaniowej.

Warszawa jest miastem o bardzo szeroko zakrojonych granicach administracyjnych (ang. *overbound city*), podobnie jak np. Moskwa (Stanilov i Sýkora, 2014), w odróżnieniu od takich stolic jak Paryż, a w Europie Środkowo-Wschodniej – Tallin, które w swych granicach administracyjnych mieszczą w zasadzie tylko obszary o typowo miejskiej strukturze, morfologii i fizjonomii (ang. *underbound city*)¹⁶. W 2000 r. w granicach miasta, obejmujących 517 km², było ok. 100 km² gruntów nieużytkowanych, potencjalnie dostępnych pod zabudowę (Bertaud A. i Bertaud M.A., 2000). Niektóre fragmenty dzielnic Warszawy zachowały jeszcze wiejski charakter, co obrazuje stara zabudowa Wólki Węglowej, Dąbrówki, Powsina, Opaczy, Chrzanowa, a nawet Siekierki i Augustówki – położonych w byłej gminie Centrum (Degórska i Deręgowska, 2008). W konsekwencji takiej struktury i przemieszczania się ludności w celu poszukiwania lepszych warunków

¹⁶ Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD) i Komisja Europejska wypracowały wspólną metodologię delimitacji miast powyżej 50 tys. mieszkańców (*cities*) z uwzględnieniem gęstości zaludnienia, ich stref dojazdów do pracy (*commuting zones*) oraz miejskich obszarów funkcjonalnych (*functional urban zones*), uwzględniając przypadki miast typu *overbound city*, *underbound city*, oraz miast policentrycznych. Źródło: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Archive:European_cities_%E2%80%93_the_EU-OECD_functional_urban_area_definition

mieszkaniowych miasto obrasta suburbią również w obrębie swych granic administracyjnych. Proces ten, nazywany „suburbanizacją wewnętrzną”, jest zjawiskiem charakterystycznym dla miast post-socjalistycznych, charakteryzujących się dużymi udziałami obszarów niezagospodarowanych, w tym wymagających rewitalizacji (Lorens, 2005).



Ryc. 40. Zabudowa warszawskiej dzielnicy Białoleka. Na pierwszym planie osiedla mieszkaniowe wielorodzinne, na drugim planie rozproszona zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna; na najdalszym planie centrum miasta. Fot. Urząd Dzielnicy Białoleka m.st. Warszawy

Fig. 40. Urban tissue of the Białoleka district of Warsaw. Multi-family housing estates in the foreground, single-family housing dispersed in the background, on the farthest plan the city centre is visible. Fot. Białoleka District Office of the Capital City of Warsaw

Przykładem postępowania suburbanizacji wewnętrznej jest wspomniana już dzielnica Białoleka (ryc. 40), a także Wilanów. Są to dwie najrzadziej zaludnione dzielnice w stolicy, jednak charakteryzujące się szczególnie w ostatnich dwóch dekadach intensywnym rozwojem budownictwa mieszkaniowego. W ostatniej dekadzie, w przybliżeniu od 2010 r. i w latach późniejszych, dołączyło do nich również Bemowo. Szczególnie zachodnie obrzeża tej dzielnicy (osiedle Chrzanów, w sąsiedztwie trasy drogowej S8), podlegają intensywnym procesom urbanizacji na terenach rolnych. Wilanów, posiadający renomę najbardziej prestiżowej wśród dzielnic obrzeżnych stolicy, również zmaga się z problemami ekspansji urbanizacyjnej. Białoleka wschodnia jest wymownym przykładem wynikających z tego problemów z doprowadzeniem i obsługą podstawowej infrastruktury technicznej, m.in. sieci wodno-kanalizacyjnej¹⁷. Występuje tu negatywnie oceniane przez urbanistów zjawisko budowania osiedli łanowych, na wydłużonych działkach rolnych oraz powstawania izolowanych skupisk zabudowy wśród terenów o charakterze rolniczym. Część z nich stanowią osiedla grodzone. Na koniec warto przytoczyć wymowną opinię J. Kusiak (2017), dotyczącą właśnie rozwoju tej dzielnicy: „Białoleka to druga obok Wilanowa dzielnica sypialnia, która wyrosła w granicach Warszawy po transformacji ustrojowej. Pojawiła się na dawnych polach uprawnych, łąkach, pastwiskach i nieużytkach dzięki wolnorynkowym mechanizmom kształtowania

¹⁷ Znalazło to odzwierciedlenie w relacjach prasowych, np.: http://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/1,54420,17355100,Mieszkajka_na_pierwszym_pietrze_nie_moga_sie_umyc.html

przestrzeni, opartym na instytucji kredytu hipotecznego, aktywności prywatnych inwestorów oraz właścicieli odrolnionych nieruchomości, a także zmianom prawa administracyjnego i urbanistycznego. Przez ostatnie dwadzieścia lat dzielnica była nieprzerwanie wielkim placem budowy”.

4.6. Dekoncentracja działalności gospodarczej

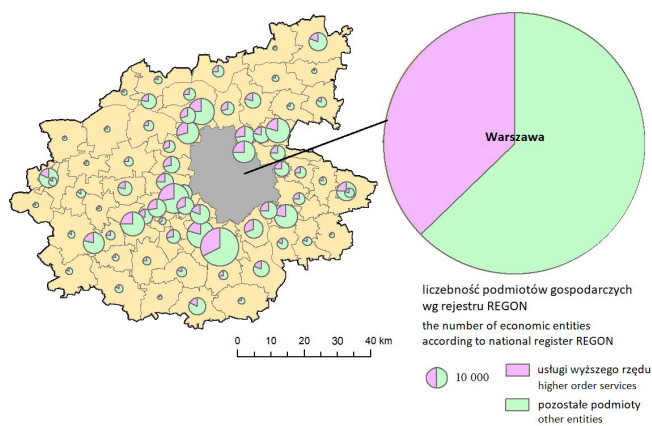
Miasto stołeczne Warszawa wraz z regionem miejskim skupia największy w kraju potencjał rozwojowy, wyraźnie odstający od reszty województwa mazowieckiego. Procesy transformacji istotnie zwiększyły intensywność zmian zachodzących w układach osadniczych i w strukturze gospodarki. Specyfika OMW jako bezpośredniego zaplecza ośrodka stołecznego, wraz z osiągniętym już przed 1989 r. poziomem rozwoju funkcji ponadlokalnych, została w kolejnych latach wzbogacona, tak że stał się on głównym stykiem polskiej gospodarki z gospodarką światową i ogniwem w europejskiej sieci metropolii (Furman, 2001). Funkcje metropolitalne Warszawy stały się przedmiotem zestawień i porównań z innymi ważnymi miastami naszego kontynentu (Gawryszewski i in., 1998). Jak już wspomniano, jest to jedyna w Polsce metropolia III rzędu (ang. *potential MEGA*) według kryteriów europejskiego programu ESPON (2007).

Według danych zestawionych przez P. Śleszyńskiego (2012), produkt krajowy brutto w odniesieniu do obszaru metropolitalnego, zdefiniowanego jako trzy subregiony statystyczne (Warszawa, warszawski-zachodni i warszawski wschodni) wyniósł 218,6 mld zł., co stanowiło 79,8% PKB województwa i 17,1% PKB dla całego kraju. Obserwacja trendu zmian PKB pozwala na identyfikację umacniania się pozycji OMW w województwie, przy równoczesnej wewnętrznej dyspersji potencjału ekonomicznego w granicach OMW, gdyż spadał udział PKB Warszawy w OMW. Zmiany te były jednak powolne i nieznaczne. Szybciej niż przeciętnie w kraju spadał w OMW udział sektora rolniczego w tworzeniu wartości dodanej brutto. Istotnie malejący udział sektora przemysłowego był natomiast równoważony znaczącym wzrostem udziału usług. Obszar metropolitalny Warszawy koncentruje ogółem około 1/4 największych polskich przedsiębiorstw (np. z *List 500* dziennika „Rzeczpospolita”), a także stanowi największą w kraju koncentrację podmiotów z udziałem kapitału zagranicznego.

W kontekście prowadzonego badania – mimo, że zasadniczo dotyczy ono ekspansji zabudowy mieszkaniowej – istotne jest, czy i w jakim zakresie dekoncentracja przestrzenna kontrolnych funkcji gospodarczych, i ogólnie aktywności przedsiębiorstw, dotyczy także strefy podmiejskiej. Suburbanizacja mieszkaniowa wiąże się bowiem także z suburbanizacją w zakresie przemieszczania miejsc pracy i realizacji usług oraz produkcji. W niektórych miastach Zachodu doszło do ukształtowania się miast brzegowych (*edge cities*) (Garreau, 1991; Bontje i Burdack, 2005), inaczej „podmiejskich dzielnic biznesu” (*suburban business districts*), czyli koncentracji funkcji biznesu, handlu i rozrywki poza tradycyjnym

CBD na terenach wcześniej zagospodarowanych rolniczo lub mieszkaniowo. Również w krajach postsocjalistycznych zaczyna być widoczne kształtowanie się struktur o potencjale do przekształcenia się w „miasta krawędziowe” (Stanilov i Sýkora, 2014). Obszar metropolitalny Warszawy nie jest tu wyjątkiem. Należy wymienić takie miejsca jak Janki w gminie Raszyn (m.in. obiekty handlowo-usługowe CH Janki, IKEA), czy pogranicze miasta Marki (centrum M1) i warszawskiej dzielnicy Targówek (obiekty Atrium Targówek, IKEA). Obserwowane są tam tendencje do obrastania skupisk obiektów handlowo-usługowych nową zabudową mieszkaniową. Mogą one stanowić załączek przyszłych „miast krawędziowych” i być może dojdzie do relokacji na te obszary części gospodarczych funkcji kontrolnych. Obecnie jednak siedziby przedsiębiorstw pozostają z reguły w samej Warszawie. Szczególnie istotne są w niej dwa obszary – centralna dzielnica biznesowa, która kształtowała się stopniowo po 1989 roku w zachodniej części centrum, na pograniczu Śródmieścia i Woli (Śleszyński, 2004b), oraz „Mokotowski Obszar Biznesu” na Służewcu Południowym, dawniej przemysłowym (Smętkowski i Celińska-Janowicz, 2014).

Jak zauważa P. Śleszyński (2012), wielka siła Warszawy pod względem funkcji decyzyjnych (kontrolnych) nie musi oznaczać podobnej olbrzymiej przewagi gospodarczej w skali regionu metropolitalnego – mierzonej takimi wskaźnikami, jak nakłady inwestycyjne, środki trwałe brutto, itd., gdyż faktyczne miejsca działalności są rozproszone. Strefy podmiejskie polskich miast charakteryzuje też duża liczebność sektora małych i średnich przedsiębiorstw (Martyniuk-Pęczek i in., 2016). Badania P. Śleszyńskiego (2006, 2012) wskazują na dużą heterogeniczność przestrzeni aglomeracji warszawskiej pod względem lokalizacji przedsiębiorstw.

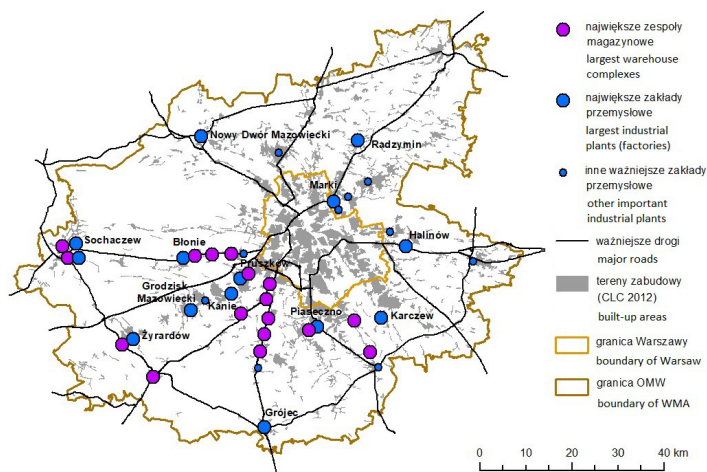


Ryc. 41. Liczebność podmiotów gospodarczych wpisanych do rejestru REGON, w tym podmiotów gospodarczych w sektorze usług wyższego rzędu. Opracowanie własne. Źródło danych: Bank Danych Lokalnych GUS. Zestawienie dla gmin strefy podmiejskiej wg danych dla 2017 r. Do usług wyższego rzędu wliczono podmioty sekcji J, K, M, N, O i R według Polskiej Klasyfikacji Działalności (PKD)

Fig. 41. Number of economic entities placed in the REGON register, including economic entities in the higher-level services sector. Author's own elaboration. Data source: Local Data Bank of the Central Statistical Office of Poland. Summary for municipalities of the suburban zone according to data for 2017. The high-tier services include entities from sections J, K, M, N, O and R

Ogólnie rozkład przedsiębiorczości wzrasta w kierunku rdzenia aglomeracji, spadając nieznacznie w strefach wielkich osiedli mieszkaniowych okalających centrum Warszawy. Ponadto wskaźnik rozwoju przedsiębiorczości w postaci liczby zarejestrowanych podmiotów gospodarczych na 1000 mieszkańców różnił się o ok. 1/5 na korzyść lewobrzeżnej części aglomeracji. Jak ukazano na ryc. 41, przewaga Warszawy w tym zakresie jest wciąż jednak bardzo duża.

Lokalizacje podmiotów gospodarczych usług wyższego rzędu (usługi wydawnicze, informatyczne, pośrednictwo finansowe, obsługa nieruchomości, i inne) koncentrują się przede wszystkim w dzielnicach centralnych Warszawy, a poza stolicą w kilku rejonach, szczególnie między Pruszkowem i Grodziskiem Mazowieckim oraz w rejonie Piaseczna. Poza Warszawą największa koncentracja podmiotów z udziałem kapitału zagranicznego występuje w powiecie piaseczyńskim. Zwraca uwagę pozycja Wólki Kosowskiej (głównie z uwagi na centrum handlu hurtowego i zlokalizowane liczne mikrofirmy), gdzie znajduje się około 1/4 podmiotów z udziałem kapitału zagranicznego w odniesieniu do całej strefy zewnętrznej OMW (1093 spółki były zarejestrowane w tej miejscowości, przy 20,5 tys. spółek w Warszawie w 2010 r.) (Śleszyński, 2012). Do ważniejszych czynników warunkujących ewentualne zmiany lokalizacji przedsiębiorstw z Warszawy do innych lokalizacji w regionie metropolitalnym należą: położenie względem arterii komunikacyjnych, koszty funkcjonowania w wielkim mieście oraz bliskość kooperantów (Korcelli-Olejniczak, 2010).

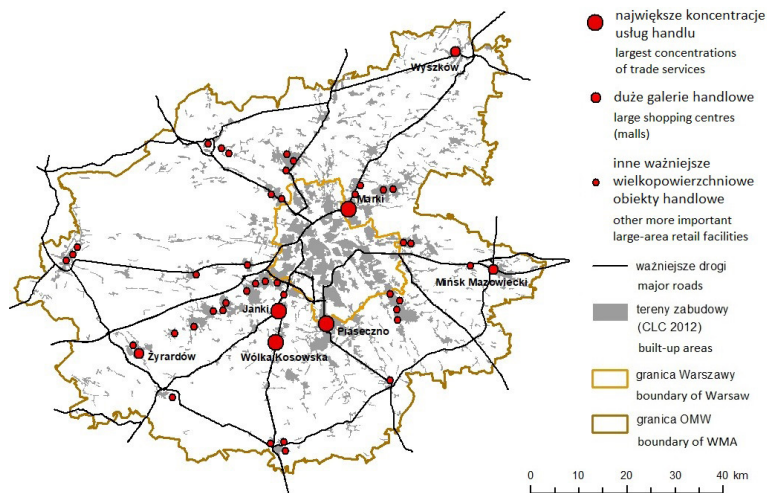


Ryc. 42. Rozmieszczenie obiektów przemysłowych i magazynowych w strefie podmiejskiej. Opracowanie własne, na podstawie ryciny zamieszczonej w pracy K. Solarek (2013), dane z raportu Jones Lang LaSalle

Fig. 42. Distribution of industrial and warehouse facilities in the suburban area. Author's own elaboration, based on the figure from: K. Solarek (2013), data from the report of Jones Lang LaSalle

Przestrzenne rozmieszczenie terenów przemysłowych w aglomeracji warszawskiej jest następstwem rozwoju przemysłu przed II wojną światową, decyzji lokalizacyjnych z okresu PRL oraz przekształceń w okresie transformacji gospodarczo-ustrojowej kraju (ryc. 42). Proces uprzemysłowienia doprowadził do koncentracji

przemysłu w Warszawie oraz w kilku większych miastach aglomeracji (Pruszków, Piaseczno, Żyrardów, Mińsk Mazowiecki, Błonie, Konstancin-Jeziorna, Grodzisk Mazowiecki, Ożarów Mazowiecki, Błonie i Sochaczew). W pierwszym okresie transformacji na terenie województwa mazowieckiego najbardziej stracił na znaczeniu przemysł metalowo-maszynowy, zaś rozwinął się przemysł spożywczy i ogólnie małe i średnie przedsiębiorstwa (Misztal, 1998). Współczesny rozwój terenów przemysłowych na coraz bardziej oddalonych od ośrodka centralnego obszarach, także w odległościach przekraczających 50 km od Warszawy, w tym na obszarach wiejskich, przy ich ubytku w Warszawie, wskazuje na znaczną intensywność dekoncentracji przemysłu (Degórska i Deręgowska, 2008). Warszawa przestała być miastem przemysłowym, pozostawiając po sobie zagregowane i wolne tereny pod zagospodarowanie także w centralnej części miasta¹⁸. M. Smętkowski (2018) zwraca uwagę, na podstawie danych dla lat 2000-2011, że Warszawa była miastem o największej skali dezindustrializacji wśród stolic Europy Środkowo-Wschodniej, jednak aglomeracja warszawska charakteryzowała się dynamicznym rozwojem niektórych sektorów przemysłu na obrzeżach stolicy.



Ryc. 43. Rozmieszczenie największych zespołów usługowych i handlowych w strefie podmiejskiej. Opracowanie własne, na podstawie ryciny zamieszczonej w pracy K. Solarek (2013)

Fig. 43. Distribution of the largest service and trade complexes in the suburban area. Author's own elaboration, based on the figure from: K. Solarek (2013)

Do najczęściej powstających inwestycji w strefie podmiejskiej należą także składy i magazyny oraz centra logistyczne. Przestrzennie aktywność inwestorów sektora logistyczno-dystrybucyjnego koncentruje się na południowo-zachodnich i zachodnich obrzeżach Warszawy oraz przy drogach wylotowych ze stolicy

¹⁸ Do ważniejszych zakładów produkcyjnych funkcjonujących w stolicy należą: huta ArcelorMittal (d. Huta Warszawa), Polfa Tarchomin (farmacja), czy Warszawska Fabryka Pomp. Dużymi zakładami przemysłowymi są elektrociepłownia (Żerań, Siekierki) oraz oczyszczalnia ścieków „Czajka”. Większość tych obiektów występuje w północnej części miasta.

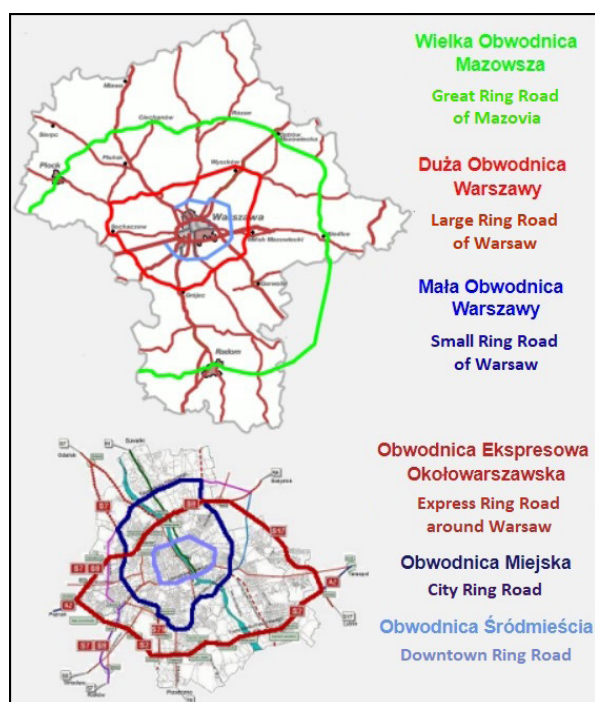
w kierunku Katowic, Krakowa i Poznania. W 2011 r. w Warszawie zlokalizowanych było ok. 2,5 mln m² nowoczesnej powierzchni magazynowej, co stanowiło ponad 40% tego typu powierzchni w kraju (Śleszyński, 2012). Tak silna pozycja Warszawy i jej najbliższego otoczenia wynika z funkcji stołecznych i centralnego położenia oraz z potrzeb międzynarodowych firm logistycznych operujących na kierunku „wschód-zachód”, pomiędzy Europą Zachodnią a państwami byłego ZSRR.

Funkcje handlowo-usługowe, podobnie jak przemysłowa, lokalizowane są w strefie podmiejskiej zgodnie z regułami gospodarki rynkowej, gdzie istotną rolę odgrywa zróżnicowanie renty gruntowej, uzbrojenie terenów, dostępność przestrzenna, ułatwienia fiskalne oferowane przez samorządy oraz szereg innych czynników atrakcyjności inwestycyjnej. Lokalizacja obiektów wielkopowierzchniowych, poza ich skupieniem w samej Warszawie, nawiązuje do centryczno-radialnego układu aglomeracji, ukształtowanego zgodnie promienistym przebiegiem tras komunikacyjnych (ryc. 43). W ostatnich dwóch dekadach lokalizacje obiektów handlowych stawały się jednak coraz bardziej zdywersyfikowane przestrzennie. W latach 1995-2003 ich liczba ogółem (hurt i detal) wzrosła o 50%, przy podobnym tempie wzrostu w mieście stołecznym i na obszarach wiejskich OMW (Lisowski i in., 2014). W przypadku większych sieci handlowych ma to związek z modelem dyfuzji hierarchicznej, czyli stopniowym rozprzestrzenianiem się tych obiektów od miast wielkich i dużych, przez miasta średnie i wreszcie poszukiwaniem lokalizacji w mniejszych miastach, liczących poniżej 20 tys. mieszkańców oraz w ich otoczeniu (Gwosdz i Sobala-Gwosdz, 2008). Początkowo duże centra handlowe skupiały się głównie w Warszawie, zaś zgrupowania hipermarketów i wielkopowierzchniowych sklepów branżowych zlokalizowane zostały w węzłowych punktach tras wylotowych ze stolicy (Janki w części południowej i Marki w części północnej). Później powstały liczne galerie handlowe i sklepy dyskontowe w mniejszych ośrodkach, rozsiane na obszarze całej aglomeracji, co wpłynęło na poprawę dostępu mieszkańców strefy podmiejskiej do dóbr i usług.

4.7. Infrastruktura transportowa i dojazdy do pracy

Zagadnienie rozmieszczenia i funkcjonowania sieci transportowych w aglomeracji warszawskiej jest przedmiotem wielu odrębnych opracowań i nie będzie tutaj szczegółowo omawiane. Było m.in. jednym z wiodących zagadnień opracowania *Studium Planu Zagospodarowania Przestrzennego Obszaru Metropolitalnego*, wydanego w 2010 r. przez Mazowieckie Biuro Planowania Regionalnego. Układ drogowy (autostrady, drogi ekspresowe, inne drogi kolejowe) oraz inne ważne elementy infrastruktury transportowej (sieć kolejowa, lotniska, porty) są oczywiście przedmiotem dokumentów krajowych. Należy tu wymienić m.in. *Politykę Transportową Państwa na lata 2006 – 2025* oraz *Program Budowy Dróg Krajowych na lata 2014-2023 (z perspektywą do 2025 r.)*.

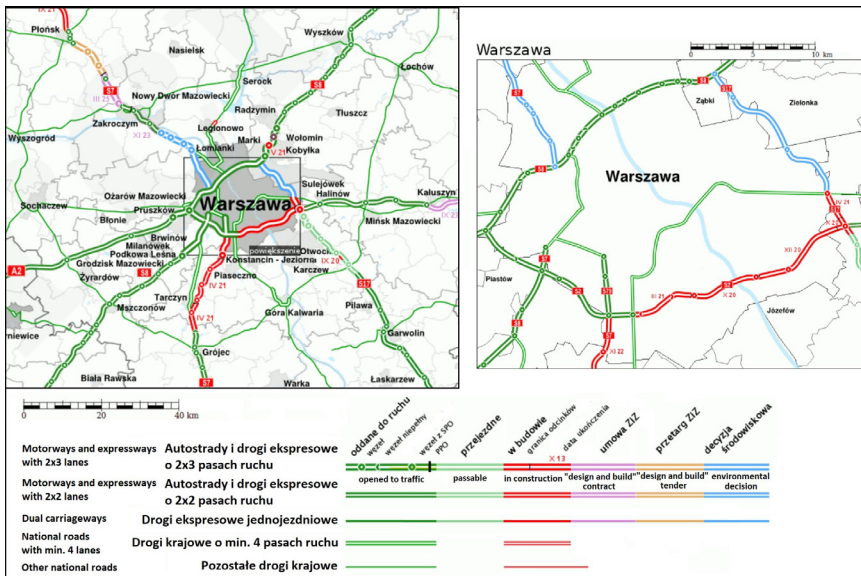
Według P. Śleszyńskiego (2012) obszar metropolitalny Warszawy charakteryzuje niska efektywność transportowo-osadnicza, będąca poważnym utrudnieniem lub wręcz zagrożeniem rozwojowym dla regionu. Warszawski węzeł drogowy od lat jest niewydolny i dotyka to zarówno ruchu tranzytowego, wewnątrzmijskiego, jak i powiązań z Warszawą całej strefy podmiejskiej (Solarek, 2013). Występują nadal liczne wąskie gardła infrastruktury drogowej, będące istotną przyczyną kongestii transportowej. Pomimo tych stwierdzeń, należy zauważyć, że w ostatnich latach sytuacja ulega znaczącej poprawie, bowiem kształtuje się koncepcja ruchu obwodowego wokół Warszawy, w tym „domykanych” obecnie układów obwodnic dróg ekspresowych, krajowych oraz wojewódzkich (1. obwodnica miejska, 2. zewnętrzna obwodnica miejska, 3. mała obwodnica Warszawy, 4. duża obwodnica Warszawy). Realizacja tego układu istotnie wpłynie zapewne na model rozwoju całej aglomeracji, a już obecnie duża część tras jest zrealizowana (ryc. 44, 45).



Ryc. 44. Planowany system obwodnic na Mazowszu i w aglomeracji warszawskiej (rysunek schematyczny). Źródło: <http://ssc.siskom.waw.pl>. Rycina z modyfikacjami autora
 Fig. 44. Planned system of ring roads in Mazovia and the Warsaw agglomeration (schematic drawing).
 Source: <http://ssc.siskom.waw.pl>. Figure modified by the author

Pewne znaczenie dla usprawnienia ruchu pojazdów samochodowych w Warszawie ma także lokalizacja parkingów typu „Park & Ride” przy kilku ważnych drogach wylotowych ze stolicy (trasy do Krakowa i Poznania; Trakt Brzeski – wylot w kierunku Siedlec i Terespoła oraz Lublina) i przy wybranych węzłach przesiadkowych komunikacji publicznej (metro, SKM).

Rozwój infrastruktury transportowej odgrywa istotną rolę w integracji obszaru metropolitalnego Warszawy (Smętkowski, 2005). Badania T. Komornickiego i in. (2012) wskazują na wyraźną poprawę czasowej dostępności zarówno drogowej (głównie rozszerzenie strefy wyznaczonej izochroną 60 minut), jak i kolejowej dla izochron 30 i 60 minut, w następstwie rozwoju infrastruktury. Są to istotne zagadnienia, bowiem suburbanizacja przyczynia się do zatłoczenia dróg – mieszkańcy suburbiów, szczególnie w bardziej oddalonych częściach aglomeracji i w rozproszonej zabudowie są zmuszeni, w sytuacji słabej dostępności do transportu publicznego, korzystać z samochodu jako głównego środka transportu. Zaobserwowano, że w obszarze zasięgu obsługi stołecznego Zarządu Transportu Miejskiego miejsca niedostatecznie obsłużone z uwagi na odległość najbliższego przystanku to szczególnie tereny zabudowy jednorodzinnej w strefie 20-35 km od centrum Warszawy, ale także liczne miejsca w strefie 10-20 km od centrum. W niektórych gminach jednak tę „lukę dostępności” wypełniają alternatywni przewoźnicy – prywatne lub komunalne przedsiębiorstwa komunikacji autobusowej (Goliszek i Sudra, 2016).



Ryc. 45. Podstawowa sieć drogowa w otoczeniu Warszawy (w tym drogi w trakcie realizacji) wg stanu na III kwartał 2020 roku. Źródło: <http://ssc.siskom.waw.pl>. Rycina z modyfikacjami autora

Fig. 45. Basic road network in the vicinity of Warsaw (including roads under construction) as of the third quarter of 2020. Source: <http://ssc.siskom.waw.pl>. Figure modified by the author

Obszar metropolitalny Warszawy należy rozpatrywać w kategoriach „dziennego systemu miejskiego”, związanego ze dojazdami do pracy i nauki odbywającymi się intensywnie w cyklu dobowym. Udostępnienie przez GUS danych macierzowych o dojazdach do pracy (Kruszka, 2010) pozwoliło na szczegółową analizę natężenia oraz kierunków dojazdów. Analizy wskazują na wyraźną dominację ośrodka warszawskiego w kształtowaniu struktury dojazdów do pracy nie tylko na obszarze

OMW, ale i w Polsce. Stwierdzono, że do Warszawy z całego kraju dojeżdżało do pracy 161,3 tys. osób, z czego z pozostałego obszaru OMW pochodziło 83,3 tys. osób. Natomiast do pozostałej części OMW przyjeżdżało 10,5 tys. osób z Warszawy, 54,1 tys. z innych gmin OMW oraz 10,2 tys. z pozostałych części kraju (Śleszyński, 2012). W sumie cały obszar OMW miał dodatnie saldo dojazdów i przyjazdów w wysokości 86,7 tys. osób. Największa liczba dojazdów pochodzi ze strefy 20-30 km, liczonej względem centrum, i spada dosyć proporcjonalnie i jednostajnie w kierunku granic obszaru metropolitalnego. Najwyraźniejszy spadek zachodzi w odległości ok. 60 km od centrum. Relatywnie największy udział w przepływach do Warszawy mają powiaty: wołomiński, pruszkowski, miński i legionowski (ponad 10% populacji w wieku produkcyjnym przemieszczającej się do pracy najmniej w stolicy) oraz otwocki i warszawski zachodni (Śleszyński, 2013b).

Dojazdy do pracy do innych gmin OMW, w tym do miast satelitarnych stolicy są na znacznie niższym poziomie – co nie jest zaskakujące, biorąc pod uwagę wielkość rynku pracy w samej Warszawie. Wyraźnie jednak rysuje się obszar zwiększonego przyciągania osób dojeżdżających do pracy na południowy zachód od stolicy (Piaseczno, Pruszków, Grodzisk Mazowiecki). Wyróżnia się także Sochaczew jako powiatowy ośrodek, położony dalej od Warszawy o różnorodnych funkcjach przemysłowych. Rozwinięte lokalnie rynki pracy mają także Mszczonów, Otwock, Mińsk Mazowiecki, Radzymin i Nowy Dwór Mazowiecki. Mniejsze znaczenie w tym zakresie ma Legionowo, które pozostaje ośrodkiem o charakterze typowo rezydencjalnym („sypialni”).

4.8. Problemy planistyczne, koszty suburbanizacji i chaosu przestrzennego

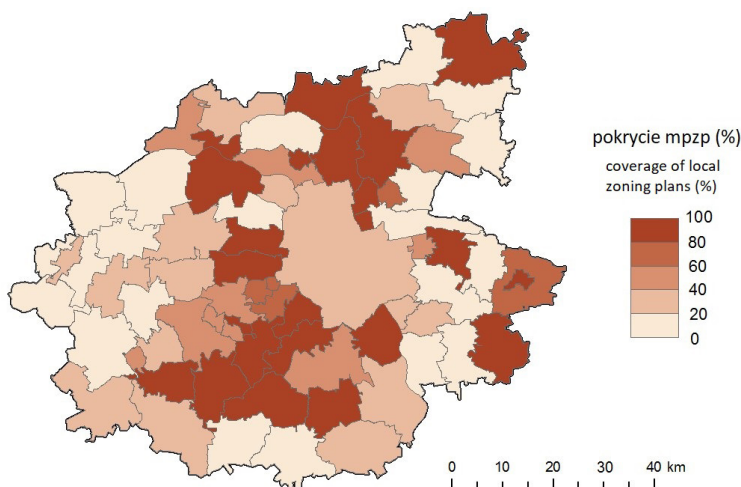
Skutkami żywiołowej urbanizacji i chaosu przestrzennego są liczne straty ekonomiczne dla gospodarstw domowych, przedsiębiorstw, samorządów i budżetu państwa, a także koszty społeczne. Problem szeroko omówiono m.in. w „Raporcie o ekonomicznych stratach i społecznych kosztach niekontrolowanej urbanizacji w Polsce” (Kowalewski i in., 2013) oraz w 3-częściowym raporcie pod redakcją A. Kowalewskiego, T. Markowskiego i P. Śleszyńskiego (Kowalewski i in., 2018), pt. „Studia nad chaosem przestrzennym”, opublikowanym przez Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN. Zwrócona będzie tutaj uwaga na niektóre wnioski w kontekście rozrostu przestrzennego urbanizacji w aglomeracji Warszawy. Należą do nich wyzwania stojące przed samorządami w związku z realizacją zadań własnych gminy obejmujących w szczególności sprawy „ładu przestrzennego, gospodarki nieruchomościami, ochrony środowiska i przyrody oraz gospodarki wodnej” (art. 7 ust. 1 pkt. 1 ustawy z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym), gminnych dróg (pkt. 2), czy infrastruktury technicznej (pkt. 3).

Dynamicznemu rozwojowi rynku nieruchomości w strefie podmiejskiej Warszawy sprzyjała już ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. o *zagospodarowaniu przestrzennym*, która kładła nacisk na ochronę praw własności i swobodę inwestowania, jednocześnie nadając władzom gminnym niemal wyłączne uprawnienia do regulowania spraw związanych z lokalnym zagospodarowaniem przestrzennym. Obecnie obowiązująca ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o *planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym* uporządkowała część zagadnień planistycznych, jednak nie pozbawiona jest wad, a spór o relacje między prawem własności a prawem do zabudowy pozostaje aktualny. Prowadzenie polityki przestrzennej przez gminy w sytuacji obowiązywania reguł rynkowych oraz licznych ułomności planowania przestrzennego, jest wyzwaniem ponieważ deweloperzy mieszkaniowi i inni inwestorzy działający na rynku nieruchomości z natury dążą do maksymalizacji wykorzystania terenów zgodnie ze swymi potrzebami. Wywołuje to liczne konflikty przestrzenne, ale też skłania gminy do spełniania postulatów inwestorów. Konsekwencją jest także spekulacja gruntami. Polskim problemem i specyfiką pozostaje brak ładu przestrzennego, „chaos przestrzenny” (Śleszyński i in., 2020b). Sprzyja mu brak dobrych wzorców kulturowych kształtowania przestrzeni, znanych z państw Europy Zachodniej (m.in. Niemcy, Holandia, kraje skandynawskie), które mają także dużo sprawniej funkcjonujące systemy planistyczne.

W ostatnich latach występują tendencje do stagnacji lub wyhamowania prac planistycznych w gminach, przy równocześnie wzrastającej presji inwestycyjnej ze strony sektora komercyjnego i indywidualnego (Śleszyński i in., 2018a) W sytuacji gdy na danym terenie brak miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego (ryc. 46), znaczna część inwestycji realizowana jest na podstawie decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowaniu terenu, których wymogi wynikające z tzw. zasad „dobrego sąsiedztwa” są mało precyzyjne (Fogel, 2010). Plany miejscowe zaś uchwalane bywają po to, aby usankcjonować planowane inwestycje lub wyznaczyć obszary do odrolnienia, a nie w celu realnego porządkowania sytuacji planistycznej. Często są to plany wycinkowe, obejmujące bardzo małe powierzchnie. Przykładem rozdrobnienia planów miejscowych jest gmina Lesznowola, która przyjęła politykę ekstensywnej urbanizacji terenów rolnych. W gminie obowiązuje 130 planów, pokrywających 98% jej powierzchni (stan na dzień 19.07.2018, wg informacji z Urzędu Gminy), przy czym ich powierzchnia jest ogromnie zróżnicowana (od 0,4 ha do 947 ha). Taka liczebność planów miejscowych w omawianej gminie wynika po części z faktu wprowadzania drobnych zmian we wcześniej przyjętych planach dla większych obszarów – nieraz całych sołectw. Kluczowym problemem pozostaje niepotrzebne, wywołujące poważne skutki finansowe, przeznaczenie zbyt rozległych terenów pod zabudowę. W wielu gminach problemem jest dysfunkcyjność planów spowodowana brakiem zwartości przestrzennej objętych nimi terenów (Izdebski i in., 2018). Wady dokumentów planistycznych w wielu jednostkach wynikają także z innych elementów ich treści, m.in. niewskazywania funkcji wiodącej dla terenów o różnym przeznaczeniu, niewyznaczania terenów pod usługi publiczne, nieustalania terenów zieleni urządzonej, nieprecyzyjnego określania wskaźników urbanistycznych (Topczewska i Maliszewski,

2014). Wspomniane ułomności dokumentów planistycznych są potęgowane przez sytuację, gdy najważniejsze elementy struktury urbanistycznej, jakimi są drogi publiczne, nie są realizowane przez samorządy.

Problemem jest przeznaczanie nierealistycznie dużych obszarów pod zabudowę w studiach uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin, a w konsekwencji w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego. Obliczenia chłonności demograficznej strefy podmiejskiej Warszawy w 2012 r. na tle budownictwa mieszkaniowego na podstawie danych GUS / MIiR wykonał P. Śleszyński (2014c). Przy liczbie ludności wynoszącej 1 mln 271 tys. osób i pokryciu planistycznym 44,9% w stosunku do 4810 km² całkowitej powierzchni tej strefy, tylko pod zabudowę jednorodzinną przeznaczono w planach miejscowych 77,9 tys. ha, co skutkowało chłonnością demograficzną wskazanych terenów wynoszącą 3 mln 115 tys. osób – przekraczającą 2,5-krotnie liczbę zameldowanej ludności w strefie podmiejskiej. Ostatnie badania w paśmie zachodnim aglomeracji warszawskiej wykazały, że potencjalna, niezagospodarowana chłonność demograficzna terenów mieszkaniowych w istniejących planach miejscowych w zabudowie jednorodzinnej wynosi około 60% (Śleszyński i in., 2018b). Wskutek zmian wprowadzonych w ustawie z dnia 27 marca 2003 r. *o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym*, na mocy ustawy z dnia 24 kwietnia 2015 r. *o zmianie niektórych ustaw w związku ze wzmocnieniem narzędzi ochrony krajobrazu*, na organ sporządzający projekt studium nałożone zostały obowiązki w zakresie dokonania bilansu terenów przeznaczonych pod zabudowę. Właściwa ich realizacja może przyczynić się do częściowego ograniczenia rozlewania i rozpraszania zabudowy, podobnie jak etapowanie rozwoju przestrzennego, poprzez wyznaczanie kolejności terenów do zainwestowania.



Ryc. 46. Udział powierzchni gmin objętej obowiązującymi miejscowymi planami zagospodarowania przestrzennego. Opracowanie własne, na podstawie danych z badania GUS „Planowanie przestrzenne w gminie” (formularz PZP-1), według stanu na 2015 r.

Fig. 46. Share of the area of municipalities covered by valid local spatial development plans. Author's own elaboration, based on data from the survey „Spatial planning in a commune” (PZP-1 form) by the Central Statistical Office and Ministry of Investment and Development, as of 2015

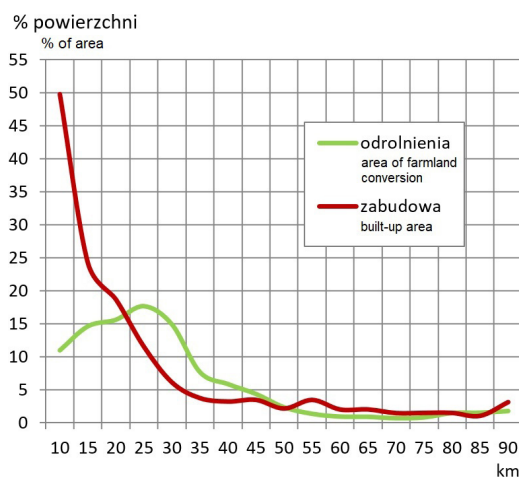
Brakuje również koordynacji polityki przestrzennej na szczeblu metropolitalnym – pomiędzy Warszawą a gminami związanymi z nią funkcjonalnie, co jest między innymi pokłosiem wielu nieudanych prób ustanowienia na tym obszarze ustroju metropolitalnego. Są one niezwykle trudne do przeprowadzenia, z jednej strony z uwagi na silną konkurencję pomiędzy gminami podmiejskimi (o inwestorów, dostęp do usług i infrastruktury, itp.), zaś z drugiej strony ze względu na dominującą pozycję Warszawy, co zniechęca lokalnych decydentów (Zegar, 2003; Gorzelak i Jałowiecki, 2010). Przywiązanie do samorządności lokalnej powoduje, że radykalne zmiany podziału terytorialno-administracyjnego nawiązujące do idei reformy metropolitalnej są społecznie i politycznie bardzo trudne do przeprowadzenia. Widoczne jest słabe wsparcie idei integracji metropolitalnej na szczeblu rządowym, naprzemiennie z próbami siłowego narzucenia pewnych rozwiązań (Swianiewicz i Lackowska, 2007). W tym kontekście interesujące jest odniesienie do koncepcji *metropolitan governance*, która dopuszcza tworzenie sformalizowanych form instytucjonalnych przede wszystkim w wyniku oddolnej inicjatywy różnych podmiotów (Mikuła, 2017).

Szczegółowe analizy (Śleszyński, 2017) pokazują jednak, że zasadne jest silniejsze związanie kompetencyjno-administracyjne co najmniej pierwszego pasa gmin graniczących ze stolicą, zwłaszcza w kierunku południowo-zachodnim. Optymalne byłoby powstanie jednostki terytorialnej o wspólnych kompetencjach dla gmin i powiatów (metropolia stołeczna Warszawa, obszar metropolitalny Warszawy, itp). Niebagatelne oddziaływanie społeczne miałyby właściwa nazwa takiej jednostki. Powstała też szczegółowa propozycja określenia kształtu terytorialnego aglomeracji warszawskiej, wydzielonej jako odrębne województwo (Łysoń, 2017).

W obszarze aglomeracji warszawskiej nie mały problem stanowią koszty doprowadzenia infrastruktury technicznej do zabudowy. Szczególnie w przypadku osiedli odizolowanych od istniejącej struktury osadniczej generuje to dodatkowe koszty utrzymania i renowacji sieci wodno-kanalizacyjnych, energetycznych, itp. Analizy wykonane dla Ministerstwa Infrastruktury i Rozwoju przez A. Olbrysa w 2014 r. wskazały, że koszt budowy pełnej infrastruktury technicznej dla rozproszonej zabudowy, na przykładzie warszawskiej Kępy Zawadowskiej (teren 174 ha, 575 mieszkańców, dzielnica Wilanów) wynosi po stronie gminy ok. 120 tys. zł. / 1 dom, podczas gdy dla modelowego osiedla o zwartej zabudowie (teren 176 ha, ok. 3800 mieszkańców) wynosiłby ok. 61 tys. zł. / 1 dom (*Projekt ustawy...*, 2017). Oszacowano, na podstawie kosztów przyłączeń budynków do instalacji elektrycznej i kosztów budowy i utrzymania dróg, że łączne koszty bezładu przestrzennego w Polsce wynoszą ponad 65 mld zł., z czego prawie 87% generowane jest na obszarach wiejskich (Gibas i Heffner, 2018).

Kwestią problemową jest wykup gruntów pod drogi oraz na cele uzbrojenia terenów na obszarach zabudowy wyznaczonej w planach miejscowych (ryc. 47). Koszty przekraczają możliwości finansowe wielu samorządów. Przeszacowany bilans potrzeb terenów pod zabudowę mieszkaniową powoduje konieczność budowy nowych dróg gminnych i pojawienie się potencjalnych kosztów wykupu

gruntów w wysokości wynoszącej w skali całego kraju, według różnych szacunków 40-130 mld złotych (Kowalewski i in., 2013). Badania potwierdzają silne związki morfologii struktury przestrzennej osadnictwa z obciążeniami budżetowymi gmin (Lityński, 2018). Polityka finansowa gmin, w odniesieniu do wydatkowania środków i pozyskiwania dochodów w związku z realizacją ustaleń planów miejscowych jest niejednorodna, jednak dość trwałym zjawiskiem jest ogólnie ujemny wynik skutków uchwalenia planów. W rezultacie planowanie przestrzenne, zamiast być kołem zamachowym lokalnych gospodarek, grozi destabilizacją finansów publicznych (Śleszyński i Sudra, 2016).



Ryc. 47. Struktura zrealizowanych wydatków w gminach obszaru metropolitalnego Warszawy z tytułu obowiązujących planów miejscowych według kategorii gmin w 2014 r. Opracowanie własne, na podstawie danych z badania GUS / MIiR „Planowanie przestrzenne w gminie”. Stan na 31 XII 2014

Fig. 47. Structure of expenditures made in the municipalities of the Warsaw Metropolitan Area on account of the binding local plans by category of municipalities in 2014. Author's own elaboration, based on data from the survey „Spatial planning in a commune” (PZP-1 form) by the Central Statistical Office and Ministry of Investment and Development. State as of 31.XII.2014

Koszty chaotycznej suburbanizacji ponoszą także mieszkańcy. Rozpraszanie zabudowy i pochłanianie coraz większych terenów na potrzeby transportowe powoduje wydłużenie drogi z domu do pracy i szkoły, a ograniczone możliwości wykorzystania komunikacji publicznej powodują wzrost natężenia ruchu samochodowego i straty czasu, które niekorzystnie odbijają się na stosunkach społecznych i życiu rodzinnym. Według badań prowadzonych w podwarszawskich suburbiach jedynie 20% gospodarstw domowych korzystało z publicznego transportu, w 82% gospodarstw domowych z dziećmi dowożenie dzieci do szkół odbywało się prywatnymi samochodami, zaś w 76% gospodarstw domowych samochód był używany do realizacji nawet najmniejszych codziennych zakupów (Mantey, 2009). Jak szacują P. Lityński i A. Hołuj (2017, 2018), roczne straty na dojazdy i powroty z miasta ponoszone przez gospodarstwo domowe zlokalizowane w zewnętrznej strefie Warszawskiego Obszaru Funkcjonalnego wynoszą średnio 9,3 tys. zł. bezpośrednich wydatków oraz 8,3 tys. zł. wartości utraconego

czasu. P. Śleszyński (2012) oszacował koszty dojazdów z powodu strat czasowych (wydłużone dojazdy do pracy, kongestia ruchu) w aglomeracji warszawskiej na 1,2-2 mld zł rocznie. Dążenie do zamieszkania w strefie podmiejskiej stanowi także kompromis z powodu odczuwanych braków w obsłudze infrastrukturą techniczną. Badania przeprowadzone w gminie Nadarzyn wykazały przykładowo, że 90% nowych mieszkańców było zadowolonych ze swego miejsca zamieszkania, lecz równocześnie 70% zauważało negatywne aspekty życia na przedmieściach – słabo rozwinięty transport publiczny, ograniczony dostęp do sieci kanalizacyjnej czy gazowej, brak oświetlenia ulicznego, itp. (Lisowski i Mikulski, 2005).

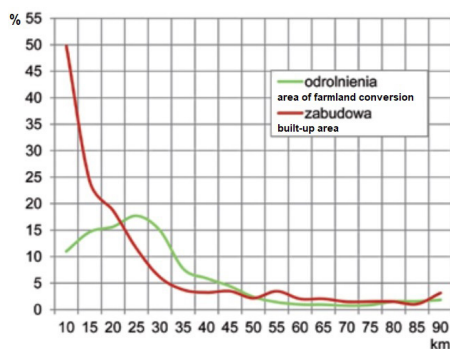
Problematyczny w wielu suburbiach jest brak prawdziwych przestrzeni publicznych, dla których jedyną alternatywą stają się lokalne galerie handlowe (Ledwoń, 2005). W niektórych miejscowościach ich rolę spełniają z powodzeniem quasi-publiczne miejsca spotkań, takie jak lokalne kluby, przestrzenie należące do kościołów, instytucji kultury, oraz miejsca prywatne (Mantey, 2017). Często jednak nowo przybyli mieszkańcy nie są zainteresowani korzystaniem ze wspólnych przestrzeni i ogólnie integracją z dotychczasowymi mieszkańcami, traktując miejsce zamieszkania jako typową „sypialnię”. Znamienne jest spostrzeżenie D. Mantey (2011, s. 90), że „osiedla deweloperskie to element wprowadzający dezintegrację i separację społeczną, utrudniający wzajemne kontakty oraz proces asymilacji. Tam, gdzie pojawiają się osiedla, zmiany wynikające z masowego osiedlania się nowych mieszkańców są znacznie bardziej gwałtowne i dotkliwe dla dotychczasowej ludności. Łagodniej natomiast przebiegają one wówczas, gdy nowoosiedlający się sami prowadzą inwestycję budowlaną, a wzrost liczby nowych mieszkańców nie następuje skokowo.”. Nowe badania przeprowadzone w związku opracowaniem typologii suburbiów w strefie podmiejskiej Warszawy (Mantey i Sudra, 2019) wskazują, że dla budowania kapitału społecznego najlepsze są osiedla budownictwa indywidualnego, o ile są zaprojektowane na terenie posiadającym plan zagospodarowania przestrzennego, gęsto zaludnione i oparte o regularną siatkę ulic.

Suburbanizacja jest zjawiskiem nieuchronnym, ale problem stwarza skala zjawiska i jego formy. D. Mantey (2011, s. 149) dostrzega również związane z nią korzyści, warunkowane jednak przebiegiem procesów: „Jeżeli napływ ludności oraz wzrost dochodów gminy z tytułu lokalizowania na jej terenie firm następują równoległe i w miarę proporcjonalnie, wówczas można stwierdzić, iż suburbanizacja się opłaca i przynosi gminie i jej mieszkańcom wymierne korzyści. W przeciwnym wypadku gmina nie nadąża z inwestycjami infrastrukturalnymi, tracąc jednocześnie kontrolę nad konsekwencjami napływu nowej ludności, a co za tym idzie rozwojem budownictwa mieszkaniowego. Mamy wówczas do czynienia z klasycznym mechanizmem zjawisk żywiołowych w przestrzeni: niedoskonały system kontroli generuje efekty niepożądane.”. Odnośnie chaosu przestrzennego nie można już mówić o żadnych szerszych korzyściach, bowiem „zyski (korzyści) z chaosu mają to do siebie, że pojawiają się w krótkim okresie, dotyczą tylko niewielkiej grupy inwestorów oraz mają typowy charakter renty pierwszeństwa, którą uzyskują pierwsi inwestorzy.” (Kowalewski i in., 2018, cz. II, s. 5).

4.9. Wpływ suburbanizacji na środowisko i krajobraz

Rozpraszanie zabudowy w aglomeracji warszawskiej następuje nie tylko w bezpośrednim sąsiedztwie zwartych terenów osadniczych, czy w pasmach wzdłuż tras komunikacyjnych, typowych dla układu węzłowo-pasmowego, ale również w oderwanych enklawach wśród terenów rolnych i leśnych. Wykształcanie się drugorzędnych pasm zabudowanych, poprzecznych do głównych pasm osadniczych, i zagospodarowywanie łatwych do zainwestowania obszarów u zbiegu tych pasm prowadzi do zaburzenia niezbędnej równowagi biologicznej pomiędzy terenami wcześniej zabudowanymi ekstensywnie. Tereny te, z udziałem upraw warzywniczo-ogrodniczych i pasmami zieleni, spełniały dotąd ważną rolę klinów nawietrzających stolicy (Jędrzejczyk, 1992). Osiedla zlokalizowane w tzw. „pasach sfunkcjonalizowanych” często ulegają połączeniu w wyniku rozlewania się zabudowy i jej dogęszczania, skutkiem czego zanika coraz bardziej czytelność klinów zieleni. Wyjątkiem jest obszar Puszczy Kampinoskiej i w pewnym zakresie też Równina Łowicko-Błońska, mająca typowo rolniczy charakter zagospodarowania (Degórska, 2017).

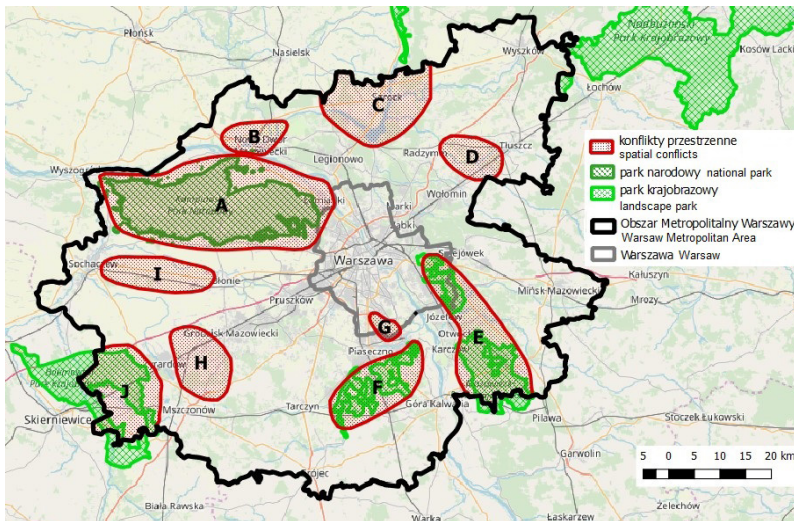
Cała strefa podmiejska Warszawy nie zatraciła jeszcze cech krajobrazu rolniczego, ale w obszarach silnej presji urbanizacyjnej zacierają się granice między miastem a krajobrazem wiejskim. Następuje dalsze rozdrobnienie istniejących małoobszarowych gospodarstw rolnych i wprowadzanie na tereny rolne funkcji niezwiązanych z rolnictwem. Struktura użytkowania ziemi w obszarze metropolitalnym Warszawy charakteryzuje się wciąż wysokim udziałem użytków rolnych, co wiąże się z funkcjonowaniem do okresu transformacji gospodarki strefy żywielskiej Warszawy, jako jednej z najlepiej rozwiniętych w Polsce (Degórska, 2017; Zgliński 1994, 2002). Skala i tempo zaniku funkcji strefy żywielskiej stają się jednak istotnym problemem w świetle przekształcania terenów rolnych na budowlane (Solarek, 2013). Znaczenie funkcji produkcji rolnej, a co za tym idzie ochrona terenów rolnych, jest marginalizowane przez wiele gminnych samorządów. Tylko w okresie 1994-2004 ponad 27 tys. ha ziemi rolnej w granicach OMW zostało wskazanych do przeznaczenia na inne funkcje, co stanowi obszar większy niż połowa terytorium Warszawy (Strzelecki i Kucińska, 2006). Największe zmiany przeznaczenia gruntów na cele nierolnicze obserwuje się w strefie położonej ok. 15-27 km od centrum Warszawy (ryc. 48) (Śleszyński, 2012). Według analiz wykonanych przez autora niniejszej publikacji, na podstawie danych z badania GUS / MiiR „Planowanie przestrzenne w gminie” (formularz PZP-1) na koniec 2015 roku, dotyczy to w szczególności pasm: zachodniego, południowo-zachodniego i południowego. Szczególnie wysokim pokryciem powierzchniowym terenów odradnianych w planach miejscowych charakteryzowały się gminy Lesznowola oraz Ożarów Mazowiecki, gdzie wskazano do zmiany przeznaczenia gruntów, odpowiednio 45% i 40% całej powierzchni gminy.



Ryc. 48. Udział odrolnień w planach miejscowych a udział zabudowy w promieniu 90 km od centrum Warszawy, według stanu na koniec 2009 roku. Źródło: P. Śleszyński, 2012, na podstawie danych Ministerstwa Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej / GUS oraz CORINE Land Cover

Fig. 48. Share of changes of the status of farmland (from agricultural to residential) in local spatial development plans, and the share of buildings within a radius of 90 km from the centre of Warsaw, as at the end of 2009. Source: P. Śleszyński, 2012, based on data from the Ministry of Transport, Construction and Maritime Economy / Central Statistical Office, and CORINE Land Cover data

Rozrost terenów zabudowy powoduje fragmentację i synantropizację krajobrazu, stanowiąc zagrożenie dla cennych przyrodniczo obszarów, szczególnie, że zainteresowaniem deweloperów cieszą się tereny położone w sąsiedztwie obszarów chronionych, w tym Kampinoskiego Parku Narodowego (KPN). Osadnictwo wnika także w obszar Chojnowskiego Parku Krajobrazowego i Mazowieckiego Parku Krajobrazowego oraz innych obszarów leśnych (Lasy Chotomowskie, Legionowskie, Otwockie, Sękocińskie, Nadarzyńskie, Młochowskie). Współtworzą one otaczający stolicę pas terenów zielonych zwany „zielonym pierścieniem” Warszawy i w większości wchodzi w skład Warszawskiego Obszaru Chronionego Krajobrazu (WOChK). Obszar ten nie ma jednak obecnie istotnego znaczenia ze względu na bardzo słabe rygory ochrony, co sprawia, że można w nim zrealizować niemal każdy typ i każdą funkcję zabudowy. Tymczasem WOChK mógłby stanowić, wraz z KPN, doliną Wisły i połączeniami lasów państwowych kanwę chronionego systemu terenów otwartych w aglomeracji Warszawy (Solarek, 2017). Zielony pierścień stolicy nie może spełniać swojej funkcji jako bariera przed rozlewaniem się zabudowy, ze względu na brak wspólnej wizji władz Warszawy i otaczających gmin co do regulacji rozwoju metropolii, w tym brak planu zagospodarowania przestrzennego dla całego obszaru funkcjonalnego (Kozłowski, 2006). Polityka przestrzenna gmin zwykle w zbyt małym stopniu ogranicza dalszą presję zabudowy mieszkaniowej na tereny o dużej atrakcyjności przyrodniczo-krajobrazowej, a na wielu obszarach jej sprzyja. Do przecinania układów przyrodniczych oraz zwiększania zasięgu rozproszonej zabudowy przyczynia się też rozwój nowoczesnej infrastruktury transportowej.



Ryc. 49. Obszary problemowe – istniejące i prognozowane ekologiczne konflikty przestrzenne związane z presją urbanizacyjną. Opracowanie własne, na podstawie ryciny zamieszczonej w pracy B. Degórskiej (2017). Obszary problemowe: A – rejon Puszczy Kampinoskiej, B – rejon lotniska w Modlinie, C – rejon Jeziora Żegrzyńskiego, D – rejon środkowego odcinka doliny Rządzy, E – rejon Mazowieckiego Parku Krajobrazowego, F – rejon Lasu Kabackiego, G – rejon Lasów Chojnowskich, H – tereny podmokłe w strefie dopływów Pisi Gągoliny i Pisi Tucznej, I – pasmo Ożarów-Błonie-Sochaczew, J – rejon Puszczy Bolimowskiej

Fig. 49. Problem areas – existing and forecasted ecological spatial conflicts related to urbanization pressure. Author's own elaboration based on the figure from: B. Degórska (2017). Problem areas: A – Kampinos Forest, B – Modlin airport surroundings, C – Żegrze Lake area, D – central section of the Rządza river valley, E – Masovian Landscape Park, F – Kabacki Forest, G – Chojnów Forests, H – wetlands in the tributary zone of Pisia Gągolina and Pisia Tuczna rivers, I – the Ożarów-Błonie-Sochaczew range, J – Bolimowski Forest

Skutki środowiskowe żywiłowej suburbanizacji – fragmentację krajobrazu, niszczenie ekosystemów, degradację zielonego pierścienia Warszawy, i związane z nimi ekologiczne konflikty przestrzenne (ryc. 49) należy rozpatrywać w kategorii ekologicznych i fizjonomicznych kosztów bezładu przestrzennego (Chmielewski T.J. i in., 2018). W aspekcie przestrzennym związanym z krajobrazem podmiejskim, skutek rozpraszania zabudowy następuje zaburzenie układu kompozycyjno-funkcjonalnego pierwotnych struktur osadniczych, maleje estetyka krajobrazu i wypierane są tradycyjne formy budownictwa wiejskiego. Kwestia naruszenia w wyniku ekspansji zabudowy spójności i harmonii zagospodarowania, tj. aspektów krajobrazowych, również odnoszonych do „trzeciego wymiaru”, należy do najistotniejszych i jest przedmiotem odrębnych badań. Istotnym problemem jest chaos wizualny, który wiąże się także z innymi czynnikami, jak „zaśmiecenie reklamowe” przestrzeni. W zakresie użytkowania infrastruktury następuje wzrost konsumpcji energii (transport i ogrzewanie) i wody oraz wzrost zanieczyszczenia środowiska. Predykcyjny model urbanizacji OMW (Degórska, 2017) zakłada znaczne zwiększenie obszarów miejskich, rozmycie dotychczasowej struktury przestrzennej zurbanizowanego rdzenia, ukształtowanie nowych pierścieni osadniczych, w tym obudowę kompleksów leśnych (Puszczy Kampinoskiej,

Lasu Kabackiego, pasma otwocko-legionowskiego, Lasów Chojnowskich), a także znaczną utratę charakteru rolniczego Równiny Łowicko-Błońskiej. Model stanowi ostrzeżenie przed żywiołowym rozwojem przestrzennym, będącym po części następstwem celowej polityki przestrzennej i zamierzeń inwestycyjnych gmin.

4.10. Podsumowanie

Rozwój strefy podmiejskiej jest zjawiskiem warunkowanym historycznie, które następowało stopniowo od średniowiecza, gdy Warszawa stała się miastem. Powstanie współczesnych suburbiów jest jednak rezultatem procesów, które zachodziły w XIX i XX wieku – industrializacja i rozwój kolei, poszukiwanie terenów rekreacji poza miastem, następnie reindustrializacja po zniszczeniach wojennych, kwaterunki poza miastem i „dzikie” budownictwo, późniejsze próby deglomeracji przemysłu i zjawisko tzw. drugich domów. Po transformacji gospodarczo-ustrojowej 1989 roku ze zwielokrotnioną siłą uruchomione zostały procesy suburbanizacji, do czego przyczyniły się aspiracje rodzącej się klasy średniej, rozwój motoryzacji indywidualnej, urynkowanie mieszkalnictwa, niższe ceny nieruchomości dalej od miasta i inne czynniki. Nadanie samorządom gminnym władztwa planistycznego sprawiło, że zyskały one zasadniczą możliwość kontroli nad rozwojem urbanizacji w strefie podmiejskiej. Z uwagi na ułomności ustanowionego systemu planistycznego, w sytuacji obowiązywania reguł rynkowych, procesy te nie przebiegały jednak w sposób pożądaný.

W rezultacie stopniowo zanika czytelność skryształowanego układu węzło-wo-pasmowego urbanizacji w aglomeracji warszawskiej. Większym problemem niż sama suburbanizacja staje się niekontrolowane rozpraszanie zabudowy, które dotyczy terenów rolnych oraz leśnych. Częściowo jest ono sankcjonowane przez politykę przestrzenną samorządów (lub jej brak). Skutki są zauważalne, a należy do nich: chaos morfologiczno-funkcjonalny, niska efektywność ekonomiczna osadnictwa (wysokie koszty obsługi), nierównowaga na rynku nieruchomości (nadpodaż gruntów inwestycyjnych o niskim potencjale lokalizacyjnym), degradacja środowiska. Wskazują na to liczne opracowania, także wykonane dla całego kraju, m.in. P. Śleszyńskiego (2018) oraz P. Gibasa i K. Heffnera (2018) w raporcie KPZK PAN. Podkreślają one zagrożenie destabilizacji finansów publicznych, jakie niosą dla samorządów rosnące koszty obsługi rozproszonej zabudowy. Sanacja niektórych obszarów dzielnic śródmiejskich nie rozwiązuje problemów rozproszenia osadniczego poza ścisłym rdzeniem aglomeracji stołecznej. Brakuje także strategii koncentracji osadnictwa na szczeblu krajowym czy wojewódzkim. Badania dotyczące rozproszenia i koncentracji osadnictwa w aglomeracji warszawskiej mogą zatem wciąż mieć istotną rolę aplikacyjną.

5. Analiza koncentracji i rozproszenia zabudowy na podstawie danych topograficznych

5.1. Zakres przeprowadzonych analiz

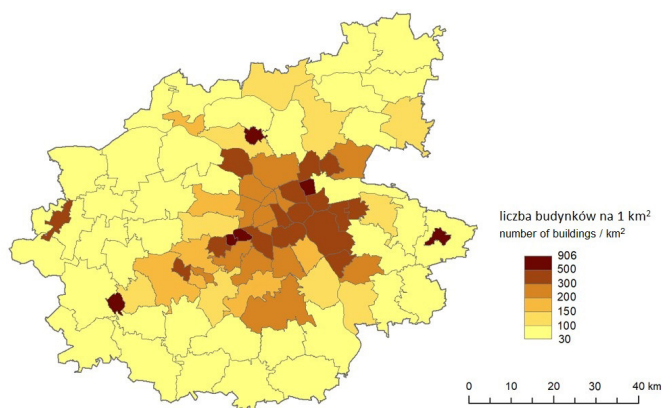
W celu analizy koncentracji i rozproszenia budynków z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (2013 r.) na Obszarze Metropolitalnym Warszawy zastosowano wskaźniki opisujące różne aspekty nierównomierności rozmieszczenia zjawisk osadniczych: 1) ilorazowy współczynnik gęstości, 2) indeks Giniego, 3) minimalne drzewo rozpinające (najkrótszy dendryt), 4) metoda najbliższego sąsiada. Na klasę budynków (BUBD) w bazie BDOT składa się 21 ich rodzajów (kategorii zabudowy). Analizowano zbiór wszystkich budynków, a odrębnie też budynki mieszkaniowe jednorodzinne i wielorodzinne – jako kategorie szczególnie istotne dla rozpoznania przejawów suburbanizacji i *urban sprawl*.

Wytypowane wskaźniki odniesiono do rozmieszczenia układu punktów osadniczych w obrębie wybranych jednostek podstawowych: gmin OMW oraz dzielnic Warszawy, heksagonów o powierzchni 1 i 10 km², oraz stref sektorowo-pierścieniowych. W układzie gmin OMW oraz dzielnic Warszawy wykonano analizy dla wszystkich czterech wskaźników. W pozostałych układach jednostek przeprowadzono tylko wybrane analizy, wyliczając: w układzie heksagonów 1 km² – współczynnik gęstości oraz indeks Giniego; w układzie heksagonów 10 km² – współczynnik gęstości, indeks Giniego, minimalne drzewo rozpinające; w układzie sektorowo-pierścieniowym – wyłącznie współczynnik gęstości. Uzasadnienia tych wyborów znajdują się przy opisach wyników analiz.

5.2. Gęstość zabudowy – ilorazowy współczynnik gęstości

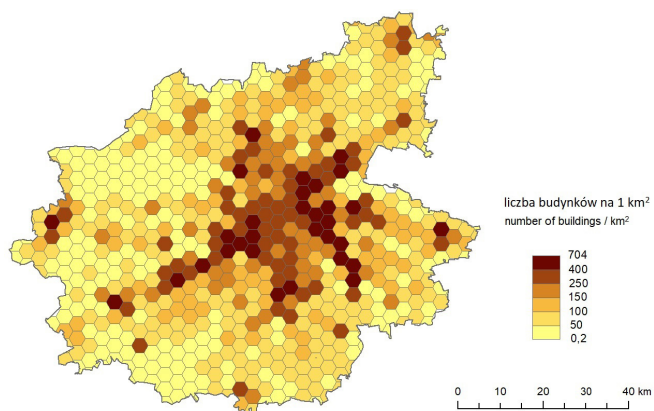
Ilorazowy współczynnik gęstości wskazuje, że **zagęszczenie budynków ogółem w gminach i dzielnicach** (ryc. 50) jest najwyższe w Piastowie (906 bud./km²). Wysoka gęstość występuje też w takich gminach miejskich, jak Żąbki, Legionowo, Mińsk Mazowiecki. Najniższą gęstość odnotowano w gminie Leoncin (30 bud./km²) i w innych gminach obejmujących tereny Kampinoskiego Parku Narodowego,

a także w niektórych innych gminach wiejskich i miejsko-wiejskich położonych na obrzeżach OMW, szczególnie południowo-zachodnich (rejon Puszczy Bolimowskiej). Średnie zagęszczenie budynków w dzielnicach Warszawy jest niższe niż w sąsiednich miastach satelickich. Najniższe wśród dzielnic jest na Wilanowie (180 bud./km²). Należy jednak pamiętać, że rozpatruje się tutaj zagęszczenie punktów, bez uwzględnienia powierzchni budynków. Zwraca uwagę duże zagęszczenie w rozległym paśmie dzielnic wschodnich i południowo-wschodnich – Targówek, Praga-Południe, Wawer, Wesoła, Rembertów oraz sąsiadujących z nimi gmin: od północnego-wschodu – Żąbki, Marki oraz Kobyłka, od wschodu – Sulejówek i od południowego-wschodu w gminie Józefów. Wyróżnia się też pasmo o dużym zagęszczeniu w południowo-zachodniej części aglomeracji, wzdłuż linii kolejowej nr 1 (Warszawa Zachodnia – Katowice) oraz nr 447 (Warszawa Zachodnia – Grodzisk Mazowiecki); dzielnica Warszawa-Ursus, miasta Piastów, Pruszków.

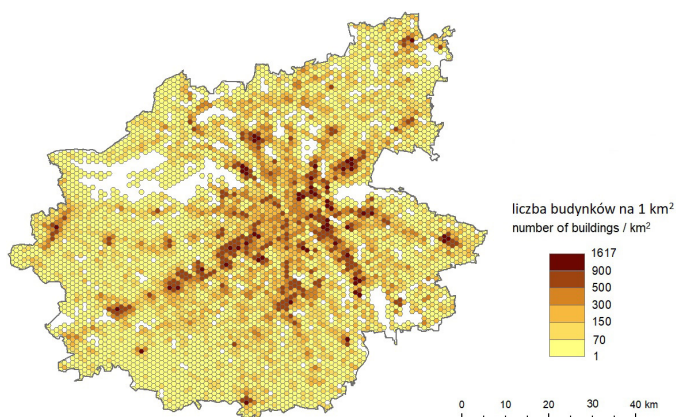


Ryc. 50. Zagęszczenie budynków ogółem w gminach OMW i dzielnicach Warszawy
Fig. 50. Density of all buildings in municipalities of the Warsaw Metropolitan Area and districts of Warsaw

Analizy **zagęszczenia budynków w mniejszych, regularnych jednostkach – heksagonach o powierzchni 10 km²** (ryc. 51) oraz **heksagonach o powierzchni 1 km²** (ryc. 52) ujawniają wiele dodatkowych informacji o badanych zjawiskach. Wyraźnie uwidaczniają się liniowe pasma zabudowy, odchodzące promieniście od rdzenia aglomeracji, w szczególności pasmo południowo-zachodnie (grodziskie) i południowo-wschodnie (otwockie) oraz obszar zagęszczonej zabudowy na południe od Warszawy – w rejonie Piaseczna. Ponadto, analiza w obrębie małych heksagonów o powierzchni 1 km² wskazuje miejsca, gdzie w ogóle nie występuje zabudowa – w szczególności dotyczy to terenów Kampinoskiego Parku Narodowego, ale też lasów Mazowieckiego Parku Krajobrazowego (gminy Celestynów, Karczew), Lasów Rembertowsko-Okuniewskich, (gmina Zielonka), czy fragmentów Puszczy Bolimowskiej.



Ryc. 51. Zagęszczenie budynków ogółem w heksagonach o powierzchni 10 km²
 Fig. 51. Density of all buildings in hexagons with an area of 10 km²

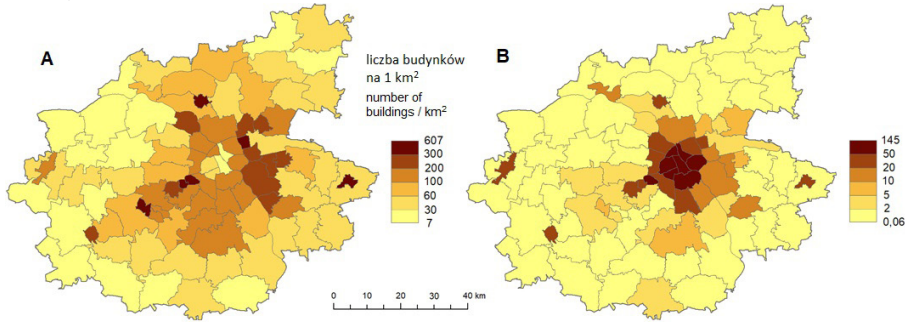


Ryc. 52. Zagęszczenie budynków ogółem w heksagonach o powierzchni 1 km²
 Fig. 52. Density of all buildings in hexagons with an area of 1 km²

Zagęszczenie budynków mieszkalnych jednorodzinnych w gminach i dzielnicach (ryc. 53a) jest najniższe w śródmiejskich częściach Warszawy, ale też w ekstensywnie zagospodarowanych gminach Puszczy Kampinoskiej – Brochów i Leoncin (ok. 14-15 bud./km²), czy w położonej na południowym pograniczu OMW gminie Pniewy (18 bud./km²). W miastach satelickich Warszawy wartości wskaźnika są wysokie, powyżej 200 bud./km². Największe zagęszczenie występuje w Piastowie (607 bud./km²). Wysokim zagęszczeniem zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej wyróżnia się rozległe pasmo wschodnie, obejmujące dzielnice Wawer i Rembertów oraz przylegające do nich gminy. Na południe od Warszawy dużą gminą miejsko-wiejską o znacznym zagęszczeniu budynków jednorodzinnych jest Piaseczno.

Zagęszczenie budynków mieszkalnych wielorodzinnych w gminach i dzielnicach (ryc. 53b), co nie jest zaskakujące, jest najwyższe w grupie centralnych dzielnic Warszawy, z najwyższą wartością wskaźnika w Śródmieściu (145 bud./km²). Generalnie wyższe zagęszczenie występuje w dzielnicach lewego brzegu Wisły niż

w dzielnicach prawobrzeżnych. Wśród miast satelickich wyróżniają się: Żyrardów, Legionowo, Pruszków (42-47 bud./km²) a także: Sochaczew, Mińsk Mazowiecki oraz Piastów (30-33 bud./km²). Relatywnie niska gęstość budynków wielorodzinnych występuje w takich dzielnicach, jak Wawer, Rembertów i Wesoła oraz sąsiadujących z nimi gminach we wschodnim paśmie strefy podmiejskiej. Występujące w tych jednostkach ogółem wysokie zagęszczenie budynków jest głównie związane z zabudową jednorodzinną.

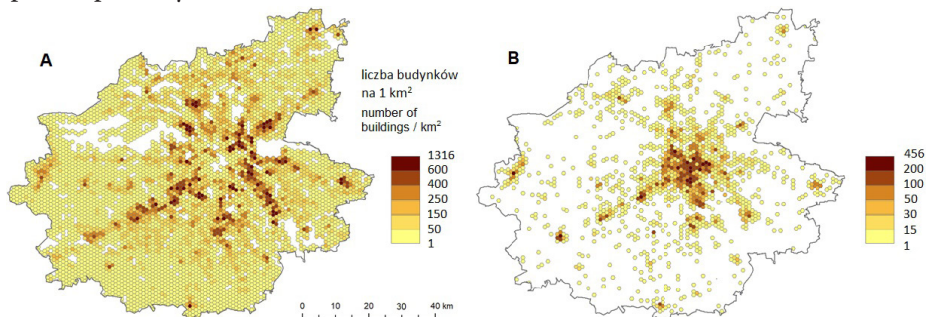


Ryc. 53. Zagęszczenie budynków w gminach OMW i dzielnicach Warszawy: a) mieszkalnych jednorodzinnych, b) mieszkalnych wielorodzinnych
 Fig. 53. Density of buildings in the municipalities of the Warsaw Metropolitan Area and districts of Warsaw: a) single-family residential, b) multi-family residential

Przydatna jest pewna uwaga metodyczna. W przypadku badania zagęszczenia budynków w odniesieniu do gmin, i dodatkowo dzielnic, „rozmywa się” informacja dotycząca miast będących siedzibami gmin miejsko-wiejskich. Nie jest identyfikowane zagęszczenie zabudowy w takich miastach, jak Grodzisk Mazowiecki, Piaseczno, Wyszaków. Aby pozyskać taką informację, należałoby rozszerzyć analizę o miejskie i wiejskie części gmin miejsko-wiejskich. Istotny walor informacyjny mają natomiast dane dotyczące rozmieszczenia zabudowy w odniesieniu do dzielnic Warszawy, tym bardziej, że są to duże jednostki – odpowiadające powierzchniowo mniejszym gminom strefy podmiejskiej, a ludnościowo je w znakomitej większości przewyższające.

Jak już wspomniano, analizy zagęszczenia zabudowy wykonane szczególnie w małych jednostkach ujawniają wiele dodatkowych informacji o badanym zjawisku. W przypadku **zagęszczenia budynków mieszkalnych jednorodzinnych w heksagonach 1 km²**, podobnie jak w analizie dla zbioru wszystkich budynków, wyraźnie widoczny jest promienisty układ pasm osadniczych odchodzących z rdzenia aglomeracji (ryc. 54a). Budynków mieszkalnych jednorodzinnych brak w ścisłej strefie śródmiejskiej Warszawy, a także na większych połaciach obszarów leśnych i innych chronionych z uwagi na walory przyrodnicze (np. dolina Wisły). W obszarach centralnych wszystkich miast satelickich zabudowa tej kategorii występuje, towarzysząc w różnych konfiguracjach przestrzennych zabudowie wielorodzinnej. W odniesieniu do **zagęszczenia budynków mieszkalnych wielorodzinnych w heksagonach 1 km²** (ryc. 54b) to tego rodzaju zabudowy nie odnotowano w 79% heksagonów. Występuje ona w wielu skupieniach przede wszystkim w Warszawie, a znacznie mniejsze, chociaż wyraźne skupienia

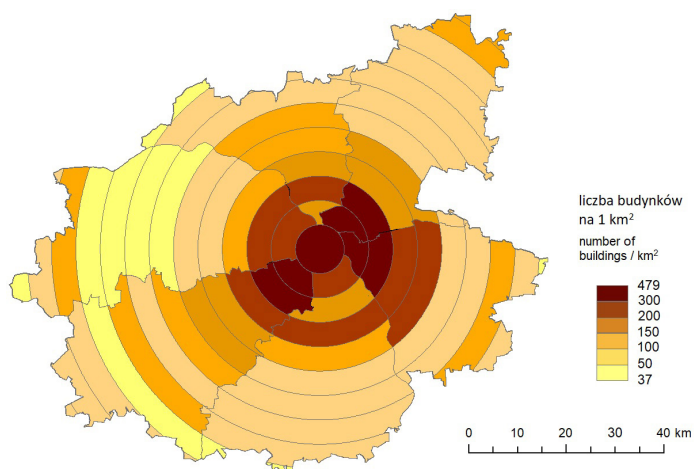
występują w Pruszkowie, Piasecznie, Wołominie, Sochaczewie, Żyrardowie, Grodzisku Mazowieckim, Legionowie, Nowym Dworze Mazowieckim, Otwocku, Mińsku Mazowieckim oraz Grójcu. Poza wymienionymi miastami warte uwagi jest pojedyncze skupienie dużej liczby budynków mieszkalnych wielorodzinnych w rejonie centrum handlu hurtowego w Wólce Kosowskiej (gmina Lesznowola, powiat piaseczyński).



Ryc. 54. Zagęszczenie budynków w heksagonach o powierzchni 1 km²: a) mieszkalnych jednorodzinnych, b) mieszkalnych wielorodzinnych

Fig. 54. Density of buildings in 1 km² hexagons: a) single-family residential, b) multi-family residential

W przeprowadzonych analizach zastosowano jeszcze podział na **strefy pierścieniowo-sektorowe** (zob. rozdz. 1.5.3). Są to jednostki nieregularne i w większości duże. Ukazują podobny obraz rozkładu zagęszczenia budynków, jak układ gminno-dzielnicowy, a nawet jest on bardziej rozmyty (ryc. 55). Zaobserwowano kilka interesujących prawidłowości: wysoką (ponad 200 bud./km²) gęstość zabudowy w pierścieniach położonych do 15-20 km od centrum miasta w paśmie południowym (piaseczyńskim) i południowo-zachodnim (pruszkowsko-grodziskim), a paśmie południowo-wschodnim (otwockim) aż do 20-25 km od centrum; sięgające

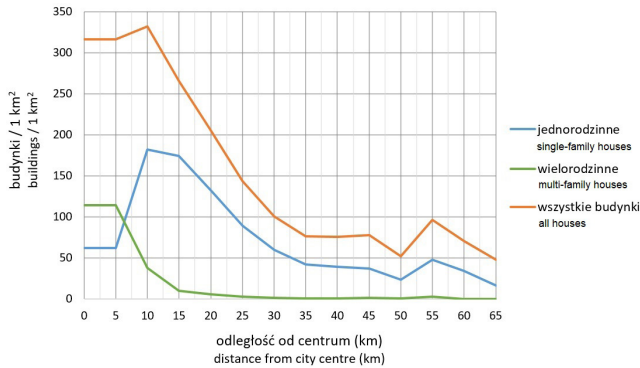


Ryc. 55. Zagęszczenie budynków ogółem w układzie stref sektorowo-pierścieniowych

Fig. 55. Density of all buildings within the sector-ring zones division of the agglomeration

odległości 25 km ponadprzeciętne (ponad 150 bud./km²) zagęszczenie zabudowy w paśmie północno-wschodnim (wołomińskim) i sięgające odległości aż 30 km od centrum Warszawy podobne zagęszczenie w paśmie południowo-zachodnim; ponadto wyraźne zagęszczenie budynków mieszkalnych jednorodzinnych na prawym brzegu Wisły w Warszawie i sąsiednich gminach – o rozleglejszym zasięgu niż w drugim wyróżniającym się paśmie południowo-zachodnim.

Układ sektorowo-pierścieniowy nie pozwala na wykrycie specyficznych lokalizacji skupionej zabudowy (byłoby możliwe wydzielenie węższych buforów, np. o rozpiętości 1-2 km, natomiast dalszy podział sektorów klinowych nie wydaje się uzasadniony, gdyż te już wyznaczone nawiązują do głównych kierunków rozwojowych aglomeracji). Posiada jednak inną zaletę – umożliwił on wykreślenie profili zmienności gęstości zabudowy w pierścieniach (ryc. 56) oraz w poszczególnych sektorach, w zależności od odległości od centrum Warszawy (ryc. 57, 58, 59). Rozkład przestrzenny zabudowy, który ukazują profile, przekłada się też na przestrzenny rozkład gęstości zaludnienia, co jednak nie było bezpośrednio przedmiotem badania.



Ryc. 56. Średnia liczebność budynków na powierzchni 1 km² w zależności od odległości od centrum Warszawy (obliczona w pierścieniach o szerokości 5 km)

Fig. 56. Average number of buildings on an 1 km² area depending on the distance from the centre of Warsaw (calculated in rings of 5 km width)

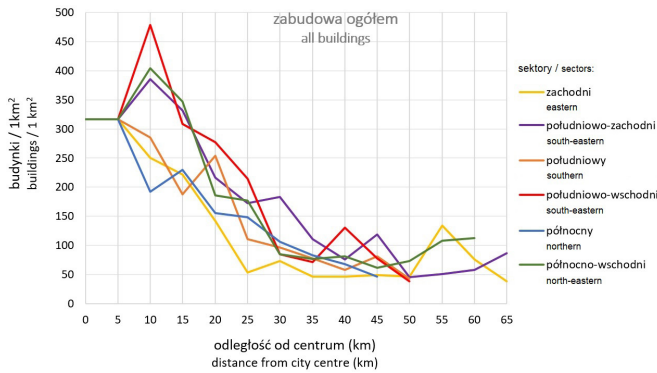
Profile zagęszczenia budynków w pierścieniach skonstruowano, aby określić wpływ odległości od rdzenia aglomeracji na intensywność występowania zabudowy, z uwzględnieniem mieszkaniowej jednorodzinnej i wielorodzinnej. Na wykresie (ryc. 56) przedstawiony jest przebieg zmienności zagęszczenia zabudowy w zależności od odległości od centrum Warszawy. Liczebność budynków pomierzono w strefach koncentrycznych o szerokości 5 km, następnie przeliczając ją na 1 km² powierzchni danego pierścienia. Część pierścieni było niepełnych, ponieważ bufor sięgające dalej niż 20 km od centrum stolicy zostały częściowo przycięte przez granicę OMW, ograniczającą obszar badania. Największy powierzchniowo jest pierścień 30-35 km, pomimo tego, że jest też częściowo przycięty. Strefy koncentryczne bliższe centrum Warszawy, oraz te bardziej od niego oddalone, mają coraz mniejsze powierzchnie. Szczególnie pierścień 60-65 km, z uwagi na silne przycięcie do granic aglomeracji, jest skrawkowy.

Widoczny jest wyraźny spadek zagęszczenia zabudowy w miarę oddalania się od centrum. Przy czym zagęszczenie punktów w pierścieniu 5-10 km jest nieco większe niż w centralnym (śródmiejskim) buforze 0-5 km (w obu tych strefach przekracza 300 bud./km²) a następnie sukcesywnie spada w granicach zewnętrznych dzielnic stolicy i coraz dalej położonych gmin strefy podmiejskiej. Stabilizacja wskaźnika zagęszczenia zabudowy następuje w granicach 30-45 km odległości od centrum stolicy, gdzie wynosi ok. 75-80 bud./km². Następnie zauważalny jest spadek zagęszczenia o w pierścieniu 45-50 km i ponowny wzrost zagęszczenia o w pierścieniu 50-55 km.

Na wykresie krzywa zagęszczenia zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej jest usytuowana niżej od krzywej dla zabudowy ogółem, jednak w granicach praktycznie całej strefy podmiejskiej, czyli w zasięgu 15-65 km od centrum, powiela kształtem jej przebieg. W strefie 35-65 km od centrum zagęszczenie budynków jednorodzinnych odpowiada za około połowę zagęszczenia wszystkich budynków. Krzywa ta ma odmienny przebieg w samej Warszawie. W buforze centralnym (do 5 km) zagęszczenie domów jednorodzinnych jest niskie, zbliżone do gęstości w pierścieniu 25-30 km (ok. 60 bud./km²). Natomiast w kolejnych pierścieniach jest już 2-3 krotnie wyższe. Wniosek jest dość oczywisty, tzn. zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna występuje najliczniej w zewnętrznych dzielnicach Warszawy oraz w bliskiej strefie podmiejskiej.

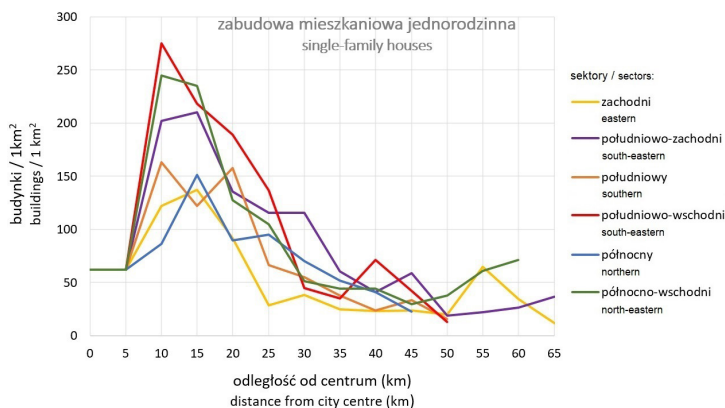
Wykres zagęszczenia zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej wykazuje odwrotną prawidłowość. Zdecydowanie największa gęstość budynków wielorodzinnych jest w buforze centralnym (114 bud./km²) i następnie sukcesywnie maleje, przy czym w pierścieniu 5-10 km jest jeszcze wysoka (37 bud./km²), a w kolejnych już spada do 10 bud./km² lub mniej. W strefach położonych dalej niż 25 km od centrum stolicy gęstość tego rodzaju zabudowy nie przekracza 2 bud./km², z wyjątkiem jedynie strefy 50-55 km, gdzie notowany jest wzrost do 3 bud./km². Można to wytłumaczyć występowaniem stosunkowo dużych ośrodków miejskich (Sochaczew, Wyszaków), przy jednocześnie niewielkiej powierzchni przyciętej strefy.

Profile zagęszczenia budynków w układzie pierścieniowo-sektorowym, powstałym po przecięciu stref koncentrycznych (pierścieni) przez sektory klinowe, pozwalają wskazać różnice w poziomie urbanizacji poszczególnych pasm rozwojowych, związanych m.in. z korytarzami transportowymi odchodzącymi promieniście z rdzenia aglomeracji. Interpretacja wykresów pozwala na stwierdzenie, czy spadek zagęszczenia budynków względem centrum Warszawy jest jednostajny, czy też występują strefy położone dalej od centrum, gdzie lokalnie wzrasta gęstość osadnictwa. Do sektorów wliczono oprócz gmin strefy podmiejskiej także dzielnice Warszawy usytuowane na danym kierunku rozwojowym. Wyjątkiem jest bufor 5 km wokół punktu centralnego, wliczony, jako część wspólna, do wszystkich pasm. Zaprezentowane wykresy przedstawiają zmienność zagęszczenia zabudowy w 6 sektorach w układzie koncentrycznym, według zbiorczej kategorii zabudowy (ryc. 57), dla zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej (ryc. 58) i wielorodzinnej (ryc. 59).



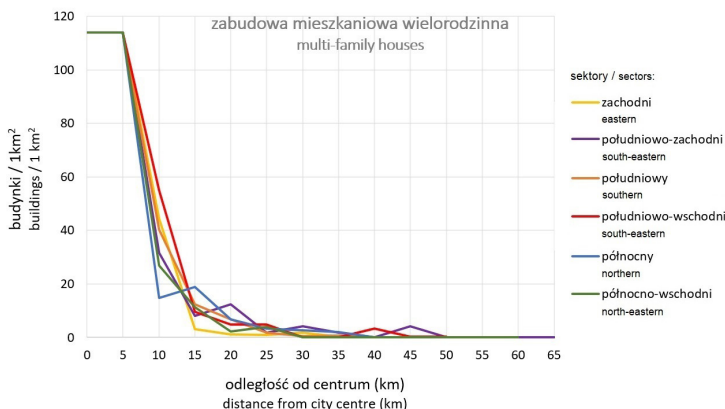
Ryc. 57. Profile zagęszczenia zabudowy (średnia liczebność budynków na powierzchni 1 km²) w zależności od odległości od centrum Warszawy, w podziale na pasma rozwojowe aglomeracji Fig. 57. Building density profiles (average number of buildings per 1 km²) depending on the distance from the center of Warsaw, broken down into agglomeration development zones

Charakterystyczne są skoki gęstości na wykresach, związane z lokalizacją większych miast, niepowiązanych z Warszawą zwartą, ciągłą strefą urbanizacji – w szczególności: Żyrardowa w paśmie południowo-zachodnim na ok. 45 kilometrów przebiegu wykresu, Sochaczewa w paśmie zachodnim na ok. 55 km, Mińska Mazowieckiego na ok. 40 km w paśmie południowo-wschodnim oraz Wyszkowa na ok. 55 km, na krańcu pasma północno-wschodniego OMW. Sochaczew jest oddzielony od zurbanizowanej strefy podmiejskiej Warszawy największą strefą nieciągłości zabudowy, którą stanowi Kampinoski Park Narodowy, co szczególnie uwidacznia się na wszystkich wykresach. Interesujący jest skok na wszystkich wykresach w bliskiej strefie podmiejskiej Warszawy, ok. 20 km od centrum, w paśmie południowym, gdzie zlokalizowane są takie miasta, jak Piaseczno i Konstancin-Jeziorna, z których pierwsze połączone jest ze stolicą, poprzez dzielnicę Ursynów i miejscowości Mysiadło, Józefosław – w przebiegu ulicy Puławskiej – zwartą strefą terenów zurbanizowanych. Intensywnie urbanizują się w tym paśmie także gminy wiejskie, np. Lesznowola. Na tym samym, południowym kierunku, w obrębie Warszawy (10-15 km od centrum) zlokalizowana jest jednak również ekstensywnie zabudowana dzielnica Wilanów oraz Las Kabacki, co powoduje, że wykres w tym miejscu przebiega znacznie niżej. Dobrze widoczne jest duże zagęszczenie zabudowy do ok. 30 kilometra w paśmie południowo-wschodnim (głównie mieszkaniowej jednorodzinnej), a także zagęszczenie zabudowy na ok. 25-35 kilometrów w paśmie południowo-zachodnim (powiaty pruszkowski i grodziski). Udział zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej we wszystkich sektorach spada gwałtownie już w strefie położonej 5-10 km oraz 10-15 km od centrum Warszawy. Widoczne są jednak dwa relatywnie niewielkie skoki wykresów dla tej kategorii zabudowy – w paśmie północnym na ok. 15 kilometrów, który należy wiązać jeszcze z warszawską Białąłęką, oraz w paśmie południowo-zachodnim na ok. 20 kilometrów, który należy wiązać z Pruszkowem.



Ryc. 58. Profile zagęszczenia zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej (średnia liczebność budynków na 1 km²) względem centrum Warszawy, w podziale na pasma rozwojowe aglomeracji

Fig. 58. Density profiles of single-family housing buildings (average number of buildings per 1 km²) in relation to the centre of Warsaw, broken down into agglomeration development zones



Ryc. 59. Profile zagęszczenia zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej (średnia liczebność budynków na 1 km²) względem centrum Warszawy, w podziale na pasma rozwojowe aglomeracji

Fig. 59. Density profiles of multi-family housing buildings (average number of buildings per 1 km²) in relation to the centre of Warsaw, broken down into agglomeration development zones

W tabeli 2 zestawiono wyniki analiz wykonanych przy użyciu ilorazowego wskaźnika gęstości w różnych podziałach jednostek terytorialnych, podając obliczone parametry rozkładu statystycznego wartości wskaźnika.

Określenie zagęszczenia budynków stanowi jeden z ważniejszych aspektów oceny stopnia koncentracji przestrzennej osadnictwa. Ilorazowy współczynnik gęstości jest w tym zakresie podstawowym miernikiem, którego nie można było pominąć w analizach. Pomiar tym wskaźnikiem nie uwzględnia jednak zróżnicowania zjawiska w obrębie jednostek podstawowych i nie dostarcza informacji o relacjach przestrzennych między obiektami. W związku z tym, nie może służyć jako jedyna i wystarczająca miara stopnia rozproszenia zabudowy, szczególnie,

gdym analiza prowadzona jest w odniesieniu do relatywnie dużych jednostek, takich jak gminy. Wykorzystanie układu małych jednostek, najlepiej o regularnych kształtach, jak heksagony o powierzchni 1 km², zwiększa przydatność wskaźnika do wykrywania klastrow skupionej zabudowy oraz luk w zagospodarowaniu przestrzeni. Wykonane analizy w tym układzie dla obszaru metropolitalnego Warszawy potwierdziły nadal istniejącą czytelność głównych, promienistych pasm rozwojowych urbanizacji w strefie podmiejskiej (w najmniejszym stopniu na kierunku zachodnim i północnym) oraz ujawniły tereny pozbawione zabudowy, związane głównie z kompleksami leśnymi. Profile zagęszczenia zabudowy, wykonane w układzie pierścieniowo-sektorowym, uwiadcniają natomiast rejony, w relacji do rdzenia aglomeracji, gdzie wzrasta koncentracja osadnictwa w strefie podmiejskiej, a wiąże się to głównie z lokalizacją miast satelickich względem stolicy.

Tabela 2. Rozkład statystyczny wartości ilorazowego wskaźnika gęstości zabudowy w Obszarze Metropolitalnym Warszawy

Rodzaj zabudowy	Jednostki	Charakterystyki wartości wskaźnika				
		minimum (bez pustych jednostek)	maksimum	średnia (bez pustych jednostek)	odchylenie standardowe	% pustych jednostek
Zabudowa ogółem	heksagony 1 km ²	1	1617	133,7	181,3	12,1
	heksagony 10 km ²	0,2	703,5	116,1	119,8	3,8
	gminy i dzielnice	29,6	906,1	204,2	171,5	0
	sektory + pierścienie	37,7	920,0	156,5	144,5	0
Zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna	heksagony 1 km ²	1,0	1316,0	78,4	124,8	15,9
	heksagony 10 km ²	0,1	465,9	65,8	78,8	4,2
	gminy i dzielnice	7,1	607,7	115,3	113,0	0
Zabudowa mieszkaniowa wielorodzinna	heksagony 1 km ²	1,0	456,0	23,0	44,7	79,0
	heksagony 10 km ²	0,1	142,9	7,4	19,6	40,0
	gminy i dzielnice	0,06	144,9	15,3	27,7	0

na podstawie analizy danych BDOT [aktualność: 2013 r.], warstwa BUBD – budynki

5.3. Skumulowana koncentracja zabudowy – indeks Giniego

Wskaźnik skumulowanej koncentracji, zwany indeksem lub współczynnikiem Giniego jest interpretowany jako statystyczna miara nierównomierności rozkładu, określająca koncentrację zjawiska w ramach mniejszej lub większej liczby jednostek przestrzennych. W praktyce najczęściej do jego obliczenia stosuje się różne podziały administracyjne. Bardziej poprawne metodycznie, chociaż rzadziej stosowane, jest obliczanie indeksu Giniego w układzie regularnych jednostek. Wykluczony zostaje wówczas wpływ zmiany wielkości jednostki odniesienia na wynik analizy. Z tego powodu w analizach posłużono się zarówno układem

gmin obszaru metropolitalnego i dzielnic Warszawy, jak i układami heksagonów o powierzchni 10 oraz 1 km². Dla poprawności metodycznej obliczeń (zniwelowanie „efektu krawędzi”) konieczne było uwzględnienie przy obliczeniach wyłącznie heksagonów w pełni zawartych w obszarze badań, lub też uwzględnienia w całości tych heksagonów, które wychodzą częściowo poza granicę obszaru. W przypadku heksagonów 10 km² przyjęto pierwsze z wymienionych rozwiązań, zaś dla heksagonów 1 km² zdecydowano się na to drugie podejście. Zaniechano obliczenia współczynnika Giniego w układzie sektorowo-pierścieniowym, przyjmując, że dostateczny walor informacyjny mają gminy i dzielnice, jako jednostki rzeczywistego podziału terytorialnego.

Indeks Giniego obliczono, zestawiając dane dotyczące skumulowanego rozkładu liczby budynków w tych jednostkach. Procedura ta pozwoliła na wygenerowanie wykresów – krzywych Lorena. Uzupełnieniem krzywej Lorena i wartości wskaźnika jest prezentacja skumulowanego rozkładu zjawiska na mapach, w wybranym układzie terytorialnym. Współczynnik Giniego przyjmuje jedną wartość liczbową dla całego obszaru (w zakresie $G=[0,1]$, chociaż praktycznie możliwy zakres zmienności dla badanego zjawiska jest znacznie mniejszy). Mapy, opracowane metodą kartogramu, nie przedstawiają zatem rozkładu przestrzennego wartości wskaźnika, lecz skumulowany rozkład przestrzenny wartości samego zjawiska (tj. liczebności budynków). Mapy stanowią niewątpliwą pomoc przy geograficznej interpretacji wyników wykonanych obliczeń.

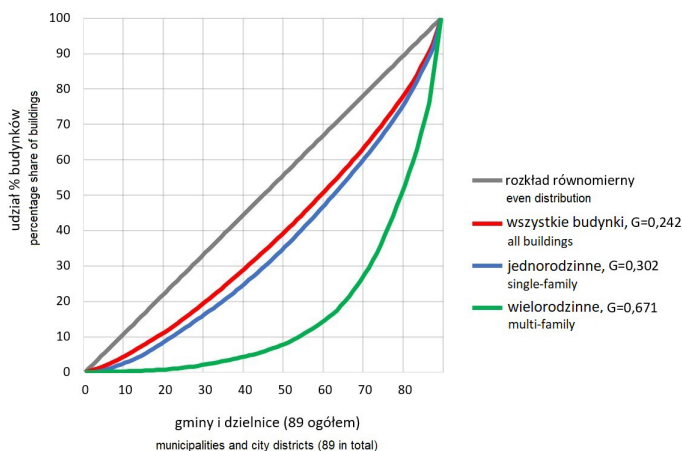
Analiza skumulowanej koncentracji dla zbioru wszystkich budynków w gminach obszaru metropolitalnego i dzielnicach Warszawy wykazała wartość współczynnika Giniego $G=0,242$, znacznie bliższą równomiernemu rozkładowi niż koncentracji (ryc. 60). Ogółem 45 pierwszych jednostek pod względem liczebności budynków, spośród 89 (czyli w praktyce połowa) ma 50% udział w całkowitej liczebności budynków. Tabela 3 stanowi zestawienie liczby jednostek podstawowych w poszczególnych kwintylach rozkładu statystycznego skumulowanego udziału zjawiska. W pierwszym kwintylu znajdują się następujące jednostki skupiające największą liczbę budynków: Warszawa-Wawer (3,64% wszystkich obiektów), Piaseczno (3,57%), Grodzisk Mazowiecki (2,24%), Warszawa-Białołęka (2,17%), Wyszaków (2,16%), Wołomin (2,08%), Radzymin (2,04%), Góra Kalwaria (1,72%) i Łomianki (1,66%). Zatem są to dwie zewnętrzne dzielnice stolicy oraz siedem gmin miejsko-wiejskich, różnie usytuowanych w obrębie aglomeracji. Dzielnice śródmiejskie stolicy, z uwagi na to, że zajmują mniejsze powierzchnie, pomimo wysokiego zagęszczenia zabudowy mają mniejszy udział w całkowitym rozkładzie zjawiska. Ogółem w całej Warszawie skupia się jednak aż 19,64% wszystkich budynków.

Tabela 3. Liczba gmin i dzielnic w poszczególnych przedziałach – kwintylach rozkładu statystycznego skumulowanego udziału budynków w tych jednostkach

Rodzaj zabudowy	Liczba gmin i dzielnic w przedziałach rozkładu statystycznego				
	1. kwintyl	2. kwintyl	3. kwintyl	4. kwintyl	5. kwintyl
Wszystkie budynki	9	13	17	20	30
Mieszk. jednorodzinne	8	12	16	19	34
Mieszk. wielorodzinne	3	4	7	11	64

Rozkład przestrzenny skumulowanej koncentracji zjawiska na mapie przedstawia się mozaikowo (ryc. 61a). Udziały procentowe niektórych, dużych powierzchniowo dzielnic Warszawy są podobne jak udziały niektórych gmin, przede wszystkim gmin miejsko-wiejskich. Ponadto nie występuje wyraźne skupienie gmin o największym udziale w koncentracji zjawiska w postaci pierścienia czy „wianuszka” wokół miasta stołecznego – są one rozmieszczone w obrębie prawie całej aglomeracji, nie tylko w bliskiej strefie podmiejskiej. Zwraca jednak uwagę, że dość szeroka strefa zachodnich, południowo-zachodnich i południowych rejonów aglomeracji ma ten udział w całości zjawiska stosunkowo niski. Może być to zaskakujące, gdyż na tych kierunkach występują istotne pasma urbanizacji podmiejskiej. Z drugiej strony, na tych obszarach występują rozległe kompleksy leśne, jak Puszcza Kampinoska i Puszcza Bolimowska, oraz obszary o typowo rolniczej strukturze użytkowania, szczególnie Równina Łowicko-Błońska.

Analiza rozmieszczenia zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej w tym samym podziale terytorialnym wykazała wartość wskaźnika $G=0,302$ (ryc. 60). Stopień nierównomierności rozkładu statystycznego dla zabudowy jednorodzinnej jest nieco większy niż dla zabudowy ogółem, co jest logiczną konsekwencją wydzielenia szczegółowej kategorii, dla której obiekty mogą przybierać bardziej specyficzne lokalizacje niż w przypadku całej zbiorowości. Największe skupienie budynków mieszkalnych jednorodzinnych występuje w tych samych gminach (miejsko-wiejskich) i dzielnicach, co dla kategorii zbiorczej, a obraz rozkładu przestrzennego zjawiska jest równie mozaikowy (ryc. 61b). W pierwszym kwintylu rozkładu statystycznego znalazły się te same jednostki, z wyjątkiem Góry Kalwarii. Największe udziały mają Warszawa-Wawer (4,5%) oraz gmina Piaseczno (4,0%). Jeszcze wyraźniej odznacza się zachodnia strefa aglomeracji, mająca najmniejszy udział w skumulowanym rozkładzie zjawiska. Tamtejsze gminy znajdują się w piątym kwintylu rozkładu. Jest to rozległy pas gmin, o kształcie półksiężyca, ciągnący się z północnego zachodu (gm. Zakroczym) na południowy zachód (gm. Pniewy). W przypadku Warszawy nadal wyraźnie dominują Wawer i Białołęka, lecz generalnie udział większości dzielnic jest relatywnie mniejszy niż dla kategorii zbiorczej. Do wyjątków należy Wilanów, gdzie udział zabudowy jednorodzinnej jest istotny.

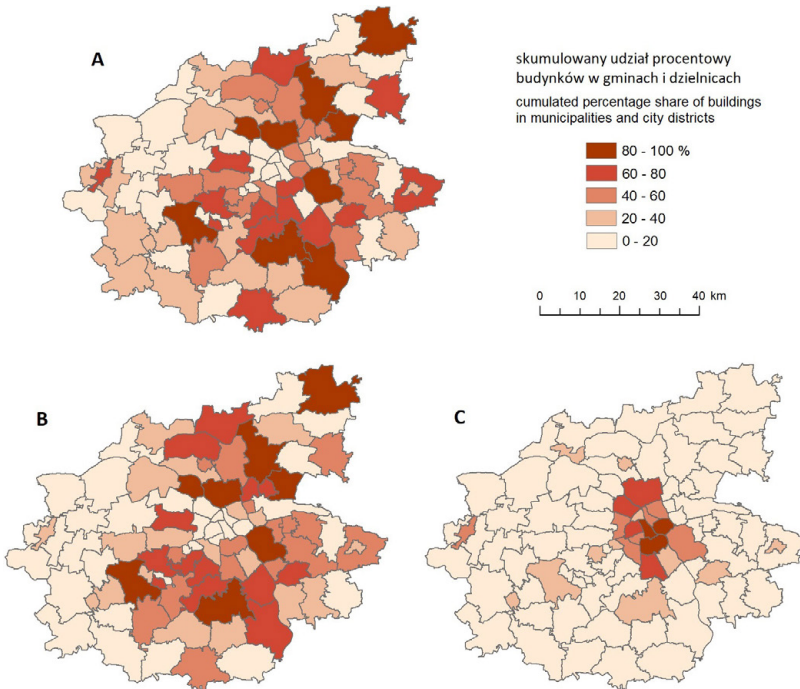


Ryc. 60. Rozkład statystyczny skumulowanej koncentracji obiektów zabudowy w gminach OMW i dzielnicach Warszawy. Krzywe Lorenza przedstawiają rozkłady dla: wszystkich budynków, budynków mieszkalnych jednorodzinnych, budynków mieszkalnych wielorodzinnych
 Fig. 60. Statistical distribution of the cumulative concentration of buildings in the municipalities of the WMA and districts of Warsaw. The Lorenz curves show distributions for: all buildings, single-family residential buildings, multi-family residential buildings

Analiza rozmieszczenia zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej wykazała wartość wskaźnika $G=0,671$ (ryc. 60). Zwraca uwagę wysoki stopień nierównomierności rozkładu statystycznego zjawiska pomiędzy jednostkami. W Warszawie skupia się 74,83% wszystkich budynków wielorodzinnych. W pierwszym kwintylu rozkładu statystycznego znajdują się dzielnice: Praga-Południe (8,4% wszystkich obiektów), Mokotów (8,3%) i Śródmieście (7,2%) (ryc. 61c). W drugim kwintylu rozkładu są także wyłącznie stołeczne dzielnice. Podobna sytuacja występuje w trzecim kwintylu, przy czym znalazło się tam także miasto Sochaczew. Dopiero w czwartym kwintylu znajdują się pozostałe największe miasta aglomeracji warszawskiej (gminy miejskie lub miejsko-wiejskie): Grodzisk Mazowiecki, Otwock, Legionowo, Żyrardów, Piaseczno, Pruszków, Mińsk Mazowiecki i Nowy Dwór Mazowiecki, a także trzy dzielnice stołeczne. Wszystkie pozostałe gminy, a także dzielnice Wesoła i Rembertów, są w piątym kwintylu.

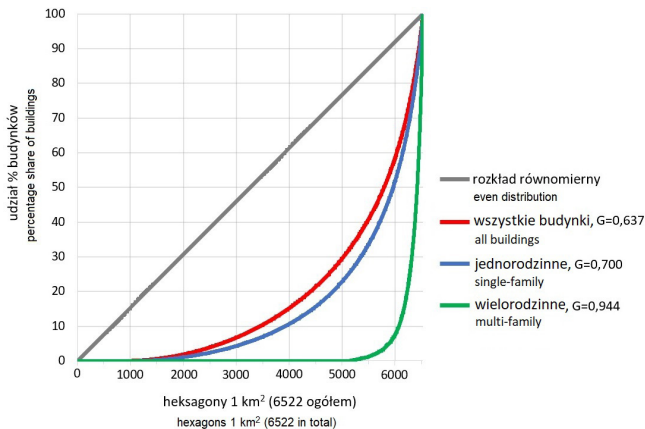
Obliczone **wartości indeksu Giniego w heksagonach 10 km²** wskazują na relatywnie większą nierównomierność rozkładu niż w przypadku analizy w układzie gminno-dzielnicowym. Wskaźnik dla zbioru wszystkich budynków wynosi $G = 0,546$, zaś dla mieszkalnych jednorodzinnych $G=0,596$. Szczególnie wysoki stopień nierównomierności rozkładu statystycznego charakteryzuje zabudowę mieszkaniową wielorodzinną, ze wskaźnikiem $G=0,901$. W przypadku obliczeń wykonanych w **heksagonach 1 km²** wskaźniki wynoszą, dla wszystkich budynków – $G=0,637$, dla jednorodzinnych – $G=0,700$, dla wielorodzinnych $G=0,944$ (ryc. 62). W tym podziale terytorialnym obserwuje się zatem największą nierównomierność rozkładu statystycznego. Potwierdza się, że wartość wskaźnika jest tym większa, im bardziej szczegółowego podziału terytorialnego dotyczy (im mniejsza jest przeciętna wielkość jednostki przestrzennej) (Duncan i in., 1961). Tabela 4 stanowi zestawienie liczby jednostek podstawowych (heksagonów 1 km²

oraz heksagonów 10 km²) w poszczególnych kwintylach rozkładu statystycznego skumulowanego udziału zjawiska.



Ryc. 61. Rozkład przestrzenny skumulowanego udziału procentowego obiektów zabudowy w gminach OMW i dzielnicach Warszawy. A – wszystkie budynki, B – budynki mieszkalne jednorodzinne, C – budynki mieszkalne wielorodzinne

Fig. 61. Spatial distribution of the cumulative percentage of buildings in the municipalities of the WMA and districts of Warsaw. A – all buildings, B – single-family housing, C – multi-family housing



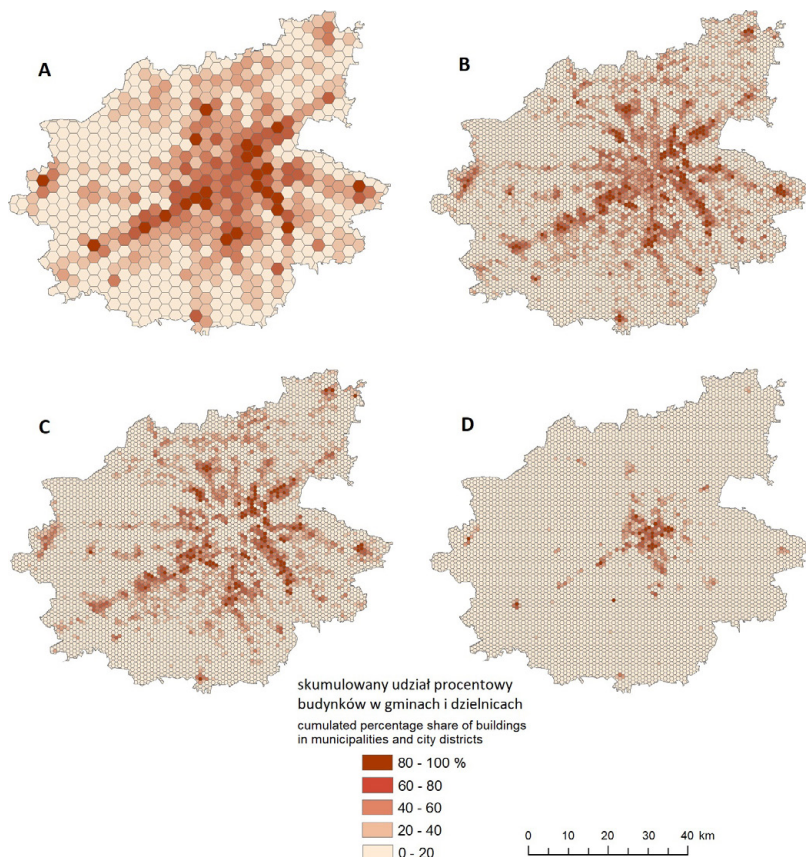
Ryc. 62. Rozkład statystyczny skumulowanej koncentracji obiektów zabudowy w siatce heksagonów o powierzchni 1 km². Krzywe Lorenza przedstawiają rozkłady dla: wszystkich budynków, budynków mieszkalnych jednorodzinnych, budynków mieszkalnych wielorodzinnych

Fig. 62. Statistical distribution of the cumulative concentration of buildings in a 1 km² hexagonal grid. The Lorenz curves show distributions for: all buildings, single-family residential buildings, multi-family residential buildings

Tabela 4. Liczba heksagonów 1 i 10 km² w kwintylach rozkładu statystycznego skumulowanego udziału budynków w tych jednostkach

Jednostki / Rodzaj zabudowy	Liczba jednostek w przedziałach rozkładu statystycznego					
	1. kwintyl	2. kwintyl	3. kwintyl	4. kwintyl	5. kwintyl	w tym puste
heks. 10 km ² / wszystkie bud.	31	46	74	141	420	27
heks. 10 km ² / jednorodzinne	26	41	65	121	459	30
heks. 10 km ² / wielorodzinne	5	7	14	31	655	285
heks. 1 km ² / wszystkie bud.	177	315	564	1 066	4 400	791
heks. 1 km ² / jednorodzinne	138	240	434	888	4 822	952
heks. 1 km ² / wielorodzinne	27	47	73	147	6 228	5 135

Zestawienie według kategorii zabudowy. Kwintyl 5. uwzględnia także jednostki puste (bez udziału zjawiska)



Ryc. 63. Rozkład przestrzenny skumulowanego udziału procentowego obiektów zabudowy: A – w siatce heksagonów o powierzchni 10 km² (wszystkie budynki) oraz w siatce heksagonów o powierzchni 1 km², B – wszystkie budynki, C – budynki mieszkalne jednorodzinne, D – budynki mieszkalne wielorodzinne

Fig. 63. Spatial distribution of the cumulative percentage of buildings: A – in a 10 km² hexagonal grid (all buildings) and in a 1 km² hexagonal grid: B – all buildings, C – single-family residential buildings, D – multi-family residential buildings

W zakresie rozkładu terytorialnego skumulowanej koncentracji zabudowy na mapie w heksagonach 10 (ryc. 63a) oraz 1 km² (ryc. 63b) zaobserwować można w sumie bardzo podobne układy przestrzenne, jakie były już widoczne na mapach

zagęszczenia budynków w tych jednostkach (rozdz. 5.2). Wyróżnia się kilka pasm intensywnie zabudowanych – południowo-wschodnie (wawersko-otwockie), północno-wschodnie (wołomińskie), południowe (piaseczyńskie), szczególnie długie pasmo południowo-zachodnie (pruskowsko-grodzisko-żyrardowskie), a także skupiska intensywnej zabudowy w bliskiej strefie podmiejskiej Warszawy po stronie północnej (Legionowo, Łomianki). Także w rozkładzie terytorialnym skumulowanej koncentracji zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej (ryc. 63c) i wielorodzinnej (ryc. 63d) w heksagonach 1 km² obserwuje się układy zbliżone do uprzednio obserwowanych.

Heksagony, w których zagęszczenie budynków było największe, mają także największy udział w określonej procentowo skumulowanej koncentracji, służącej do obliczenia indeksu Giniego. Zależność tych zjawisk jest wprost proporcjonalna. Różnice związane z interpretacją zagęszczenia zabudowy oraz jej skumulowanej koncentracji na mapie wynikają m.in. z dobranych przedziałów kartogramu. Widać to najlepiej w przypadku zabudowy wielorodzinnej, która wykazuje bardzo wysoki stopień koncentracji, jednak gdyby dobrać więcej przedziałów kartogramu na ryc. 63d (np. 6 przedziałów zamiast 5, czyli podział na kwantyle 6. rzędu, tj. sekstyle, zamiast 5. rzędu, tj. kwintyli), wówczas na mapie ujawniłoby się więcej szczegółów rozkładu – mapa wyglądałaby bardziej podobnie do ryc. 54b.

Tabela 5. Wartości indeksu Giniego, obliczone na podstawie różnych podziałów terytorialnych w Obszarze Metropolitalnym Warszawy

Rodzaj zabudowy	Jednostki	Indeks Giniego
Wszystkie budynki	heksagony 1 km ²	0,637
	heksagony 10 km ²	0,546
	gminy i dzielnice	0,242
Budynki mieszkalne jednorodzinne	heksagony 1 km ²	0,700
	heksagony 10 km ²	0,596
	gminy i dzielnice	0,302
Budynki mieszkalne wielorodzinne	heksagony 1 km ²	0,944
	heksagony 10 km ²	0,901
	gminy i dzielnice	0,671

dane BDOT [aktualność: 2013 r.], warstwa BUBD – budynki

Współczynnik Giniego ma, podobnie jak ilorazowy współczynnik gęstości, tę cechę, że jego pomiar nie uwzględnia wzajemnych relacji przestrzennych pomiędzy obiektami w obrębie jednostek podstawowych. Przedmiotem obliczeń jest skumulowana koncentracja zjawiska w określonym podziale terytorialnym w odniesieniu do całości badanego obszaru. Analiza danych na mapach pozwoliła wskazać, które jednostki mają największy udział w całości zjawiska, zaś przebiegi krzywych Lorenza uwidoczniły, czy rozkład statystyczny jest mniej lub bardziej nierównomierny. Dla układów jednostek o regularnych rozmiarach i kształtach udział zjawiska w poszczególnych jednostkach jest bezpośrednią pochodną zagęszczenia budynków. Zaobserwowano, że mapy przedstawiające skumulowaną koncentrację obiektów zabudowy w heksagonach 10 i 1 km² powielają wzorzec przestrzenny związany z terytorialnym rozkładem zjawiska w tych jednostkach.

Dobrze widoczne są główne pasma urbanizacji podmiejskiej, związane z przebiegiem tras komunikacyjnych, a także relatywnie duże rozproszenie jednostek osadniczych w zewnętrznych strefach aglomeracji, występowanie większych stref bez zabudowy w zachodniej i południowo-zachodniej części obszaru, wyraźne skupienie zabudowy wielomieszkaniowej w stolicy.

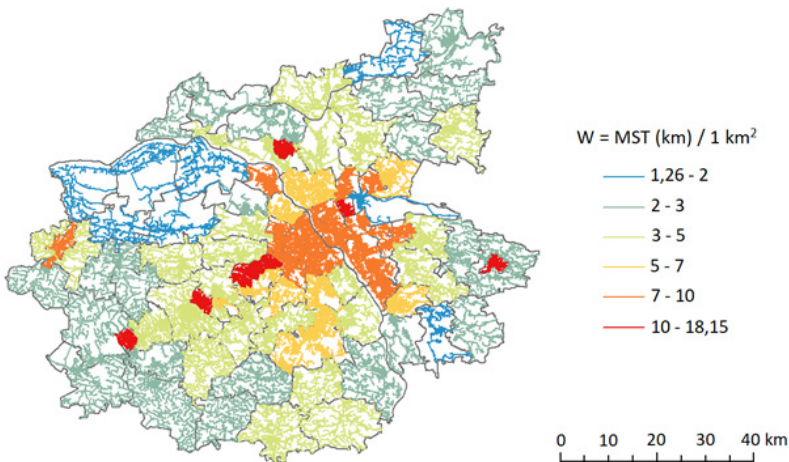
Stopień nierównomierności rozkładu statystycznego zjawiska dla zbioru wszystkich budynków i dla zbioru budynków mieszkalnych jednorodzinnych w poszczególnych podziałach terytorialnych nie różni się istotnie między sobą. Oznacza to, że zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna jest rozpowszechniona na całym obszarze aglomeracji warszawskiej i ma zasadniczy udział w jej urbanizacji. Widoczna jest duża mozaikowość rozkładu przestrzennego liczebności budynków w poszczególnych gminach i dzielnicach. Znaczący wpływ na wyniki obliczeń w tym układzie ma wielkość powierzchni jednostek. Zauważa się istotną rolę gmin miejsko-wiejskich, szczególnie Piaseczna, a także Góry Kalwarii, Grodziska Mazowieckiego, Łomianek, Radzymina, Wołomina czy najbardziej oddalonego od stolicy Wyszkowa. Ta obserwacja ma znaczenie, bowiem w analizie zagęszczenia zabudowy prowadzonej bez podziału na części miejskie i wiejskie gmin miejsko-wiejskich zanikała informacja o istotnym udziale tych gmin w urbanizacji całego obszaru (rozdz. 5.2). Można też zaobserwować, jak istotny udział w liczebności budynków w samej stolicy, również mieszkalnych jednorodzinnych, mają duże dzielnice Białołęka i Wawer.

5.4. Rozwinięcie sieci osadniczej – minimalne drzewo rozpinające (najkrótszy dendryt)

Kolejny wskaźnik zastosowany w analizach jest oparty na grafie określanym jako „minimalne drzewo rozpinające” (ang. *Minimum Spanning Tree, MST*), „dendryt najkrótszych odległości” lub „najkrótszy dendryt”. Graf konstruuje się łącząc najkrótszą ścieżką wszystkie punkty w obrębie wybranego obszaru. W badanym przypadku wierzchołkami grafu są centroidy budynków. W tym kontekście długość dendrytu informuje o stopniu rozwinięcia sieci osadniczej, a ściślej „mikroosadniczej” – ponieważ krawędzie grafu łączą nie całe jednostki osadnicze, lecz pojedyncze zabudowania. Zaproponowany tutaj i wykorzystany miernik koncentracji przestrzennej zabudowy to wskaźnik rozwinięcia grafu, czyli długość MST, obliczona niezależnie w obrębie każdej jednostki podstawowej i przyrównana do powierzchni tej jednostki. Zastosowany wzór wskaźnika to $W = MST [km] / 1 km^2$ (rozdz. 2.2.3). Wskaźniki rozwinięcia grafów obliczono w dwóch układach jednostek – gmin obszaru metropolitalnego i dzielnic Warszawy, oraz heksagonów o powierzchni 10 km². Przyjęto, że określenie relacji przestrzennych związanych ze stopniem rozwinięcia sieci osadniczej w obrębie mniejszych jednostek (bardzo czasochłonne obliczeniowo) nie wniesie istotnych informacji dla badania w skali całej aglomeracji. Zróżnicowanie wartości wskaźnika „W” przedstawiono

na mapach za pomocą zaproponowanej metody kartogramu liniowego (rozdz. 1.5.5). Dla kartogramów przyjęto 6 przedziałów, na podstawie rozkładu wartości, przy czym rozkolorowane według wartości wskaźnika zostały same grafy, służące do jego obliczenia.

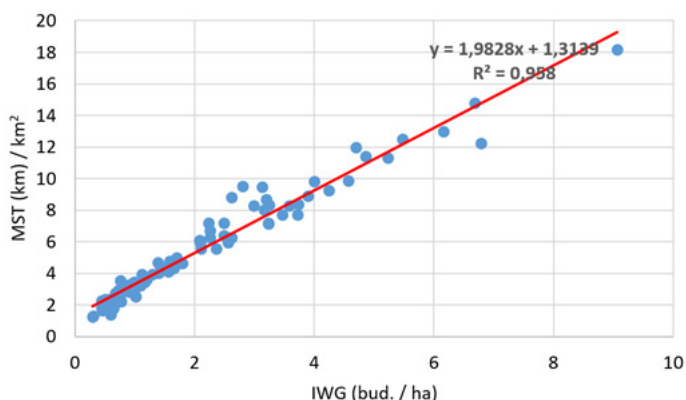
Największa **długość grafu w przeliczeniu na 1 km² powierzchni jednostki**, a tym samym najbardziej rozwinięta sieć mikroosadnicza – biorąc pod uwagę relacje odległości w **zbiorniku wszystkich budynków**, występuje w kilku miastach – Piastowie: 18,1 km/km², Legionowie: 14,8 km/km², Mińsku Mazowieckim – 13,0 km/km² (ryc. 64). Ponadto gęstość sieci powyżej 10 km/km² odnotowano w jednostkach: Warszawa-Ursus, Żąbki, Milanówek, Pruszków i Żyrardów. Świadczy to o dużym zagęszczeniu zabudowy, a także sugerować może stosunkowo regularne jej rozmieszczenie. Dla większości dzielnic Warszawy, za wyjątkiem kilku mniej intensywnie zabudowanych dzielnic zewnętrznych, gęstość sieci wyrażona przez grafy MST wynosi 7-10 km/km². Podobnymi wartościami wskaźnika charakteryzuje się kilka gmin położonych w bliskiej strefie podmiejskiej: Kobylka, Marki, Józefów i Łomianki, a także znacznie oddalony od rdzenia aglomeracji Sochaczew. Warto zauważyć, że są to wszystko niewielkie powierzchniowo, dość zwarte gminy miejskie (Łomianki – gmina miejsko-wiejska). W pozostałych gminach gęstość sieci jest mniejsza. Najniższa – poniżej 2 km/km² jest w kilku gminach mających w swoich granicach rozległe tereny Puszczy Kampinoskiej, a na pozostałej części obszaru typowo rolniczą strukturę użytkowania – Leoncin (1,3 km/km²), Brochów, Leszno, Kampinos, Czosnów, a także w kilku innych gminach OMW peryferyjnych względem rdzenia aglomeracji (Chynów na południowym-wschodzie, Somianka na północnym-wschodzie) oraz w gminie Zielonka, położonej blisko Warszawy i mającej status miejski, ale też wyjątkowo duży udział obszarów leśnych.



Ryc. 64. Wartości wskaźnika rozwinięcia grafu MST w przeliczeniu na jednostkę powierzchni (1 km²) dla zbioru wszystkich budynków w obrębie gmin OMW i dzielnic Warszawy. Dane na mapie przedstawione autorską metodą kartogramu liniowego

Fig. 64. Values of the minimum spanning tree (MST) development index per area unit (1 km²) for the set of all buildings within the municipalities of the WMA and districts of Warsaw. Data on the map presented by the linear choropleth method proposed by the author

Obraz gęstości sieci osadniczej wyrażonej przez długość grafów MST odniesioną do powierzchni jednostek administracyjnych (czyli poprzez wskaźnik rozwinięcia sieci mikroosadniczej „W”) jest w sumie podobny do tego, który otrzymano w wyniku analizy wskaźnika zagęszczenia budynków (czyli ilorazowego współczynnika gęstości „IWG”) w tych samych jednostkach. Występują jednak gminy oraz dzielnice, które wyprzedzają inne w wartościach tego pierwszego wskaźnika, a jednocześnie mają niższą wartość drugiego miernika, i odwrotnie. Relatywnie wysoki wskaźnik „W” mają niektóre gminy położone w południowej strefie obszaru metropolitalnego (Celestynów, Pniewy, Mszczonów, Żabia Wola). Świadczy to o znaczącym rozproszeniu zabudowy i sugeruje, że średnie odległości między budynkami są relatywnie duże. Względnie wysokie „W” mają także centralne dzielnice Warszawy, a więc zabudowa jest tam dość równomiernie rozmieszczona. W przypadku intensywnej zabudowy o charakterze wielkomiejskim posługiwanie się pojęciem zabudowy „rozproszonej” nie jest właściwe, natomiast można mówić o znacznej regularności w rozmieszczeniu budynków. Odwrotna sytuacja, czyli relatywnie niski wskaźnik „W” występuje w niektórych gminach miejsko-wiejskich (Karczew, Wyszaków, Łomianki), wiejskich (Chynów, Izabelin), a nawet miejskich (Ząbki, Zielonka), a także w takich zewnętrznych dzielnicach Warszawy, jak Rembertów i Wesoła – do niedawna jeszcze odrębnych gminach. Sugeruje to, że struktura zabudowy jest tam bardziej zwarta i mogą występować skupienia (klastry) zabudowy.



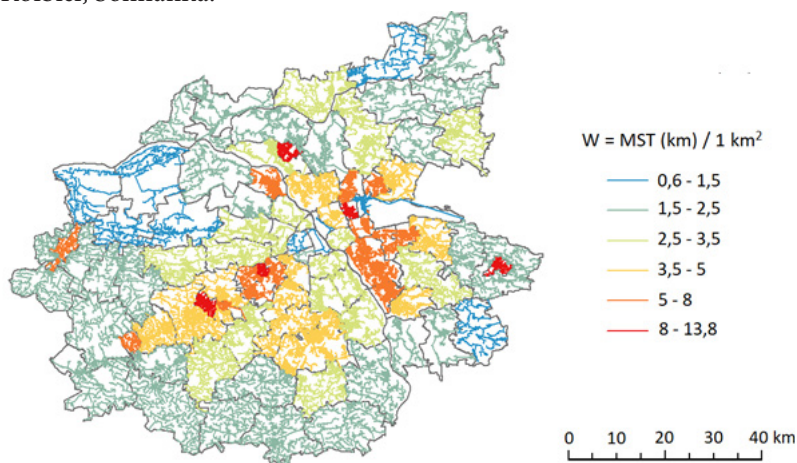
Ryc. 65. Wykres regresji liniowej – zależność korelacyjną pomiędzy wartościami wskaźnika zagęszczenia budynków (na 1 ha) a wartościami wskaźnika rozwinięcia grafu MST dla zbioru budynków na 1 km² powierzchni w gminach OMW i dzielnicach Warszawy. Każdy punkt to inna gmina lub dzielnica

Fig. 65. Linear regression diagram – correlation between the values of the ratio of buildings density (per 1 ha) and the values of the MST graph development index for the set of buildings per 1 km² of area in the municipalities of the WMA and districts of Warsaw. Each point is a different municipality or district

Pozytywną zależność korelacyjną pomiędzy wartościami obu wskaźników dla wszystkich obserwacji przedstawiono na wykresie regresji liniowej (ryc. 65). Potwierdza on, że oszacowana funkcja regresji dobrze wyjaśnia zmienność zmiennej y, gdyż współczynnik determinacji wynosi $R^2 = 0,958$, a 95,8% obserwacji jest dopasowanych do modelu analizy regresji. Współczynnik istotności F jest bardzo

bliski zeru ($8,21E-61$), a wyniki są statystycznie znaczące. Wnioskuje się, że wskaźnik „W” oparty na MST jest w istotnym stopniu zależny od zagęszczenia budynków na jednostce powierzchni, wyrażonego przez IWG, przy dodatniej korelacji obu wskaźników. Do obserwacji bardziej nietypowych na wykresie należy m.in. Piastów, jako obserwacja wysokiej dźwigni, o bardzo wysokim IWG (9,06 bud./ha). Także należą do nich obserwacje odstające, oddalone od obliczonego wykresu regresji liniowej, które mają relatywnie dużą resztę. Należą do nich np. Ząbki – o relatywnie niskim wskaźniku „W” (12,23) przy wysokim IWG (6,79 bud./ha), a z drugiej strony np. dzielnica Ochota – o relatywnie wysokim wskaźniku „W” (9,50), przy 2,80 bud./ha, czy też Śródmieście, o podobnej charakterystyce.

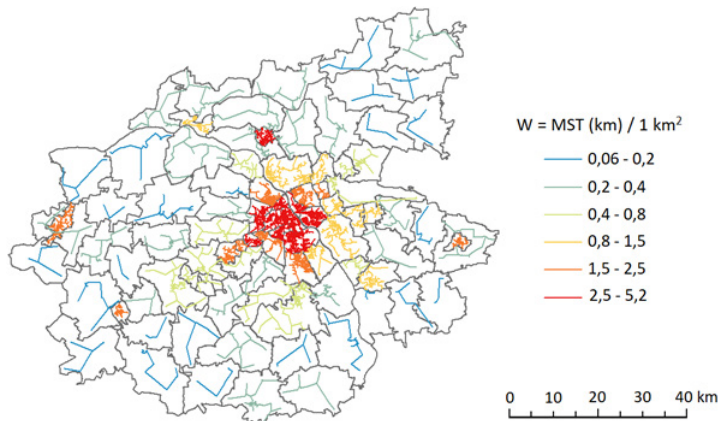
W zakresie **zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej** najwyższymi wartościami wskaźnika „W” wykazują się gminy miejskie: Piastów – 13,8 km/km², Legionowo – 10,3 km/km², Milanówek – 9,9 km/km² oraz Ząbki – 9,5 km/km² (ryc. 66). Występuje tam zatem duże zagęszczenie zabudowy jednorodzinnej i można przypuszczać, że jest ona także dość regularnie rozmieszczona. Pierwsza w kolejności spośród dzielnic Warszawy pod względem wartości wskaźnika jest dzielnica Ursus (10. miejsce) – 7,0 km/km². Wartością wskaźnika powyżej 5 km/km² wykazują się także wschodnie dzielnice – Wawer, Wesoła i Rembertów. Ogółem aż w 27 jednostkach wartość wskaźnika jest niższa niż 2 km/km², przy czym najniższa w dzielnicach – Praga-Północ – 0,6 km/km² i Śródmieście – 0,7 km/km². „W” niższe niż 1,5 km/km² odnotowano też w większości gmin „kampinoskich” (Brochów, Leoncin, Leszno i Kampinos), w lesistej gminie miejskiej Zielonka oraz w peryferyjnych gminach obszaru metropolitalnego z dominującą funkcją rolniczą – Kołbiel, Somianka.



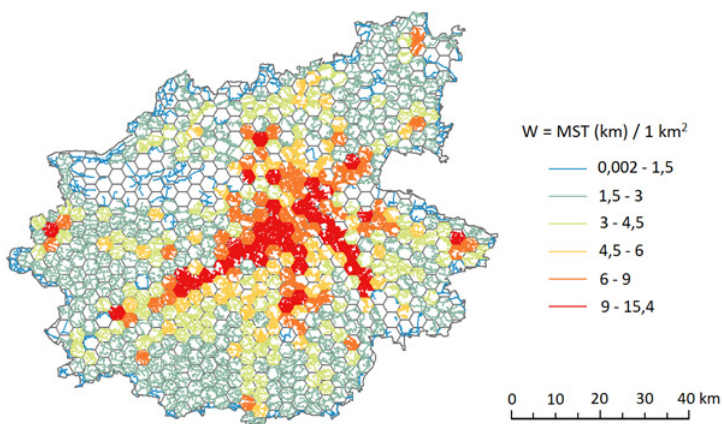
Ryc. 66. Wartości wskaźnika rozwinięcia grafu MST na jednostkę powierzchni (1 km²) dla zbioru budynków mieszkalnych jednorodzinnych w obrębie gmin OMW i dzielnic Warszawy
Fig. 66. Values of the MST graph development index per area unit (1 km²) for the set of single-family residential buildings within the municipalities of the WMA and districts of Warsaw

W przypadku **zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej** wyraźnie największe wartości wskaźnika „W” występują w centralnych i zachodnich dzielnicach Warszawy. Kolejno są to: Śródmieście – 5,2 km/km², Praga-Południe – 4,9 km/

km², Ochota – 4,8 km/km², Wola – 4,0 km/km², Mokotów – 3,7 km/km² i Żoliborz – 3,5 km/km² (ryc. 67). W pierwszej dziesiątce jednostek uszeregowanych pod względem wartości tego wskaźnika oprócz 9 dzielnic Warszawy znalazło się jeszcze miasto Legionowo (3,5 km/km²), położone blisko stolicy i silnie związane z nią funkcjonalnie. Ogółem w 26 spośród 89 jednostek wskaźnik „W” jest większy niż 1 km/km² i są to wszystkie dzielnice Warszawy lub gminy miejskie. Bardzo niskie wartości współczynnika występują w wielu gminach, najniższe, poniżej 0,1 km/km² (100 m / km²), w Kołbieli (0,06 km/km²), Karczewie, Baranowie i Kampinosie. Wynika to stąd, że w gminach tych jest bardzo mało wielorodzinnych budynków mieszkalnych, a jednocześnie nie są one od siebie znacznie oddalone.

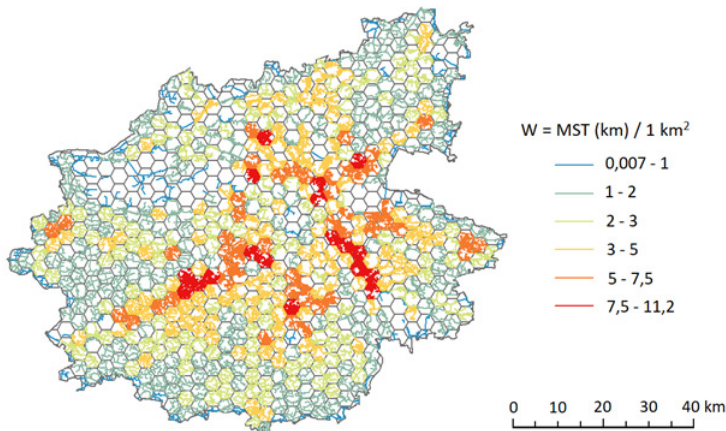


Ryc. 67. Wartości wskaźnika rozwinięcia grafu MST na jednostkę powierzchni (1 km²) dla zbioru budynków mieszkalnych wielorodzinnych w obrębie gmin OMW i dzielnic Warszawy
Fig. 67. Values of the MST graph development index per area unit (1 km²) for the set of multi-family residential buildings within the municipalities of the WMA and districts of Warsaw

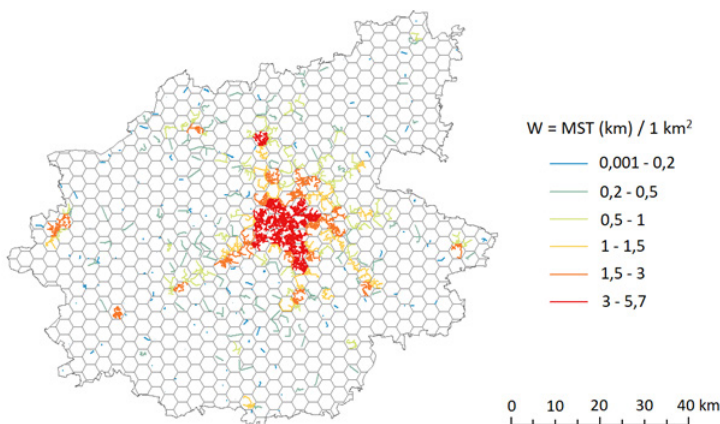


Ryc. 68. Wartości wskaźnika rozwinięcia grafu MST na jednostkę powierzchni (1 km²) dla zbioru wszystkich budynków w obrębie heksagonów 10 km²
Fig. 68. Values of the MST graph development index per area unit (1 km²) for the set of all buildings within 10 km² hexagons

W rezultacie **obliczeń wskaźnika minimalnego drzewa rozpinającego w obrębie heksagonów o powierzchni 10 km²** analiza daje oczywiście bardziej szczegółowy obraz koncentracji przestrzennej, pozwalając na wskazanie fragmentów gmin, części dzielnic lub osiedli, gdzie występują skupiska zabudowy lub zabudowa rozproszona. Pojęcie o poziomie skupienia bądź rozproszenia zabudowy daje wizualna analiza grafów skonstruowanych w poszczególnych heksagonach dla zabudowy ogółem (ryc. 68), mieszkaniowej jednorodzinnej (ryc. 69) i mieszkaniowej wielorodzinnej (ryc. 70). Interpretacja zjawiska staje się dodatkowo łatwiejsza dzięki rozkolorowaniu grafów na podstawie wartości wskaźnika „W” (gdzie $W = MST [km] / 1 km^2$, czyli przy przyjętych heksagonach 10 km², $W = MST [km] / 10$), zgodnie z przyjętymi przedziałami dla zastosowanego już wcześniej kartogramu liniowego.



Ryc. 69. Wartości wskaźnika rozwinięcia grafu MST na jednostkę powierzchni (1 km²) dla zbioru budynków mieszkalnych jednorodzinnych w obrębie heksagonów 10 km²
 Fig. 69. Values of the MST graph development index per area unit (1 km²) for the set of single-family residential buildings within 10 km² hexagons



Ryc. 70. Wartości wskaźnika rozwinięcia grafu MST na jednostkę powierzchni (1 km²) dla zbioru budynków mieszkalnych wielorodzinnych w obrębie heksagonów 10 km²
 Fig. 70. Values of the MST graph development index per area unit (1 km²) for the set of multi-family residential buildings within 10 km² hexagons

Wskaźnik daje większą rozpiętość wartości w układzie heksagonów 10 km² niż w gminach i dzielnicach. Widać to szczególnie w dolnych zakresach wartości, natomiast w górnych zakresach w gminach zdarzają się wartości wyższe od najwyższych obliczonych dla heksagonów (są takie przypadki w kategorii wszystkich budynków oraz budynków mieszkalnych wielorodzinnych). Obserwowane rozkłady przestrzenne wskaźnika grafowego „W” wykazują podobieństwo do rozkładów wskaźnika zagęszczenia budynków (IWG). Różnice w tym zakresie w układzie heksagonów 10 km² są nawet średnio mniejsze niż w układzie gminno-dzielnicy. Wynika to z faktu, że w mniejszych jednostkach – heksagonach – mniejszy wpływ na zmienność wartości wskaźnika „W” ma rozproszenie budynków, wynikające ze zróżnicowania odległości między nimi, zatem wartość tego wskaźnika zależy głównie od zagęszczenia budynków.

Analiza dla zbioru **wszystkich budynków** wykazała, że w otoczeniu Warszawy szczególnie wyróżniają się dwa nieprzerwane pasma gęstej zabudowy – południowo-zachodnie, sięgające po Grodzisk Mazowiecki (ok. 35 km od centrum stolicy) i południowo-wschodnie, dochodzące do Karczewa (ok. 27 km od centrum stolicy) (ryc. 68). Użyto w tym miejscu określenia „gęsta zabudowa”, ponieważ, jak już zauważono, w układzie heksagonów o powierzchni 10 km², a tym bardziej mniejszych jednostek przestrzennych, pomiar wskaźnika „W” informuje przede wszystkim o zagęszczeniu budynków, zaś w mniejszym stopniu o stopniu dyspersji zabudowy.

Zidentyfikowano, że najwyższymi wartościami wskaźnika charakteryzują się następujące rejony: centrum Legionowa – 15,4, miasto Józefów – 13,1, rejon węzła Opacz na skrzyżowaniu trasy S2, tj. południowej obwodnicy Warszawy i Alej Jeruzolimskich (na pograniczu miejscowości Michałowice, Reguły, Piastów i dzielnicy Warszawa-Ursus) – 13,0, miasto Łomianki – 12,5, zachodnia część Piaseczna i pogranicze gminy Lesznowola – 12,4, wschodnia część Grodziska Mazowieckiego – 12,3, centrum Żyrardowa – 12,2, a także dzielnica Warszawa-Włochy i część dzielnicy Warszawa-Ursus – 12,0. Najniższe wartości, poniżej 1,5 lub brak wartości (co oznacza, że nie było możliwe skonstruowanie grafów z uwagi na brak budynków), wskaźnik osiąga na obszarze Puszczy Kampinoskiej, a także w Chojnowskim Parku Krajobrazowym, Mazowieckim Parku Krajobrazowym, Lasach Rembertowsko-Okuniewskich i na innych, mniejszych, terenach leśnych, jak Puszcza Słupecka, oraz w różnych lokalizacjach peryferyjnych dla obszaru metropolitalnego.

W zakresie **zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej** bardzo wyraźne pozostaje pasmo południowo-wschodnie (Warszawa-Falenica, Józefów, Otwock, Karczew), znane z funkcji lotniskowych – o wartościach wskaźnika „W” w heksagonach pomiędzy 7,5 a 11,2. Wyróżniają się również takie lokalizacje, jak centralna część Legionowa i miasto Łomianki („W” powyżej 10), czy zwarty obszar obejmujący części sąsiadujących ze sobą miast – Grodzisk Mazowiecki oraz Milanówek, Brwinów i Podkowa Leśna (podwarszawskie „miasta-ogrody”) („W” pomiędzy 7,5 a 9,5) (ryc. 69). W kategorii **zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej** wyróżniają się zwarty, a jednocześnie dość rozległy obszar rdzeniowy, obejmujący szczególnie centralną (Śródmieście i Praga), zachodnią (Żoliborz i Bemowo) i południową

(Mokotów i Ursynów) część Warszawy, gdzie wartość wskaźnika „W” jest większa niż 4,5. Wśród centralnych części miast podwarszawskich należy wyróżnić Legionowo ($W = 3,4$), a w dalszej kolejności centralne obszary Żyrardowa (2,7), Sochaczewa (2,4), Piaseczna (2,2) i Pruszkowa (2,0) (ryc. 70).

W tabeli 6 zestawiono obliczone podstawowe parametry rozkładu statystycznego wartości wskaźnika „W”, obliczonego na podstawie grafów minimalnego drzewa rozpinającego w dwóch omawianych podziałach terytorialnych. Uwaga: wśród heksagonów 10 km² były takie, w których w ogóle nie występowały budynki, lub nie było budynków danej kategorii, a zatem nie było możliwe skonstruowanie grafów (na co wskazano już w tabeli 2).

Tabela 6. Rozkładu statystyczny wskaźnika minimalnego drzewa rozpinającego dla obiektów zabudowy, w wybranych podziałach terytorialnych OMW

Rodzaj zabudowy	Jednostki	Charakterystyki wartości wskaźnika			
		minimum	maksimum	średnia	odchylenie standardowe
Zabudowa ogółem	heksagony 10 km ²	0,002	15,37	3,35	2,70
	gminy i dzielnice	1,26	18,15	5,34	3,49
Zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna	heksagony 10 km ²	0,06	11,17	2,47	1,90
	gminy i dzielnice	0,60	13,77	3,52	2,42
Zabudowa mieszkaniowa wielorodzinna	heksagony 10 km ²	0,001	5,66	0,68	1,03
	gminy i dzielnice	0,06	5,18	0,97	1,22

(na podstawie analizy danych BDOT [aktualność: 2013 r.], warstwa BUBD – budynki)

Wskaźnik koncentracji przestrzennej zabudowy obliczony na podstawie minimalnego drzewa rozpinającego pozornie przedstawia bardzo zbliżone zjawisko jak ilorazowy współczynnik gęstości. Wskazywałyby na to obserwowane w aglomeracji Warszawy dość podobne układy przestrzennej zmienności wartości tych wskaźników, jak również wysoki poziom korelacji wartości obu wskaźników dla zbioru wszystkich budynków w układzie gminno-dzielnicowym, wyrażony poprzez równanie regresji liniowej. Wskazuje na to wreszcie sama zasada konstrukcji grafu – rozwinięcie sieci połączeń między punktami osadniczymi zależy bezpośrednio od zagęszczenia zabudowy. W rzeczywistości użycie tego wskaźnika wnosi do analizy nowe informacje, dotyczące rozproszenia osadnictwa. Istotą metody grafowej jest bowiem badanie relacji przestrzennych pomiędzy obiektami w obrębie jednostki podstawowej, a nie wyłącznie przyrównanie liczebności obiektów do powierzchni przyjętych jednostek terytorialnych.

Analizy wykazały, że istnieją jednostki pomiędzy którymi występują różnicowania w odniesieniu do poziomu wartości wskaźników IWG (zagęszczenia budynków) oraz grafowego „W” (rozwinięcia sieci mikroosadniczej), czyli są to obserwacje istotnie oddalone od przebiegu wykresu regresji liniowej. Przykłady gmin o relatywnie wysokim lub relatywnie niskim wskaźniku „W” zostały już wymienione. Różnice wynikają z faktu, że wskaźnik „W”, przy zbliżonej gęstości zabudowy, jest relatywnie wyższy tam, gdzie budynki znajdują się w większym rozproszeniu, czyli szczególnie wtedy, gdy ich rozmieszczenie jest bardziej

równomierne. Gminy, w których wskaźnik grafowy jest relatywnie wysoki, a więc rozproszenie zabudowy większe, znajdują się przede wszystkim w południowo-zachodniej i południowej części obszaru metropolitalnego Warszawy.

Im mniejsze są jednostki przestrzenne, w obrębie których konstruowane są grafy, tym bardziej wartość wskaźnika zaczyna świadczyć o stopniu zagęszczenia zjawiska, a mniej o rozproszeniu bądź skupieniu. Na niewielkim obszarze mniejsze znaczenie dla wartości wskaźnika mają bowiem odległości między obiektami, a decydująca staje się ich liczebność. Powoduje to, że w skali badania opartej na siatce heksagonów zaczynają być wyraźniej widoczne układy przestrzenne, które były rozpoznawane już w przypadku analiz zagęszczenia zabudowy. Przykładem tego są ujawniające się wyraźnie ciągłe pasma zagęszczonej zabudowy, szczególnie na kierunku południowo-zachodnim (pasmo grodziskie) i południowo-wschodnim (pasmo otwockie). Wyraźne wyodrębnienie się tych pasm jest zatem wynikiem rozszerzenia analizy ze skali gmin do skali bardziej szczegółowej.

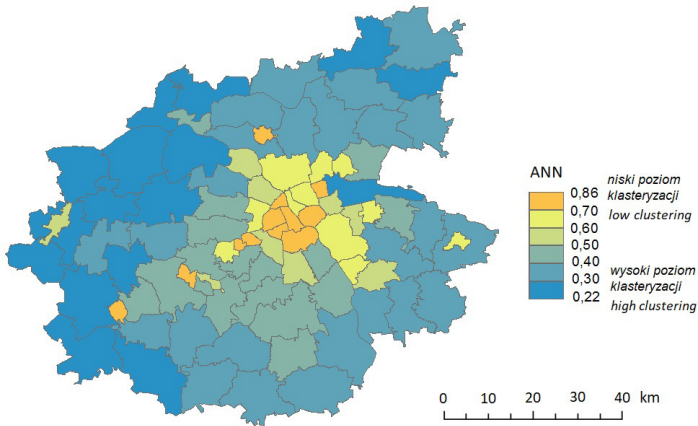
Wskaźnik grafowy oparty na MST nie jest sam w sobie miarą dyspersji – jego zastosowanie stanowi rozwiązanie pośrednie pomiędzy badaniem zagęszczenia obiektów na pewnej powierzchni a analizą statystyczną koncentracji przestrzennej. Do tego drugiego celu służy metoda najbliższego sąsiada, której zastosowanie opisano w rozdziale 5.5.

5.5. Dyspersja przestrzenna zabudowy – metoda najbliższego sąsiada

Metoda najbliższego sąsiada opiera się na pomiarze uśrednionej odległości pomiędzy każdym z elementów zbioru a najbliższym elementem sąsiadującym. Obliczony wskaźnik – indeks Clarka (Clarka-Evansa) pozwala określić odchylenie rozkładu przestrzennego obiektów (zabudowań) od teoretycznego, losowego rozrzutu punktów na płaszczyźnie, zgodnego z prawem rozkładu Gaussa. Wartość metody wiąże się z faktem, że wskazuje ona na odmienne cechy rozmieszczenia zabudowy niż uprzednio użyte wskaźniki. Odnosząc się do relacji przestrzennych pomiędzy obiektami, określa te relacje za pomocą metody statystycznej. Wartości wskaźnika obliczane dla punktów osadniczych zlokalizowanych w poszczególnych jednostkach, stanowią kontinuum, które można odnieść do kilku podstawowych układów przestrzennych (ryc. 19, rozdz. 2.2.3 i ryc. 20, rozdz. 2.2.4): 1. skupienia w jednym punkcie ($ANN=0$), 2. układu skoncentrowanego, wykazującego cechy klasteryzacji ($ANN<1$), 3. rozmieszczenia nierównomiernego wynikającego z teoretycznego rozkładu losowego ($ANN=1$), 4. układu rozproszonego, o większej równomierności ($1<ANN<2,1491$), 5. regularnego, równomiernego rozkładu, określanego jako układ najbardziej rozproszony – gdzie średnia odległości pomiędzy poszczególnymi elementami zbioru jest największa ($ANN=2,1491$).

Wskaźnik najbliższego sąsiada wyliczono wyłącznie w podziale gminno-dzielnicowym, niezależnie dla każdej jednostki przestrzennej – dla kategorii zbiorczej zabudowy oraz dla budynków mieszkalnych jednorodzinnych i wielorodzinnych.

W rezultacie wykonanych obliczeń **wskaźnika ANN dla zbioru wszystkich budynków w gminach OMW i stołecznych dzielnicach** (ryc. 71) stwierdzono występowanie najwyższych wartości miernika, czyli słabego skupienia (klasteryzacji) ($ANN=0,65-0,86$) na terenach miejskich o intensywnej zabudowie – w centralnych dzielnicach Warszawy oraz w gminach miejskich – Piastów, Pruszków, Milanówek, Żyrardów, Ząbki, Marki, Legionowo, Sulejówek i Mińsk Mazowiecki. W przypadku niektórych jednostek (np. Piastów) wartości te zbliżają się już relatywnie do układu losowego. Największe skupienie (klasteryzację) zabudowy ($ANN=0,22-0,30$) obserwuje się w gminach Puszczy Kampinoskiej, w innych peryferyjnych, rolniczych gminach obszaru metropolitalnego w jego części zachodniej oraz w części północno-wschodniej, a także w gminie miejskiej Zielonka, mającej duży udział lasów. Nie wykazano występowania układów typowo rozproszonych, gdzie równomierność rozkładu zjawiska (rozमieszczenia zabudowy) jest większa niż dla teoretycznego rozkładu losowego ($ANN>0$).



Ryc. 71. Rozkład przestrzenny wartości wskaźnika najbliższego sąsiada dla zbioru wszystkich budynków w obrębie gmin OMW i dzielnic Warszawy

Fig. 71. Spatial distribution of the value of the average nearest neighbor for the set of all buildings within the municipalities of the WMA and districts of Warsaw

Wyniki analiz mogą kłócić się z intuicyjnym rozumieniem rozproszenia zabudowy, jako układu, w którym odległości między budynkami lub ich zgrupowaniami są na tyle duże, że występuje trudność w obsłudze ich infrastrukturą techniczną, dojazdem komunikacji publicznej, itp. A taka sytuacja występuje z reguły w tych gminach, gdzie skupienie zabudowy, zmierzone za pomocą wskaźnika najbliższego sąsiedztwa jest największe ($ANN<0,30$). Skupienie w tym przypadku oznacza jednak klasteryzację i często jest to układ wieloskupiskowy. Poszczególne zgrupowania obiektów dzielą znaczne odległości, stąd trudność w ich obsłudze. Mogą tam występować również liczne izolowane domostwa. Są to też gminy rzadko zaludnione (oczywiście relatywnie – w skali aglomeracji miejskiej), z dominacją

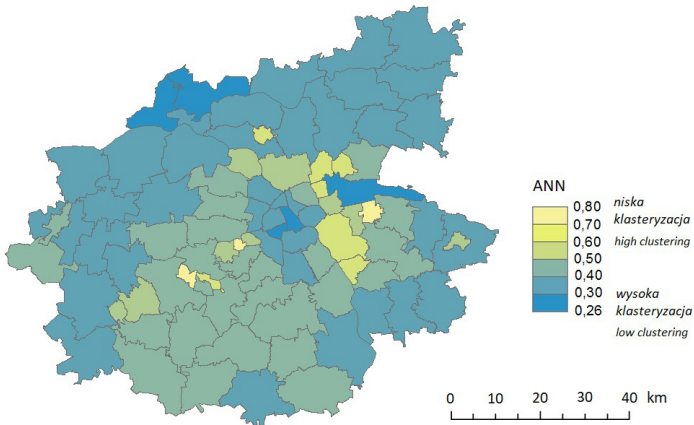
ekstensywnej gospodarki rolnej lub funkcji ochrony przyrody. Jednocześnie jednostki te są mniej dotknięte rozlewaniem się zabudowy, związanym z sukcesywną urbanizacją kolejnych peryferii (*sprawl* niskiej gęstości) niż gminy położone w bliskiej strefie podmiejskiej Warszawy, w których układy osadnicze charakteryzują się większą regularnością rozmieszczenia budynków, a przynajmniej mniejszą przestrzenną izolacją ich zgrupowań ($ANN > 0,40$). W tej grupie gmin problem rozbudowy sieci infrastruktury może być także istotny, z uwagi na intensywność zagospodarowania terenu, a także występujące problemy związane z fragmentacją krajobrazu, ekspansją zabudowy w korytarzach ekologicznych, itp.

Najniższy poziom klasteryzacji zabudowy (choć jeszcze nie rozproszenie, zgodnie z rozumieniem wskaźnika najbliższego sąsiada) występuje w dzielnicach centralnych Warszawy oraz w gminach miejskich (podobnych wyników można by się spodziewać w częściach miejskich gmin miejsko-wiejskich). Są to jednostki o dużych udziałach zabudowy mieszkalnej wielorodzinnej, lub też jednorodzinnej, ale występującej w raczej uporządkowanych układach działek. Układy urbanistyczne często nawiązują do regularnej siatki ulic i kwartałów. Regularność rozmieszczenia zabudowy zaburzają parki miejskie i ogrody, zbiorniki wodne, miejskie nieużytki, cmentarze, tereny kolejowe, itp. Można w tym przypadku zauważyć pewien problem terminologiczny. Niewłaściwe byłoby względem miejskich terenów o wysokim zagęszczeniu zabudowy używanie pojęcia „obszary o większym rozproszeniu zabudowy”, a głównym powodem jest morfologia miasta, odmienna od strefy podmiejskiej. Należy raczej mówić o terenach miejskich o „względnie jednolitej strukturze zabudowy” lub o bardziej „regularnej, uporządkowanej strukturze użytkowania terenu”.

Nie należy zatem względnie większej regularności rozmieszczenia zabudowy automatycznie utożsamiać z rozproszeniem. Istotna jest struktura zabudowy i jej zagęszczenie. Gminy obszaru metropolitalnego, ale nawet zewnętrzne dzielnice Warszawy, o dużym postrzeganym wizualnie rozproszeniu zabudowy mieszczą się w średnich wartościach współczynnika ($0,40 < ANN < 0,65$ lub nawet $0,30 < ANN < 0,65$). Sugeruje to, że przyjmowanie wskaźnika najbliższego sąsiada jako wyłącznego miernika koncentracji przestrzennej, szczególnie bez uwzględnienia wskaźnika gęstości, nie jest właściwe i może być mylące. Wniosek ten ujawnił się także w następstwie kolejnych analiz.

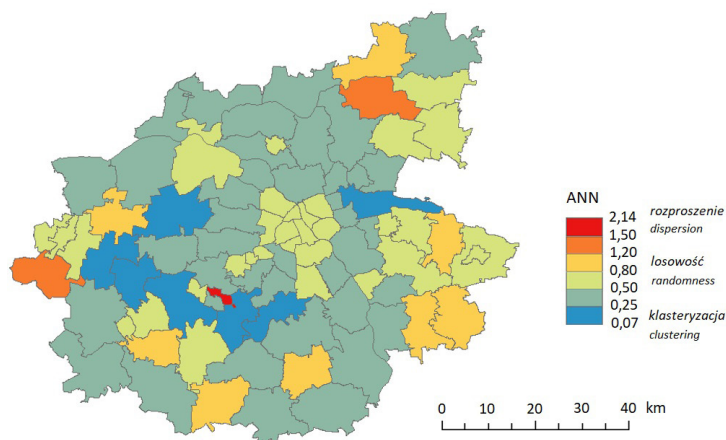
Zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna największe skupienie w klastry ($ANN = 0,26 - 0,30$) wykazuje z jednej strony w dzielnicach Śródmieście i Ochota, gdzie jest bardzo mało budynków tej kategorii, a z drugiej strony w gminach Pomiechówek, Zakroczym i Zielonka, gdzie liczebność obiektów zabudowy jednorodzinnej jest znacznie większa (ryc. 72). Gminy te jednak charakteryzują się dość ekstensywnym wykorzystaniem terenu, z dominacją terenów rolnych bądź leśnych. Najślabzy poziom skupienia w klastry domów jednorodzinnych ($ANN = 0,60 - 0,80$) występuje w jednostkach, w których ten rodzaj zabudowy dominuje. Są wśród nich „miasta-ogrody” i inne gminy, w których występuje licznie zabudowa rezydencjalnej i willowa na działkach z dużym udziałem zieleni – Milanówek, Podkowa Leśna, Józefów, Ząbki, Sulejówek, Marki, Kobylka. W grupie o najwyższych wartościach

wskaźnika znalazły się też bliskie miasta satelickie stolicy o mieszanej zabudowie jednorodzinnej i wielorodzinnej – Piastów i Legionowo, a także rozległa dzielnica Wawer, o znacznym udziale zabudowy jednorodzinnej.



Ryc. 72. Rozkład przestrzenny wartości wskaźnika najbliższego sąsiada dla zbioru budynków mieszkalnych jednorodzinnych w obrębie gmin OMW i dzielnic Warszawy
 Fig. 72. Spatial distribution of the value of the average nearest neighbor index for single-family residential buildings within the municipalities of the WMA and districts of Warsaw

Zabudowa mieszkaniowa wielorodzinna to jedyna spośród badanych kategorii, dla której zidentyfikowano występowanie gmin o rozproszonej strukturze rozmieszczenia budynków ($ANN > 1$). Występują gminy, w których rozkład jest bliski losowemu, średnio rozproszony, a nawet mocno rozproszony (ryc. 73). Rozkład zbliżony do losowego ($ANN = 0,8-1,2$) występuje w 8 gminach. W gminach Dąbrówka i Nowa Sucha, stwierdzono średnie rozproszenie ($ANN = 1,2-1,5$), zaś w Podkowie Leśnej, wysokie rozproszenie ($ANN > 1,5$). Taka sytuacja ma jednak miejsce tylko tam, gdzie budynki wielomieszkaniowe są bardzo nieliczne (5-13 obiektów) i w sumie nie ma to żadnego wpływu na ogólny poziom rozproszenia zabudowy. Zabudowa wielorodzinna jest średnio skupiona w klastry ($ANN = 0,5-0,8$) zarówno w większości dzielnic Warszawy i w niektórych miastach, jak i w część gmin typowo rolniczych, raczej peryferyjnych. Silniejsze skupienie ($ANN = 0,25-0,5$) stwierdzono w większości pozostałych gmin. Najsilniejsza klasteryzacja budynków wielomieszkaniowych ($ANN = 0,07-0,25$) występuje, co jest dość trudne do wytłumaczenia, w zwartym paśmie gmin miejsko-wiejskich i wiejskich otaczających „półksiężycem” stolicę w jej południowo-zachodniej części, w odległości ok. 20-45 km od rdzenia aglomeracji (Leszno, Teresin, Baranów, Grodzisk Mazowiecki, Nadarzyn, Lesznowola) oraz w gminie Zielonka.



Ryc. 73. Rozkład przestrzenny wartości wskaźnika najbliższego sąsiada dla zbioru budynków mieszkalnych wielorodzinnych w obrębie gmin OMW i dzielnic Warszawy
 Fig. 73. Spatial distribution of the value of the average nearest neighbor index for multi-family residential buildings within the municipalities of the WMA and districts of Warsaw

Tabela 7. Wartości wskaźnika najbliższego sąsiada w układzie gmin i dzielnic

Rodzaj zabudowy	Charakterystyki wartości wskaźnika			
	minimum	maksimum	średnia	odchylenie standardowe
Zabudowa ogółem	0,22	0,86	0,46	0,17
Zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna	0,26	0,80	0,44	0,11
Zabudowa mieszkaniowa wielorodzinna	0,07	2,14	0,56	0,32

dane BDOT [aktualność: 2013 r.], warstwa BUBD – budynki

Zestawione wartości wskazują na klasteryzację występującą w zbiorach wszystkich budynków oraz budynków mieszkalnych jednorodzinnych w poszczególnych jednostkach, na średnim poziomie skupienia. Dla budynków jednorodzinnych występuje bardzo zbliżone, relatywnie nawet nieco mniejsze niż dla kategorii zbiorczej, zróżnicowanie wartości wskaźnika w gminach i dzielnicach. Wskaźnik dla zabudowy wielorodzinnej wykazuje największe zróżnicowanie pomiędzy poszczególnymi jednostkami – od silnej klasteryzacji, poprzez słabą klasteryzację, układ bliski losowemu, aż do średniego, a nawet silnego skupienia. Do wyników w tej kategorii należy jednak przywiązywać najmniejszą wagę, ze względu na zbyt małą licznosc tych budynków w niektórych gminach, powodującą, że obliczony wskaźnik nie może świadczyć z całą pewnością o występowaniu układów przestrzennych, które nie mogły być wygenerowane w wyniku losowego rozrzutu punktów.

Najmniejszą klasteryzacją budynków charakteryzują się dzielnice śródmiejskie Warszawy i miasta, jak Piastów, Legionowo, Milanówek, Żyrardów. Wskaźnik osiąga tam wartości ANN=0,70-0,86. Można byłoby określić występujące tam układy, biorąc pod uwagę typową morfologię miasta (kwartały zabudowy, sieci ulic), jako mające cechy rozkładu regularnego, równomiernego. Jednak rozkład punktów

w tych jednostkach znacznie odbiega od układów rozproszonych, zmierzających ku regularności, które występują, gdy $ANN > 1$. Przyczyną jest m.in. występowanie na w miastach licznych terenów wolnych od zabudowy (zieleń miejska, nieużytki, infrastruktura). Zabudowa najsilniej zgromadzona w skupiska, gdy $ANN < 0,30$, występuje w gminach wiejskich, typowo rolniczych oraz z dużym udziałem lasów (Kampinoski Park Narodowy), szczególnie w szerokiej strefie w zachodniej części obszaru metropolitalnego. Są to tereny peryferyjne względem rdzenia aglomeracji, o relatywnie niskim zagęszczeniu zabudowy. Tereny bliskiej strefy podmiejskiej (15-35 km od centrum Warszawy), gdzie zachodzi typowe zjawisko *urban sprawl*, charakteryzują się średnim poziomem klasteryzacji budynków.

Metoda najbliższego sąsiada pozwoliła na odniesienie do skali „skupienie – losowość – regularność” poziomu dyspersji, czyli rozproszenia związanego z odległościami pomiędzy budynkami. Tylko pośrednio, bez możliwości jednoznacznej parametryzacji, pozwala na takie odniesienie wskaźnik grafowy, bazujący na minimalnym drzewie rozpinającym (MDR), który jest zależny zarówno od poziomu dyspersji, jak i zagęszczenia obiektów. Cechą wspólną obu mierników jest badanie relacji przestrzennych w zbiorze punktów osadniczych, przy czym w przypadku metody ANN gęstość obiektów nie ma bezpośrednio znaczenia dla wartości wskaźnika. Nie ma również znaczenia, czy klastry są położone centralnie w obrębie jednostek, czy na obrzeżach obszaru. Do zbadania poziomu centralizacji zjawiska służą inne wskaźniki – miary centrograficzne. Wskaźnik najbliższego sąsiada jest bardzo przydatny, ale nie wystarczający dla określenia koncentracji przestrzennej zabudowy na wybranych obszarach. W poszukiwaniu faktycznie rozproszonej zabudowy należałoby poszukiwać układów, gdzie rozmieszczenie budynków jest względnie równomierne, a ich zagęszczenie relatywnie niskie. Prowadzi to do próby zestawienia ze sobą wartości wskaźnika najbliższego sąsiada oraz ilorazowego współczynnika gęstości (zagęszczenia budynków) w obrębie jednostek podziału terytorialnego i stworzenia na tej podstawie typologii gmin o różnym poziomie rozproszenia zabudowy.

5.6. Typologia układów skoncentrowanej i rozproszonej zabudowy według gmin i dzielnic

Przedstawiona typologia ma na celu wyodrębnienie jednostek administracyjnych w obrębie Obszaru Metropolitalnego Warszawy, które są podobne pod względem charakterystyki koncentracji przestrzennej zabudowy¹⁹. Typologia została opracowana także z intencją wskazania jednostek, dla których należy rozważyć ukierunkowanie w podobny sposób prowadzonej polityki przestrzennej. Wskazuje na różnice i podobieństwa lokalnych układów osadniczych, przekładające się m.in. na kwestie obsługi infrastrukturalnej istniejącej zabudowy.

¹⁹ Typologia została również omówiona w artykule autora: Sudra, 2020

Klasyfikacja jednostek bazuje na rozmieszczeniu budynków występujących w ich obrębie, opisanych jako punkty osadnicze. Jednostkami przestrzennymi, do których odnosi się typologia są gminy (71 gmin podwarszawskich) oraz stołeczne dzielnice (18 dzielnic). Przyjęto, że jednostki stanowiące podstawę typologii powinny być możliwie homogeniczne w zakresie charakterystyki badanego zjawiska, a więc nie zbyt duże. Z drugiej strony, zastosowanie relatywnie dużych jednostek pozwala na rozpoznanie występowania w ich obrębie bardziej złożonych relacji przestrzennych. Nie powinny być zatem również zbyt małe. Wynika stąd dobór układu gminno-dzielnicego. Kwestią otwartą jest jednak zastosowanie podobnej typologii dla innych układów jednostek.

Opracowanie typologii wymagało doboru i zestawienia ograniczonej liczby wskaźników, które najtrafniej charakteryzowałyby zmienność zjawiska, ale też cechy podobieństwa pomiędzy jednostkami przestrzennymi. Jako podstawę klasyfikacji przyjęto dwa mierniki, które opisują dwa istotne wymiary koncentracji przestrzennej:

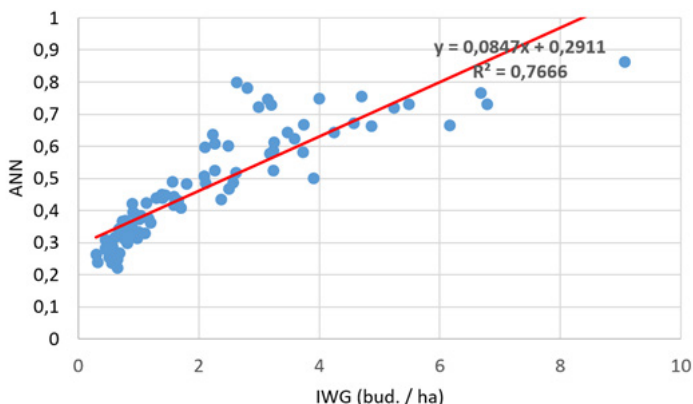
- **zagęszczenie wszystkich budynków (IWG)**, jako wskaźnik opisujący stopień zagęszczenia badanego zjawiska
- **wskaźnik najbliższego sąsiedztwa dla wszystkich budynków (ANN)**, jako wskaźnik opisujący poziom dyspersji badanego zjawiska (skupienie w klastry, losowość, bądź regularność rozkładu).

Wymienione wskaźniki są komplementarne, ponieważ informują o tym: 1) jaka jest średnia liczebność budynków na jednostkę powierzchni w danej jednostce terytorialnej, oraz 2) w jakiej wzajemnej konfiguracji występują te budynki.

Na wykresie regresji liniowej przedstawiono zależność korelacyjną pomiędzy wartościami tych wskaźników dla wszystkich obserwacji, tj. dla wszystkich gmin i dzielnic (ryc. 73). Oszacowana funkcja regresji w sposób nie dość doskonały wyjaśnia zmienność zmiennej y , gdyż współczynnik determinacji wynosi $R^2=0,7666$, a zatem ponad 76% obserwacji jest dopasowanych do modelu analizy regresji, jednak ponad 23% obserwacji nie spełnia tego warunku. Oczywiście nie stanowi to szkody dla opracowania typologii, a wręcz przeciwnie, gdyż wskaźniki przedstawiają różne wymiary koncentracji – doskonałe dopasowanie linii regresji i wprost proporcjonalna zależność nie były spodziewane. Współczynnik istotności F jest jednak bardzo bliski zeru ($9,96637E-29$), a zatem wyniki są statystycznie znaczące.

Wskaźnik ANN wzrasta w większości przypadków proporcjonalnie do zagęszczenia budynków na jednostce powierzchni, wyrażonego przez IWG (bud. / ha) i mieści się w dość szerokim zakresie (0,2-0,9). Do obserwacji bardziej nietypowych na wykresie należy m.in. m.in. Piastów, jako obserwacja wysokiej dźwigni, o bardzo wysokim zagęszczeniu zabudowy IWG (9,06 bud./ha), ale także najwyższym wskaźniku ANN (0,863), który świadczy o relatywnie regularnym rozmieszczeniu budynków, jednak odstającym w dół od przebiegu linii regresji. Występują także inne obserwacje odstające, oddalone od obliczonego wykresu regresji liniowej, mające relatywnie dużą resztę. Należy do nich np. dzielnica Wola – o bardzo wysokim wskaźniku ANN (0,801) przy relatywnie średnim zagęszczeniu

IWG (2,62 bud./ha), jak również mająca zbliżoną charakterystykę Ochota, a z drugiej strony np. miasta: Sochaczew, Mińsk Mazowiecki, Żąbki – o relatywnie niskich wskaźnikach ANN (odpowiednio: 0,501 przy 3,9 bud./ha; 0,656 przy 6,16 bud./ha, 0,731 przy 6,79 bud./ha), tj. znacznym skupieniu zabudowy w klastry, powodującym odstawanie tych obserwacji względem przebiegu wykresu regresji liniowej.



Ryc. 74. Regresja liniowa – zależność korelacyjna pomiędzy wartościami wskaźnika zagęszczenia budynków (na 1 ha) a wartościami wskaźnika najbliższego sąsiada (indeksu Clarka) dla zbioru budynków w gminach OMW i dzielnicach Warszawy. Każdy punkt to inna gmina lub dzielnica

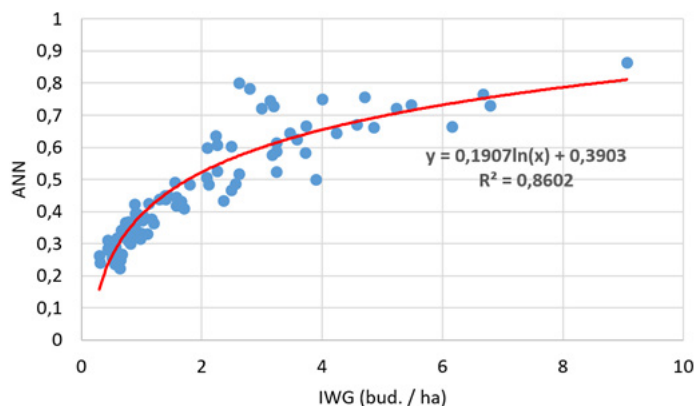
Fig. 74. Linear regression – correlation between the values of the buildings density index (per 1 ha) and the values of the average nearest neighbor index (Clark index) for the set of buildings in the municipalities of OMW and districts of Warsaw. Each point is a different municipality or district

Warto zauważyć, że wszystkie powyższe nietypowe przypadki dotyczą terenów zurbanizowanych, zaś dla terenów wiejskich, ewentualnie miejsko-wiejskich, o niższym IWG, obserwacje z reguły skupiają się dość blisko linii regresji, chociaż częściej występują nieco poniżej tego wykresu (oznacza to istotną klasteryzację). Przykładem takiej gminy jest Zielonka o niskim wskaźniku zagęszczenia zabudowy IWG (0,64 bud./ha) i szczególnie dużej klasteryzacji obiektów (ANN=0,222), wynikającej z tego, że większą część powierzchni gminy pokrywają tereny leśne, i zabudowa skupia się tylko w jednym rejonie. Inny przykład to gmina miejsko-wiejska Zakroczym (ANN=0,237; IWG=0,55 bud./ha), gdzie dominują tereny rolne.

Dodatkowo zaobserwowano, że korelację pomiędzy wartościami wskaźników IWG oraz ANN dla zbioru wszystkich budynków w gminach obszaru metropolitalnego i dzielnicach Warszawy w lepszym przybliżeniu niż funkcja regresji liniowej przedstawia funkcja logarymiczna (ryc. 75). Współczynnik determinacji wynosi $R^2=0,8602$, a zatem ponad 86% obserwacji jest dopasowanych do modelu funkcji logarymicznej. Oznacza to, że w grupie gmin o niskiej gęstości zabudowy wskaźnik ANN wzrasta szybko (zmniejsza się klasteryzacja, zwiększa rozproszenie), a dla wyższych wartości zagęszczenia zabudowy relatywnie wolniej.

Rozważano rozszerzenie typologii o wskaźnik minimalnego drzewa rozpinającego (MST), jednak przeprowadzone testy wykazały, że jego uwzględnienie prowadzi do nadmiernego wzrostu liczby klas i podklas w klasyfikacji gmin,

natomiast wartość poznawcza zmodyfikowanej typologii nie odbiega znacząco od bazującej na dwóch wskaźnikach. Wiąże się to też z tym, że wartości wskaźnika rozwinięcia sieci osadniczej „W” opartego na MST są silnie skorelowane z wartościami wskaźnika IWG, co przedstawiono na wykresie regresji liniowej (ryc. 65) w rozdziale 5.4. Nie wyklucza to możliwości rozszerzenia typologii o ten wskaźnik lub inne, np. miary centrograficzne, w ramach dalszych badań i analiz.



Ryc. 75. Funkcja logarymiczna – zależność pomiędzy wartościami wskaźnika zagęszczenia budynków (na 1 ha) a wartościami wskaźnika najbliższego sąsiada (indeksu Clarka) dla zbioru budynków w gminach OMW i dzielnicach Warszawy. Każdy punkt to inna gmina lub dzielnica

Fig. 75. Logarithmic function – the relationship between the values of the ratio of buildings density (per 1 ha) and the values of the average nearest neighbor index (Clark index) for the set of buildings in the municipalities of OMW and districts of Warsaw

Zwrócono natomiast uwagę, że dla zagospodarowania przestrzeni istotne jest, jakie kategorie zabudowy dominują na danym terenie. Szczególne znaczenie ma zabudowa mieszkaniowa, zawsze występująca najliczniej (na obszarach wiejskich także zabudowa zagrodowa, związana z gospodarką rolną). Rozprzestrzenianie się zabudowy mieszkaniowej jest zjawiskiem szczególnie dostrzegalnym w strefie podmiejskiej. Z tego powodu, do typologii dołączono kolejne wskaźniki, które dotyczą:

- **zagęszczenia budynków mieszkalnych jednorodzinnych (IWG mj),**
- **zagęszczenia budynków mieszkalnych wielorodzinnych (IWG wj).**

Kolejnym etapem opracowania typologii było określenie granic między klasami wartości wskaźników oraz liczebności jednostek terytorialnych w poszczególnych klasach. Wartości wskaźników dla całego zbioru jednostek administracyjnych podzielono na 5 klas, reprezentujących bardzo wysokie, wysokie, średnie, niskie lub bardzo niskie wartości. Dla określenia granic między przedziałami klas przyjęto jedną z metod analizy skupień – metodę naturalnych przerw Jenksa (Jenks, 1967). Należy ona do najbardziej optymalnych metod określania granic pomiędzy przedziałami klas.

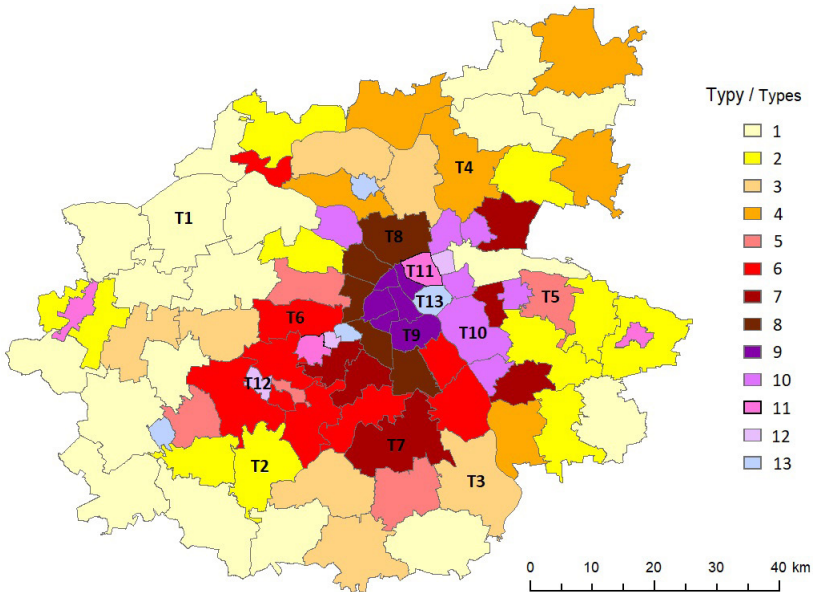
Wydzielono **13 typów gmin i dzielnic oraz 15 podtypów** (tab. 8, ryc. 764). Ich liczba stanowi kompromis pomiędzy możliwie szczegółową charakterystyką homogenicznych typów, a taką ich liczbą, która umożliwia ich szybką identyfikację

i rozróżnienie jednostek do nich przypisanych. Podtypy stanowią uszczegółowienie całej klasyfikacji, będąc z reguły typami „przejściowymi”, dla których stopień zagęszczenia bądź poziom dyspersji zabudowy, lub też udział zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej czy wielorodzinnej, są większe lub mniejsze niż w przypadku typów podstawowych. Typy wraz z podtypami praktycznie wyczerpują możliwość klasyfikacji jednostek terytorialnych zgodnie z zestawionymi ze sobą wskaźnikami, a więc zwiększanie liczby typów i podtypów byłoby już niecelowe.

Tabela 8. Typologia gmin i dzielnic w zakresie koncentracji przestrzennej budynków

Typ	Podtyp	Gęstość zabudowy	Skupienie budynków	Dominujący rodzaj zabudowy mieszkaniowej	Jednostki terytorialne (gminy i dzielnice)
1		bardzo niska	bardzo silne	jednorodzinna	Puszcza Mariańska, Somianka, Nowa Sucha, Baranów, Kampinos, Mszczonów, Leszno, Czosnów, Leoncin, Zabrodzie, Brochów, Zakroczym, Wiskitki.
	1a	bardzo niska	bardzo silne	jednorodzinna, zauważalny udział wielorodzinnej	Zielonka
	1b	bardzo niska	silne	jednorodzinna	Pniewy, Kołbiel, Dąbrówka, Chynów.
2		niska	silne	jednorodzinna	Izabelin, Mińsk Mazowiecki (wiejska), Celestynów, Dębe Wielkie, Klembów, Żabia Wola, Radziejowice, Wiązowna
	2a	niska	bardzo silne	jednorodzinna	Sochaczew (wiejska), Pomiechówek
3		niska	silne	jednorodzinna, zauważalny udział wielorodzinnej	Tarczyn, Teresin, Góra Kalwaria, Nieporęt, Wieliszew
	3a	niska	silne	jednorodzinna, znaczący udział wielorodzinnej	Grójec, Błonie
4		średnia	silne	jednorodzinna, zauważalny udział wielorodzinnej	Jabłonna, Wyszaków, Serock, Karczew, Radzymin
	4a	średnia	silne	jednorodzinna	Łuszczyca
5		średnia	średnie	jednorodzinna	Stare Babice, Halinów, Podkowa Leśna, Jaktorów
	5a	niska	średnie	jednorodzinna	Prażmów
6		średnia	średnie	jednorodzinna, zauważalny udział wielorodzinnej	Ożarów Mazowiecki, Brwinów, Konstancin-Jeziorna, Nadarzyn
	6a	średnia	średnie	jednorodzinna, znaczący udział wielorodzinnej	Grodzisk Mazowiecki, Lesznowola, Nowy Dwór Mazowiecki, Warszawa-Wilanów
7		wysoka	średnie	jednorodzinna, zauważalny udział wielorodzinnej	Otwock, Piaseczno, Warszawa -Wesoła, Wołomin
	7a	wysoka	średnie	jednorodzinna	Michałowice, Raszyn
8		wysoka	słabe	jednorodzinna i wielorodzinna	Warszawa (całe miasto), Warszawa-Bielany, Warszawa-Bemowo, Warszawa-Białoleka, Warszawa-Włochy

	8a	wysoka	średnia	jednorodzinna i wielorodzinna	Warszawa-Ursynów
9		wysoka	bardzo słabe	wielorodzinna	Warszawa-Śródmieście, Warszawa-Ochota, Warszawa-Wola
	9a	wysoka	słabe	wielorodzinna	Warszawa – Praga-Północ
	9b	wysoka	bardzo słabe	wielorodzinna, zauważalny udział jednorodzinnej	Warszawa-Mokotów, Warszawa-Żoliborz
10		bardzo wysoka	słabe	jednorodzinna, zauważalny udział wielorodzinnej	Sulejówek, Józefów, Łomianki, Kobylka
	10a	bardzo wysoka	słabe	jednorodzinna, znaczący udział wielorodzinnej	Warszawa-Rembertów, Warszawa-Wawer, Marki
11		bardzo wysoka	słabe	jednorodzinna i wielorodzinna	Warszawa-Targówek, Pruszków, Mińsk Mazowiecki (miasto)
	11a	bardzo wysoka	średnia	jednorodzinna i wielorodzinna	Sochaczew (miasto)
12		bardzo wysoka	bardzo słabe	jednorodzinna, zauważalny udział wielorodzinnej	Piastów, Ząbki
	12a	bardzo wysoka	bardzo słabe	jednorodzinna	Milanówek
13		bardzo wysoka	bardzo słabe	jednorodzinna i wielorodzinna	Warszawa-Ursus, Żyrardów, Legionowo
	13a	bardzo wysoka	bardzo słabe	wielorodzinna, zauważalny udział jednorodzinnej	Warszawa – Praga-Południe



Ryc. 76. Typologia gmin i dzielnic w zakresie koncentracji przestrzennej budynków
 Fig. 76. Typology of municipalities and districts in terms of spatial concentration of buildings

Zróznicowanie typologiczne gmin (oraz dzielnic) w obszarze badania jest znaczne. Obserwując rozkład przestrzenny wskaźnika zagęszczenia zabudowy stwierdzić można, że w OMW występuje grupa gmin, w których zabudowa jest

rzadka, znacznie poniżej 100 budynków na 1 km². Są to gminy ze znaczącym udziałem obszarów leśnych (np. Leoncin i Kampinos w Puszczy Kampinoskiej, Puszcza Mariańska w Puszczy Bolimowskiej) lub z przewagą terenów ekstensywnej gospodarki rolnej (np. Somianka, Zakroczym). Z drugiej strony występują gminy o bardzo dużym zagęszczeniu punktów osadniczych, powyżej 500 budynków na 1 km², szczególnie miasta takie jak Piastów, Pruszków, Legionowo, Żyrardów, gdzie jest znaczny udział zabudowy mieszkaniowej zarówno jednorodzinnej, jak i wielorodzinnej. Zagęszczenie to bywa wysokie także w gminach ze zdecydowaną dominacją zabudowy jednorodzinnej, jak Milanówek. Wysokie jest również w wielu dzielnicach Warszawy, chociaż nie jest najwyższe w dzielnicach śródmiejskich, pomimo szczególnie zwartej (w niektórych rejonach) struktury zabudowy. Wynika to z faktu, że obliczenia wykonywano dla centroidów budynków (punktów osadniczych), nie biorąc pod uwagę obrysów budynków. Nie uwzględniano także intensywności zabudowy powiązanej z całkowitą powierzchnią użytkową i ogólnie z wysokością obiektów.

Obserwowana jest generalna zależność, że jednostki, które mają najrzadszą zabudowę, to jednocześnie te, w których jest ona najbardziej skupiona w klastry (wskaźnik ANN<0,30). Z reguły takie klastry są w znacznej izolacji od siebie, a na obszarze gminy przeważają tereny rolne lub leśne. Zabudowa bardzo słabo skupiona w klastry (wskaźnik ANN>0,75) występuje natomiast w tych miastach oraz dzielnicach Warszawy, które cechują się największym zagęszczeniem budynków. Na spektrum dyspersji budynków w gminach i dzielnicach pomiędzy skrajnymi wartościami mieści się wiele jednostek o pośrednich wartościach tego wskaźnika. Zależność pomiędzy zagęszczeniem a dyspersją zabudowy w całym zbiorze jednostek administracyjnych jest bliska korelacji wprost proporcjonalnej, chociaż występują pewne wyjątki (częściowo już wspomniane; inne przykłady: w gminie wiejskiej Sochaczew przy bardzo wysokiej klasteryzacji występuje relatywnie duże zagęszczenie; w mieście Sochaczew przy bardzo dużym zagęszczeniu, ledwie średnia klasteryzacja).

Nie odnajdziemy jednak przykładów gmin w OMW, gdzie zagęszczenie budynków byłoby wybitnie niskie, a równocześnie skupienie zabudowy w klastry słabe. Sytuacja taka mogłaby wystąpić na słabo zaludnionych obszarach, bez dominujących jednostek osadniczych miejskich lub wiejskich. Takie w aglomeracjach miejskich rzadko występują, ale teoretycznie mogą – jeżeli obejmują obszary z zasady wyłączone lub niezdatne zabudowy, a jedynie z rozrzuconymi pojedynczymi zabudowaniami. Podobnie nie ma takich gmin w OMW, gdzie zagęszczenie budynków byłoby bardzo wysokie, a jednocześnie skupienie w klastry silne. Oznaczałoby to występowanie jednego lub większej liczby zwartych ośrodków osadniczych, o dużej liczbie budynków, otoczonych rozległymi obszarami niezasiedlonymi. Taka sytuacja oczywiście mogłaby wystąpić w innej aglomeracji miejskiej, lecz pytanie brzmi czy owe tereny niezasiedlone nie byłyby wówczas wyłączone z zasięgu przestrzennego aglomeracji.

5.7. Rozszerzenie typologii układów skoncentrowanej i rozproszonej zabudowy z uwzględnieniem wysokości budynków

W typowym urbanistycznym ujęciu wskaźnik intensywności zabudowy definiowany jest jako wskaźnik powierzchni całkowitej zabudowy w odniesieniu do powierzchni działki budowlanej. Tym samym uwzględnia on wymiar pionowy obiektów, ponieważ powierzchnia budynku uwzględnia sumę powierzchni wszystkich kondygnacji mierzonych na poziomie posadzki po obrysie zewnętrznym budynku do powierzchni działki / terenu. Analizy przedstawione w poprzednich rozdziałach nie uwzględniały powierzchni budynków, ponieważ przyjęto, że analizowany będzie zbiór obiektów zabudowy zredukowany do zbioru punktów osadniczych. Także nie uwzględniały liczby kondygnacji, stanowiącej o wysokości zabudowy. Dlatego też, celem uwzględnienia trzeciego, pionowego wymiaru koncentracji zabudowy, określonego jako „intensywność pionowa zabudowy” zdecydowano się zliczyć liczbę kondygnacji dla wszystkich budynków i obliczyć właściwy wskaźnik. Źródłem była warstwa L_{kond} w zbiorach danych o budynkach BUBD w Bazie Danych Obiektów Topograficznych. Sumę liczby kondygnacji wszystkich budynków w danej jednostce (gminie / dzielnicy) przyrównano do liczby budynków występujących w tej jednostce. W ten sposób otrzymano **wskaźnik uśrednionej wysokości zabudowy** W_w , którego zmienność przestrzenną przedstawiono na mapie (ryc. 77). Proponowany wskaźnik wyrażony jest poprzez iloraz:

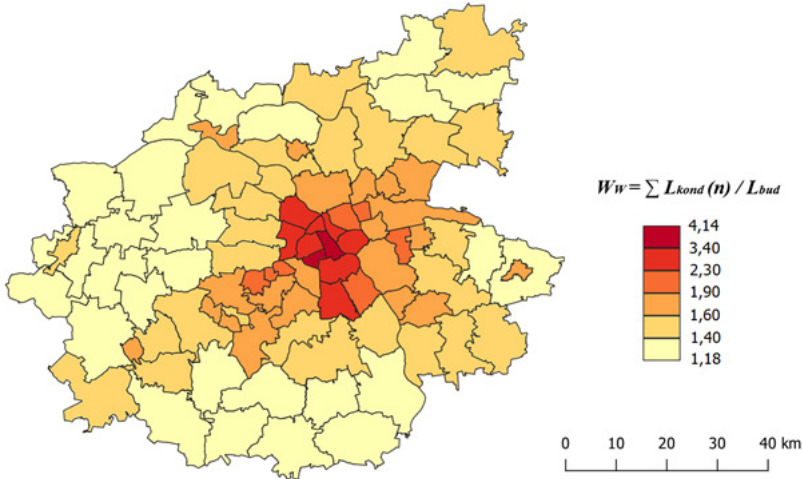
$$W_w = \frac{\sum L_{kond}(n)}{L_{bud}}$$

gdzie $\sum L_{kond}(n)$ – suma liczby kondygnacji n budynków, rozmieszczonych na terenie danej jednostki, L_{bud} – liczba budynków w obrębie jednostki.

Wykonana analiza przyczyniła się do częściowej modyfikacji zaproponowanej typologii układów skoncentrowanej i rozproszonej zabudowy. W niewielkim stopniu można zmodyfikować typologię dla terenów typowo wiejskich, gdyż zabudowa jest tam z reguły niska. Zaproponowano modyfikację dotyczącą przede wszystkim tych jednostek, w których gdzie uzyskano wyższe wartości wskaźnika. Najwyższy wskaźnik uśrednionej wysokości zabudowy uzyskano w dzielnicach Warszawy, szczególnie tych położonych bardziej centralnie, były to: Śródmieście (4,14), Ochota (3,42), Wola (3,05), Praga Północ (2,98), Mokotów (2,97), Żoliborz (2,86). Chociaż w dzielnicach tych zabudowa rozpatrywana w formie układów punktowych może być relatywnie rzadsza niż w niektórych miastach satelickich i zewnętrznych dzielnicach stolicy, to jednak większy poziom koncentracji zabudowy wiąże się właśnie z wymiarem pionowym, tj. wysokością zabudowy.

Odzwierciedla to liczba wysokich obiektów budowlanych. Szczególny wpływ na tę liczbę mają obiekty mieszkalne wielorodzinne występujące w zespołach osiedlowych. Najwięcej budynków wysokich, mających 10 lub więcej pięter, znajduje się w dzielnicach: Mokotów (473), Wola (295), Praga-Południe (294), Targówek (256), Bielany (246), Śródmieście (233), Bemowo (220) i Ursynów (209). Ogółem w Warszawie jest to 2624, a z innych miast najwięcej w Legionowie – tylko 26.

Budynków bardzo wysokich, mających 20 lub więcej pięter jest najwięcej w dzielnicach: Śródmieście (23) oraz Wola (11) i pojedyncze w dzielnicach: Bielany (6), Praga-Południe (4), Ochota (3) i Żoliborz (2). Te najwyższe budynki należą głównie do kategorii obiektów biurowych, jednak są wśród nich również obiekty mieszkalne.



Ryc. 77. Wskaźnik uśrednionej wysokości zabudowy (intensywności pionowej) – zróżnicowanie w gminach i dzielnicach

Fig. 77. Average building height (vertical intensity) indicator – differentiation in municipalities and districts

Wskaźnik uśrednionej wysokości zabudowy w gminach podwarszawskich jest już relatywnie niższy, i w żadnej nie przekroczył on wartości 2,0. Najwyższy wskaźnik odnotowano w następujących miastach satelickich stolicy lub też bezpośrednio przyległych do granicy Warszawy: Ząbki (1,99), Pruszków (1,95), Piastów (1,91), Zielonka (1,84), Kobylka i Marki (1,83), Wołomin (1,75), Otwock i Żyrardów (1,74), Mińsk Mazowiecki i Józefów (1,73), Legionowo (1,72). Zwracają uwagę relatywnie wysokie wartości wskaźnika w silnie zurbanizowanych gminach wiejskich przyległych do Warszawy: Raszyn i Michałowice (1,76). Arbitralnie przyjęto, że wskaźnik uśrednionej wysokości zabudowy przekraczający 1,6 umożliwi rozszerzenie przyjętej wcześniej typologii układów skoncentrowanej i rozproszonej zabudowy. W pozostałych gminach można mówić o występowaniu zabudowy niskiej. Z tego powodu zdecydowano się rozszerzyć typologię w następującym zakresie – tabela 9.

Tabela 9. Rozszerzenie typologii gmin i dzielnic w zakresie uśrednionej wysokości zabudowy

Typ	Podtyp	Gęstość zabudowy	Skupienie budynków	Dominujący rodzaj zabudowy mieszkaniowej	Uśredniona wysokość zabudowy	Jednostki terytorialne (gminy i dzielnice)
1	1a	bardzo niska	bardzo silne	jednorodzinna, zauważalny udział wielorodzinnej	średnia	Zielonka
6		średnia	średnie	jednorodzinna, zauważalny udział wielorodzinnej	średnia	Brwinów, Nadarzyn
	6a	średnia	średnie	jednorodzinna, znaczący udział wielorodzinnej	średnio wysoka lub średnia	Nowy Dwór Mazowiecki, Warszawa-Wilanów
7		wysoka	średnie	jednorodzinna, zauważalny udział wielorodzinnej	średnia	Otwock, Warszawa-Wesoła, Wołomin
	7a	wysoka	średnie	jednorodzinna	średnia	Michałowice, Raszyn
8		wysoka	słabe	jednorodzinna i wielorodzinna	wysoka, średnio wysoka lub średnia	Warszawa-Bielany, Warszawa-Bemowo, Warszawa-Białołęka, Warszawa-Włochy
	8a	wysoka	średnia	jednorodzinna i wielorodzinna	wysoka	Warszawa-Ursynów
9		wysoka	bardzo słabe	wielorodzinna	bardzo wysoka lub wysoka	Warszawa-Sródmieście, Warszawa-Ochota, Warszawa-Wola
	9a	wysoka	słabe	wielorodzinna	wysoka	Warszawa-Praga-Północ
	9b	wysoka	bardzo słabe	wielorodzinna, zauważalny udział jednorodzinnej	wysoka	Warszawa-Mokotów, Warszawa-Żoliborz
10		bardzo wysoka	słabe	jednorodzinna, zauważalny udział wielorodzinnej	średnia	Sulejówek, Józefów, Kobyłka
	10a	bardzo wysoka	słabe	jednorodzinna, znaczący udział wielorodzinnej	średnio wysoka lub średnia	Warszawa-Rembertów, Warszawa-Wawer, Marki
11		bardzo wysoka	słabe	jednorodzinna i wielorodzinna	średnio wysoka lub średnia	Warszawa-Targówek, Pruszków, Mińsk Mazowiecki (miasto)
12		bardzo wysoka	bardzo słabe	jednorodzinna, zauważalny udział wielorodzinnej	średnio wysoka	Piastów, Żąbki
	12a	bardzo wysoka	bardzo słabe	jednorodzinna	średnia	Milanówek
13		bardzo wysoka	bardzo słabe	jednorodzinna i wielorodzinna	średnio wysoka lub średnia	Warszawa-Ursus, Żyrardów, Legionowo
	13a	bardzo wysoka	bardzo słabe	wielorodzinna, zauważalny udział jednorodzinnej	wysoka	Warszawa – Praga-Południe

6. Analiza procesów koncentracji i rozpraszania zabudowy na podstawie baz danych o użytkowaniu terenu (1990-2012)

6.1. Zakres przeprowadzonych analiz

Przekształcenia zachodzące w strukturze sieci osadniczej aglomeracji warszawskiej po roku 1989 przedstawiono w postaci zmian w formach pokrycia terenu i użytkowania ziemi. Skutki procesów urbanizacyjnych w wymiarze przestrzennym określono za pomocą analizy metryk krajobrazowych. Poszukiwano także odpowiedzi na pytanie „czy metryki krajobrazowe stanowią właściwe narzędzie do oceny zjawiska koncentracji przestrzennej osadnictwa (zabudowy)?”, a także „które z nich są najbardziej adekwatne do tego celu?”. Nie istnieje bowiem jedna, syntetyczna metryka, która opisywałaby całościowo to zjawisko.

Wytypowano wstępnie zestaw 13 metryk, najbardziej adekwatnych, według autora, z punktu widzenia założonych celów badania (zob. rozdz. 2.3). Za pomocą tych wskaźników wykonano charakterystykę terenów zabudowy wydzielonych w bazach danych *CORINE Land Cover* (CLC) dla lat 1990, 2000, 2006 i 2012 (rozdz. 6.2) oraz *Urban Atlas* (UA) dla lat 2006 i 2012 (rozdz. 6.3). Przyjęto, że analiza danych *CORINE Land Cover* posłuży zarysowaniu ogólnego kierunku przemian urbanizacyjnych w całym przeszło 20-letnim okresie, zaś analiza danych *Urban Atlas* pozwoli, z uwagi na rozdzielczość przestrzenną, na bardziej wnikliwe określenie zmian układów przestrzennych zabudowy dla wybranego podokresu. Podstawowymi jednostkami odniesienia dla analiz przestrzennych były gminy obszaru metropolitalnego oraz dzielnice Warszawy, a także, jako powierzchnia referencyjna, cały obszar metropolitalny Warszawy. W przypadku analiz na bazie *Urban Atlas* obszar OMW został przycięty do granic funkcjonalnego obszaru miejskiego (FUA) według *Urban Audit*.

Poszczególne tereny potraktowane zostały, zgodnie z zastosowaną metodyką analizy metryk krajobrazowych, podobnie jak płyty krajobrazu w badaniach

ekologiczno-krajobrazowych. Dlatego dalej będzie używane też określenie „płat zabudowy”. Pod pojęciem tym rozumie się każdy pojedynczy, oddzielony przestrzennie od innych, teren zabudowy, wydzielony w bazie danych. Większość metryk obliczono zarówno w ramach zbiorczej kategorii terenów zabudowy, odpowiadającej konceptualnie całemu „krajobrazowi” (*landscape level*), jak i w podziale na kategorie o różnej intensywności (zagęszczeniu) zabudowy, odpowiadające konceptualnie klasom krajobrazu (*class level*). Jednak w ramach prezentowanych wyników analiz, z uwagi na ramy opracowania, ograniczono się do przedstawienia zbiorczej sytuacji, czyli na poziomie całego krajobrazu.

Przebieg analizy danych CLC oraz UA był zbliżony i obejmował następujące etapy: 1) przycięcie zbiorów danych do granic OMW, 2) wyodrębnienie danych należących do klas terenów zabudowy, 3) przetworzenie danych z formatu wektorowego do rastrowego, 4) przycięcie zbiorów danych do granic poszczególnych gmin i dzielnic, 5) obliczenie metryk krajobrazowych dla terenów zabudowy w całym obszarze i w poszczególnych jednostkach administracyjnych, 5) zapisanie wyników analiz do formatu tabelarycznego, 6) podłączenie danych tabelarycznych z obliczonymi metrykami do danych wektorowych (geometrycznych), określających granice gmin i dzielnic, 7) wykonanie map w formie kartogramów przedstawiających rozkład przestrzenny wartości wybranych metryk.

W rezultacie dokonano oceny zachodzących przemian koncentracji i rozpraszania zabudowy, a także ponownej oceny zastosowanych wskaźników. W tej części badania potraktowano metryki wyłącznie jako miary kształtu, konfiguracji i kompozycji terenów zabudowanych. Na podstawie zbiorów danych *CORINE Land Cover Change* (1990-2000, 2000-2006, 2006-2012) oraz *Urban Atlas Change* (2006-2012) wykonano jednak dodatkową analizę przekształceń form użytkowania ziemi w zakresie pojawiania się zabudowy na terenach rolnych, terenach leśnych, nieużytkach, czy też konwersji terenów zabudowy na inne formy użytkowania (zob. rozdz. 6.4). Analiza polegała na zbadaniu liczebności i powierzchni „płatów” użytkowania podlegających zmianom w gminach i dzielnicach. Umożliwiła rozpoznanie charakterystycznych miejsc zmian. Metoda analizy metryk nie została zastosowana akurat w tym przypadku, ponieważ bazy „Change” nie uwzględniają wszystkich terenów, a jedynie te, które w danym okresie podlegały zmianom, a zatem wyliczone zostałyby wyłącznie metryki dla zmienionych obszarów.

6.2. Procesy urbanizacyjne w latach 1990-2012 – wyniki analizy metryk przestrzennych na podstawie danych o średniej rozdzielczości (CORINE Land Cover)

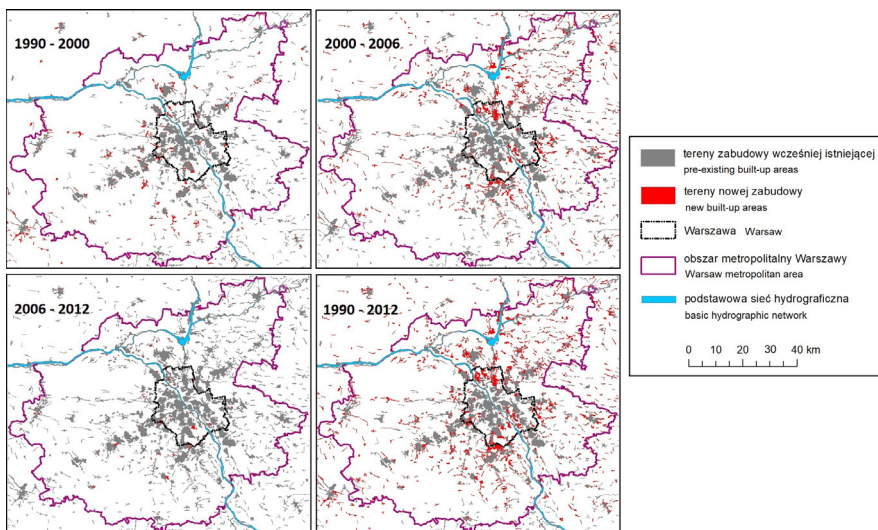
6.2.1 Wyniki analizy dla całego obszaru badania

Analiza zmian metryk przestrzennych terenów zabudowy w całym obszarze badania, na podstawie danych dla klasy **1.1 zabudowa miejska** (*urban fabric*), *de facto uwzględniającej też osadnictwo wiejskie*, prowadzi do wniosku, że zdecydowanie największy wzrost procentowy w pokryciu terenów zabudowy (TA) w obszarze metropolitalnym Warszawy nastąpił w latach 2000-2006 i wyniósł 39%, z kolei w latach 1990-2000 wzrost ten wyniósł 10% w stosunku do roku bazowego, natomiast w latach 2006-2012 był to wzrost w skali jedynie 2% (tab. 10). Należy jednak pamiętać, że dla roku 2012 wykorzystana została baza *CORINE Land Cover* w wersji nieskorygowanej, co skutkuje, z bardzo dużym prawdopodobieństwem, niedoszacowaniem rzeczywistych zmian. Liczba płatów (NP) radykalnie zwiększyła się w okresie 2000-2006 (wzrost o 54%), natomiast w pozostałych okresach były to minimalne zmiany, a nawet w okresie 2006-2012 liczba płatów minimalnie spadła – nowe płaty pojawiały się nielicznie, co świadczyłoby o tendencji do agregacji terenów zabudowy. Zmiany terenów zabudowy w bazie *CORINE Land Cover* w trzech kolejnych przedziałach czasowych, oraz w całym okresie 1990-2012, przedstawia ryc. 78.

Tabela 10. Metryki przestrzenne terenów zabudowy (klasa 1.1 *urban fabric*) w bazach CLC 1990, 2000, 2006 i 2012 dla całego obszaru metropolitalnego Warszawy

Zbiór danych	Pokrycie zabudowy [ha]	Liczba płatów	Gęstość płatów [l.pł./100 ha]	Udział największego płata [%]	Średnia wielkość płata [ha]	Mediana wielkości płata [ha]
CLC 1990	54 609	320	0,59	7,3	170,6	45,9
CLC 2000	60 131	325	0,54	7,7	185,0	49,5
CLC 2006	83 615	499	0,60	11,1	167,6	46,0
CLC 2012	85 330	497	0,58	11,4	171,7	46,4

Zbiór danych	Odchylenie standardowe wielkości płata [ha]	Współczynnik zmienności wielkości płata [%]	Średnia odległość do najbliższego sąsiada [m]	Odchylenie standardowe odległości najbliższego sąsiada [m]	Współczynnik zmienności odległości najbliższego sąsiada [%]
CLC 1990	404,1	237	926	1865	201
CLC 2000	472,0	255	913	1857	203
CLC 2006	600,0	358	587	1385	235
CLC 2012	610,1	355	584	1386	237



Ryc. 78. Zmiany w zakresie terenów zabudowy na obszarze metropolitalnym Warszawy według baz danych *CORINE Land Cover* dla podokresów 1990-2000, 2000-2006, 2006-2012 oraz w całym badanym okresie (bazy skorygowane dla lat 1990, 2000 i 2006, baza nieskorygowana dla 2012 r.)

Fig. 78. Changes in built-up areas in the Warsaw Metropolitan Area according to *CORINE Land Cover* for the subperiods 1990-2000, 2000-2006, 2006-2012 and in the entire period under study (revised versions of database for years 1990, 2000 and 2006, non-revised version for 2012)

Gęstość płatów (PD) była najmniejsza w roku 2000 (0,54 pł./100 ha terenów zabudowy), mniejsza niż w roku 1990, co oznacza, że w okresie pomiędzy tymi latami nastąpiła agregacja terenów zabudowy, natomiast największa gęstość płatów była w roku 2006 (0,60 pł./100 ha t.z.), większa niż w roku 2012. Potwierdza to, że w okresie 2006-2012 nastąpiła kolejna, chociaż o mniejszym zakresie niż w latach 1990-2000, faza agregacji terenów zabudowy. Lata 2000-2006 należałoby zaś uznać za okres nie tylko ekspansji, ale i fragmentacji terenów zabudowy, gdyż zwiększyła się liczba płatów w przeliczeniu na jednostkę powierzchni terenów zabudowy.

Średnia (AREA_MN) i mediana wielkości płata (AREA_MD) były największe w 2000 roku i wynosiły odpowiednio 185 ha i 49,6 ha. Tereny zabudowy były najbardziej zagregowane, co świadczy o stosunkowo najmniejszym rozproszeniu. Wartości współczynnika zmienności wielkości płata (AREA_CV) świadczą o tym, że w każdym z okresów występowała skrajnie duża zmienność (zróżnicowanie) wielkości płatów – to znaczy, że występowały zarówno bardzo duże, jak i małe płaty, przy czym w okresie 2006-2012 zróżnicowanie to było największe.

Izolacja terenów zabudowy zmniejszyła się, ponieważ średnia odległość do płata „najbliższego sąsiada” (ENN_MN) spadła z ponad 900 m w okresie 1990-2000 do mniej niż 600 m w okresie 2006-2012. Wartości odchylenia standardowego ENN_SD były w tym drugim okresie mniejsze, jednak wartości współczynnika zmienności ENN_CV, który jest bardziej wymowny interpretacyjnie, były większe i wzrosły z ok. 200% do ok. 235%. Oznacza to, że rozmieszczenie płatów, pomimo wzrostu gęstości i fragmentacji terenu stało się względnie bardziej nieregularne, chociaż w wartościach bezwzględnych zróżnicowanie odległości stało się mniejsze.

Podział na kategorie zabudowy o różnym zagęszczeniu nie wnosi w sumie istotnych informacji do wyników całej analizy, gdyż większość terenów zabudowy we wszystkich okresach stanowiła klasa 1.1.2 (zabudowa luźna), zaś do klasy 1.1.1 (zabudowa zwarta) zaliczono jedynie centralne dzielnice Warszawy oraz fragmenty terenów w kilku miastach satelickich. Gęstość płatów klasy 1.1.1 dla całości obszaru badań jest znikoma, gdyż pokrywały one w całym badanym okresie ok. 1200 ha. Klasa 1.1.1 stanowiła między 2,2% terenów zabudowy w 1990 r. a 1,4% terenów zabudowy w 2012 r. Było to tylko 6-7 płatów. Pozostałe tereny zabudowy zaliczono do klasy 1.1.2. Z podanego powodu wyniki analiz w podziale na podklasy zabudowy o różnym zagęszczeniu nie będą szczegółowo przedstawiane.

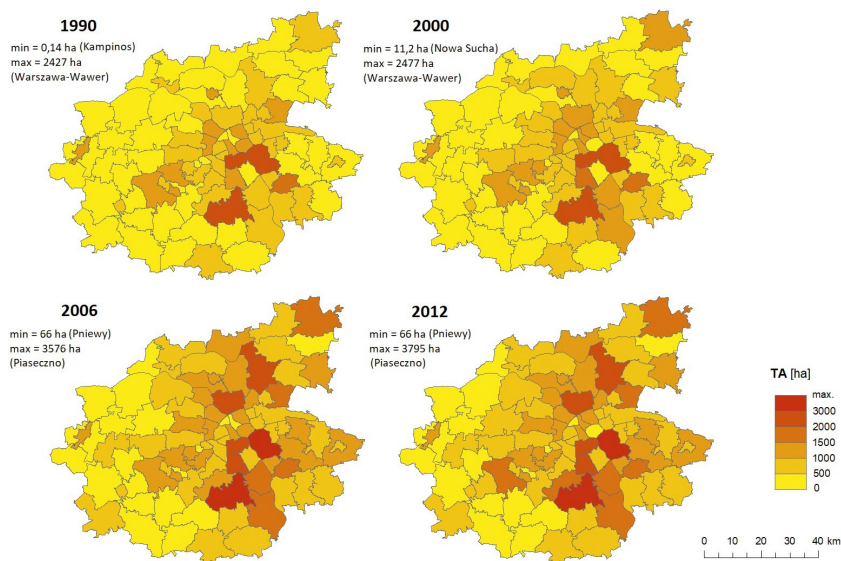
6.2.2. Wyniki analizy w układzie gmin i dzielnic

Wyniki analiz metryk według danych CLC dla klasy 1.1 **zabudowa miejska** wskazują na występowanie pokrycia **powierzchni terenów zabudowy (TA)** powyżej 2000 ha w przekroju całego okresu 1990-2012, w dzielnicach Wawer i Mokotów oraz w gminie Piaseczno (ryc. 79). W latach 2006 i 2012 pokrycie terenów zabudowy wynosiło powyżej 3000 ha w Wawrze i w Piasecznie (gdzie osiągnęło 3795 ha). Wawer jest największą dzielnicą Warszawy (7970 ha powierzchni). Dominuje tam niezbyt zwarta zabudowa (głównie niska, z dużym udziałem mieszkaniowej jednorodzinnej), jednak agregacja przestrzenna danych w bazie CLC sprawia, że około połowa powierzchni dzielnicy jest zaliczana do terenów zabudowy. Mokotów jest także dużą dzielnicą, przy czym charakteryzuje się bardzo zróżnicowaną zabudową, z istotnym udziałem zabudowy kamienicznej (Stary Mokotów), wolnostojących budynków mieszkalnych wielorodzinnych w ramach zabudowy osiedlowej, licznymi obiektami biurowymi, powstałymi po 1990 roku (Służewiec), występowaniem domów jednorodzinnych zabudowy willowej, ogródków działkowych, a nawet terenów rolnych (Siekierki i Augustówka).

Stale wzrastało pokrycie terenów zabudowy – do poziomu powyżej 2000 ha po roku 2000 – na Białołęce, która ostatecznie wyprzedziła pod tym względem Mokotów, a także na Ursynowie. Białołęka jest typowym przykładem suburbanizacji „wewnętrznej” w Warszawie, dynamicznego rozwoju budownictwa mieszkaniowego jednorodzinne i wielorodzinne, warunkowanego dostępnością terenów i relatywnie niskimi cenami nieruchomości. Rozwój zabudowy Ursynowa następował głównie na południe, w kierunku Lasu Kabackiego, a także wzdłuż ulicy Puławskiej, na pograniczu z gminą Piaseczno. Wspomniano już o wyjątkowo wysokim udziale oraz postępującym wzroście powierzchni terenów zabudowy w tej gminie. Zabudowa rozwijała się także w sąsiednich gminach pasma południowego – Konstancin-Jeziorna, Lesznowola i Góra Kalwaria, gdzie pokrycie wzrosło do powyżej 1500 ha.

Inne jednostki o wysokim pokryciu zabudowy i tendencji wzrostowej w całym okresie to gmina Radzymin, miasta Legionowo i Otwock, gminy pasma południowo-zachodniego – Grodzisk Mazowiecki, Pruszków, Brwinów. Warto odnotować

też, że całkowita powierzchnia terenów zabudowy w Warszawie wzrosła z 17 562 ha w 1990 r. do 22 602 ha w 2012 r., co jest świadectwem tego, że w granicach miasta po transformacji 1989 roku pozostawały bardzo duże powierzchnie nieużytków oraz tereny oczekujące na zmianę funkcji (*brownfields*).



Ryc. 79. Wskaźnik powierzchni terenów zabudowy (TA) w gminach OMW i dzielnicach Warszawy według danych CORINE Land Cover 1990, 2000, 2006, 2012

Fig. 79. The total built-up area index (TA) in municipalities of WMA and districts of Warsaw according to CORINE Land Cover 1990, 2000, 2006, 2012

Liczba płatów (NP), czyli odrębnych terenów zabudowy, ulegała dość istotnym zmianom w kolejnych okresach. W dość znacznej liczbie badanych jednostek (36 w 1990 r. i 22 w 2012 r.) tereny zabudowy obejmowały zaledwie 1-5 płatów. Może to świadczyć zarówno o małym udziale zabudowy w powierzchni tych jednostek, jak i o dużej zwartości terenów zabudowy, przy wysokim ich udziale. Wskaźnik ten trzeba interpretować w powiązaniu z innymi metrykami, związanymi z powierzchnią zabudowy i jej strukturą. W 1990 roku najwięcej płatów (powyżej 20) odnotowano w 3 gminach: Jabłonna, Halinów i Mińsk Mazowiecki (wiejskiej), w 2000 roku dodatkowo w dzielnicy Rembertów, a w 2006 roku także w wielu innych gminach – szczególnie w paśmie północnym – Wieliszew, Nieporęt, Radzimin, Dąbrówka, w paśmie południowym – Piaseczno, Góra Kalwaria, a ponadto w gminie Brwinów i Sochaczew (wiejskiej). W 2012 roku względem 2006 zmiany były niewielkie. Jedynie w gminie Brwinów liczba płatów spadła poniżej 20. Powyżej 30 płatów było w 2006 roku w gminach: Piaseczno, Mińsk Mazowiecki (wiejskiej) i Jabłonna, a w 2012 roku także w gminie Nieporęt. Szczególnym przypadkiem jest gmina Piaseczno, gdzie liczba płatów podwoiła się między 1990 a 2012 rokiem (wzrost z 19 do 39).

Dane wskazują zatem na rozprzestrzenianie się zabudowy po 1990 roku w różnych sektorach (pasmach) strefy podmiejskiej, przy czym zmienność wskaźnika

liczby płatów najsilniej odzwierciedla kierunku ekspansji – północny, południowy oraz wschodni. Z uwagi na charakterystykę bazy CLC (rozdzielczość przestrzenną) trudno jednak stwierdzić, jaki był w tym udział zabudowy typowo rozproszonej. Najsilniejsze rozprzestrzenianie się terenów zabudowy odnotowano w podokresie 2000-2006. W samej Warszawie następowała zarówno agregacja płatów zabudowy, jak i pojawianie się nowych płatów – ostatecznie jednak sumaryczna liczba płatów w całej Warszawie zarówno w 1990, jak i w 2012 r. wyniosła 85. Jest to w sumie niewiele, co wynika z wysokiej agregacji przestrzennej danych w bazach CLC.

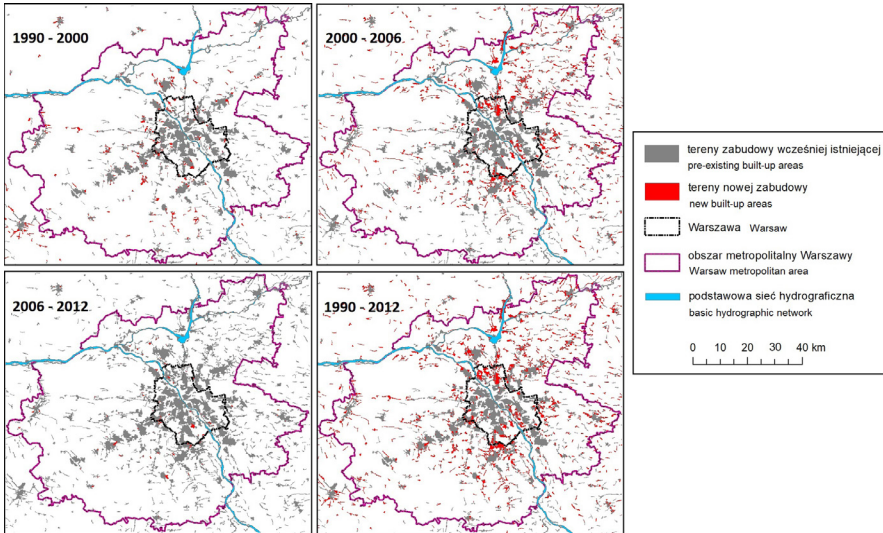
Wskaźnik **wewnętrznego zagęszczenia płatów zabudowy (PD)**, określający stopień zwartości bądź fragmentacji tych terenów, jest wyższy w jednostkach położonych poza pierwszym pierścieniem gmin strefy podmiejskiej, jednak nie w tych najbardziej peryferyjnych względem rdzenia obszaru metropolitalnego. Sytuacja taka występuje przede wszystkim w jednostkach, gdzie pokrycie terenów zabudowy jest niskie bądź średnie, lecz jednocześnie nie tworzą one bardzo dużych, zwartych płatów, czyli fragmentacja terenów zabudowy jest dość duża. Gminy o wysokiej wartości wskaźnika są zlokalizowane w różnych rejonach aglomeracji (ryc. 80). Przykładowo, według danych dla 1990 roku do gmin o najwyższych wartościach wskaźnika, powyżej 9 pł./100 ha terenów zabudowy, należały: Nowa Sucha, Sochaczew (gm. wiejska), Mińsk Mazowiecki (gm. wiejska) i Baranów²⁰. Wysoki wskaźnik, powyżej 5 pł./100 ha t.z., występował także w niektórych gminach bliższych Warszawy, jak Jabłonna (pasmo północne) i Halinów (pasmo wschodnie).

W tych gminach o wysokim udziale zabudowy, tereny zabudowy tworzą duże zwarte płaty, a w rezultacie wskaźnik wewnętrznego zagęszczenia płatów przyjmuje niskie wartości. W 1990 roku najmniejsze zagęszczenie płatów, poniżej 0,4 pł./100 ha t.z., dotyczyło miast: Żyrardów, Kobyłka, Mińsk Mazowiecki, Milanówek, Pruszków, Otwock, Józefów, Legionowo, a także w części dzielnic Warszawy. Gminy o niskim wskaźniku wewnętrznego zagęszczenia płatów, poniżej 1 pł./100 ha t.z., czyli o dużej zwartości terenów zabudowy występują raczej w bliższej strefie podmiejskiej, szczególnie w pasmach: południowo-zachodnim (gdzie sięgają najdalej od rdzenia aglomeracji), południowym, południowo-wschodnim i południowo-wschodnim. W gminach rzadko zaludnionych i zabudowanych (jak gminy „kampinoskie”), gdzie płatów zabudowy jest niewiele i są one względnie małe, wskaźnik zagęszczenia płatów jest także względnie niski (1-2 pł./100 ha t.z.).

W kolejnych latach wartość wskaźnika PD w wielu gminach zmniejszała się, co (przynajmniej w skali rozdzielczości zapewnianej przez wykorzystany zbiór danych) wskazuje na agregację terenów zabudowy, wynikającą z jej ekspansji – największą w latach 2000-2006. Wyrażna agregacja terenów zabudowy (zmniejszenie fragmentacji płatów) nastąpiła w gminach podwarszawskich, takich jak Michałowice, Konstancin-Jeziorna, Piaseczno, Jabłonna, Wieliszew czy

²⁰ Absolutnie najwyższy wskaźnik odnotowano dla 1990 r. w gminie Kampinos (714 pł./100 ha t.z.), ale wynik został wypaczony przez to, że zidentyfikowany w zbiorze danych CLC został tam tylko mały fragment jednego płata zabudowy o powierzchni 0,14 ha. W zbiorach dla kolejnych lat gmina Kampinos płasowała się już w niskich lub średnich wartościach wskaźnika PD (1,74-2,17), przy liczbie 4-6 płatów, pokrywających 229-276 ha.

w dzielnicy Białołęka. Zatem pasma południowe i południowo-zachodnie, a także północne były silnymi kierunkami ekspansji zabudowy. Obserwacje w tym zakresie pokrywają się z tymi dotyczącymi zwiększania się wskaźnika pokrycia terenów zabudowy (TA) szczególnie w paśmie północnym, gdzie dotyczy to m.in. Białołęki, Jabłonny i Wieliszewa (ale w mniejszym stopniu Radzimina).



Ryc. 80. Wskaźnik wewnętrznej zagęszczenia płatów zabudowy (PD) w gminach OMW i dzielnicach Warszawy według danych CORINE Land Cover 1990, 2000, 2006, 2012
 Fig. 80 Internal patch density index (PD) for built-up areas in municipalities of OMW and districts of Warsaw according to CORINE Land Cover 1990, 2000, 2006, 2012

Według danych dla 2012 r. wskaźnik wewnętrznej zagęszczenia płatów powyżej 5 pł./100 ha terenów zabudowy występował już tylko w gminach Radziejowice i Żabia Wola. Oznacza to dość dużą fragmentację terenów zabudowy w tych dalej położonych gminach wiejskich pasma południowo-zachodniego (przy niskim pokryciu zabudowy – wskaźnik TA). Spośród dzielnic Warszawy najniższe wartości wskaźnika występowały w Wilanowie i Rembertowie, czyli tam fragmentacja była największa. Wskaźnik gęstości płatów w całej Warszawie zmniejszył się pomiędzy 1990 a 2012 r. z 0,48 pł./100 ha t.z. do 0,38 pł./100 ha t.z., co jest świadectwem ekspansji zabudowy na niezagospodarowane dotąd tereny w obrębie miasta.

Średnia wielkość płyta (AREA_MN) we wszystkich okresach (1990-2012) była największa (powyżej 200 ha, w niektórych przypadkach znacznie większa) w miastach, takich jak: Milanówek, Pruszków, Piastów, Mińsk Mazowiecki, Łomianki, Nowy Dwór Mazowiecki, i w niektórych dzielnicach Warszawy (w 1990 r. były to Wawer i Żoliborz, w 2012 r. ponadto Mokotów i Bielany). Świadczy to o występowaniu gęstej i zwartej struktury zabudowy w tych jednostkach (w Wawrze, który charakteryzuje się dużym udziałem zabudowy jednorodzinnej, odnotowano jednak znaczną ciągłość terenów zabudowy; podobna sytuacja występuje m.in. w Milanówku, gdzie jest duży udział zabudowy rezydencjalnej). Średnio mniejsze płyty występowały w licznych gminach wiejskich i położonych bardziej

peryferyjnie w aglomeracji. Przykładowo, w roku 2012 średnia wielkość płała poniżej 25 ha występowała w następujących gminach dalszej strefy podmiejskiej w paśmie południowo-zachodnim: Sochaczew (wiejskiej), Baranów, Radziejowice, Żabia Wola. Świadczy to o fragmentacji terenów zabudowy na tych terenach, co jest zbieżne z wartościami wskaźnika zagęszczenia płałów (PD), który w tych właśnie jednostkach był najwyższy, szczególnie po roku 2000. Spośród dzielnic stolicy najmniejsza średnia wielkość płała była w Wilanowie i Rembertowie.

Podobnie rozkładały się przestrzennie wartości **mediany wielkości płała (AREA_MD)**. Przy czym najwyższa mediana, przekraczająca znacznie 200 ha, była w 2012 r. w miastach: Pruszków, Milanówek, Piastów i w dzielnicy Żoliborz, najniższa zaś, poniżej 0,2 ha w gminach: Ząbki, Legionowo, Jabłonna, Radziejowice i w dzielnicach: Praga-Północ i Rembertów. Średnia wielkość płała wynosiła w 1990 r. w Warszawie 206,6 ha, natomiast mediana 45,5 ha. W 2012 r. było to odpowiednio 265,9 ha i 33,8 ha. Wzrost wartości średniej i jednoczesny spadek wartości mediany pozwala na wysnucie wniosku: z jednej strony następowała agregacja małych płałów w większe, lecz równocześnie pojawiało się dużo nowych płałów o mniejszych powierzchniach. Oba zjawiska są świadectwem ekspansji zabudowy także w granicach stolicy.

Zróźnicowanie wielkości płałów wyraża się w miarach statystycznych: odchyleniu standardowym i współczynniku zmienności. **Odchylenie standardowe wielkości płała (AREA_SD)**, mniejsze niż 50 ha, występowało według danych dla 1990 roku w 32 spośród 89 jednostek. Głównie były to peryferyjne gminy aglomeracji, ale nie tylko, bo wśród tych jednostek była też m.in. dzielnica Wilanów. Zazwyczaj oznacza to, że w jednostkach tych nie występowały bardzo duże płały zabudowy, lecz pewna liczba mniejszych płałów. Jest to kolejny wskaźnik sugerujący fragmentację terenów zabudowanych. W 4 gminach odchylenie standardowe było mniejsze niż 10 ha, natomiast w 3 gminach „kampinoskich” (Brochów, Kampinos, Leoncin) i w sąsiedniej gminie Zakroczym wynosiło 0, gdyż występował tylko jeden płał zabudowy. Największe odchylenie standardowe, powyżej 400 ha, odnotowano w dzielnicach: Mokotów, Ursynów i Wawer i w miastach: Legionowo, Otwock, Pruszków i Sochaczew. W tych jednostkach były zatem zarówno bardzo duże, zwarte tereny zabudowy, jak i pewna liczba mniejszych terenów. Do 2000 roku wskaźnik AREA_SD wzrósł w części gmin, ale największe zmiany nastąpiły do 2006 roku, a już znacznie mniejsze do roku 2012. W tym ostatnim roku wskaźnik AREA_SD mniejszy niż 50 ha występował w 20 gminach, zaś większy niż 400 ha w 9 jednostkach. W stosunku do 1990 roku do tej drugiej kategorii, o bardzo dużym zróźnicowaniu wielkości terenów zabudowy, dołączyły gminy: Łomianki, Marki, Piaseczno i dzielnica Bielany (natomiast wypadła z niej gmina Legionowo).

Współczynnik zmienności wielkości płała (AREA_CV) wyraża procentowo stosunek odchylenia standardowego do średniej wielkości płała, pozwala zatem na określenie względnego zróźnicowania zróźnicowania wielkości płałów. Rozkład wartości dla danych z 1990 r. wskazywał w 11 jednostkach (głównie peryferyjnych gminach, w tym na obszarze Puszczy Kampinoskiej) na małą zmienność (zróźnicowanie) – poniżej 50%, w 24 jednostkach (rozrzuczonych po całym obszarze)

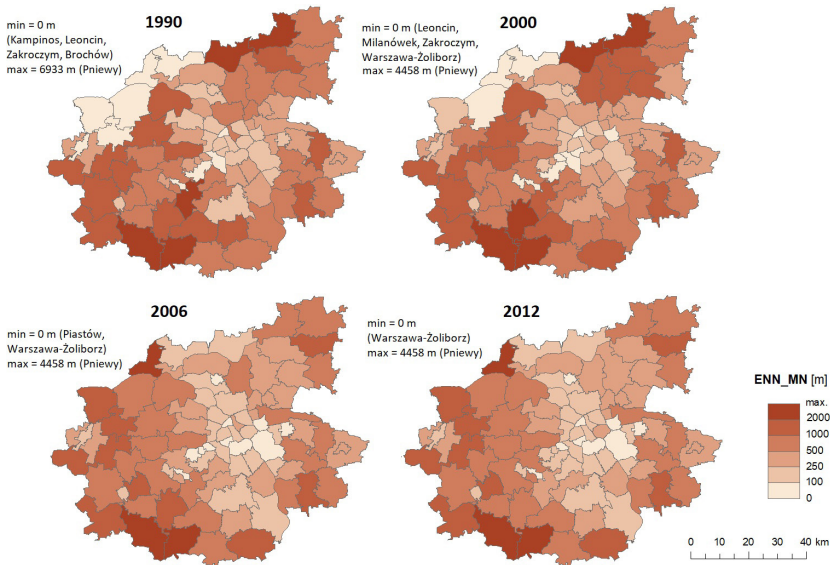
na umiarkowaną zmienność – o wartościach 50-100%, w 13 jednostkach na dużą zmienność – o wartościach 100-150% oraz w aż 42 jednostkach (w przeważającej części dzielnic Warszawy, miast satelickich i gmin bliskiej strefy podmiejskiej) na bardzo dużą lub skrajnie dużą zmienność – powyżej 150%. Analiza rozkładu przestrzennego współczynnika dla 2012 r. wykazała, że mała zmienność pozostała tylko w 4 jednostkach i umiarkowana zmienność w 16 jednostkach, natomiast zwiększyła się liczba jednostek z dużą zmiennością – do 22 oraz z bardzo dużą lub skrajnie dużą zmiennością – do 48. Oznacza to w sumie, że w skali aglomeracji powiększały się obszary zwartej i gęstej zabudowy, którym jednocześnie towarzyszyły bardziej izolowane skupiska zabudowy.

Odchylenie standardowe wielkości płątów dla całej Warszawy wynosiło w 1990 r. 538 ha, zaś współczynnik zmienności 260,5%, natomiast w 2012 r. było to odpowiednio 750 ha i 282,2%. Jest to kolejny dowód na wzrost zróżnicowania powierzchni terenów zabudowy, z uwagi na postępującą agregację dużych płątów i pojawianie nowych, mniejszych płątów.

Wskaźnik średniej odległości płątów „najbliższych sąsiadów” (ENN_MN) jest miarą przestrzennej izolacji terenów zabudowy. Według danych dla 1990 r. wartości wskaźnika poniżej 100 m występowały w 10 gminach, przy czym w 4 gminach, gdzie był tylko jeden płąt, wartość wynosiła zero. Pozostałe jednostki o niskiej wartości wskaźnika ENN_MN to takie, gdzie zabudowa jest pofragmentowana na więcej płątów, ale odległości pomiędzy nimi są niewielkie (gminy: Podkowa Leśna, Michałowice, Pomiechówek, miasto Sochaczew, dzielnice: Włochy i Żoliborz) (ryc. 81). Wartości pomiędzy 100 a 250 m występowały w 16 jednostkach, w tym w większości dzielnic Warszawy, a także w miastach Żyrardów, Józefów i Sulejówek, gminie miejsko-wiejskiej Piaseczno, gminach wiejskich Jabłonna i Izabelin. Są to gminy bezpośrednio graniczące z Warszawą (z wyjątkiem Żyrardowa), mające zróżnicowany charakter zabudowy, ale będące pod wpływem stołecznej urbanizacji. Wskaźnik pomiędzy 250 a 500 m wystąpił w dzielnicach Ursynów i Wilanów oraz w 20 gminach, głównie położonych w pasmach rozwojowych bliskiej strefy podmiejskiej, a także w miastach „satelickich”. Wskaźnik pomiędzy 500 a 1000 m występował w dzielnicach Białołęka i Praga-Północ, a także w 21 gminach – głównie dużych, wiejskich i miejsko-wiejskich, w południowo-zachodniej, południowej, wschodniej i północno-wschodniej części obszaru. Wskaźnik pomiędzy 1000 a 2000 m wystąpił w 14 gminach, z których większość zlokalizowana była w południowo-zachodniej i południowej części obszaru, natomiast wskaźnik powyżej 2000 m wystąpił w 5 gminach, na północnych i południowych peryferiach obszaru (a także w położonej bliżej stolicy gminie Nadarzyn). W tych gminach tereny zabudowy były najbardziej pofragmentowane, rozproszone.

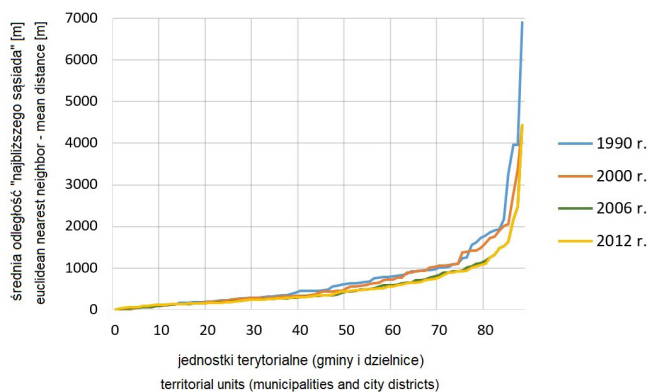
W kolejnych latach, szczególnie pomiędzy 2000 a 2006 rokiem nastąpiły istotne zmiany przestrzenne, które polegały na zmniejszeniu średnich odległości pomiędzy płątami „najbliższych sąsiadów” w wielu gminach i dzielnicach (ryc. 81, 82). W niemal wszystkich dzielnicach Warszawy, z wyjątkiem Pragi-Południe, wartość wskaźnika ENN_MN spadła poniżej 250 m lub poniżej 100 m. Podobny kierunek zmian nastąpił w części gmin bliższej i średniej strefy podmiejskiej

(np. w Nadarzynie wskaźnik wyniósł 2168 metrów w 1990 r., 1369 m w 2000 r., 589 m w 2006 r. i 499 m w 2012 r.). Oznacza to, że w tych gminach nastąpiła ekspansja terenów zabudowy i zmniejszyła się ich wzajemna izolacja. W 2012 roku wskaźnik ENN_MN pomiędzy 1000 a 2000 m występował tylko w 9 gminach, a powyżej 2000 m jedynie w 3 gminach. Wszystkie położone były w peryferyjnych częściach OMW. W tych jednostkach izolacja terenów zabudowy pozostawała największa.



Ryc. 81. Wskaźnik średniej odległości płatów „najbliższych sąsiadów” (ENN_MN) dla terenów zabudowy w gminach OMW i dzielnicach Warszawy według danych *CORINE Land Cover* 1990, 2000, 2006, 2012

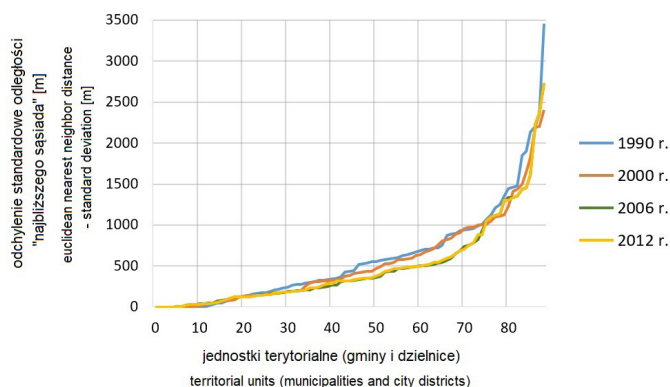
Fig. 81. Mean euclidean distance of the „nearest neighbors” patches (ENN_MN) for the built-up areas in the municipalities of WMA and districts of Warsaw according to *CORINE Land Cover* 1990, 2000, 2006, 2012



Ryc. 82. Zróźnicowanie średniej odległości płatów „najbliższych sąsiadów” dla terenów zabudowy, według danych *CORINE Land Cover*, w gminach OMW i dzielnicach Warszawy – zmiany w okresie 1990-2012

Fig. 82. Differentiation of the mean distance of the „nearest neighbors” patches for built-up areas, according to *CORINE Land Cover*, in the municipalities of WMA and districts of Warsaw – changes in the period 1990-2012

Wartość wskaźnika odchylenia standardowego odległości płatów „najbliższych sąsiadów” (ENN_SD) była równa zero w tych gminach, gdzie występował tylko jeden lub dwa płat. W 1990 roku należało do nich kilka gmin wiejskich i miejsko-wiejskich z rejonu Kampinoskiego Parku Narodowego (Brochów, Kampinos, Leoncin), pobliskie gminy Nowa Sucha i Zakroczym, a także gmina Pniewy, a z drugiej strony zwarte gminy miejskie – Żyrardów, Milanówek, Piastów, Kobyłka, Mińsk Mazowiecki oraz dzielnica Żoliborz. Również współczynnik zmienności ENN_CV, który przedstawia względne zróżnicowanie odległości płatów najbliższych sąsiadów był w tych przypadkach zerowy. Największe wartości wskaźnika ENN_SD, powyżej 1500 m, były w gminach: Teresin, Wiskitki, Mszczonów, Prażmów, Radzymin, Somianka. Wymienione gminy położone są, z wyjątkiem Radzymina, w dalszych rejonach strefy podmiejskiej Warszawy. Wysoka wartość wskaźnika świadczy o występowaniu tam zarówno większych skupień terenów zabudowy, jak i bardziej odosobnionych, izolowanych terenów urbanizacji. Także w 1990 roku największe wartości **współczynnika zmienności odległości płatów „najbliższych sąsiadów”** (ENN_CV), wyrażające skrajnie dużą zmienność – powyżej 190%, występowały w gminach Teresin i Radzymin, ale także w sąsiadującym z Warszawą mieście Ząbki oraz w dzielnicach Ochota i Ursynów, gdzie zabudowa jest generalnie zwarta i gęsta (szczególnie na Ochocie). Świadczy to o tym, że wskaźnik ENN_CV interpretowany bez uwzględnienia zagęszczenia zabudowy może być mylący.



Ryc. 83. Zróżnicowanie odchylenia standardowego odległości płatów „najbliższych sąsiadów” dla terenów zabudowy, według danych *CORINE Land Cover*, w gminach OMW i dzielnicach Warszawy – zmiany w okresie 1990-2012

Fig. 83. Differentiation of the standard deviation of the distance of the „nearest neighbors” patches for built-up areas, according to *CORINE Land Cover*, in the municipalities of WMA and districts of Warsaw – changes in the period 1990-2012

W pozostałych gminach wartość wskaźnika ENN_SD była zróżnicowana – dla większości z nich odchylenie standardowe odległości płatów „najbliższych sąsiadów” mieściło się w szerokim zakresie pomiędzy 50 a 1500 m (w kilku była niższa np. Józefów – 13 m, Podkowa Leśna – 30 m). W późniejszych latach ulegało to zmianie, przy czym nadal w grupie gdzie ENN_SD było niskie przeważały zwarte gminy miejskie oraz dzielnice Warszawy (z pewnymi wyjątkami), natomiast

ENN_SD było wysokie w niektórych gminach peryferyjnych. Liczebność tych grup gmin, gdzie ENN_SD było wysokie, zmniejszała się jednak na korzyść tych grup, gdzie ENN_SD było niskie (ryc. 83). Świadczy to o tym, że zmniejszało się zróżnicowanie odległości pomiędzy płatami zabudowy wskutek ich zagęszczenia. Największe zmiany nastąpiły w okresie 2000-2006, zaś najmniejsze w okresie 2006-2012. Średnia odległość między płatami najbliższych sąsiadów (ENN_MN) w całej Warszawie w 1990 r. wynosiła 270 m, zaś odchylenie standardowe odległości (ENN_SD) wynosiło 344 m. Do 2012 r. średnia odległość spadła do 161 m, a odchylenie standardowe do 172 m. Świadczy to o znaczącym zagęszczaniu się zabudowy w obrębie miasta stołecznego.

W analizie terenów w podziale na kategorie o różnym zagęszczeniu zabudowy (dwie klasy), należy podkreślić, że klasa 1.1.2 (zabudowa luźna) pokrywała we wszystkich bazach CLC, tj. dla lat 1990, 2000, 2006 i 2012, przeszło 97% powierzchni całości terenów zabudowy. Oznacza to, że metryki obliczone dla klasy 1.1.2 nie mogły znacząco odbiegać od wskaźników dla zabudowy ogółem (klasy 1.1). Analiza metryk dla terenów zabudowy klasy 1.1.1 (zabudowy zwartej – „śródmiejskiej”) również nie będzie szczegółowo omawiana. W 1990 r. odnotowano w poszczególnych jednostkach pokrycie zabudowy zwartej: Śródmieście – 619 ha, Praga-Północ – 289 ha, Mokotów – 101 ha, Praga-Południe, Grodzisk Mazowiecki, Ochota, Piaseczno – między 30 a 75 ha, Wola i Targówek – poniżej 1 ha. Zabudowa zwarta w Śródmieściu stanowiła 56,5% całości zabudowy, na Pradze-Północ 67,8%, zaś w pozostałych jednostkach poniżej 10%. Średnia wielkość płata zabudowy kategorii 1.1.1 była największa na Pradze-Północ (289 ha) – w sumie 1 płat, a następnie w Śródmieściu (206 ha) – w sumie były 3 płaty. W późniejszych latach zmiany w tym zakresie były znikome (w 2006 r. do zabudowy zwartej przestano zaliczać tereny w gminie Piaseczno). Pozostałe tereny pozostały praktycznie bez zmian. Omówiona klasyfikacja jest dyskusyjna. Zdaniem autora, możliwe byłoby zaliczenie do zabudowy zwartej, biorąc pod uwagę kryteria morfologiczno-fizjonomiczne, także terenów w innych dzielnicach stolicy, np. Żoliborz, Ursynów, czy w miastach, jak Pruszków czy Legionowo, gdzie wykazana została zabudowa luźna.

6.2.3 Ocena wyników analiz i wnioski

Analiza zmienności metryk przestrzennych dla terenów zabudowy z baz danych o pokryciu terenu i użytkowaniu ziemi *CORINE Land Cover* pozwoliła na zarysowanie ogólnego kierunku przemian urbanizacyjnych, jakie zachodziły w obrębie aglomeracji warszawskiej po transformacji systemowej 1989 roku. Wykorzystanie zbioru danych CLC dla lat 1990, 2000, 2006 i 2012 – **analiza porównawcza dla kilku okresów, pozwala wnioskować o postępującym rozlewaniu się terenów zabudowy**. Umożliwia także opisanie przestrzennych charakterystyk tego procesu – w jakim stopniu rozlewanie się zabudowy następuje w gminach bliższej i dalszej strefy podmiejskiej, a także w granicach administracyjnych miasta stołecznego (suburbanizacja wewnętrzna, zachodząca w tych dzielnicach, gdzie pozostały duże

powierzchnie niezagospodarowanych terenów). Wyznacznikiem rozlewania się terenów miejskich była przede wszystkim postępująca agregacja płatów zabudowy i jej rozlewanie się. Skalę tych procesów należy jednak szacować z rozsądkiem w obliczu wspomnianych już wcześniej ograniczeń baz danych *CORINE Land Cover*, związanych z ich rozdzielczością przestrzenną.

Trudniej jest wnioskować o skali rozpraszania zabudowy, a także o tym, czy zabudowa się koncentruje, czy wypełniają się luki w zabudowie miejskiej (zabudowa plombowa), a to z uwagi właśnie na rozdzielczość przestrzenną baz danych CLC. Uwzględnia ona minimalną wielkość zidentyfikowanego obszaru (obiektu powierzchniowego) – 25 ha oraz minimalną szerokość obiektu liniowego – 100 metrów. Zatem nie są zidentyfikowane układy typowo rozproszonej zabudowy, a tym bardziej izolowane obiekty. Niemniej, **analiza pozwoliła stwierdzić, czy nowe skupiska zabudowy powstawały w izolacji, czy też głównie łączyły się z istniejącymi terenami urbanizacji**, tworząc bardziej zwarte struktury przestrzenne (jako kryterium ciągłości terenów zabudowy w zbiorach danych CLC przyjęto odległość między skupiskami budynków mniejszą niż 300 m).

Procesy urbanizacyjne, jakie zaobserwowano w obszarze badania na podstawie analizy baz danych *CORINE Land Cover*, najlepiej jest rozpatrywać w całym przekroju czasowym lat 1990–2012. Taki przekrój czasowy daje najpełniejszy ogląd zmian zachodzących w przestrzeni aglomeracji warszawskiej w okresie po transformacji gospodarczo-ustrojowej. Ponadto należy zauważyć, że zmiany dla okresów częściowych 1990–2000 i 2000–2006 zbadano korzystając z baz danych CLC 1990, CLC 2000 oraz CLC 2006 w wersji skorygowanej przez twórcę bazy (Instytut Geodezji i Kartografii). Niestety dla roku 2012 baza skorygowana (*revised version*) nie była dostępna w okresie prowadzenia badania, o czym wspomniano już w opisie danych źródłowych (rozdz. 1.5.1).

Wykorzystanie bazy nieskorygowanej spowodowało, że w zakresie pokrycia terenów zabudowy baza CLC 2012 stosunkowo niewiele różni się od bazy skorygowanej CLC 2006, którą posłużono się dla wcześniejszego okresu (ryc. 78, tab. 10). Zestawienie ze sobą danych z bazy nieskorygowanej i skorygowanej dla 2000 r., a także dla 2006 r. (dane z baz nieskorygowanych dla tych lat niewykorzystane w badaniu) pozwala natomiast stwierdzić, że w wersjach *revised* wykazywano znacznie więcej zmian w pokryciu, liczebności i konfiguracji terenów. Dlatego też, wyniki analizy zmian dla podokresu 2006–2012 należy traktować jako w pewnym stopniu niedoszacowane. Właściwym uzupełnieniem analizy dla tego okresu jest przeprowadzone w bardziej szczegółowej skali badanie na podstawie danych *Urban Atlas*, opisane w rozdziale 6.3.

Przydatność wybranych metryk przestrzennych (krajobrazowych), wytypowanych jako najbardziej adekwatne dla celów badania (rozdz. 2.3), została zweryfikowana w toku analizy. Zmiany wskaźnika powierzchni terenów zabudowy (CA/TA) są oczywistym miernikiem postępującej urbanizacji. W tych jednostkach, gdzie nastąpiły wzrosty liczebności płatów (NP), świadczy to o rozprzestrzenianiu się nowych układów zabudowy, pozostających w pewnej izolacji od dotychczasowych terenów urbanizacji. Zmiany metryki wewnętrznego zagęszczenia płatów

(PD) informują o agregacji lub fragmentacji terenów zabudowy, chociaż przy rozdzielczości przestrzennej właściwej dla *CORINE Land Cover* mają dość ograniczoną wartość dla wnioskowania o wewnętrznym zróżnicowaniu struktury terenów zabudowanych. Grupa miar statystycznych związanych z wielkościami pól (AREA_MN, AREA_MD, AREA_SD, AREA_CV) informuje, czy w badanych jednostkach dominują większe lub mniejsze powierzchniowo tereny zabudowy, a także jakie jest wewnętrzne zróżnicowanie w tym zakresie. Można je określić mianem miar „uśrednionej agregacji” terenów zabudowy. Jednak nawet w przypadku dominacji małych pól, trzeba pamiętać o minimalnej jednostce kartowania określonej w *CORINE Land Cover* na 25 ha, ograniczającej rozpoznanie rozproszonej zabudowy. Ostatnia grupa użytych metryk dotyczy odległości pól „najbliższych sąsiadów” (ENN_MN, ENN_SD, ENN_CV). Wskaźniki te stanowią o przestrzennej izolacji terenów zabudowy – uśrednionej, lub też określonej miarami zmienności. Dopiero jednak badanie w bardziej szczegółowej skali (na podstawie bazy *Urban Atlas*, rozdz. 6.3) ujawnia wartość tych miar izolacji, szczególnie w kontekście występowania układów rozproszonej i skoncentrowanej zabudowy.

Najważniejsze zjawiska, jakie rozpoznano w zakresie procesów urbanizacji, w tym koncentracji i dekoncentracji terenów zabudowy, w okresie 1990-2012 na obszarze metropolitalnym Warszawy są następujące:

- 1) wzrost powierzchni całkowitej pokrycia terenów zabudowy o 56%,
- 2) wzrost liczebności pól o 55% – pojawianie się licznych nowych układów zabudowy,
- 3) utrzymanie wskaźnika wewnętrznego zagęszczenia pól na niemal niezmiennym poziomie, co świadczy o tym, że pojawianie się nowych terenów zabudowy było równoważone agregacją przestrzenną wcześniej występujących pól (rozlewanie zabudowy na tereny sąsiadujące),
- 4) znaczny wzrost wartości wskaźników zmienności wielkości pól, przy równoczesnym braku istotnych zmian wartości wskaźników uśrednionej wielkości pola – co świadczy o tym, że zwiększyło się zróżnicowanie wielkości terenów zabudowy (współwystępowanie rozległych obszarów zurbanizowanych i znacznie mniejszych skupisk zabudowy),
- 5) zmniejszenie odległości między polami „najbliższych sąsiadów” dla terenów zabudowy średnio o ok. 30%, świadczące o relatywnym zmniejszeniu się izolacji terenów zabudowy,
- 6) wzrost wartości współczynnika zmienności odległości pól „najbliższych sąsiadów” o ok. 36 p.p. (ok. 18%), świadczący, że rozmieszczenie terenów zabudowy stało się względnie bardziej nieregularne, mimo że określone bezwzględными dystansami zróżnicowanie odległości (odchylenie standardowe) zmniejszyło się o 25%.

Ważniejsze zaobserwowane zmiany w odniesieniu do układu gmin i dzielnic, można podsumować następująco:

- 1) całkowite pokrycie powierzchni zabudowy obejmowało największe obszary w dzielnicach Mokotów i Wawer w 1990 r., a w 2012 r. także Ursynów i Białołęka (w tej dzielnicy odnotowano największy wzrost); natomiast wśród gmin podwarszawskich, w 1990 r. w gminie Piaseczno, a do 2012 r. wydatnie zwiększyło się w tej i w kilku innych gminach,

2) liczebność płatów, wskazująca na rozprzestrzenianie się terenów zabudowy zwiększyła się w znacznej liczbie gmin pasm północnego i południowego, a szczególnie w gminie Piaseczno, gdzie podwoiła się pomiędzy 1990 r. a 2012 r.,

3) wskaźnik wewnętrznego zagęszczenia płatów, którego wysoki poziom wskazuje na fragmentację terenów zabudowy, był najwyższy w niektórych gminach położonych poza bliską strefą podmiejską, ale też nie najbardziej peryferyjnych (tam gdzie pokrycie terenów zabudowy było niskie bądź średnie, lecz nie tworzyły one dużych, zwartych płatów), zaś najniższy był w dzielnicach centralnych Warszawy i w niektórych miastach; w całym okresie zmalał wyraźnie w dzielnicy Białołęka (ale też w Warszawie ogółem) i w niektórych bliskich gminach podwarszawskich (Jabłonna, Michałowice, Konstancin-Jeziorna), co wskazuje na agregację terenów zabudowy,

4) średnia wielkość płatów terenów zabudowy w całym okresie była najwyższa w podwarszawskich miastach i w niektórych dzielnicach stolicy, zaś średnio mniejsze płaty występowały w licznych gminach wiejskich i położonych bardziej peryferyjnie,

5) wzrost średniej wielkości płata i jednocześnie spadek mediany wielkości płata w wielu jednostkach sugeruje, że następowała agregacja małych płatów w większe, ale też pojawiało się dużo nowych małych płatów – oba te zjawiska są świadectwem ekspansji zabudowy,

6) w 1990 r. małą zmienność wielkości płatów odnotowano w niektórych peryferyjnych gminach, szczególnie tych położonych na obszarze Kampinoskiego Parku Narodowego i jego otuliny, umiarkowaną zmienność w największej liczbie gmin rozrzuconych na całym obszarze badań oraz dużą lub bardzo dużą zmienność w większości dzielnic Warszawy, miast satelickich i gmin bliskiej strefy podmiejskiej,

7) do 2012 r. znacznie wzrosła liczba gmin oraz dzielnic o dużej i bardzo dużej zmienności wielkości płata, co wskazuje na postępującą agregację dużych płatów i pojawianie nowych, mniejszych płatów; podobną tendencję można odnotować w odniesieniu do Warszawy,

8) wskaźnik średniej odległości płatów „najbliższych sąsiadów” był generalnie najniższy w części dzielnic Warszawy i gmin bliższej strefy podmiejskiej, a najwyższy w kilku peryferyjnych gminach, położonych na północnych i południowych peryferiach obszaru; zmiany polegające na zmniejszeniu średnich odległości pomiędzy płatami w wielu gminach i dzielnicach, świadczyły o ekspansji zabudowy i zmniejszeniu izolacji terenów,

9) odchylenie standardowe średniej odległości płatów „najbliższych sąsiadów” było najwyższe w niektórych gminach dalszej strefy podmiejskiej, a najniższe generalnie w miastach i w dzielnicach Warszawy; w okresie 1990-2012 zmniejszyła się jednak liczba gmin w tej pierwszej grupie, a zwiększyła w drugiej, co świadczy o zmniejszaniu się zróżnicowania odległości pomiędzy płatami wskutek zagęszczenia się zabudowy.

Wszystkie opisywane powyżej zmiany w zagospodarowaniu przestrzeni należy traktować z pewną dozą krytycyzmu, interpretując rezultaty badania w kontekście

skali przestrzennej właściwej dla baz danych *CORINE Land Cover*. Przedstawione spostrzeżenia potwierdzają ograniczenia tych zbiorów danych, oraz tworzonych na ich podstawie map, wynikające głównie z relatywnie niskiej rozdzielczości przestrzennej i zmian w zaklasyfikowaniu poszczególnych obszarów. Stąd też bardzo pomocnym źródłem informacji dla miejskich obszarów funkcjonalnych okazał się być *Urban Atlas*. Zmiany zachodzące w aglomeracji Warszawskiej w skali bardziej szczegółowej opisane będą w kolejnym rozdziale na podstawie analizy danych *Urban Atlas* w odniesieniu do okresu 2006-2012.

6.3. Procesy urbanizacyjne w latach 2006-2012 – wyniki analizy metryk przestrzennych na podstawie danych o wysokiej rozdzielczości (*Urban Atlas*)

6.3.1 Wyniki analizy dla całego obszaru badania

Analizę zmian metryk krajobrazowych w zakresie terenów zabudowy w całym obszarze badania – dla Obszaru Metropolitalnego Warszawy przyciętego do granic delimitacji *Urban Atlas* – przeprowadzono na podstawie klasy terenów **1.1 zabudowa miejska** (*urban fabric*), która *de facto* obejmuje również tereny zabudowy na obszarach wiejskich. Analiza ta wykazała, że w latach 2006-2012 nastąpił **wzrost procentowy w pokryciu terenów zabudowy (TA)**, który wyniósł 6,1% (tab. 11). Procentowo wzrost ten był **trzykrotnie większy niż wykazany w bazie *CORINE Land Cover*** dla analogicznego okresu. Był również większy, gdy chodzi o wykazany bezwzględny przyrost powierzchni. Ze względu na większą rozdzielczość przestrzenną (skalę szczegółowości) bazy danych UA w stosunku do CLC, pozwalającą na uwzględnienie bardzo wielu mniejszych powierzchniowo skupisk zabudowy, dane w tym zakresie pozyskane z tej pierwszej bazy należy traktować jako zdecydowanie bardziej wiarygodne.

Tabela 11. Metryki przestrzenne terenów zabudowy (klasa 1.1 *urban fabric*) w bazach UA 2006 i 2012 dla całego obszaru metropolitalnego Warszawy, w granicach delimitacji *Urban Atlas*

Zbiór danych	Pokrycie zabudowy [ha]	Liczba płatów	Gęstość płatów [l.pł./100 ha]	Udział największego płata [%]	Średnia wielkość płata [ha]	Mediana wielkości płata [ha]
UA 2006	57 974	21 714	37,4	0,56	2,67	0,72
UA 2012	61 522	25 309	41,1	0,53	2,43	0,69

Zbiór danych	Odchylenie standardowe wielkości płata [ha]	Współczynnik zmienności wielkości płata [%]	Średnia odległość do najbliższego sąsiada [m]	Odchylenie standardowe odległości najbliższego sąsiada [m]	Współczynnik zmienności odległości najbliższ. sąsiada [%]
UA 2006	11,10	416	178	419	235
UA 2012	10,38	427	199	348	175

Omawiana zmiana była większa według danych *Urban Atlas*, mimo że znacznie mniejsze były wykazane całkowite powierzchnie terenów zabudowy (58-62 tys. ha w bazach UA, przy 84-85 tys. ha w bazach CLC). To ostatnie wynika z dwóch przyczyn: 1) bazy danych *CORINE Land Cover* charakteryzują się większym stopniem generalizacji granic i wydzieleni przestrzennych, a tym samym większą agregacją przestrzenną danych w stosunku do *Urban Atlas* (wynika to z łączenia ze sobą sąsiadujących terenów zabudowanych po spełnieniu określonych kryteriów), 2) obszar pokrywany przez zbiory danych *Urban Atlas* jest mniejszy (rozdz. 6.3), bowiem 12 gmin wyłączono z Obszaru Metropolitalnego Warszawy dla celów wyliczenia metryk, gdyż obszaru tych jednostek zbiory danych *Urban Atlas* 2006 i 2012 nie pokrywają się (ryc. 1 – rozdz. 1.4, ryc. 6, 8 – rozdz. 1.5).

Liczba płątów (NP) zwiększyła się w okresie 2006-2012 w bazach UA o 16,6%, co przeczy danym uzyskanym dla analogicznego okresu z bazy CLC, gdzie liczba płątów minimalnie spadła, w związku z czym wnioskowano o agregacji terenów zabudowy (z zastrzeżeniem, że dla roku 2012 wykorzystano bazę CLC w wersji nieskorygowanej). W rezultacie analizy danych *Urban Atlas* **można wnioskować raczej o rozpraszaniu się terenów zabudowy niż tylko o ich rozlewaniu** związanym z ciągłą przestrzennie ekspansją, chociaż sam wzrost liczebności płątów nie jest w tym zakresie wystarczającym wskaźnikiem.

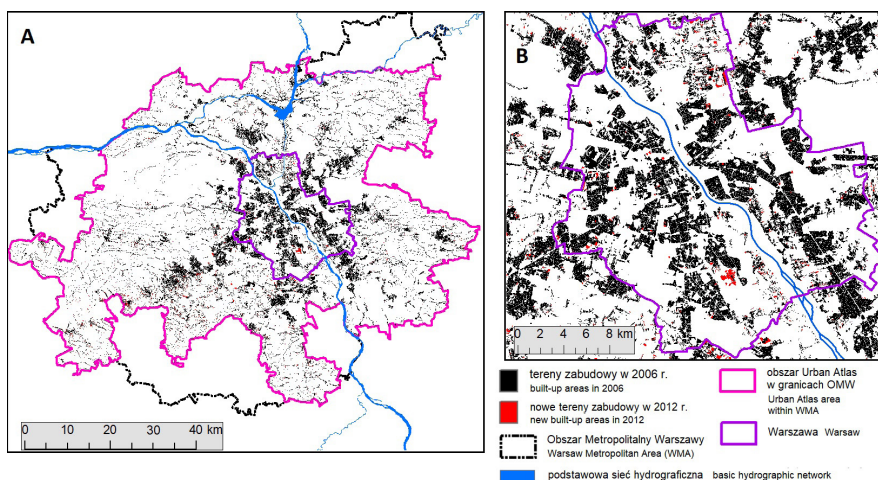
Wewnętrzne zagęszczenie płątów (PD) zwiększyło się z 37,4 pł. do 41,1 pł./100 ha terenów zabudowy. Jest to kolejna zmiana przecząca danym pozyskanym z baz CLC, w przypadku których odnotowano niewielki spadek zagęszczenia płątów. Analiza na danych UA wskazuje zatem, że w latach 2006-2012 na obszarze metropolitalnym Warszawy **nastąpiła nie tylko ekspansja terenów zabudowy, ale również ich fragmentacja**, poprzez wzrost liczby izolowanych terenów zabudowy. Spostrzeżenie to było możliwe do stwierdzenia z uwagi na rozdzielczość przestrzenną *Urban Atlas* – w odniesieniu do całego tego okresu w bazach UA liczebność płątów na jednostce powierzchni terenów zabudowy (tj. w odniesieniu do 100 ha) była 60-70 razy większa niż w CLC. Ponownie, wynika to z mniejszego stopnia generalizacji danych, wyrażającego się w wielkościach płątów.

Średnia wielkość płąta (AREA_MN) spadła z 2,67 do 2,43 ha, a także mediana wielkości płąta (AREA_MD) spadła z 0,72 ha do 0,69 ha. Zmniejszenie średnich wielkości płątów w okresie 2006-2012 w odniesieniu do całego obszaru świadczy o **pojawianiu się nowych, niewielkich zgrupowań zabudowy**. Odchylenie standardowe wielkości płąta (AREA_SD) zmniejszyło się co prawda z 11,10 do 10,38 ha, jednak współczynnik zmienności wielkości płąta (AREA_CV) zwiększył się z 415,6 do 427,2%. Świadczy to o tym, że pomimo niewielkiego spadku bezwzględnego zróżnicowania wielkości płątów pomiędzy 2006 a 2012 rokiem, względne ich zróżnicowanie jednak się zwiększyło. Przy czym w obu badanych okresach występowała skrajnie duża zmienność (zróżnicowanie) wielkości płątów – istniały płąty zarówno bardzo duże – reprezentujące rozległe tereny zabudowy, jak i płąty małe – reprezentujące niewielkie skupiska zabudowy. Zróżnicowanie to jeszcze wzrastało.

Średnia odległość płątów „najbliższych sąsiadów” dla terenów zabudowy (ENN_MN) wzrosła w latach 2006-2012 ze 178 do 199 metrów, co świadczy, że

w odniesieniu do całego obszaru wzrosła wzajemna izolacja terenów zabudowy. Równocześnie wzrósł wskaźnik wewnętrznego zagęszczenia płatów, zatem nastąpiła ich częściowa dezagregacja przestrzenna, co w sumie świadczy o większej równomierności rozmieszczenia terenów zabudowy i o większym rozproszeniu.

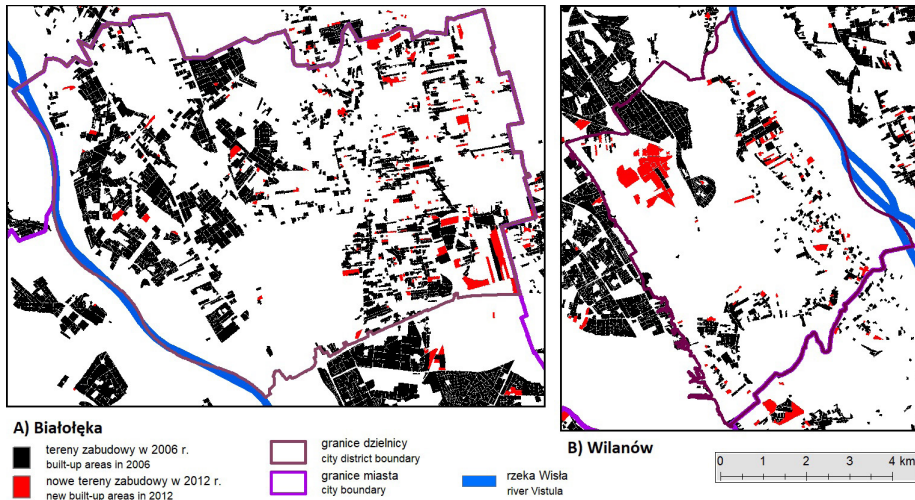
Odchylenie standardowe odległości najbliższego sąsiada (ENN_SD) spadło z 419 do 348 m, za współczynnik zmienności ENN_CV zmniejszył się z 235 do 175%. Świadczy to nie tylko o znaczącym zmniejszeniu się różnicowania odległości pomiędzy płatami, ale również wskazuje, że wraz ze wzrostem wskaźnika wewnętrznego zagęszczenia płatów wyrażającego stopień fragmentacji terenu, **zwiększyła się równomierność przestrzennego rozkładu płatów, a więc postępowoło rozpraszanie zabudowy**. Wykonana analiza przynosi odmienne wnioski niż te wynikające z analizy danych CLC dla analogicznego okresu (2006-2012). Wskazywały one, że wzrastało zróżnicowanie bezwzględnych odległości a rozmieszczenie płatów stało się względnie bardziej nieregularne. Dotyczyło to jednak większych terenów zabudowy. Analiza danych *Urban Atlas* wykazała natomiast, że następował też wzrost wewnętrznej fragmentacji terenów zurbanizowanych oraz rozpraszanie niewielkich skupisk zabudowy. Można postawić tezę, że wnioski te wzajemnie się uzupełniają.



Ryc. 84. Zmiany terenów zabudowy w latach 2006-2012: A) na obszarze metropolitalnym Warszawy, B) w obrębie Warszawy, na podstawie danych *Urban Atlas*
 Fig. 84. Changes in built-up areas in the period 2006-2012, based on *Urban Atlas* data: A) in the metropolitan area of Warsaw, B) within Warsaw, on the basis of *Urban Atlas* data

Rycina 84 przedstawia zmiany, jakie zaszły w zakresie terenów zabudowy w obrębie: A) obszaru metropolitalnego Warszawy (w granicach delimitacji *Urban Atlas*), B) całej Warszawy, natomiast rycina 85 przedstawia te same zmiany w skali bardziej szczegółowej dla: A) Białołęki, oraz B) Wilanowa, będących dzielnicami, w których zachodzą procesy suburbanizacji wewnętrznej. Obserwacja w skali tych wybranych dzielnic ujawnia liczebność nowo powstałych w badanym okresie skupisk zabudowy. Na Białołęce, szczególnie w jej części wschodniej, wcześniej słabo

zagospodarowanej, widoczne jest istotne dogęszczanie zabudowy. Na Wilanowie charakterystyczne jest wyjątkowo duże skupisko nowej zabudowy w północno-zachodniej części dzielnicy (widoczne także na mapach dla całej Warszawy oraz obszaru metropolitalnego). Jest to osiedle mieszkaniowe Miasteczko Wilanów, o łącznej planowanej powierzchni 169 ha, zbudowane w zasadniczej części właśnie w tym okresie (budowa rozpoczęta w 2002 roku).



Ryc. 85. Zmiany terenów zabudowy w latach 2006-2012: A) w dzielnicy Białołęka, B) w dzielnicy Wilanów, na podstawie danych *Urban Atlas*

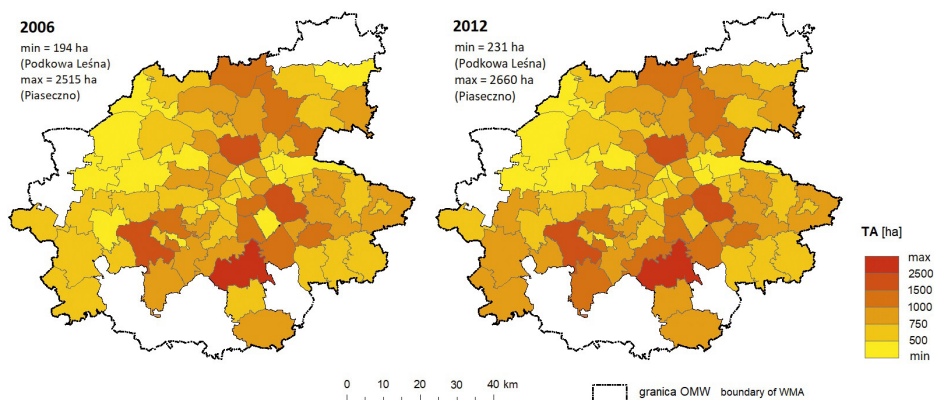
Fig. 85. Changes in built-up areas in the period 2006-2012, based on *Urban Atlas* data: A) in the Białołęka district, B) in the Wilanów district

6.3.2 Wyniki analizy w układzie gmin i dzielnic

Analizy metryk przestrzennych dla terenów zabudowy klasy 1.1 „zabudowa miejska” (obejmującej, jak już wspomniano, *de facto* także tereny zabudowy na obszarach wiejskich) w *Urban Atlas* pozwoliły zbadać koncentrację i rozpraszanie zabudowy ze znacznie większą szczegółowością niż analizy wykonane dla tej samej klasy terenów na podstawie danych *CORINE Land Cover*.

Całkowite pokrycie **powierzchni zabudowy (TA)** zarówno w 2006, jak i w 2012 r. było najwyższe w gminie Piaseczno (odpowiednio: 2516 ha i 2660 ha), następnie pokrycie pomiędzy 2000-2500 ha występowało w dzielnicy Wawer, a pomiędzy 1500-2000 ha w gminie Grodzisk Mazowiecki i w dzielnicy Białołęka (ryc. 86). Inne jednostki, w których odnotowano wysokie pokrycie terenów zabudowy to duże gminy miejsko-wiejskie i miejskie – Radzymin, Serock, Wołomin, Konstancin-Jeziorna, Brwinów, Otwock oraz dzielnice Mokotów i Ursynów. W 2012 r. do tej grupy dołączyła gmina wiejska Lesznowola, położona w bliskiej, południowej strefie podmiejskiej Warszawy i charakteryzująca się intensywnym rozwojem budownictwa mieszkaniowego.

Zaobserwowano, w okresie 2006-2012, procesy ekspansji zabudowy na dalsze obszary aglomeracji, które dotychczas były wolne od intensywnego rozwoju urbanizacji. Ekspansja ta generalnie nawiązywała do wcześniejszych kierunków rozwojowych urbanizacji, tyle że odbywała się na większych odległościach od rdzenia aglomeracji. W kilku gminach powierzchnia pokrycia zabudowy mieszcząca się w przedziale 500-750 ha, wzrosła do 750-1000 ha. Były to gminy: Teresin, Wiskitki, Puszcza Mariańska i Jaktorów (pasmo południowo-zachodnie aglomeracji; gminy położone ponad 35 km od centrum Warszawy), Dąbrówka (pasmo północne; około 35 km od centrum stolicy); Prażmów (pasmo południowe; około 30 km od centrum stolicy granicząca od północy z gminą Piaseczno). Podobny proces zaobserwowano w mieście Marki, które bezpośrednio graniczy z warszawskimi dzielnicami Białołęka i Targówek, gdzie rozwija się zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna i wielorodzinna oraz funkcje handlowo-usługowe.



Ryc. 86. Wskaźnik powierzchni terenów zabudowy (TA) w gminach OMW i dzielnicach Warszawy według danych *Urban Atlas* dla lat 2006 i 2012

Fig. 86. The total built-up area index (TA) in municipalities of WMA and districts of Warsaw according to *Urban Atlas* for 2006 and 2012

Ekspansja zabudowy na kierunku południowo-zachodnim, w strefie położonej 35-50 km od Warszawy, w gminach Teresin, Wiskitki, Puszcza Mariańska, Jaktorów, wiąże się z wypełnianiem się strefy urbanizacji pomiędzy Grodziskiem Mazowieckim i Żyrardowem, oraz w kierunku Skierniewic, położonych już poza granicami obszaru metropolitalnego. W wymienionych gminach występują jeszcze stosunkowo niskie ceny nieruchomości dostępnych pod zabudowę mieszkaniową, a dzięki bliskości autostrady A2 oraz inwestycjom w infrastrukturę kolejową w ostatnich latach dodatkowo poprawiła się dostępność komunikacyjna. Wzrost pokrycia terenów zabudowy w gminie Prażmów związany jest z intensywnym rozwojem urbanizacji w innych gminach pasma południowego, położonych bliżej stolicy, jak Piaseczno, Konstancin-Jeziorna i Lesznowola. Wzrost urbanizacji w gminie Dąbrówka świadczy o intensyfikacji rozwoju osadnictwa w dalszej północnej strefie aglomeracji, co także zaliczyć należy do nowych zjawisk. Przedmiotem dalszych badań powinno być, na ile po 2012 r. te kierunki ekspansji uległy dalszemu pogłębieniu, lub też ponownie się zmieniły.

Najniższe całkowite pokrycie powierzchni terenów zabudowy, poniżej 500 ha, odnotowano w gminach Kampinoskiego Parku Narodowego, w graniczącej z nimi od północy gminie Zakroczym i w mieście Nowy Dwór Mazowiecki, w lesistej gminie Zielonka, w małych gminach o charakterze „miast-ogrodów” – Podkowa Leśna, Ząbki, a także w najmniejszych powierzchniowo miastach (np. Piastów) i dzielnicach (Ursus, Ochota, Żoliborz). Oczywiście w tych ostatnich grupach jednostek było tak przede wszystkim ze względu na małą ich powierzchnię, a nie z uwagi na niski procentowy udział terenów zabudowy w ich obrębie. Należy dodać, że wśród gmin mających relatywnie niskie pokrycie terenów zabudowy w 2006 r., wzrosło ono do więcej niż 500 ha w 2012 r. w gminach: Baranów (pasmo południowo-zachodnie aglomeracji), Zabrodzie (pasmo północno-wschodnie) oraz w dzielnicy Wilanów. Jest to oczywiście świadectwem ekspansji zabudowy.

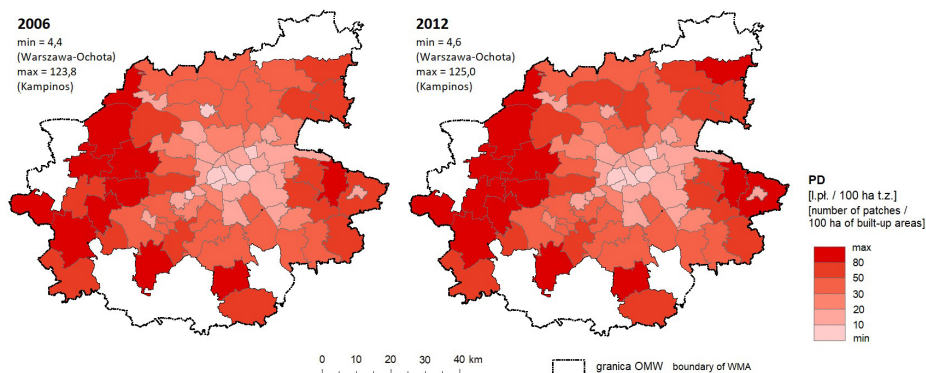
W całej Warszawie powierzchnia pokrycia zabudowy wzrosła według danych *Urban Atlas* z 14 498 ha w 2006 r. do 15 017 ha w 2012 r. Są to wartości znacznie mniejsze niż wykazane według *CORINE Land Cover*, gdzie dla 2006 r. odnotowano powierzchnię pokrycia 22 070 ha a dla 2012 r. (według bazy nieskorygowanej) 22 602 ha. Wynika to z faktu, że bazy danych *Urban Atlas* charakteryzują się większym poziomem szczegółowości i dokładności w identyfikacji poszczególnych form pokrycia terenu i użytkowania ziemi.

Liczba płątów (NP) terenów zabudowy w 2006 roku przekraczała 600 w gminach: Grodzisk Mazowiecki, Wiskitki, Żabia Wola (dalsza pasmo południowo-zachodnie), Piaseczno i Prażmów (pasmo południowe), Mińsk Mazowiecki – wiejskiej (strefa wschodnia), Tłuszcz (dalsza strefa północno-wschodnia). Wskazuje to na znaczne rozproszenie, a ściślej mówiąc przestrzenną dezagregację terenów zabudowy w tych gminach. W 2012 r. do gmin o liczbie płątów powyżej 600 dołączyły: Teresin i Puszcza Mariańska (dalsze pasmo południowo-zachodnie), Chynów (strefa południowa, w sąsiedztwie Prażmowa), Serock i Radzymin (strefa północna), Wiązowna (strefa wschodnia). Liczba płątów wzrosła do powyżej 800 w gminach: Grodzisk Mazowiecki, Żabia Wola i Piaseczno. Pojawienie się znacznej liczby nowych płątów pozwala wiązać te gminy z zasadniczymi kierunkami ekspansji urbanizacji, ale też rozpraszania zabudowy. Ponadto w samej Warszawie liczba płątów wzrosła o 10% (z 2105 w 2006 r. do 2341 w 2012 r.).

Liczbę płątów poniżej 100 odnotowano w całym okresie 2006-2012 w 11 dzielnicach Warszawy oraz w następujących gminach: Ząbki (26 płątów w 2006 r.), Piastów, Nowy Dwór Mazowiecki, Zielonka, Mińsk Mazowiecki (miasto), Podkowa Leśna, Legionowo, Izabelin, a także (tylko w 2006 r.) Milanówek. Wymienione jednostki charakteryzowały się zatem stosunkowo najmniejszą fragmentacją i rozproszeniem terenów zabudowy.

Interesujące wyniki daje analiza **wskaznika wewnętrznego zagęszczenia płątów (PD)**, która wskazuje, że największa fragmentacja terenów zabudowy występuje w rozległym pasie gmin w zachodniej części OMW. Gęstość płątów powyżej 80 pł./100 ha terenów zabudowy występowała w 2006 r. w 9 gminach tego pasma, od Zakroczymia na północy po Wiskitki i Żabią Wolę na południu, a w 2012 r. w 10 gminach w tym paśmie (dołączyła gmina Teresin) (ryc. 87).

Wśród innych obszarów gęstość płąt powyżej 80 pł./100 ha t.z. występowała w 2006 r. w gminach Prażmów i Dębe Wielkie, a w 2012 r. ponadto Mińsk Mazowiecki (wiejskiej) i Zabrodzie. Zwiększyła się także z poziomu 30-50 pł./100 ha t.z. do poziomu 50-80 pł./100 ha t.z. w gminach Wieliszew i Nieporęt, położonych na północ od Warszawy (nad Narwią i Jeziorem Zegrzyńskim). Podobny wzrost dotyczył dzielnicy Białołęka. Zmiany wskaźnika wewnętrznego zagęszczenia płątów PD wskazują, że w wymienionych gminach następowała ekspansja zabudowy, a równocześnie fragmentacja terenów zurbanizowanych. Zatem przeważały tam procesy rozpraszania zabudowy, a relatywnie mniejsze znaczenie miała realizacja nowych inwestycji w ciągłości przestrzennej z dotychczasową zabudową.



Ryc. 87. Wskaźnik wewnętrznego zagęszczenia płątów terenów zabudowy (PD) w gminach OMW i dzielnicach Warszawy według danych *Urban Atlas* dla lat 2006 i 2012

Fig. 87. Internal patch density index (PD) for built-up areas in municipalities of OMW and districts of Warsaw according to *Urban Atlas* for 2006 and 2012

Najniższe zagęszczenie płątów (poniżej 10 pł./100 ha terenów zabudowy) było w dzielnicach: Ochota, Wola, Praga-Południe i Śródmieście oraz w miastach: Ząbki, Piastów, Legionowo (w dwóch ostatnich gminach w 2012 r. było minimalnie wyższe). Oznacza to, że w wymienionych jednostkach tereny zabudowy były najbardziej zwarte, zagregowane przestrzennie. Dzielnicami o największej fragmentacji terenów zurbanizowanych, wynikającej z wewnętrznego zagęszczenia płątów, były w 2012 roku: Wilanów (44 pł./100 ha t.z.), Białołęka (31 pł./100 ha t.z.) oraz Włochy (21 pł./100 ha t.z.). W całej Warszawie gęstość płątów wzrosła pomiędzy 2006 a 2012 rokiem z 14,5 pł. do 15,6 pł./100 ha t.z. Zatem poziom fragmentacji wzrósł, a tereny zabudowy rozszerzały się w sposób nieciągły.

Wskaźnik największego płąta (LPI) przekraczał w 2012 r. 30% udziału w całości terenów zabudowy w następujących jednostkach: Ząbki (najwięcej – 52,5%), Piastów, Mińsk Mazowiecki (miasto), Warszawa Praga-Północ, Izabelin, Warszawa Ursus, Warszawa Bielany, Łomianki, Warszawa Rembertów i Warszawa Targówek (w 2006 r. ponadto w Legionowie). Jest to kolejny miernik wskazujący na agregację i koncentrację zabudowy. Najniższe wartości wskaźnika, w zakresie 2-4%, były w 2012 r. w następujących gminach: Kampinos, Wiskitki, Wiązowna, Chynów, Prażmów, Radzymin, Nowa Sucha, Kołbiel, Żabia Wola. W 2006 r. sytuacja kształtowała się podobnie, chociaż wartości LPI były średnio minimalnie wyższe.

Średnia wielkość płata (AREA_MN) terenów zabudowy była bardzo podobna w całym okresie. W 2012 r. przekraczała 10 ha w dzielnicach: Śródmieście, Praga-Południe, Wola, Ochota, a także w gminie Ząbki. W 2006 r. ponadto w miastach Piastów i Legionowo. W 2012 r. pomiędzy 8 a 10 ha wynosiła w dzielnicach: Bielany, Praga-Północ i Targówek, a w 2006 r. także w miastach Nowy Dwór Mazowiecki i Mińsk Mazowiecki. Średnia wielkość płata w Warszawie spadła jednak z 6,9 ha w 2006 r. do 6,4 ha w 2012 r., co jest świadectwem powstawania wielu niewielkich skupisk zabudowy, szczególnie w zewnętrznych dzielnicach miasta (najniższe wartości wskaźnika były w 2012 r. w dzielnicach: Wilanów – 2,3 ha oraz Białołęka – 3,2 ha). Stosunkowo wysoka średnia wielkość płata, 6-8 ha, występowała po stronie wschodniej stronie stolicy – dzielnice Wawer i Wesoła, gminy Józefów i Zielonka, oraz w paśmie południowo-zachodnim: dzielnica Ursus, miasta Pruszków i Piastów. Wskazuje to na występowanie stosunkowo zwartych terenów zabudowy w tych jednostkach (przy czym wszystkie mają duży udział zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej).

Niskie średnie wielkości płatów, poniżej 2 ha, odnotowano dla 2006 r. w wielu gminach w zachodniej, południowej, wschodniej i północno-wschodniej części aglomeracji. Średnia wielkość płata poniżej 1 ha występowała w dwóch gminach pasma „kampinoskiego” – Kampinos i Leoncin oraz w sąsiedniej gminie Zakroczym, położonej na przeciwległym brzegu Wisły. Świadczy to o fragmentacji terenów zabudowy na wiejskich, bardziej peryferyjnych obszarach aglomeracji, co w sumie nie jest zaskakujące. W 2012 r. sytuacja była podobna, przy czym do gmin o średniej wielkości płata poniżej 2 ha dołączyły ze strefy północnej: Wieliszew, Nieporęt i Dąbrowka. Można wnioskować, że w tych gminach nastąpiło rozpraszanie zabudowy w formie niewielkich skupisk (małych płatów).

Mediana wielkości płata (AREA_MD) terenów zabudowy była największa w 2012 r. na Ochocie (6,5 ha), a w następnej kolejności na Woli (2,4 ha) i w Nowym Dworze Mazowieckim (2,2 ha). W większości dzielnic Warszawy (10 z 18) mediana była pomiędzy 1 a 2 ha. Najniższa była w dzielnicach Wilanów (0,6 ha) i Praga-Północ (0,5 ha) oraz Rembertów (0,1 ha), gdzie była najniższa ze wszystkich badanych jednostek. Mediana pomiędzy 1 a 2 ha występowała w miastach: Pruszków, Piastów, Podkowa Leśna, Milanówek, Ząbki, Kobylka, Józefów, Zielonka i Legionowo. Występuje tam duży udział zabudowy jednorodzinnej, częściowo (Pruszków, Legionowo, Piastów) także wielorodzinnej. Mediana w pozostałych gminach nie przekraczała 1 ha. Względnie wyższa (0,7-1 ha) była w niektórych gminach strefy północnej (pasmo legionowsko-nowodworskie) i południowo-wschodniej (pasmo otwockie). Mediana w Warszawie wynosiła 1,32 ha w 2006 r. i 1,18 ha w 2012 r. Mediana wielkości płata generalnie opisuje podobną charakterystykę zjawiska jak średnia wielkości płata i z rozkładu przestrzennego jej wartości można wysnuć zbliżone wnioski.

Najwyższe wartości **odchylenia standardowego wielkości płata (AREA_SD)**, powyżej 30 ha, odnotowano w dzielnicach: Ochota, Praga-Południe, Bielany i Targówek oraz w miastach: Piastów, Ząbki, Mińsk Mazowiecki i Legionowo (w tym ostatnim tylko w 2006 r.). W większości dzielnic Warszawy oraz gmin

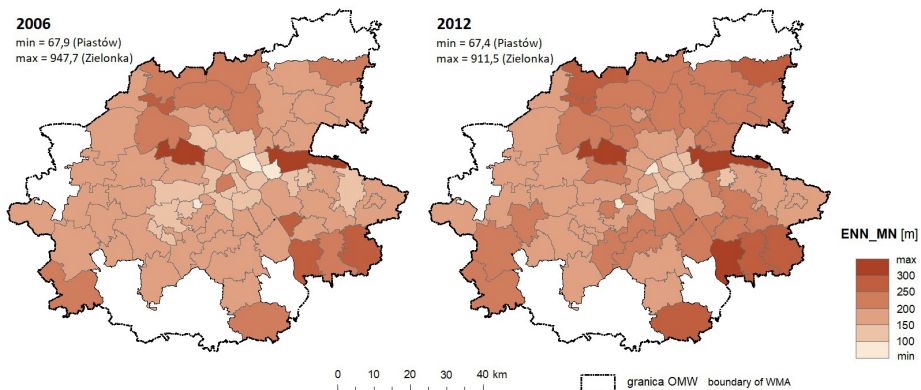
bliskiej strefy podmiejskiej o najintensywniejszym poziomie urbanizacji wartości wskaźnika AREA_SD przekraczały 10 ha, natomiast w gminach bardziej peryferyjnych, szczególnie w zachodniej części obszaru, mieściły się w zakresie 1-3 ha. Pomiędzy rokiem 2006 a 2012 zachodziły niewielkie zmiany. W całej Warszawie wartość wskaźnika spadła z 21,6 ha w 2006 r. do 21,0 ha w 2012 r. Zatem nieznacznie zmniejszyło się zróżnicowanie wielkości płątów. Potwierdza to, że w Warszawie i gminach bliskiej strefy podmiejskiej występowały zarówno większe, zwarte tereny zabudowy, jak i zabudowa rozproszona, a w gminach dalszej strefy podmiejskiej była to głównie zabudowa rozproszona w postaci mniejszych płątów. Bardziej istotnym spostrzeżeniem jest ponownie widoczna rola rozległej zachodniej strefy w rozpraszaniu zabudowy w aglomeracji warszawskiej.

Współczynnik zmienności wielkości płątów (AREA_CV), mimo że jest pochodną odchylenia standardowego (a także średniej wielkości płąta), rozkładał się w nieco inny sposób pomiędzy jednostkami przestrzennymi. Najwyższe jego wartości odnotowano nie w samej Warszawie, lecz w gminach ościennych. We wszystkich jednostkach występowała bardzo duża zmienność, powyżej 125%, przy czym skrajnie duża zmienność, powyżej 400% była w 2006 r. w gminach: Raszyn (501%), Brwinów, Wołomin, Otwock, Łomianki, Mińsk Mazowiecki (miasto), Izabelin, Michałowice, Karczew oraz w dzielnicy Ursynów, a w 2012 r. także w gminach Milanówek i Piaseczno. Względnie najniższa zmienność, w zakresie 125-150% występowała w 2006 r. w gminach: Kampinos, Zakroczym, Nowa Sucha, Chynów (gminy peryferyjnie położone w OMW, z małymi płątami zabudowy), ale także w dzielnicy Ochota (pomimo wysokiego wskaźnika AREA_SD), a w 2012 r. ponadto w gminach Baranów i Wiskitki. W całej Warszawie wartość wskaźnika wzrosła z 314% do 328%.

Kolejną zmienną jest poziom izolacji płątów, na który wskazują statystyki odległości płątów „najbliższych sąsiadów” (ENN_MN, ENN_SD, ENN_CV). Na podstawie analizy danych *Urban Atlas* dla 2006 r. najmniejsze **średnie odległości pomiędzy płątami najbliższych sąsiadów (ENN_MN)** odnotowano w Piastowie (68 m), a w dalszej kolejności w dzielnicach Warszawy: Targówek (92 m) i Rembertów (96 m) (ryc. 88). Średnie odległości w zakresie 100-150 m, odnotowano w 17 jednostkach: głównie w centralnych stołecznych dzielnicach, jak i w gminach bliższej strefy podmiejskiej – w pasmach zachodnim i południowo-zachodnim (m.in. Łomianki, Ożarów Mazowiecki, Pruszków, Milanówek) oraz wschodnim (Sulejówek, Dębe Wielkie). W największej liczbie jednostek (42) średnia odległość między najbliższymi płątami wynosiła 150-200 m. Odległość ta w 10 jednostkach wynosiła 200-250 m – były to głównie gminy strefy północnej aglomeracji, kilka innych peryferyjnych gmin oraz, co zaskakujące, dzielnica Wola (może to wynikać z występowania w tej dzielnicy oprócz zwartych terenów zabudowy, także rozległych, wciąż niezagospodarowanych terenów poprzemysłowych, nieużytków po wyburzeniach oraz terenów infrastruktury kolejowej). W gminach Józefów, Kołbiel i Karczew (pasmo południowo-wschodnie) oraz Nowy Dwór Mazowiecki średnia odległość między płątami wynosiła 250-300 m, w gminie Izabelin (w dużej mierze leżącej w obszarze Puszczy Kampinoskiej) były

to 334 m, zaś w gminie Zielonka, z bardzo dużym udziałem lasów i mającej nietypowy, wydłużony kształt, aż 948 metrów!

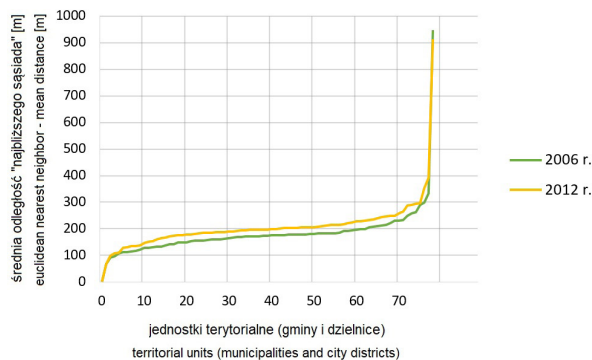
W 2012 r. sytuacja zmieniła się o tyle, że w wielu jednostkach wzrosła średnia odległość między płatami „najbliższych sąsiadów”. Zmiany te można uznać za dość znaczące, biorąc pod uwagę zaledwie sześciolatek analizy (ryc. 88, 89). W stosunku do 2006 r. wskaźnik m.in. przekroczył 300 m w Karczewie, 250 m w Celestynowie, Pomiechówku i Zabrodziu, wyniósł 200-250 m w 24 gminach otaczających pierścieniem od północy i południa Warszawę (i w kilku gminach w południowo-zachodniej części OMW), a także w dzielnicach: Ursynów, Wilanów, Ursus i Wesoła. Ponadto do 31 spadła liczba jednostek, gdzie średnia odległość między najbliższymi płatami wynosiła 150-200 m, do 8 spadła też liczba jednostek, gdzie odnotowano średnie odległości 100-150 m (gminy Sulejówek i Żąbki i kilka dzielnic). Najniższe wartości wskaźnika odnotowano w Piastowie (67 m) i na Żoliborzu (98 m). W całej Warszawie wskaźnik wzrósł ze 156 m w 2006 r. do 196 m w 2012 r.



Ryc. 88. Wskaźnik średniej odległości płatów „najbliższych sąsiadów” (ENN_MN) dla terenów zabudowy w gminach OMW i dzielnicach Warszawy według danych *Urban Atlas* dla lat 2006 i 2012

Fig. 88. Mean euclidean distance of the „nearest neighbors” patches (ENN_MN) for the built-up areas in the municipalities of WMA and districts of Warsaw according to *Urban Atlas* for 2006 and 2012

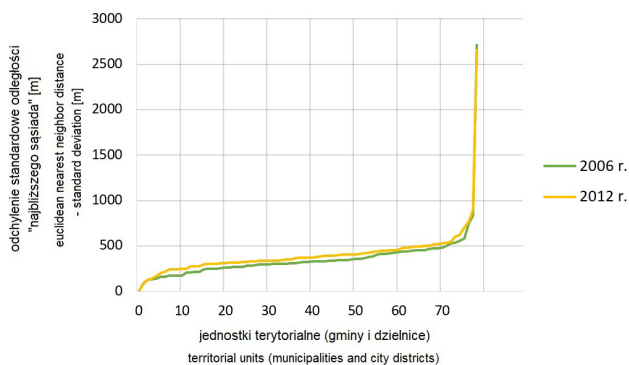
Opisywane zmiany, czyli zwiększanie się średnich odległości pomiędzy płatami, wydają się zaskakujące z uwagi na to, że równocześnie zaobserwowano agregację dużych płatów i pojawianie się wielu nowych, małych płatów. Wskazywało by to, że w miarę zagęszczania się zabudowy powinny zmniejszać się średnie odległości pomiędzy płatami. Tak się jednak nie dzieje. Możliwa interpretacja jest następująca – w miarę jak dochodzi do agregacji kilku dużych płatów w jeden jeszcze większy, zanikają luki między tymi sąsiadującymi płatami, które stanowiły dotąd bardzo niewielkie odległości. Jednocześnie pojawiają się nowe małe płaty, które są relatywnie bardziej oddalone od zabudowy istniejącej (izolowane, rozproszone). W konsekwencji średnia odległość pomiędzy płatami wzrasta. Dotyczy to także tych gmin, w których wzrósł wskaźnik wewnętrznego zagęszczenia płatów w odniesieniu do całości terenów zabudowy, świadcząc o wzroście fragmentacji tych terenów.



Ryc. 89. Zróżnicowanie średniej odległości płatów „najbliższych sąsiadów” dla terenów zabudowy, wg danych *Urban Atlas*, w gminach OMW i dzielnicach Warszawy – zmiany w okresie 2006-2012

Fig. 89. Differentiation of the mean distance of the „nearest neighbors” patches for built-up areas, according to *Urban Atlas*, in the municipalities of WMA and districts of Warsaw – changes in the period 2006-2012

Odchylenie standardowe odległości pomiędzy płatami „najbliższych sąsiadów” (ENN_SD) dla terenów zabudowy było w 2006 r. najniższe (poniżej 200 m) w części dzielnic Warszawy, zarówno tych, gdzie występuje głównie zabudowa wielorodzinna (m.in. Ochota, Targówek), jak i jednorodzinna (Rembertów, Wesola), a także w miastach (Piastów – najniższe: 81 m, Żąbki, Milanówek, Łomianki). W jednostkach tych zabudowa jest dość równomiernie rozmieszczona, lecz jednocześnie wartości wskaźnika średniej odległości między najbliższymi terenami zabudowy (ENN_MN) są niewielkie. Zabudowa jest zwarta, zatem też mało rozproszona. Najwyższy wskaźnik ENN_SD występował w gminach: Zielonka (2721 m), Izabelin (836 m), Nieporęt (747 m). W gminach tych istnieją naturalne bariery w rozwoju przestrzennym zabudowy, którymi są szczególnie kompleksy leśne. Wśród dzielnic Warszawy najwyższy wskaźnik, powyżej 500 m, a więc największe zróżnicowanie odległości pomiędzy terenami zabudowy, występował na Wilanowie oraz w Ursusie.



Ryc. 90. Zróżnicowanie odchylenia standardowego odległości płatów „najbliższych sąsiadów” dla terenów zabudowy, wg danych *Urban Atlas*, w gminach OMW i dzielnicach Warszawy – zmiany w okresie 2006-2012

Fig. 90. Differentiation of the standard deviation of the distance of the „nearest neighbors” patches for built-up areas, according to *Urban Atlas* data, in the municipalities of WMA and districts of Warsaw – changes in the period 2006-2012

W okresie do 2012 w znacznej liczbie jednostek nastąpił wzrost wartości wskaźnika ENN_SD (ryc. 90). Wartości wskaźnika poniżej 200 m miały już tylko miasta Piastów (78 m) i Ząbki, dzielnice Ochota i Żoliborz. Szczególnie wzrosły wartości wskaźnika w Warszawie-Ursus (764 m), Karczewie (703 m), Pomiechówku (614 m), Zabrodziu (537 m), Wołominie (531 m), Leoncinie (525 m) i Kołbieli (522 m). Świadczy to o pojawianiu się nowych układów zabudowy oddalonych od zabudowy istniejącej. Jak się okazuje, dotyczy to także terenów zurbanizowanych, gdzie pojawiają się nowe osiedla mieszkaniowe (Ursus, Wołomin). W Warszawie wskaźnik wzrósł z 313 m do 476 m, co wskazuje na występowanie podobnych procesów w większej części miasta. W dzielnicy Wilanów, słabo zurbanizowanej, wskaźnik jednak spadł z 556 m do 395 m, do czego mogła przyczynić się m.in. realizacja osiedla „Miasteczko Wilanów”. W niektórych gminach, głównie wiejskich, wartość wskaźnika też spadła, np. w Nieporęcie (z 747 m do 603 m), w Halinowie, Teresinie i Jaktorowie (z 300-400 m do 200-300 m). Zatem rozmieszczenie zabudowy stało się tam bardziej równomierne.

Współczynnik zmienności odległości płątów „najbliższych sąsiadów” (ENN_CV) osiągał wysokie wartości, oznaczające skrajnie dużą zmienność (zróżnicowanie) odległości, przekraczającą 250%, w bardzo różnych jednostkach. W 2006 r. sytuacja taka była m.in. w gminach: Nieporęt (337%), Mińsk Mazowiecki (wiejskiej) (301%), Zielonka (287%), czy też dzielnicach Ursus (293%) i Wilanów (278%). W większości pozostałych jednostek występowała też bardzo duża zmienność, powyżej 150%. Stosunkowo najmniejsza zmienność była w dzielnicach: Ochota (113%), Wola (117%), Wesoła (118%), Bielany (128%) oraz w gminach: Piastów (119%), Łomianki (124%), Milanówek (129%) i Ząbki (135%).

Interesujące jest zestawienie zróżnicowania wskaźnika zmienności odległości najbliższych terenów zabudowy w gminach o podobnej wielkości i typie zagospodarowania, np. skrajnie wysoka zmienność w intensywnie zurbanizowanym i zaludnionym Legionowie (272%) i przeszło dwukrotnie niższa w Piastowie, mieście o podobnej charakterystyce; skrajnie wysoka zmienność w „mieście-ogrodzie” Podkowa Leśna i niższa w pobliskim, bardzo podobnym pod względem charakterystyki zagospodarowania Milanówku; skrajnie wysoka zmienność w gminach Raszyn i Marki – z silnie rozwiniętą zabudową przy trasach wylotowych z Warszawy, i dwukrotnie niższa w gminie Łomianki, o podobnej charakterystyce. Wskazuje to na wpływ lokalnych uwarunkowań na zróżnicowanie zagospodarowania terenu.

W okresie 2006-2012 spadek wartości wskaźnika, a więc zmniejszenie zróżnicowania odległości pomiędzy najbliższymi płątami zabudowy, skutkujące większą równomiernością rozmieszczenia, odnotowano m.in. w gminach: Legionowo, Nieporęt, Milanówek, Ząbki, Jaktorów, Serock, Otwock, czy w dzielnicy Wilanów. Wskaźnik wzrósł m.in. w gminach: Klembów, Dębe Wielkie, Jabłonna, Pomiechówek, Łomianki, Nadarzyn, Sulejówek i w dzielnicach Bemowo, Rembertów, Ursus, Targówek. Świadczy to o tworzeniu się skupień zabudowy. Najwyższe wzrosty wartości wskaźnika dotyczyły Ursusa (336%) i Bemowa (270%) oraz gmin: Zielonka (293%) i Mińsk Mazowiecki (miasto) (282%). Zaskakiwać

mogą wysokie wartości współczynnika zmienności w niektórych dzielnicach Warszawy oraz w miastach, chociaż wskaźnik ten nie świadczy o absolutnym, lecz relatywnym zróżnicowaniu odległości.

6.3.3. Ocena wyników analiz i wnioski

Bazy danych *Urban Atlas*, które wykorzystano do zbadania procesów urbanizacyjnych, jakie zaszły w latach 2006-2012 na obszarze metropolitalnym Warszawy, mają **rozdzielczość przestrzenną właściwą do scharakteryzowania zjawiska skoncentrowanej i rozproszonej zabudowy**. Rozdzielczość jest warunkowana minimalną jednostką kartowania 0,25 ha w przypadku miejskich klas użytkowania terenu, w tym terenów zabudowy, oraz minimalną szerokością obiektu liniowego 10 m. Wielkość najmniejszego wydzielenia przestrzennego jest 100-krotnie mniejsza niż w bazach *CORINE Land Cover*. W rezultacie mogą być identyfikowane nawet niewielkie skupiska zabudowy. Dodatkowo, tereny zabudowy zostały podzielone na 6 kategorii o różnym zagęszczeniu zabudowy (poziomie pokrycia gruntów przez zabudowę i udziale gruntów zasklepionych), w tym występuje kategoria tzw. „izolowanych struktur” – wyniki analiz w tak szczegółowym podziale nie zostały jednak przedstawione, z uwagi na ograniczone ramy niniejszej publikacji.

Analiza porównawcza dla badanego okresu **pozwała wnioskować nie tylko o rozlewaniu się, ale także o rozpraszaniu terenów zabudowy**. Ponadto identyfikowalne jest zjawisko skoncentrowanej zabudowy oraz wypełniania luk w zagospodarowaniu terenu. Możliwe jest rozpoznanie, że znacznie większą dokładnością niż na podstawie danych *CORINE Land Cover*, zróżnicowania odległości pomiędzy terenami zabudowy („płatami”). Analiza wybranych metryk krajobrazowych pozwoliła opisać charakterystyki wielkości, liczebności, kształtu i konfiguracji płatów. Zbiorcza analiza umożliwiła wieloaspektową ocenę koncentracji przestrzennej osadnictwa. Wybrany przekrój czasowy 2006-2012 warunkowany był dostępnością danych źródłowych dla tego właśnie wycinka czasu. Jest to okres, który pozwala na rozpoznanie ogólnych tendencji w rozwoju urbanizacji w mieście stołecznym, bliższej i dalszej strefie podmiejskiej. Można go uznać za reprezentatywny dla identyfikacji procesów, jakie zostały uruchomione po akcesji Polski do Unii Europejskiej w 2004 roku.

Najważniejsze zjawiska, jakie rozpoznano w procesach urbanizacji, w szczególności skupiania i rozpraszania terenów zabudowy, w okresie 2006-2012 na obszarze metropolitalnym Warszawy są następujące:

1) wzrost powierzchni całkowitej terenów zabudowy o 6,1% – przyrost o 3548 ha,

2) wzrost liczebności płatów o 16,6% – łącznie 3595 nowych płatów, co wskazywałoby na średnią wielkość nowo powstałego płata zabudowy ok. 1 ha, jednak należy pamiętać, że część przyrostu powierzchni zabudowy wynikało z powiększania się i agregacji płatów istniejących, dlatego trzeba przyjąć, że średnia wielkość nowo powstałego płata była mniejsza,

3) wzrost wskaźnika wewnętrznego zagęszczenia płatów, co świadczy, że nastąpiła nie tylko ekspansja terenów zabudowy, ale również ich fragmentacja (z reguły związana z pojawianiem się nowych płatów, a nie podziałem już istniejących),

4) nieznaczny spadek uśrednionej wielkości płata, przy także nieznacznym zwiększeniu względnego zróżnicowania (zmienności) wielkości płatów; stale bardzo duże zróżnicowanie – identyfikowane były zarówno duże i zwarte tereny zabudowy, jak i niewielkie jej skupiska,

5) wzrost średniej odległości między płatami „najbliższych sąsiadów” dla terenów zabudowy, świadczący o wzroście wzajemnej izolacji terenów zabudowy; w powiązaniu ze wzrostem wskaźnika zagęszczenia płatów, świadczy to o większej równomierności rozmieszczenia terenów zabudowy i, tym samym, o większym rozproszeniu,

6) znaczący spadek wartości odchylenia standardowego odległości płatów „najbliższych sąsiadów” (o 71 m), a także współczynnika zmienności odległości płatów „najbliższych sąsiadów” o 60,5 p.p. (o 25,7% względem wartości bazowej), świadczący, w powiązaniu ze wzrostem wewnętrznego zagęszczenia płatów, o większej równomierności lokalizacji terenów zabudowy,

Ważniejsze zaobserwowane zmiany w układzie przestrzennym gmin i dzielnic, można podsumować następująco:

1) tereny zabudowy zajmowały największe obszary w gminach Piaseczno i Grodzisk Mazowiecki, dzielnicach Wawer i Białołęka (w wymiarze bezwzględny, na co miała wpływ wielkość tych jednostek); terenami ekspansji nowej zabudowy były gminy położone głównie w dalszej strefie podmiejskiej, na różnych kierunkach, przy czym wyróżniał się kierunek południowo-zachodni (strefa położona ok. 35-50 km od centrum stolicy; rejon Grodziska Mazowieckiego i Żyrardowa) oraz południowy (rejon Piaseczna) – jako kontynuacja kierunków rozwojowych urbanizacji w bliższej strefie podmiejskiej; znaczny przyrost odnotowano też w dzielnicy Wilanów;

2) wysoka liczebność płatów, wskazująca na rozproszenie i dezagregację przestrzenną terenów zabudowy, występowała generalnie w tych rejonach, gdzie duże były powierzchnie terenów zabudowy; dalsze rozpraszanie postępowało w obrębie aglomeracji na kierunkach: południowo-zachodnim, południowym, północnym, częściowo wschodnim; największa liczebność płatów była w gminach: Grodzisk Mazowiecki, Żabia Wola i Piaseczno; Żabia Wola należy do gmin słabo zurbanizowanych, zatem w tym przypadku należy mówić o znacznym rozproszeniu;

3) wskaźnik wewnętrznego zagęszczenia płatów, który określa poziom fragmentacji terenów zabudowy, był najwyższy w rozległym paśmie gmin w zachodniej części aglomeracji (od Zakroczymia na północy po Wiskitki na południu); w gminach różnych części strefy podmiejskiej postępowała ekspansja zabudowy, wraz z fragmentacją i rozpraszaniem; wśród dzielnic Warszawy największa fragmentacja zabudowy była w Wilanowie i na Białołęce;

4) średnia wielkości odrębnych terenów zabudowy była bardzo zbliżona w roku 2006 i 2012, przekraczając 10 ha w dzielnicach centralnych Warszawy i w niektórych podwarszawskich miastach; stosunkowo wysoka (6-8 ha) była w strefie

podmiejskiej w paśmie wschodnim i południowo-zachodnim; w Warszawie była najniższa w dzielnicach Wilanów i Białołęka;

5) średnia wielkość terenów zabudowy wyniosła poniżej 1 ha w gminach sąsiadujących z Kampinoskim Parkiem Narodowym; w 2012 r. do gmin o średniej wielkości płata poniżej 2 ha dołączyły niektóre gminy strefy północnej, co pośrednio świadczy o rozpraszaniu zabudowy;

6) w Warszawie i gminach bliskiej strefy podmiejskiej, szczególnie miejskich, występowały zarówno większe, zwarte tereny zabudowy, jak i zabudowa rozproszona (małe płaty), zaś w gminach dalszej strefy podmiejskiej (szczególnie w zachodniej części obszaru) występowała głównie zabudowa rozproszona, czyli mająca postać mniejszych płatów; w zakresie zmienności (zróżnicowania) wielkości płatów w okresie 2006-2012 zaszły niewielkie zmiany;

7) zróżnicowanie wielkości płatów określone współczynnikiem zmienności rozkładało się przestrzennie nieco inaczej niż określone odchyleniem standardowym – skrajnie dużą zmienność, powyżej 400% odnotowano głównie w gminach bliskiej strefy podmiejskiej, nie zaś w samej Warszawie; najniższa była w niektórych gminach dalszej strefy podmiejskiej;

8) wskaźnik średniej odległości płatów „najbliższych sąsiadów” był najniższy w kilku dzielnicach Warszawy (poniżej 100 m) i gmin bliższej strefy podmiejskiej (poniżej 100 m – Piastów), a najwyższy, powyżej 300 m, w kilku gminach, takich jak Izabelin (w 2006 r.) i Karczew (w 2012 r.), czy w lesistej gminie Zielonka (rekordowo wysoki, ponad 900 m);

9) w okresie 2006-2012 w wielu jednostkach wzrosła średnia odległość między płatami „najbliższych sąsiadów”; możliwa interpretacja: w miarę agregacji dużych płatów w jeszcze większe, zanikają niewielkie luki między tymi płatami, a jednocześnie pojawiają się nowe małe płaty, relatywnie bardziej oddalone (izolowane) od zabudowy istniejącej;

10) w części dzielnic Warszawy i gmin miejskich niewielkim średnim odległościom między płatami zabudowy, a więc relatywnie zwartej zabudowie, towarzyszyła mała zmienność tych odległości, świadcząca o dość regularnym rozmieszczeniu; odwrotna sytuacja występowała w niektórych gminach z dużym udziałem kompleksów leśnych (Zielonka, Izabelin, Nieporęt);

11) w okresie 2006-2012 w dość znacznej liczbie jednostek nastąpił wzrost wartości odchylenia standardowego odległości między płatami „najbliższych sąsiadów”, do 520-770 m (m.in. Warszawa-Ursus, Karczew, Pomiechówek, Zabrodzie, Wołomin, Leoncin, Kołbiel), co świadczy o pojawianiu się nowych układów zabudowy oddalonych od zabudowy istniejącej;

12) były również jednostki gdzie wartość powyższego wskaźnika zmalała (Nieporęt, Halinów, Teresin, Jaktorów, Warszawa-Wilanów), co świadczy o pojawianiu się układów bardziej równomiernie rozmieszczonej zabudowy mieszkaniowej.

Tabela 12. Metryki krajobrazowe wskazane do wykorzystania w analizie koncentracji przestrzennej terenów zabudowanych

Nazwa wskaźnika	Symbol	Jednostka pomiaru	Objaśnienie	Badany wymiar koncentracji
Powierzchnia całkowita	TA	jednostka powierzchni (np. hektary)	powierzchnia całości terenów zabudowy	powierzchnia pokrycia
Powierzchnia klasy	CA	jednostka powierzchni (np. hektary)	powierzchnia klasy terenów zabudowy	powierzchnia terenów zabudowy o określonej funkcji lub zagęszczeniu
Procent krajobrazu	PLAND	udział procentowy (%)	udział terenów danej klasy w całości terenów zabudowy	udział terenów zabudowy o określonej funkcji lub zagęszczeniu
Liczba płatów	NP	liczba	liczebność terenów zabudowy	stopień fragmentacji, liczebność terenów
Wewnętrzne zagęszczenie płatów	PD	liczba płatów na jednostkę powierzchni (np. na 100 ha)	średnia liczba terenów przypadająca na 100 ha terenów zabudowy	wewnętrzna fragmentacja, zagęszczenie
Wskaźnik największego płata	LPI	udział procentowy (%)	udział największego terenu w całości terenów zabudowy	występowanie jednego dużego skupienia zabudowy
Średnia wielkość płata	AREA_MN	jednostka powierzchni (np. hektary)	średnia arytmetyczna wielkość terenu zabudowy	uśredniona wielkość terenu zabudowy
Mediana wielkości płata	AREA_MD	jednostka powierzchni (np. hektary)	mediana wielkości terenu zabudowy	uśredniona wielkość terenu zabudowy
Odchylenie standardowe wielkości płata	AREA_SD	jednostka powierzchni (np. hektary)	odchylenie standardowe wielkości terenów zabudowy	bezwzględne zróżnicowanie wielkości terenów zabudowy
Współczynnik zmienności wielkości płata	AREA_CV	zróżnicowanie w procentach (%)	współczynnik zmienności wielkości terenów zabudowy	relatywne zróżnicowanie wielkości terenów zabudowy
Odległość najbliższego sąsiada (średnia)	ENN_MN	jednostka odległości (np. metry)	średnia arytmetyczna wszystkich odległości pomiędzy dwoma najbliższymi sąsiadującymi terenami zabudowy	izolacja i rozproszenie terenów zabudowy
Odległość najbliższego sąsiada (odchylenie standardowe)	ENN_SD	jednostka odległości (np. metry)	odchylenie standardowe wszystkich odległości pomiędzy dwoma najbliższymi sąsiadującymi terenami zabudowy	izolacja i rozproszenie oraz bezwzględne zróżnicowanie odległości
Odległość najbliższego sąsiada (współczynnik zmienności)	ENN_CV	zróżnicowanie w procentach (%)	współczynnik zmienności wszystkich odległości pomiędzy dwoma najbliższymi sąsiadującymi terenami zabudowy	izolacja i rozproszenie oraz relatywne zróżnicowanie odległości

Opracowanie własne. Symbole wskaźników według programu Fragstats (McGarigal i Marks, 1995; McGarigal i in., 2002). Barwą szarą oznaczono optymalny zestaw metryk, na fioletowo wskaźniki alternatywne (CA do TA; ENN_CV do ENN_MN i ENN_SD)

Wnioski w odniesieniu do przydatności poszczególnych metryk krajobrazowych do badania koncentracji przestrzennej zabudowy wynikają z analizy na zbiorach danych *CORINE Land Cover* oraz bardziej szczegółowej

analizy na zbiorach danych *Urban Atlas*. Jedna metryka nie wystarcza do określenia poziomu koncentracji przestrzennej osadnictwa. Poszczególne wskaźniki posłużyły do kwantyfikacji określonych aspektów koncentracji – zagęszczenia, fragmentacji czy izolacji terenów zabudowy. Wybrano w tym celu wstępnie 13 metryk, opisanych w rozdziale 2.3 i za pomocą wszystkich tych metryk sparometryzowano badane obszary. Następnie, w toku analiz wskazano, jak zmieniała się koncentracja przestrzenna terenów zabudowy. Optymalne z punktu widzenia procesu badawczego jest jednak ograniczenie liczby metryk do kilku wskaźników.

Proponuje się w tym celu dobór następujących wskaźników (tab. 12): powierzchni pokrycia terenów zabudowy (TA lub CA – to zależnie, czy badamy wszystkie tereny zabudowy, czy określoną ich kategorię), wewnętrznego zagęszczenia terenów zabudowy (PD), średniej odległości „najbliższego sąsiada” dla terenów zabudowy (ENN_MN), odchylenia standardowego „najbliższego sąsiada” dla terenów zabudowy (ENN_SD). W ten sposób liczbę niezbędnych metryk ogranicza się do 4 wskaźników. Dzięki temu otrzymuje się informację odpowiednio o tym: jak duże powierzchnie pokrywają tereny zabudowy; jak bardzo tereny te są wewnętrznie pofragmentowane; czy tereny te są wzajemnie izolowane, czy też położone blisko siebie; czy rozmieszczenie tych terenów jest równomierne, czy nieregularne. W konsekwencji uzyskuje się pogłębioną informację w odniesieniu do co najmniej dwóch wymienionych w rozdziale 2.1.1 wymiarów koncentracji przestrzennej – zagęszczenia i dyspersji (ryc. 10). Alternatywą dla zastosowania dwóch ostatnich metryk (ENN_MN i ENN_SD) jest użycie współczynnika zmienności „najbliższego sąsiada” dla płatów zabudowy (ENN_CV), i w ten sposób ograniczenie się do zestawu jedynie 3 metryk. Wskaźnik ten bowiem zależny jest zarówno od średniego poziomu izolacji terenów zabudowy, jak i od zróżnicowania odległości pomiędzy tymi terenami, świadczącego o regularności bądź nieregularności przestrzennego rozkładu.

6.4. Przekształcenia form użytkowania ziemi w zakresie terenów zabudowy – uzupełnienie analizy koncentracji przestrzennej

Analiza metryk przestrzennych dla terenów zabudowy na podstawie zbiorów danych *CORINE Land Cover* i *Urban Atlas*, mająca służyć rozpoznaniu zjawisk koncentracji i rozpraszania zabudowy, została uzupełniona analizą zmian w zagospodarowaniu przestrzeni w zakresie identyfikacji wyłącznie tych miejsc, w których zmieniała się forma użytkowania terenu. Wykorzystano w tym celu jako źródło danych zbioru: *CORINE Land Cover Change* (LCC) dla okresów 1990-2000, 2000-2006, 2006-2012 oraz *Urban Atlas Change* dla okresu 2006-2012.

6.4.1. Zmiany w okresie 1990-2000 (CORINE Land Cover Change)

W odniesieniu do terenów zabudowy (z dominacją zabudowy mieszkaniowej) w badanym okresie odnotowano 5 rodzajów zmian w zagospodarowaniu przestrzeni.

Powstanie nowej zabudowy na terenach rolnych

Nowa zabudowa na terenach rolnych objęła obszar 735,9 ha. Zidentyfikowano 56 płatów – miejsc występowania tego rodzaju zmian. Co zaskakujące, wykazano występowanie tych zmian szczególnie w samej Warszawie i w gminach bliższej strefy podmiejskiej (w 11 dzielnicach stolicy i w 17 gminach). Największy zwarty obszar zmian (70 ha) znajdował się w dzielnicy Ochota. Była to zabudowa osiedla Szczęśliwice, na pograniczu z dzielnicą Włochy – wielkopowierzchniowe obiekty handlowo-usługowe i zabudowa mieszkaniowa. Wcześniej występowało tam zagospodarowanie klasy 2.4.2 „złożone systemy upraw i działek”. Wyróżniały się również zmiany na Ursynowie – 7 obszarów nowej zabudowy mieszkaniowej, o łącznej powierzchni 138,6 ha, mające pierwotną klasyfikację jako: 2.1.1 „grunty orne”, 2.3.1 „łąki i pastwiska” i również 2.4.2. Wystąpiły też dwa znaczące skupienia nowej zabudowy na terenach rolnych: 62,7 ha (7 płatów) w gminie Marki i fragmentarycznie Ząbki (lokalizacja wielkopowierzchniowej zabudowy handlowo-usługowej w sąsiedztwie drogi krajowej nr 8 do Białegostoku) oraz 103,4 ha (9 płatów) w północnej części gmin Piaseczno, Lesznowola i fragmentarycznie Konstancin-Jeziorna (intensywny rozwój głównie zabudowy mieszkaniowej, w bliższej strefie podmiejskiej południowych obrzeży Warszawy). Tereny te należały uprzednio do klas 2.1.1, 2.3.1, 2.4.2 oraz 2.2.2 „sady i plantacje”.

Powstanie nowej zabudowy w lasach

Zmiany w tej kategorii objęły jedynie dwa obszary (przekształcenia klasy 3.1.2 „lasy iglaste” na 1.1.2 „zabudowa luźna”). Pierwszy z nich, o powierzchni 6,7 ha znajduje się w gminie Józefów, na pograniczu z dzielnicą Wilanów. Drugi, znacznie większy obszar, o powierzchni 34,4 ha zidentyfikowano w miejscowości Izabelin, siedzibie gminy wiejskiej, na terenach bezpośrednio graniczących z Kampinoskim Parkiem Narodowym (otulina parku).

Powstanie nowej zabudowy na miejskich terenach zieleni

Nowa zabudowa powstawała również na gruntach zaklasyfikowanych do miejskich terenów zieleni (klasa 1.4.1) oraz terenów sportowych i wypoczynkowych (klasa 1.4.2), przy czym te ostatnie często wiążą się z obszarami słabo zagospodarowanej zieleni miejskiej. Zidentyfikowano 5 terenów zmian, o łącznej powierzchni 135,8 ha – wszystkie w Warszawie. Największy obszar (67,3 ha) znajdował się w południowej części dzielnicy Praga-Południe – na osiedlu Gocław, gdzie zlokalizowano nową zabudowę, głównie wielorodzinną. Kolejny obszar (31,7 ha) to pas zabudowy (jednorodzinna – wolnostojąca, bliźniacza i szeregową) w północno-wschodniej części Ursynowa, na pograniczu Wilanowa, w sąsiedztwie skarpy

wiślanej. Na Targówku zidentyfikowano 2 takie tereny, o łącznej powierzchni 24,4 ha, zaś na Bemowie – 1 płat o powierzchni 12,4 ha.

Zakończenie rozpoczętej budowy

Obszary, które w bazie CLC 1990 zostały zaliczone do klasy 3.3.3 „budowy”, zaś analiza zmian do 2000 r. pozwoliła stwierdzić, że powstały tam nowe skupiska zabudowy (klasa 1.1.2), objęły łącznie 352,6 ha (11 płatów) i zostały zidentyfikowane w dzielnicach: Białołęka, Wilanów, Wesoła i w gminach: Stare Babice, Michałowice, Nadarzyn, Piaseczno, Karczew (i fragmentarycznie Otwock), Zielonka (i fragmentarycznie Marki), Wołomin oraz Wyszaków.

Konwersja zabudowy z przewagą mieszkaniowej na inne funkcje

Na 6 obszarach zaobserwowano przekształcenia dominującej funkcji zabudowy luźnej (klasa 1.1.2) na tereny przemysłowe lub handlowe (klasa 1.2.1). Łączne powierzchnie zabudowy podlegającej konwersji stanowiły 50,2 ha. Największy taki obszar (16,7 ha) znajdował się w gminie Raszyn, w miejscowości Janki, gdzie powstało skupisko centrów handlowych (m.in. IKEA). Kolejne obszary zlokalizowane były: na pograniczu Pragi-Południe i Targówka (8,0 ha, zakłady Procter&Gamble), w południowej części Pragi-Południe (2 tereny, po 7,0 ha i 6,0 ha, skupiające obiekty handlowo-usługowe w ciągu ul. Ostrobramskiej, w tym centrum handlowe Promenada), w miejscowości Ząbki (6,8 ha) i w południowo-zachodniej części Mokotowa, gdzie oddano do użytku centrum handlowe Galeria Mokotów (2000 r.), a w jego otoczeniu skupisko obiektów biurowych.

6.4.2. Zmiany w okresie 2000-2006 (CORINE Land Cover Change)

W odniesieniu do terenów zabudowy (z dominacją zabudowy mieszkaniowej) w badanym okresie odnotowano 4 rodzaje zmian w zagospodarowaniu przestrzeni.

Powstanie nowej zabudowy na terenach rolnych

W zakresie nowej zabudowy powstającej na terenach rolnych (grunty orne, sady i plantacje, łąki i pastwiska, złożone systemy upraw i działek) odnotowano zmiany w postaci konwersji terenów do kategorii 1.2.1 (zabudowy luźnej z przewagą mieszkaniowej) na obszarach łącznie liczących 473,3 ha (33 płaty). Powierzchnia ta była mniejsza niż w okresie 1990-2000, ale też omawiany okres był o 4 lata krótszy. Zmiany tego rodzaju rozpoznano w 8 dzielnicach Warszawy i w 16 gminach. Największe zmiany zachodziły w dzielnicy Białołęka, szczególnie w jej wschodniej części, gdzie znalazł się największy teren tej kategorii zmian (51,4 ha – zagospodarowanie budowlane terenów łąk i pastwisk), a także inne tereny zmian, o łącznej powierzchni 35,3 ha. Inne znaczące tereny przekształceń to: obszar w gminie Brwinów – miejscowość Strzeniówka (26,5 ha), w południowo-zachodniej części dzielnicy Wilanów, poniżej skarpy wiślanej (23,1 ha), w gminie Wyszaków (20,7 ha), w zachodniej części dzielnicy Ursus (20,9 ha), a ponadto w gminach Halinów,

Wieliszew, Konstancin-Jeziorna, Karczew, Leszno i w dzielnicy Bielany. Ponadto trzy tereny na Ursynowie (łącznie 25,9 ha) i dwa tereny na Targówku (18,5 ha). Oznacza to, że zabudowa w miejscu terenów rolnych pojawiała się w zróżnicowanych lokalizacjach w strefie podmiejskiej, zaś wśród dzielnic stolicy najbardziej na Białołęce, Ursynowie, Wilanowie, w Ursusie i Targówku.

Powstanie nowej zabudowy na miejskich terenach zieleni

W okresie 2000-2006 według danych *CLC-Change* nie odnotowano występowania zgrupowań nowej zabudowy na terenach leśnych, natomiast zidentyfikowano nową zabudowę na miejskich terenach zieleni i wypoczynkowych – wszystkie w Warszawie. Łącznie były to 4 tereny o sumarycznej powierzchni 60,2 ha. W północno-wschodniej części Bemowa były to 2 obszary o łącznej powierzchni 26,6 ha – zabudowa jednorodzinna, głównie bliźniacza, w sąsiedztwie zespołu fortyfikacji Fort Wawrzyszew i Lasu Bemowskiego. Pozostałe 2 obszary zmian (łącznie 33,6 ha), położone były w zachodniej części Mokotowa, gdzie zlokalizowano luksusowe kompleksy domów wielorodzinnych: „Marina Mokotów” i „Eko-Park” (Białe Kamienie). Na marginesie, szczególnie to pierwsze, osiedle grodzone zlokalizowane na terenie dawnych ogródków działkowych, było krytykowane z uwagi na lokalizację w ciągu klina nawietrzającego, pełniącego istotną rolę ekologiczną w tej części stolicy.

Zakończenie rozpoczętej budowy

Zidentyfikowano 4 główne obszary, w których nastąpiło zakończenie wcześniej rozpoczętych budów o łącznej powierzchni aż 391,3 ha. Pierwsze skupisko, miejsce intensywnego rozwoju zabudowy jednorodzinnej (tereny w sumie 156,8 ha) znajdowało się w północnej części gminy Jabłonna, głównie w miejscowości Chotomów. Drugie skupisko (67,5 ha) zlokalizowane było na osiedlu Nowodwory (północno-zachodnia część Białołęki), gdzie rozwijała się zabudowa wielorodzinna. Trzecie skupisko (w sumie 114,6 ha) to nowa zabudowa w północnej części miasta Piaseczno oraz w Józefosławiu w gminie Piaseczno – na pograniczu Ursynowa. Czwarte skupisko (w sumie 52,3 ha) zlokalizowane było w dzielnicach Ursus i Włochy oraz częściowo w gminach Piastów i Michałowice (otoczenie obecnego węzła drogowego dróg krajowych S2 i S8 w miejscowości Opacz). Wskazuje to, że następowały duże inwestycje budowlane w północnym, nadwiślańskim paśmie przedmiejsko-podmiejskim aglomeracji oraz we wciąż intensywnie zagospodarowanej się bliskiej strefie podmiejskiej w paśmie południowym i południowo-zachodnim.

Konwersja zabudowy z przewagą mieszkaniowej na inne funkcje

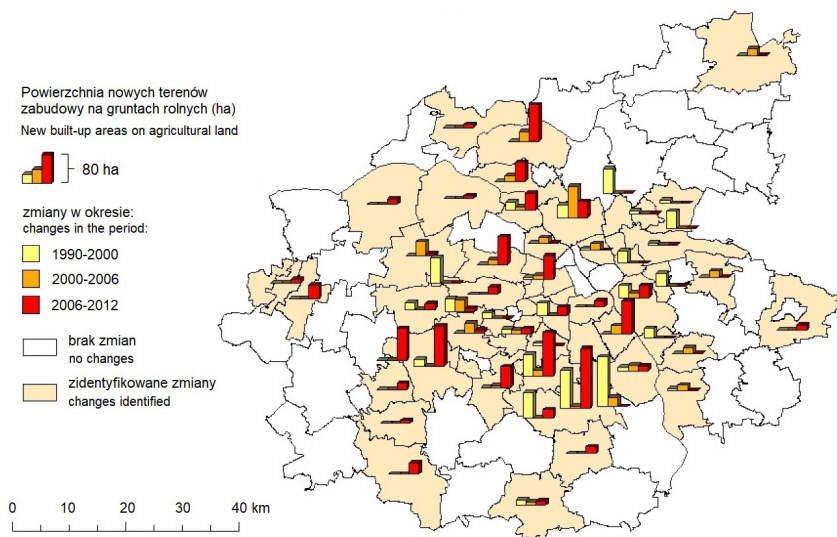
W okresie 2000-2006 według bazy *CLC-Change* konwersja zabudowy luźnej (1.1.2) na inne funkcje objęła jedynie jeden obszar, położony na terenie osiedla Czerniaków, mający powierzchnię 9,2 ha, gdzie odnotowano przekształcenie terenów zabudowy do klasy 1.2.2 „tereny komunikacyjne i związane z komunikacją kolejową i drogową”. Był to skutek nie tyle likwidacji istniejącej zabudowy, ale zmiany klasyfikacji terenu ze względu na realizację węzła komunikacyjnego w tym rejonie (skrzyżowanie Trasy Siekierkowskiej i ulicy Czerniakowskiej).

6.4.3. Zmiany w okresie 2006-2012 (CORINE Land Cover Change)

W odniesieniu do terenów zabudowy (z dominacją zabudowy mieszkaniowej) w badanym okresie odnotowano 4 rodzaje zmian w zagospodarowaniu przestrzeni.

Powstanie nowej zabudowy na terenach rolnych

Nowa zabudowa powstała na terenach rolnych objęła łącznie powierzchnię 1075,4 ha i składały się na nią 62 płyty terenów zabudowy. Wskazuje to, że w okresie 2006-2012 nastąpił najintensywniejszy rozwój zabudowy na terenach rolnych w odniesieniu do okresów wcześniejszych. Zmiany tego rodzaju zidentyfikowano w 8 dzielnicach i w 26 gminach. Największy zwarty obszar zmian (112,7 ha), położony był w południowej części gminy Piaseczno, w rejonie miejscowości Henryków-Uroczę – lokalizacja zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, a kolejne miejsca w gminie Wieliszew (7 terenów, łącznie 102,8 ha) w południowej części Wilanowa – rejon Powsina i Kępy Zawadowskiej (tereny o powierzchni łącznie 91,3 ha), w gminie Grodzisk Mazowiecki i częściowo Milanówek (teren 87,8 ha). Znaczący obszar zmian (45,8 ha), zlokalizowany był też na pograniczu gminy Lesznowola i Piaseczno, a w samej gminie Lesznowola jeszcze 6 innych terenów o łącznej powierzchni 59,2 ha. Znaczące zmiany nastąpiły też w dzielnicy Bemowo (łącznie 66 ha), w gminie Łomianki (46,2 ha), w gminie Mszczonów (30,4 ha). Widoczne jest, że postępowanie urbanizacji na terenach rolnych zachodziło w różnych rejonach aglomeracji, przy czym najsilniej w strefie południowej i południowo-zachodniej.



Ryc. 91. Przekształcenia terenów rolnych na tereny zabudowy w gminach OMW i w dzielnicach Warszawy w okresie 1990-2012 według danych CLC-Change

Fig. 91. Transformation of agricultural land into built-up areas in the municipalities of WMA and districts of Warsaw in the period 1990-2012, according to CLC-Change data

Powstanie nowej zabudowy w lasach

Nowa zabudowa w lasach została odnotowana tylko na trzech obszarach, z których dwa, o łącznej powierzchni 22,2 ha znajdowały się w dzielnicy Białołęka (na osiedlach Tarchomin i Nowodwory), zaś trzeci o powierzchni 8,9 ha w gminie Jabłonna. Zmiany na Białołęce *de facto* dotyczyły terenów nieuporządkowanej zieleni miejskiej. Skala pojawiania się nowej zabudowy na terenach leśnych w zgrupowaniach mniejszych niż 5 ha nie jest odnotowywana na podstawie danych *CLC-Change*, zatem nie można wnioskować o rozpraszaniu zabudowy mieszkaniowej w lasach.

Zakończenie rozpoczętej budowy

Zidentyfikowano tylko 5 terenów, gdzie zakończono wcześniej rozpoczęte budowy (zmiana kategorii pokrycia terenu z klasy 133 „budowy” na klasę 112 „zabudowa luźna”). Bardzo duży obszar (125,6 ha) to lokalizacja wielkopowierzchniowego osiedla zabudowy wielorodzinnej „Miasteczko Wilanów”. Inne osiedle o ekskluzywnym charakterze, „Konstancja” w gminie Konstancin-Jeziorna, powstało na powierzchni 24,9 ha. Dwa duże tereny zakończonych budów wyodrębniono w południowej części gminy Grodzisk Mazowiecki – w rejonie miejscowości: Książenice i Radonie (36,3 ha) oraz Czarny Las (8,3 ha). Inwestycje te świadczą o postępowaniu suburbanizacji w dalszej strefie podmiejskiej Warszawy. Ostatni obszar (8,9 ha) to osiedle zabudowy wielorodzinnej w Parzniewie, położone w gminie Brwinów, ale funkcjonalnie związane z Pruszkowem.

Konwersja zabudowy z przewagą mieszkaniowej na inne funkcje

Konwersja terenów zabudowy luźnej (klasy 1.1.2) na inne funkcje dotyczyła trzech obszarów o łącznej powierzchni 20 ha. Teren o powierzchni 9,7 ha uległ przekształceniu w miejscowości Jabłonowo (gmina Lesznowola), gdzie działa kilka zakładów produkcyjnych (m.in. browar) i hurtowni, a w pobliskiej Wólce Kosowskiej zlokalizowane jest rozległe centrum handlu hurtowego. Kolejny obszar, który zidentyfikowano jako podlegający konwersji, o powierzchni 6,1 ha, zlokalizowany jest w dzielnicy Ursus, na pograniczu miasta Piastowa. Trzeci teren, o powierzchni 4,2 ha, znajduje się w północno-zachodniej części Pruszkowa, w jego dzielnicy Żbików, w pobliżu węzła „Pruszków” autostrady A2. Kwalifikacja wspomnianych terenów do podlegających konwersji nie oznacza, że została tam zlikwidowana zabudowa mieszkaniowa. Z reguły następowało dogęszczenie stosunkowo luźnej struktury zabudowy innymi funkcjami, takimi jak przemysł i usługi.

6.4.4 Zmiany w okresie 2006-2012 (*Urban Atlas Change*)

Znacznie większą dokładnością niż w przypadku badania na podstawie danych *CORINE Land Cover Change* (LCC) charakteryzuje się analiza przeprowadzona dla zmian terenów zabudowy (z dominacją mieszkaniowej) według bazy danych

Urban Atlas (UA) Change 2006-2012. Pozwoliła ona zidentyfikować 9 rodzajów zmian w zagospodarowaniu przestrzeni.

Powstanie nowej zabudowy na terenach rolnych

Zgodnie z wydzieleniami *UA-Change* nowa zabudowa na terenach rolnych, seminaturalnych i podmokłych objęła w okresie 2006-2012 obszar 2519 ha, w formie 4105 odrębnych płatów. Powierzchnia ta jest dwukrotnie większa niż według bazy *CORINE Land Cover Change (LCC)* dla analogicznego okresu, ponieważ zidentyfikowane zostały liczne niewielkie i rozproszone tereny zabudowy. Zmian takich nie zaobserwowano jedynie w 6 dzielnicach centralnych Warszawy. Liczne nowe układy zabudowy na terenach rolnych pojawiły się natomiast na Białołęce, szczególnie zachodniej (113 płatów, w sumie 97 ha), a także na Wilanowie (56 płatów, 54 ha) i w Wawrze (55 płatów, 41 ha). W dzielnicach tych przede wszystkim pojawiała się zabudowa o bardzo niskim zagęszczeniu, ale występowały też skupienia zabudowy o wyższych poziomach zagęszczenia, w tym tej o ciągłym pokryciu.

Powstawanie nowej zabudowy z przewagą mieszkaniowej, zidentyfikowano na terenach rolnych we wszystkich gminach OMW, z wyjątkiem Podkowy Leśnej (ryc. 91). Największe pojedyncze tereny zmian zaobserwowano: w gminie Grodzisk Mazowiecki (12,3 ha w miejscowości Książenice), w gminie Piaseczno (tereny 10,4 ha oraz 6 ha w miejscowości Józefosław), w gminie Konstancin-Jeziorna (osiedle „Konstancja”, 8,7 ha), w dzielnicy Białołęka (tereny 7,5 ha i 6,2 ha), oraz w gminie Jaktorów (6 ha). Płaty były znacznie mniejsze niż w bazie *CLC-Change*, co wiąże się z rozdzielczością przestrzenną danych.

W strefie podmiejskiej Warszawy zabudowa rozprzestrzeniała się na tereny rolne we wszystkich kierunkach. Szczególnie istotny był kierunek południowo-zachodni, a w nim bardziej oddalona od rdzenia część aglomeracji. Bardzo liczne układy nowej i rozproszonej zabudowy odnotowano w gminach tego pasma: Żabia Wola (284 pł., 199 ha), Jaktorów, Grodzisk Mazowiecki, Puszcza Mariańska, Wiskitki, Teresin, Nadarzyn, Baranów, Nowa Sucha (w każdej z wymienionych gmin powyżej 100 płatów, o łącznej powierzchni powyżej 60 ha). Kierunkiem intensywnego rozwoju zabudowy na terenach rolnych było także pasmo południowe, w tym gminy: Piaseczno, Lesznów, Prażmów (w każdej z gmin powyżej 80 płatów, o łącznej powierzchni powyżej 60 ha), a szczególnie położony dalej od stolicy Chynów (214 pł., 122 ha). W wymienionych gminach przeważała nowa zabudowa o bardzo niskim zagęszczeniu (klasa 112.4) i „izolowane struktury” (klasa 113).

Dość intensywnie rozwijała się nowa zabudowa w paśmie wschodnim: układy rozproszonej zabudowy w gminach: Mińsk Mazowiecki – wiejskiej (108 pł., 49 ha), Wiązowna, Halinów i Dęba Wielkie (w każdej powyżej 60 płatów i powyżej 25 ha). Nieco słabiej rozwijała się w gminach pasma północno-wschodniego i północno-zachodniego, a najslabiej w paśmie południowo-wschodnim. W paśmie północnym szczególnie ekspansja zabudowy na tereny rolne wystąpiła w gmina: Serock (155 pł., 77 ha), Radzymin i Wieliszew. W gminie Serock wystąpił duży udział nowej zabudowy o bardzo wysokiej lub wysokiej gęstości (45 ha). W paśmie

zachodnim zabudowa najbardziej rozprzestrzeniała się na tereny rolne w gminie Leoncin (143 pł., 63 ha) oraz Zakroczym. Powstawała głównie zabudowa o bardzo niskim zagęszczeniu oraz izolowane struktury.

Powstanie nowej zabudowy w lasach

Nowa zabudowa na terenach leśnych w okresie 2006-2012 została odnotowana w 4 dzielnicach Warszawy i w 39 gminach OMW. Ekspansja zabudowy w lasach objęła niemal dziesięciokrotnie mniejsze powierzchnie niż na terenach rolnych. Ogółem zidentyfikowano 405 płatów zmian, o łącznej powierzchni 320 ha. Dwa największe płaty nowej zabudowy w lasach (13,2 i 10,5 ha) odnotowano w gminie Podkowa Leśna. Oznacza to, że w tym mieście-ogrodzie, którego układ urbanistyczny objęty jest ochroną konserwatorską, a także wysokim stopniem ochrony objęta jest zieleń miejska, miały jednak miejsce znaczące procesy inwestycyjne. Duże płaty nowej zabudowy w lasach odnotowano też w gminach: Jaktorów (10,8 ha; 3 tereny), Wiskitki (4,8 ha), Puszcza Mariańska (4,5 ha), Lesznów (3,3 ha; miejscowość Magdalenka) i Żabia Wola (3,3 ha).

Pojawianie się znaczących terenów zabudowy w gminach dalszej południowo-zachodniej części obszaru metropolitalnego wskazuje, że Puszcza Bolimowska wraz z otoczeniem (gminy Jaktorów, Wiskitki, Puszcza Mariańska) oraz lasy w gminach Grodzisk Mazowiecki i Żabia Wola stanowiły najbardziej istotny kierunek ekspansji i rozpraszania zabudowy na terenach leśnych pod Warszawą. Potwierdza to liczebność płatów i powierzchnia terenów zajętych pod zabudowę w lasach, wynoszące odpowiednio w gminach: Żabia Wola – 76 pł., 58 ha, Jaktorów – 52 pł., 57 ha, Puszcza Mariańska – 36 pł., 32 ha, Grodzisk Mazowiecki – 49 pł., 31 ha, Wiskitki – 12 pł., 13 ha. Dominowała zabudowa o bardzo niskim zagęszczeniu (klasa 1.1.2.4) oraz izolowane struktury (klasa 1.1.3).

Silnie rozwinęła się zabudowa w lasach w mieście Józefów, gdzie zidentyfikowano 19 płatów, obejmujących zmiany na powierzchni 87 ha (zabudowa o różnym zagęszczeniu, w tym 33 ha terenów zabudowy o średnim, wysokim i bardzo wysokim zagęszczeniu). W Podkowie Leśnej wystąpiło 11 płatów o łącznej powierzchni 36 ha, w sąsiednim Milanówku 9 płatów o łącznej powierzchni 7 ha. W wymienionych przypadkach należy mówić o zagęszczaniu się zabudowy, głównie jednorodzinnej w strukturze „miast-ogrodów”. W kategorii zmian „lasy-zabudowa” należy jeszcze wyróżnić gminy: Leoncin (17 pł., 78 ha, zabudowa na obrzeżach Puszczy Kampinoskiej), Wieliszew (25 pł., 15 ha, w strefie leśnej nad rzeką Narwią) oraz warszawską dzielnicę Białołęka (8 pł., 26 ha).

Powstanie nowej zabudowy na miejskich terenach zieleni

Nową zabudowę na gruntach należących do uporządkowanych terenów zieleni zidentyfikowano w gminach pasma południowo-zachodniego i południowego: Jaktorów (17 terenów, w sumie 31,8 ha, głównie w miejscowości Międzyborów), Grodzisk Mazowiecki (13 terenów, 12,0 ha), Milanówek (10 terenów, 8,6 ha) oraz pojedyncze tereny w Podkowie Leśnej, Pruszkowie, Piasecznie, a także tereny w dzielnicy Białołęka.

Zakończenie rozpoczętej budowy

Dokończenie wcześniej rozpoczętych budów (zmiana klasyfikacji terenu z klasy 133 do klas: 111, 112, 113) miało miejsce szczególnie w gminach bliższej strefy podmiejskiej i części dzielnic Warszawy. Inaczej niż w przypadku nowo pojawiającej się zabudowy na terenach rolnych i leśnych, która powstawała często w większym oddaleniu od stolicy. Ogółem zakończenie rozpoczętych budów objęło 496 terenów o łącznej powierzchni 659 ha. Analiza na podstawie bazy danych *UA-Change* pozwoliła zidentyfikować wielokrotnie większe powierzchnie zmian niż analiza oparta na danych z odpowiadającej jej okrese analizy bazy *CLC-Change*. Pozwoliła również na zaobserwowanie stopnia rozproszenia nowopowstałych terenów zabudowy.

W zakresie zmian w Warszawie wyróżnił się Wilanów, gdzie zidentyfikowano 34 nowe tereny ukończonej zabudowy, o łącznej powierzchni 85,3 ha. Tereny te należą głównie do osiedla „Miasteczko Wilanów”. Inne istotne skupiska zabudowy z przewagą mieszkaniowej, powstały w dzielnicach: Białołęka (33 pł., 64,1 ha), Bemowo (9 pł., 25,2 ha) i Ursus (8 pł., 22,9 ha). W Wilanowie, na Bemowie i w Ursusie powstawała zabudowa o bardzo wysokim zagęszczeniu; na Białołęce była to zabudowa o zróżnicowanym zagęszczeniu, chociaż ta wysoce zagęszczona także przeważała. Wśród gmin podwarszawskich najwięcej budów zakończono w paśmie południowo-zachodnim i w paśmie południowym bliskiej strefy podmiejskiej, w szczególności w gminach: Piaseczno (65 pł., 69,1 ha), Lesznowola (33 pł., 53,9 ha) oraz Nadarzyn (24 pł., 52,3 ha), w mniejszym stopniu Raszyn, Pruszków i Michałowice. W północno-zachodnim paśmie bliskiej strefy podmiejskiej dokończano budowy szczególnie w gminach: Czosnów, Łomianki i Stare Babice.

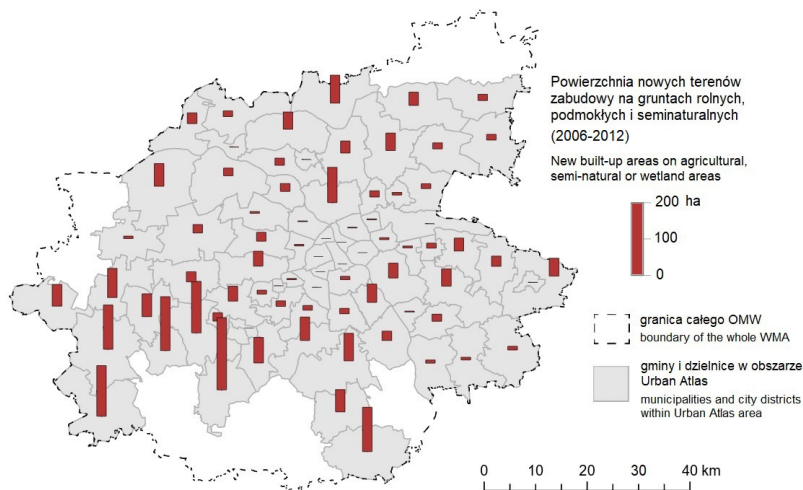
Powstanie nowej zabudowy na nieużytkach, rekultywowanych wyrobiskach i wysypiskach

Zabudowa powstawała także na nieużytkach (klasa 134), w miejscach wydobycia surowców czy składowania odpadów (klasa 131). Takich terenów zidentyfikowano 94, o łącznej powierzchni 65 ha. Są one rozrzucone w 13 dzielnicach Warszawy i w 29 gminach aglomeracji. Najwięcej było ich w gminach: Grodzisk Mazowiecki (6 pł., 5,4 ha), Brwinów (6 pł., 2,8 ha), Marki, Błonie, Piaseczno, Łomianki, Mińsk Mazowiecki (miasto), Legionowo. W Warszawie było 26 takich terenów, o łącznej powierzchni 25,7 ha. Największe były na Żoliborzu, w Wawrze i na Targówku.

Dogęszczenie zabudowy

Dogęszczenie istniejącej zabudowy odnotowano w obrębie 389 terenów, o łącznej powierzchni 242 ha. Zdecydowanie najwięcej zmian nastąpiło w następstwie przekształcenia płatów zabudowy rozproszonej (izolowanych struktur) – klasy 113 w zabudowę o bardzo niskiej gęstości – klasy 112.4. Zidentyfikowano 290 terenów takich zmian o łącznej powierzchni 164 ha. Najwięcej z nich rozmieszczonych było w gminach pasma południowo-zachodniego: Żabia Wola, Jaktorów i Grodzisk Mazowiecki. Izolowane struktury osadnicze ulegały także dość często

przekształceniom w zabudowę o niskiej, średniej i wysokiej gęstości (w sumie 48 ha zmian), w różnych lokalizacjach. Dogęszczanie zabudowy innych klas następowało na relatywnie mniejszą skalę. Przykładowo, dogęszczenie zabudowy wysokiej gęstości do bardzo wysokiej gęstości na 13 ha – najczęściej w gminach Otwock i Karczew.



Ryc. 92. Przekształcenia terenów rolnych, podmokłych i seminaturalnych na tereny zabudowy w gminach OMW i w dzielnicach Warszawy w okresie 2006-2012 według danych *Urban Atlas Change*

Fig. 92. Transformation of agricultural, wetland and semi-natural areas into built-up areas in the municipalities OMW and districts of Warsaw in the period 2006-2012, according to the *Urban Atlas Change* data

Rozrzedzenie zabudowy

Rozrzedzenie zabudowy odnotowano na 3 terenach o łącznej powierzchni 1,2 ha, położonych w gminach: Żabia Wola, Radzymin (przekształcenia klasy 111 w klasę 113) i Milanówek (przekształcenie klasy 112.1 w klasę 113). Były to bardzo niewielkie obszary.

Zmiana funkcji terenu o innym zagospodarowaniu na zabudowę z przewagą mieszkaniowej

Zaklasyfikowanie terenu do zabudowy z przewagą mieszkaniowej miało miejsce w 3 lokalizacjach, gdzie wcześniej zidentyfikowano zagospodarowanie klasy 112.1 – tereny przemysłowe, handlowe, publiczne, wojskowe lub prywatne. W jednym miejscu nastąpiło przekształcenie do klasy 111 (zabudowa o ciągłym pokryciu) – 2,8 ha w dzielnicy Wawer; w dwóch miejscach przekształcenie do klasy 112.1 (zabudowy o wysokim zagęszczeniu) – 0,9 ha w gminie Żabia Wola, 0,7 ha w gminie Milanówek.

Konwersja zabudowy z przewagą mieszkaniowej na inne funkcje

Zjawisko konwersji zabudowy z przewagą mieszkaniowej na tereny z dominacją innych funkcji dotyczyło aż 154 terenów, o łącznej powierzchni 78 ha, położonych w 7 dzielnicach Warszawy i 30 innych gminach OMW. Występowało najczęściej w strefie pogranicza Warszawy i gmin bliskiej strefy podmiejskiej w paśmie zachodnim i południowo-zachodnim.

Wśród dzielnic najwięcej takich terenów było na Bemowie, w Ursusie, we Włochach i na Ursynowie. Głównie następowała konwersja na tereny nowych budów (klasa 133), ewentualnie terenów drogowych i związanych z drogami (klasa 122.1). Konwersji podlegały przede wszystkim tereny zabudowy o bardzo wysokim zagęszczeniu (klasa 111) lub wysokim zagęszczeniu (klasa 112.1). Można zatem przyjąć, że chodzi przynajmniej częściowo o miejsca wyburzeń. W strefie podmiejskiej takie zmiany odnotowano szczególnie w gminach Stare Babice, Brwinów, Michałowice i mieście Pruszków. Konwersji podlegały także „izolowane struktury” zabudowy (klasy 113) – w tym aż 10 terenów w gminie Wiskitki (4,1 ha) przekształconych na nowe tereny budów lub na nieużytek (klasa 134) oraz 11 terenów w gminie Chynów (6,9 ha) – przekształcenia terenów zabudowy o zróżnicowanej gęstości na tereny zagospodarowane o innych funkcjach (klasa 121), drogowe i związane z drogami oraz tereny nowych budów.

6.4.5 Ocena wyników analiz i wnioski

Wykonane analizy wskazują na powstawanie nowej zabudowy przede wszystkim na terenach rolnych na całym obszarze aglomeracji warszawskiej. Tereny rolne, na których powstawała zabudowa mieszkaniowa to grunty orne, łąki i pastwiska, niekiedy sady i plantacje, ale także złożone systemy upraw i działek, obejmujące często ogródki działkowe, czy nieużytki. Takie tereny były zagospodarowywane dość licznie pod nową zabudowę mieszkaniową, ale także obiekty handlowo-usługowe, również w samej Warszawie. Wśród stołecznych dzielnic wyróżniały się w tym zakresie szczególnie Białołęka, Ursynów, Wilanów, Ursus, Targówek i Bemowo.

Od początku okresu transformacji istotnym kierunkiem ekspansji zabudowy na tereny rolne jest pasmo południowe (Piaseczno, Lesznowola), zyskujące wciąż na znaczeniu, co potwierdziły analizy zbiorów danych o pokryciu terenu i użytkowaniu ziemi za lata 1990-2012. Drugim, równie istotnym kierunkiem jest od dawna przeinwestowane pasmo południowo-zachodnie, gdzie stopniowo nowa zabudowa wkracza na tereny położone w większym oddaleniu od stolicy. Analiza potwierdziła stopniową ekspansję zabudowy w strefie pomiędzy Grodziskiem Mazowieckim i Żyrardowem, i dalej na obszarze Puszczy Bolimowskiej. Następuje tam szczególnie rozpraszanie zabudowy w lasach. Zabudowa rozwija się także w otulinie Kampinoskiego Parku Narodowego, wkraczając na obrzeża Puszczy Kampinoskiej (pasmo zachodnie). Skala pojawiania się nowej zabudowy w lasach jest jednak w całej aglomeracji dziesięciokrotnie mniejsza niż w terenach rolnych.

Odnotowano także istotne zjawiska związane z dokończaniem rozpoczętych budów i pojawianiem się nowej zabudowy na różnego rodzaju nieużytkach. Dotyczy to w istotnym zakresie wspomnianego pasma południowego i południowo-zachodniego (szczególnie w bliskiej strefie podmiejskiej Warszawy), ale także pozostałych pasm osadniczych (zachodniego, wschodniego, południowo-wschodniego, i in.), a także stołecznych dzielnic, jak Białołęka czy Wilanów (m.in. realizacja osiedla „Miasteczka Wilanów” od 2002 roku). W pewnym zakresie nowa zabudowa pojawiała się na „miejskich terenach zieleni” – *de facto* o różnym stopniu uporządkowania i sytuacji własnościowej (np. realizacja osiedla „Marina Mokotów” w miejscu ogródków działkowych). Rzadszym zjawiskiem była konwersja zabudowy z przewagą mieszkaniowej na inne funkcje – dogęszczanie zabudowy mieszkaniowej funkcjami handlowo-usługowymi, realizację infrastruktury transportowej, rzadziej natomiast o rzeczywiste wyburzenia.

Analiza danych *Urban Atlas Change* dla lat 2006-2012 pozwoliła zidentyfikować znacznie więcej szczegółowych zmian w zakresie terenów zabudowy niż analiza danych *CLC-Change* dla tego samego podokresu i okresów wcześniejszych. Przede wszystkim możliwe było wykrycie zabudowy rozproszonej. Występuje ona zarówno w formie tzw. „izolowanych struktur”, jak i większych skupisk zabudowy, ale o niskim zagęszczeniu. W badanym podokresie zaobserwowano dość istotne przekształcenia polegające na dogęszczaniu zabudowy występującej na poszczególnych terenach o niskim stopniu urbanizacji. Analiza danych *Urban Atlas Change* dla lat 2006-2012 pozwoliła zidentyfikować znacznie więcej szczegółowych zmian w zakresie terenów zabudowy niż analiza danych *CORINE Land Cover Change* dla tego samego podokresu i okresów wcześniejszych

7. Podsumowanie i wnioski

Synteza wyników badania pozwala udzielić odpowiedzi na pytania badawcze oraz przeprowadzić weryfikację postawionych na wstępie hipotez. Odniesiono się zarówno do statycznego obrazu rozmieszczenia zabudowy, jak i do dynamiki zjawiska. Dobór zestawu różnych wskaźników koncentracji przestrzennej, zbiorów danych wyjściowych oraz układów podstawowych jednostek przestrzennych pozwolił na zrealizowanie celu głównego badania oraz celów szczegółowych.

Pytanie 1 dotyczyło tego, w jakim stadium rozwoju przestrzennego znajduje się aglomeracja warszawska i jaki typ układu osadniczego reprezentuje. Wyniki analiz empirycznych zestawione z przeglądem literatury wskazują, że jest to wciąż w stadium rozwoju związane z wykształconym w toku rozwoju przestrzennego Warszawy układem koncentryczno-gwiazdowym aglomeracji, częściowo zmodyfikowanym poprzez istotny udział rozproszonej zabudowy.

Reprezentowany w obszarze badania układ przestrzenny nazywany jest centryczno-radialnym (Lisowski, 2010), co *de facto* oznacza układ gwiazdowy. Wyraźnie dominuje w nim miasto stołeczne (rdzeń aglomeracji) oraz promieniście wykształcone podmiejskie pasma rozwojowe, związane od XIX wieku z liniami kolejowymi a w XX wieku z trasami drogowymi (z tym zastrzeżeniem, że autostrada A2 oraz nowe drogi ekspresowe w otoczeniu stolicy przebiegają raczej „eksterytorialnie”, nie generując nowych terenów urbanizacji – z wyjątkiem lokalizacji funkcji usługowych, logistycznych i przemysłowych w sąsiedztwie węzłów drogowych). Z uwagi na rozmieszczenie miast satelitarnych modyfikujących scentralizowany układ osadniczy (Legionowo, Pruszków, Otwock, Wołomin, Piaseczno i kilka innych.), uprawnione jest określenie go również mianem pasmowo-satelitarnego (Knapp, 1983; Solarek, 2013) lub też „koncentryczno-gwiazdowo-satelitarnego”, co bardziej podkreśla dominującą rolę Warszawy. Układ osadniczy całej aglomeracji został natomiast uzupełniony o lokalne układy zabudowy rozproszonej (typu *urban sprawl*) w różnych formach.

Rozlewanie się i rozpraszanie zabudowy następuje na obszarze całej aglomeracji, szczególnie w bliskiej strefie podmiejskiej, zaś w dalszej strefie podmiejskiej jest to głównie rozpraszanie. Nowe budownictwo mieszkaniowe pojawia się często „w szczerym polu”, nie tylko w postaci pojedynczych obiektów, ale też *quasi*

jednostek osadniczych – suburbiów lokowanych „na surowym korzeniu” przez deweloperów. Na zjawisko to nie są podatne w zasadzie tylko najsilniej chronione tereny, takie jak Kampinoski Park Narodowy. Pomimo tego, nie można jeszcze mówić o rozmyciu czytelności podstawowych pasm osadniczych i ewolucji urbanizacji w kierunku układu typowo rozproszonego, bądź rozproszonej koncentracji. Na utrzymującą się czytelność podstawowego układu wskazują szczególnie analizy wykonane w układach najmniejszych regularnych jednostek podstawowych o powierzchni 1 km², ale też większych o powierzchni 10 km², dla różnych kategorii zabudowy.

Żaden z obliczonych wskaźników (indeks Giniego, indeks Clarka) nie wskazuje na występowanie układu typowo rozproszonego. Analizy potwierdziły natomiast relatywne zwiększanie się gęstości zabudowy pomiędzy radialnymi pasmami osadniczymi wskutek jej rozlewania się i rozpraszania. Jest to zgodne z obserwowanymi od co najmniej 30 lat tendencjami do tworzenia się poprzecznych pasm osadniczych (Jędrzejczyk, 1992; Gutry-Korycka, 2005; Degórska, 2018), które jednak nie mają tak czytelnej formy. Model rozproszonej koncentracji zakładałby ewolucję układu w kierunku policentryczności, co również nie ma miejsca. Miasta satelitarne Warszawy są relatywnie słabymi centrami osadniczymi i lokalne strefy suburbanizacji są trudne do zidentyfikowania (najlepiej widoczna w rejonie Sochaczewa, w mniejszym stopniu Grodziska Mazowieckiego, Żyrardowa, i innych). Osobnych badań wymagałoby stwierdzenie, jaki jest potencjał przekształcania się podmiejskich skupień handlu i usług (np. Janki – gmina Raszyn) lub przemysłu w „miasta krawędziowe” (*edge cities*), identyfikowane jako rezultat współczesnych procesów suburbanizacji.

Hipoteza badawcza nr 1 ujęta jako całość nie może zostać potwierdzona. Należy uznać, że jest prawdziwa w swej pierwszej części, natomiast w drugiej części jest postawiona na wyrost, pomimo występowania pewnych tendencji, które nie przeszły jednak jeszcze w prawidłowości właściwe dla całego obszaru. Udowodniono, że rozmieszczenie zabudowy na obszarze aglomeracji warszawskiej wynika z wykształconego w toku rozwoju przestrzennego aglomeracji Warszawy monocentrycznego układu koncentryczno-gwiazdowego, ale nie potwierdzono, że wykazuje ona cechy rozproszonej koncentracji, łączącej elementy układów satelitarnego i rozproszonego.

Pytanie 2 odnosiło się do typologii układów zabudowy obserwowanych w poszczególnych gminach i dzielnicach, które były podstawowymi terytorialnymi jednostkami odniesienia przyjętymi w badaniu. Zmierzało ono ku ustaleniu, czy charakterystyka układów zabudowy rozpoznanych w poszczególnych jednostkach pozwala na skonstruowanie kompletnej typologii, obejmującej pełne spektrum typów koncentracji przestrzennej. Klasyfikacja taka mogłaby być stosowana także w odniesieniu do jednostek terytorialnych w innych aglomeracjach miejskich.

Źródłem danych dla typologii był zbiór danych o budynkach z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (2013 r.). Jako podstawę konstrukcji typologii przyjęto ilorazowy współczynnik gęstości (IWG) oraz indeks Clarka, czyli wskaźnik najbliższego sąsiada (ANN). Pierwszy wskaźnik określa średnie zagęszczenie

budynków na jednostce powierzchni; drugi zaś informuje o poziomie dyspersji przestrzennej zjawiska, wyznaczanej przez regularność, losowość bądź też klasteryzację w rozmieszczeniu budynków. Dodatkowo uwzględniono zróżnicowanie zagęszczenia zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej i wielorodzinnej. Wyniki analiz empirycznych, poparte przeglądem literatury, świadczą o tym, że wymienione mierniki uzupełniają się i są w zasadzie wystarczające, żeby scharakteryzować koncentrację przestrzenną zabudowy w gminach (oraz dzielnicach). Typologia jest zatem przydatna do opisanego zróżnicowania zjawiska na obszarze metropolitalnym Warszawy w sposób możliwie komplementarny. Możliwe byłoby jeszcze uwzględnienie innych wymiarów koncentracji, takich jak poziom centralności czy rozwinięcie sieci osadniczej, wyrażone np. metodą grafową. Wówczas jednak typologia mogłaby być zbyt złożona. Zdecydowano się jedynie, poglądowo, rozszerzyć ją o wskaźnik intensywności pionowej zabudowy związany z wysokością budynków (liczbą kondygnacji), co ma znaczenie szczególnie w odniesieniu do terenów miejskich.

Zróżnicowanie gmin i dzielnic pod względem wartości wskaźników koncentracji przestrzennej jest znaczne. Możliwe było zatem w ramach opracowania typologii wydzielenie znacznej liczby typów i podtypów. Jest to jednak procedura dość arbitralna, dla której nie ma sztywnych reguł. W ramach badania nie mieściło się porównanie charakterystyki zjawiska w aglomeracji warszawskiej z innymi obszarami, co utrudnia stwierdzenie, na ile przyjęte wartości progowe wskaźników byłyby właściwe także dla innych aglomeracji miejskich. Nie jest pewne, czy wyznaczone typy obejmują pełne spektrum typów koncentracji przestrzennej zabudowy, które można byłoby zidentyfikować w innych aglomeracjach. W szczególności typologia nie obejmuje jednostek, w których zabudowa jest jednocześnie rzadka i słabo skupiona, bądź też gęsta i silnie skupiona, bowiem takie nie wystąpiły w aglomeracji warszawskiej. Ponadto nie zostały zidentyfikowane układy losowe, a tym bardziej zbliżone do regularnego, jednostajnego rozmieszczenia.

Hipoteza badawcza nr 2 nie może być potwierdzona. Na badanym terenie nie występuje bowiem pełne spektrum typów, wyznaczonych przez kombinacje zarówno skrajnych, jak i pośrednich wartości dwóch wymiarów koncentracji przestrzennej – zagęszczenia i stopnia skupienia lub dyspersji przestrzennej. Zaproponowano jednak precyzyjną metodę badawczą, która może być zastosowana w badaniach dla innych obszarów badawczych czy w innych układach jednostek przestrzennych. Replikowalność stanowi więc o wartości opracowanej typologii.

Pytanie 3 dotyczyło dynamiki zjawiska i tego, czy i w jakim stopniu obserwacja zmian rozmieszczenia układów skoncentrowanej i rozproszonej zabudowy na obszarze metropolitalnym Warszawy pozwala stwierdzić, że w skali całej aglomeracji postępowo po 1989 roku rozpraszała zabudowę. Jako dane wyjściowe przyjęto zbiory baz danych o pokryciu terenu i użytkowaniu ziemi *CORINE Land Cover* (CLC) dla lat 1990, 2000, 2006 i 2012 oraz *Urban Atlas* (UA) dla lat 2006 i 2012. Metodą badawczą była analiza zmienności metryk krajobrazowych dla powierzchni osadniczych (terenów zabudowy). Wykonane analizy pozwoliły

zidentyfikować procesy rozpraszania i ich główne kierunki, przy czym wnioski są zróżnicowane, zależnie od źródłowej bazy danych przestrzennych. Ponadto rozpoznano zachodzące przekształcenia użytkowania ziemi w zakresie m.in. lokalizacji nowej zabudowy na terenach, rolnych, leśnych, nieużytkach, dogęszczania zabudowy. Było to możliwe dzięki zbiorom danych *CLC-Change* oraz *UA-Change*.

W konsekwencji przeprowadzonych analiz na podstawie danych CLC dla poszczególnych podokresów, pomiędzy 1990 a 2012 rokiem, stwierdzono następowanie, że zmiennym natężeniem, procesów rozlewania się (ekspansji przestrzennej) terenów zabudowy. Przejawiało się to wzrostem powierzchni pokrycia obszarów urbanizacji, wzrostem ich liczebności, ale też agregacją wielu położonych blisko siebie terenów zabudowy. Analiza wykonana na podstawie danych UA dla podokresu 2006-2012 pozwoliła natomiast stwierdzić, że nastąpił wzrost zagęszczenia i fragmentacji terenów zabudowy, a ponadto pojawiało się wiele nowych układów zabudowy o niskim i bardzo niskim zagęszczeniu. Świadczy to o rozpraszaniu osadnictwa. Pomimo braku danych o zbliżonej szczegółowości dla okresu 1990-2006, można wnioskować, że zachodziły wówczas zbliżone procesy. To znaczy, że zarówno istniejące tereny zabudowy łączyły się w bardziej zwarte kompleksy, jak i powstawały liczne izolowane, „rozproszone” lokalizacje zabudowy, szczególnie mieszkaniowej. Niejednoznaczność wyników wynika z różnej rozdzielczości przestrzennej baz danych i skłania do generalnego wniosku, że baza danych *Urban Atlas* jest dalece bardziej właściwym źródłem danych dla identyfikacji rozproszonej zabudowy.

Strefy rozwoju nowej rozproszonej zabudowy (z dominacją mieszkaniowej) są szczególnie widoczne w bardziej oddalonych od centrum rejonach strefy podmiejskiej, i nawiązują do wcześniejszych kierunków ekspansji urbanizacji. Szczególnie wart zauważenia jest kierunek południowo-zachodni, m.in. gminy Jaktorów, Żabia Wola, Puszcza Mariańska, Baranów, Wiskitki. Są to tereny mające po części typowo rolniczy sposób zagospodarowania, ale też duży udział terenów leśnych. Stanowiły one szczególnie w okresie 2006-2012 nowy rejon rozpraszania jednorodzinnej zabudowy mieszkaniowej. Procesy te były warunkowane poprawą dostępności komunikacyjnej oraz korzystnymi cenami gruntów pod zabudowę w otoczeniu Grodziska Mazowieckiego i Żyrardowa. Drugi kierunek rozwoju zabudowy rozproszonej wart odnotowania w okresie 2006-2012 to strefa południowa. Kontynuacja intensywnej ekspansji zabudowy w gminach Piaseczno, Lesznowola, Konstancin-Jeziorna, rozszerzyła się o położone dalej na południe od stolicy gminy Prażmów i Chynów. Są to jednostki typowo rolnicze, położone w grójecko-wareckim zagłębiu sadowniczym.

W sumie w całym bliskim pierścieniu strefy podmiejskiej Warszawy zaobserwowano dominację ekspansji zabudowy typu rozpraszania koncentrycznego (*peripheral accretion*), czyli *sprawl* niskiej gęstości (*low density sprawl*), chociaż ta druga nazwa jest myląca, gdyż zagęszczenie zabudowy jest tu zasadniczo największe. Na dalszych odległościach od rdzenia aglomeracji przeważa już rozpraszanie liniowe (*linear development*), czyli *sprawl* liniowy lub wstęgowy (*ribbon sprawl*), związany z przebiegiem tras komunikacyjnych oraz rozpraszanie „żabiego skoku”

(*leap-frogging, leap-frog sprawl*). Zagęszczenie zabudowy w tych rejonach jest mniejsze, a wzajemna izolacja i rozdrobnienie terenów zabudowy większe.

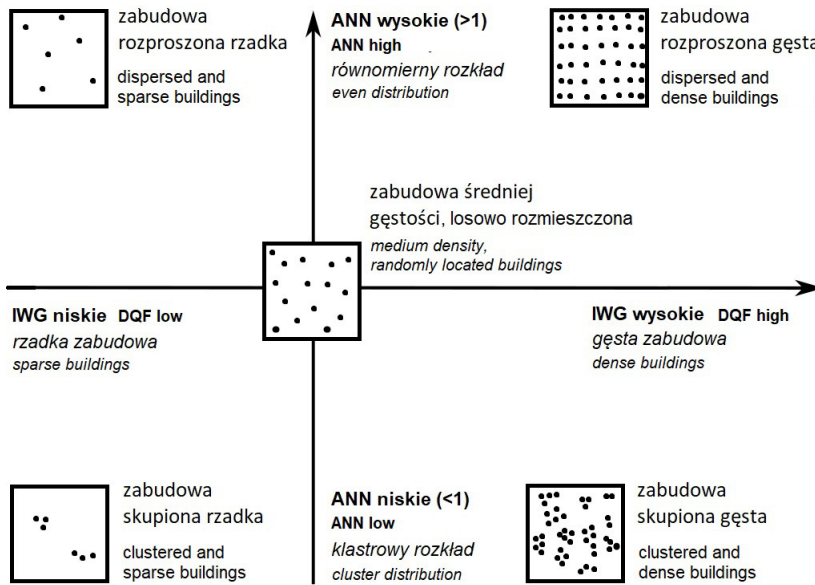
Inne warte odnotowania zjawisko to proces suburbanizacji wewnętrznej (*inner suburbs*), typowy dla miast w krajach postsocjalistycznych, a szczególnie dla Warszawy, jako miasta o szeroko zakrojonych granicach administracyjnych (*overbound city*), o znaczącym udziale w strukturze przestrzennej powierzchni nieużytków, obszarów leśnych, a nawet terenów rolnych. Dotyczy ono w największym stopniu dzielnic Białołęka (północna część miasta) i Wilanów (południowa część miasta). Pojawiało się tam wiele nowych układów zabudowy o różnym zagęszczeniu, odnotowano wyraźny wzrost wskaźników powierzchni pokrycia i agregacji (*CORINE Land Cover* dla okresu 1990-2012) oraz zagęszczenia i fragmentacji (*Urban Atlas* dla okresu 2006-2012) terenów zabudowy.

Hipoteza badawcza nr 3 została pozytywnie zweryfikowana. Stwierdzono, że zmiany rozmieszczenia układów skupionej i rozproszonej zabudowy w latach 1990-2012 wskazują na postępowanie rozpraszania zabudowy w skali całego obszaru metropolitalnego Warszawy. Weryfikacja nie była oczywista, gdyż pewną trudność stanowił brak równie szczegółowych danych dla całego okresu, obrazujących zjawisko rozproszonej zabudowy. Były one dostępne dla podokresu 2006-2012, w odniesieniu do którego pozytywna weryfikacja hipotezy nie pozostawiała wątpliwości. Bazując na szerokim przeglądzie literatury dotyczącym zjawisk suburbanizacji i *urban sprawl* postępujących po 1989 roku w aglomeracji warszawskiej, a także na wynikach analizy danych średniorozdzielczych dla lat 1990-2006, które potwierdzają zachodzenie ekspansji i rozlewania się zabudowy, przyjęto, że w całym badanym okresie występowały zbliżone procesy rozpraszania. W poszczególnych podokresach zmieniały się natomiast dominujące kierunki ekspansji urbanizacji.

Pytanie 4 skupia się na ocenie komplementarności metod wskaźnikowych służących badaniu koncentracji przestrzennej układów punktowych w odniesieniu do zjawiska skoncentrowanej i rozproszonej zabudowy. Zarówno wykonany przegląd literatury, jak i przeprowadzone analizy empiryczne pozwalają stwierdzić, że wybrane metody uzupełniają się, a ich łączne zastosowanie zmierza do opisanie koncentracji przestrzennej osadnictwa jako zjawiska wielowymiarowego.

Indeks Giniego umożliwia zbadanie nierównomierności rozkładu zjawiska w całym obszarze badania, w wymiarze skumulowanej koncentracji. Oblicza się procentowy rozkład udziału zjawiska w przyjętym układzie jednostek, ale ich wzajemne rozmieszczenie nie wpływa na wartość wskaźnika. Obserwację przestrzennego rozkładu skumulowanej koncentracji umożliwia jednak prezentacja na mapie. Wszystkie pozostałe wskaźniki pozwalają na bezpośrednie określenie zróżnicowania zjawiska pomiędzy jednostkami podstawowymi. Ilorazowy współczynnik gęstości (IWG) odzwierciedla wyłącznie liczebność obiektów, a w konsekwencji ich zagęszczenie w obrębie jednostek terytorialnych. Wskaźnik ten traktuje przestrzeń w sposób dyskretny, podobnie jak indeks Giniego. Dokładność pomiaru jest ograniczona do uśrednionej wartości przypisanej do każdej jednostki.

Wskaźnik oparty na minimalnym drzewie rozpinającym (MST) oraz metoda najbliższego sąsiada (ANN) umożliwiają zbadanie relacji przestrzennych pomiędzy obiektami w obrębie jednostek podstawowych. Mierniki te traktują przestrzeń w sposób ciągły. Minimalne drzewo rozpinające ma tę cechę wspólną z ilorazowym współczynnikiem gęstości, że długość grafu jest bezpośrednio zależna od zagęszczenia obiektów w jednostkach. Odmienną charakterystykę ma wskaźnik najbliższego sąsiada, który służy badaniu wymiaru dyspersji, a więc rozpatruje koncentrację przestrzenną na skali: układ klastrowy – układ losowy – układ regularny (jednostajny), wraz z wszystkimi możliwymi pośrednimi kombinacjami. Zagęszczenie obiektów w jednostkach nie ma bezpośredniego wpływu na wartość wskaźnika, chociaż zmiana zagęszczenia wpływa na zmianę konfiguracji punktów. Wskaźnik ANN pozwala określić statystycznie poziom koncentracji przestrzennej zabudowy. Wskaźnik MST nie ma tej cechy, jednak także pozwala opisać wewnętrzną strukturę sieci osadniczej.



Ryc. 93. Typy zabudowy o różnym poziomie koncentracji przestrzennej zależnie od wartości wskaźników IWG (ilorazowy współczynnik gęstości) i ANN (wskaźnik najbliższego sąsiada)
 Fig. 93. Types of built-up areas with different levels of spatial concentration depending on the values of the ratio of buildings density (DQF, density quotient factor) and average nearest neighbor index (ANN)

Sytuacja, w której wskaźnik ANN jest względnie wysoki, podczas gdy IWG jest niski świadczy o rozproszeniu zabudowy, a jednocześnie o małej intensywności jej występowania – mogą występować dość liczne izolowane budynki (ryc. 93). Jest to typowe dla ekstensywnie zagospodarowanych obszarów wiejskich. Inna sytuacja, gdy wskaźnik najbliższego sąsiada ANN jest wysoki, a współczynnik gęstości IWG również wysoki, wskazuje na duże rozproszenie, ale wyrażające raczej równomierność rozkładu, przy znacznej intensywności występowania zabudowy. Jest to dość typowe dla strefy podmiejskiej i *urban sprawl* typu rozpraszania koncentrycznego.

Izolowane mogą być również większe skupienia budynków (klastry zabudowy). Jest to sytuacja, gdy ANN jest niski. Przy równocześnie niskim IWG oznacza to rzadką zabudowę z rozrzuconymi klastrami, zaś przy wysokim IWG oznacza to zabudowę gęstą, ale z widocznymi klastrami.

W praktycznym ujęciu zastosowanie różnych wskaźników pozwala na uzyskanie obserwacji:

1. ilorazowy współczynnik gęstości – gdzie występują lokalne skupiska gęstej zabudowy, obszary pozbawione osadnictwa, liniowe pasma osadnicze;
2. indeks Giniego – czy układ urbanizacji w całej aglomeracji jest silnie monocentryczny, czy bardziej rozproszony; czy istnieją lokalne centra osadnicze równoważące rolę rdzenia;
3. minimalne drzewo rozpinające – w jakim stopniu rozwinięta jest sieć osadnicza; jaka jest jej spójność przekładająca się m.in. na koszty doprowadzenia infrastruktury;
4. metoda najbliższego sąsiada – czy zabudowa występuje w izolowanych skupieniach, czy jest równomiernie rozmieszczona (regularność ta świadczy – zależnie od zagęszczenia budynków – o zwartej strukturze urbanizacji lub o bezładnym, rozproszonym rozmieszczeniu).

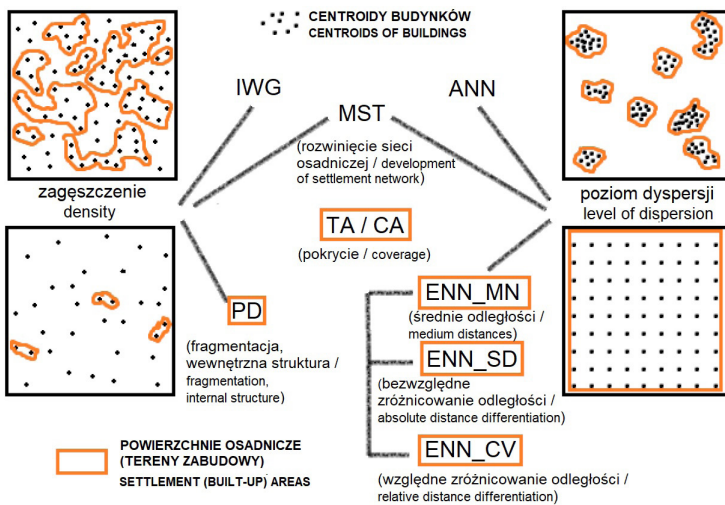
Hipoteza badawcza nr 4 została pozytywnie zweryfikowana. Metody wskaźnikowe służące badaniu koncentracji przestrzennej układów punktowych, pozwalają ukazać w sposób pełny i komplementarny rozmieszczenie układów skupionej i rozproszonej zabudowy w obrębie aglomeracji miejskiej. Jest to możliwe, bowiem wskaźniki odnoszą się do różnych wymiarów tego zjawiska oraz do różnych typów analizowanych relacji przestrzennych. Możliwe jest dalsze rozszerzenie analiz o niektóre inne aspekty, np. centralność osadnictwa (metody centrograficzne). Uprawnione jest stwierdzenie, że wykorzystane wielowymiarowe podejście wnosi nową jakość dla badania koncentracji przestrzennej zabudowy, szczególnie w kontekście procesów *urban sprawl*.

Pytanie 5 służyło ocenie, czy wybrane metryki krajobrazowe stanowią właściwy zestaw wskaźników do scharakteryzowania poziomu koncentracji przestrzennej osadnictwa. Pytanie dotyczyło również tego, czy wskaźniki te są właściwe do użycia w badaniu dynamiki zjawiska. W rezultacie rozpoznania dostępnych metryk oraz przeprowadzonych analiz empirycznych, stwierdzono, że nie istnieje jedna kompleksowo opisująca koncentrację przestrzenną płatów krajobrazu lub terenów urbanizacji. Jednak zestaw kilku komplementarnych metryk pozwala opisać to zjawisko w nawiązaniu do przyjętych definicji i sposobów rozumienia koncentracji przestrzennej.

Wybrane wskaźniki służą kwantyfikacji określonych aspektów zagęszczenia, fragmentacji czy izolacji terenów zabudowy. Stwierdzono, że z początkowo dobranego do analiz zestawu 13 metryk (spośród co najmniej kilkudziesięciu dostępnych, opisujących charakterystyki pokrycia, konfiguracji i kompozycji form użytkowania terenu), zasadniczo wystarczające dla syntetycznego określenia koncentracji przestrzennej osadnictwa jest przeprowadzenie analiz za pomocą 3-4 wskaźników (tab. 12). Optymalny, proponowany zestaw obejmuje: powierzchnię

pokrycia terenów zabudowy, zagęszczenie płatów zabudowy, średnią odległość „najbliższego sąsiada” oraz odchylenie standardowe „najbliższego sąsiada” dla płatów zabudowy. Względnie, zamiast dwóch ostatnich metryk można użyć współczynnik zmienności „najbliższego sąsiada” dla płatów zabudowy.

W ten sposób uzyskuje się informacje: jak duże powierzchnie pokrywa zabudowa; jak bardzo tereny zabudowy są wewnątrznie pofragmentowane; czy tereny te są wzajemnie izolowane, czy też położone blisko siebie; czy rozmieszczenie tych terenów jest równomierne, czy nieregularne. W konsekwencji uzyskuje się pogłębioną informację w odniesieniu do co najmniej dwóch wymiarów koncentracji przestrzennej – zagęszczenia i poziomu dyspersji, co metodycznie odpowiada wskaźnikom dla układów punktowych, które stały się podstawą opracowania typologii przedstawionej w rozdziale 5.6, a nawet pozwala na szerszy opis zjawiska (ryc. 94). Nie wyklucza to rozważenia doboru także innych zestawów wskaźników.



Ryc. 94. Wybrane wskaźniki dla układów punktowych i powierzchni osadniczych oraz bezpośrednio opisywane przez nie wymiary koncentracji przestrzennej

Fig. 94. Selected indicators for point patterns and settlement surfaces and the dimensions of spatial concentration described directly by them

Badanie zmian w koncentracji i rozproszeniu zabudowy wymaga obliczenia metryk na podstawie wiarygodnych i porównywalnych danych dla kilku okresów czasu. Analiza zmienności metryk pozwala opisać ekspansję i rozlewanie się terenów zabudowy, ich fragmentację lub agregację, a także wzrost lub zmniejszanie się ich izolacji, co wiąże się powstawaniem układów rozproszonych, układów o niemal jednostajnych odległościach lub tworzeniem się skupień. Tego rodzaju analiza umożliwia równoczesną interpretację kilku aspektów czasowej i przestrzennej zmienności zjawiska *urban sprawl*, które można określić jego wzorcami przestrzennymi (*spatial patterns*).

Hipoteza badawcza nr 5, mówiąca, iż zestawienie wybranych metryk krajobrazowych pozwala scharakteryzować koncentrację przestrzenną terenów zabudowy w całej aglomeracji i w poszczególnych jednostkach administracyjnych

oraz zachodzące zmiany w zakresie rozpraszania i koncentracji zabudowy, **została pozytywnie zweryfikowana.**

Pytanie 6 odnosiło się do kwestii, jakim poziomem wrażliwości na występowanie problemu zmiennej jednostki odniesienia (MAUP) charakteryzują się poszczególne metody wskaźnikowe służące badaniu koncentracji przestrzennej obiektów zabudowy. Powiązaną kwestią jest stwierdzenie, czy dobór różnych układów podstawowych jednostek odniesienia znacząco wzbogaca opis zjawiska rozproszonej i skoncentrowanej zabudowy, z uwagi na możliwość rozpoznania odmiennych charakterystyk koncentracji przestrzennej. Szczególne znaczenie mają tutaj dwie cechy wskaźników: opisywany wymiar / wymiary koncentracji przestrzennej (zob. pytanie badawcze 2. / hipoteza 2.) oraz typ badanych relacji przestrzennych (zob. pytanie badawcze 4. / hipoteza 4.).

Podstawowym podziałem wykorzystanym w analizach koncentracji przestrzennej punktów osadniczych – budynków, a także w obliczeniach metryk krajobrazowych dla terenów zabudowy, był układ gmin i dzielnic i w większości przypadków układ ten sprawdza się najlepiej, choćby dlatego, że zapewnia porównywalność z danymi zbieranymi w systemie statystyki publicznej. Równocześnie rozmiary jednostek są na tyle małe, aby zobrazować zróżnicowanie koncentracji osadniczej w obrębie aglomeracji (mniejsze niż np. powiaty), i na tyle duże, aby przeanalizować zmienność koncentracji zabudowy także w obrębie jednostek podstawowych. Cechy wielkościowe i liczebność tych jednostek, a także porównywalność danych dla jednostek administracyjnych są optymalne m.in. przy obliczaniu wskaźnika Giniego. Optymalność wyboru układu tych relatywnie dużych jednostek administracyjnych dotyczy również minimalnego drzewa rozpoczynającego i wskaźnika najbliższego sąsiada, z uwagi na charakterystykę tych metod – badanie relacji przestrzennych w obrębie jednostek podstawowych. Dobór mniejszych jednostek, takich jak regularna siatka heksagonów o powierzchni 1 i 10 km², powoduje, że charakterystyka tych relacji ulega częściowemu rozmyciu. Jest to też powód, dla którego zrezygnowano z wykonania niektórych pomiarów w tych układach jednostek.

Walory innych układów jednostek ujawniły się głównie w przypadku obliczeń ilorazowego współczynnika gęstości. Analizy w siatce heksagonów o powierzchni 1 i 10 km² pozwoliły dokładniej zbadać zagęszczenia budynków – zidentyfikowano pasma rozwojowe urbanizacji, enklawy zabudowy mieszkaniowej na terenach otwartych i skupienia obiektów o określonych funkcjach. Nie były one czytelne w podziale gminno-dzielnicowym. Inny walor ma podział aglomeracji na strefy koncentryczne (pierścienie), w powiązaniu ze strefami sektorowymi (klinowymi). Układ ten pozwolił na wykreślenie profili zmienności zagęszczenia zabudowy w zależności od odległości od centrum aglomeracji.

Wrażliwość poszczególnych metod na występowanie problemu MAUP jest zróżnicowana. W przypadku ilorazowego współczynnika gęstości, dobór mniejszych jednostek, np. heksagonów o powierzchni 1 km², względnie 10 km², powoduje, że w całym zbiorze ujawnia się większa rozpiętość (zmienność) wartości wskaźnika niż w podziale administracyjnym, dla którego wartości te ulegają

istotnemu uśrednieniu. Indeks Giniego najpoprawniej z punktu widzenia metodycznego jest rozpatrywać w podziale obszaru na regularne jednostki o równych wielkościach. Dobór nieregularnych jednostek powoduje bowiem przeszacowanie udziału zjawiska w dużych jednostkach i niedoszacowanie udziału zjawiska w małych jednostkach. Mimo to wskaźnik Giniego najczęściej obliczany jest, ze względów praktycznych – o czym wspomniano wcześniej, w podziale na jednostki administracyjne (o zróżnicowanych wielkościach i kształtach). Układ jednostek regularnych niekoniecznie jest bowiem łatwiejszy w interpretacji, szczególnie gdy jednostki są małe.

Mierniki, które badają relacje przestrzenne pomiędzy obiektami dają bardziej wartościowe wyniki, gdy są obliczane dla większych jednostek, ponieważ wówczas liczebność obiektów jest relatywnie większa i mogą być rozpoznane bardziej złożone relacje. W szczególności dla wskaźnika najbliższego sąsiada (indeksu Clarka) może być rozpoznany bardziej wymiennie poziom losowości bądź występowanie skupień obiektów. Wrażliwość takich metod, jak minimalne drzewo rozpinające czy indeks Clarka na występowanie problemu MAUP zależy zatem istotnie od wielkości jednostek podstawowych. Wpływ tego zróżnicowania wielkości jednostek na wartości wskaźników nie podlegał szczegółowej kwantyfikacji w ramach tego badania, jednak został stwierdzony empirycznie. Regularność kształtów jednostek ma ogólnie mniejsze znaczenie, jednak zmiana kształtów jednostek lub przesunięcie ich granic wpływa na zmiany wartości wskaźników.

Reasumując, zarówno dla metod wskaźnikowych, które służą pomiarowi zjawiska w sposób dyskretny, na poziomie zróżnicowania między jednostkami (IWG, indeks Giniego), jak i dla tych, które analizują je w sposób ciągły, uwzględniając wewnętrzne relacje przestrzenne (MST, ANN), na wynik badania istotnie wpływa dobór jednostek podstawowych.

Hipoteza badawcza nr 6, mówiąca, że poziom wrażliwości poszczególnych metod wskaźnikowych na zmianę podstawowych jednostek odniesienia jest zależny od właściwych od danej metody pomiaru typów badanych relacji przestrzennych oraz wymiarów koncentracji przestrzennej, które opisuje dana metoda, **została pozytywnie zweryfikowana**. Na potrzeby dalszych badań warto rozszerzyć zakres analiz o szczegółową kwantyfikację zależności pomiędzy zmiennością wielkości i kształtów jednostek a obserwowanymi charakterystykami liczbowymi wartości wskaźników.

Rekomendacje dla polityki przestrzennej w aglomeracji miejskiej Warszawy przedstawione poniżej można rozumieć jako tezy tej polityki, które, zdaniem autora powinny dotyczyć wszystkich, biorących udział w planowaniu przestrzennym tego obszaru. Ich źródłem jest rozpoznanie uwarunkowań, przebiegu i skutków zachodzących współcześnie procesów ewolucji układu osadniczego, z dominującym udziałem suburbanizacji, rozlewania i rozpraszania zabudowy. Uzyskany materiał empiryczny może mieć zastosowanie w pracach planistycznych prowadzonych w jednostkach samorządu terytorialnego i w badaniach naukowych różnych dziedzin i dyscyplin.

1. Znajomość procesów, które historycznie kształtowały rozwój przestrzenny aglomeracji warszawskiej jest istotna dla prawidłowego zrozumienia uwarunkowań rozwoju urbanizacji po 1989 roku, w zmienionych realiach gospodarczo-ustrojowych. Procesy suburbanizacji i rozpraszania zabudowy, uruchomione wówczas z nową siłą, stanowiły kontynuację zjawisk zachodzących w okresach wcześniejszych.

2. Układ osadniczy koncentryczno-gwiazdzysty, czy też pasmowo-satelitarny, w którym kluczową rolę odgrywają: rdzeń aglomeracji, pasma osadnicze związane z trasami komunikacyjnymi oraz konstelacja miast satelitarnych, powinien być zachowany. Należy zapobiegać jego ewolucji polegającej na kształtowaniu się poprzecznych pasm osadniczych w stosunku do głównych pasm promienistych, a następnie rozmywaniu się tych pasm. Procesy te zaburzają bowiem strukturę przestrzenną aglomeracji i przerywają elementy podstawowego układu przyrodniczego – zielony pierścień Warszawy, tworzony głównie przez tereny leśne (Puszcza Kampinoska, Bolimowska i Jaktorowska, Lasy Chojnowskie, Nadarzyńskie, Otwockie, Sękocińskie, i inne), oraz zielone kliny nawietrzające stolicę.

3. Rozpraszanie zabudowy na terenach rolnych i leśnych następuje niejednokrotnie w sposób spontaniczny, nieskoordynowany, w formie „żabiego skoku”. Jest to skutkiem działań zarówno deweloperów mieszkaniowych, jak i indywidualnych inwestorów. Powoduje powstawanie izolowanych skupień zabudowy oraz domostw w oddaleniu od węzłów podstawowej sieci osadniczej (miast, miasteczek i wsi). Konsekwencją jest chaos przestrzenny i fragmentacja krajobrazu, jak również obniżenie ekonomicznej efektywności i sprawności sieci osadniczej. Związane są one ze wzrostem kosztów doprowadzenia i utrzymania infrastruktury technicznej, dróg gminnych, zapewnienia usług socjalnych. Kluczowe jest zapobieganie rozpraszaniu zabudowy na poziomie gmin, które ponoszą koszty tych procesów. Główną rolę w kształtowaniu zagospodarowania terenów wiejskich ma planowanie przestrzenne, za które, w swym władztwie planistycznym odpowiadają gminy.

4. Efektywne kształtowanie zagospodarowania w całym obszarze metropolitalnego wymaga koordynacji planowania na tym właśnie poziomie, a więc współpracy międzygminnej. Zmiany systemowe w tym zakresie zapowiedziane zostały poprzez przyjęcie ustawy z dnia 9 października 2015 r. o związkach metropolitalnych, uchylonej niestety w 2017 r. W ustawie z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (tekst jedn.) postuluje się uchwalanie planów zagospodarowania przestrzennego miejskich obszarów funkcjonalnych ośrodków wojewódzkich, co stanowi pewien przyczynek dla planowania w tej skali. Dostępność danych dotyczących struktury przestrzennej terenów zabudowy oraz kształtowania się układów osadniczych, które uzyskano również w ramach niniejszego badania, stanowić może istotny wkład do racjonalnego planowania na obszarze metropolii.

5. Procesami osadniczymi dominującymi na obszarze metropolitalnym Warszawy jest rozlewanie i rozpraszanie zabudowy. Istnieją jednak też takie tereny, gdzie zabudowa jest dogęszczana lub istnieje potencjał do jej dogęszczania. Dotyczy to przede wszystkim miejskich nieużytków, w tym terenów

poprzemysłowych lub pokolejowych, tzw. *brownfields*. Ich zagospodarowywanie przyczynia się do rewitalizacji wciąż zaniedbanych rejonów Warszawy oraz terenów zdegradowanych w innych miastach (m.in. Pruszków, Żyrardów). Odnowa przestrzeni wewnątrzmijskich obejmuje działania potencjalnie skuteczne dla przeciwdziałania ekspansji zabudowy poza tereny zwartej urbanizacji.

6. Suburbanizacja wewnętrzna to proces, który występuje w obrębie granic administracyjnych Warszawy, a jego egzemplifikacją są zjawiska zachodzące w dzielnicach Białołęka, Wilanów, czy Bemowo. Zagospodarowywane są nieużytki oraz tereny rolne. Miasto stołeczne powinno sprawować pełną kontrolę nad przebiegiem procesów urbanizacyjnych. Władze Warszawy muszą wykorzystywać swoje uprawnienia planistyczne, a także narzędzia gospodarki nieruchomościami, po to aby kształtować spójną strukturę funkcjonalną przestrzenną zabudowy w tych rejonach, zapobiegać spekulacji gruntami i nadpodaży zabudowy mieszkaniowej, zapewniać doprowadzenie infrastruktury do powstających osiedli, chronić ekosystemy zieleni nieurządzonej oraz pielęgnować zieleń urządzoną.

Wyniki zaprezentowanego badania mogą przyczynić się do rozszerzenia wiedzy o przestrzennym rozkładzie osadnictwa w aglomeracji warszawskiej oraz o współczesnym rozwoju procesów urbanizacyjnych na obszarze całej metropolii. Zebrany został bogaty materiał empiryczny, stanowić może bodziec do dalszych badań w tym zakresie. Praca odnosi się do procesów osadniczych zachodzących w strefie podmiejskiej Warszawy po transformacji 1989 roku, ale w kontekście wcześniejszych zmian. Wydaje się, że ważny problem ewolucji miasta postsocjalistycznego może stanowić inspirację do dalszych badań. Z uwagi na to, że opracowanie ma też pewien wymiar metodyczny, jego wyniki przyczynić się mogą do dalszego rozwijania metodyki badań porównawczych, uwzględniających różne metody pomiaru koncentracji przestrzennej zjawisk geograficznych (analiza wielometodyczna), odnoszących się do różnych skal przestrzennych, wyznaczanych przez różne dane źródłowe, typy badanych relacji przestrzennych, układy jednostek odniesienia (analiza wieloskalowa). Jest to potencjalny wkład pracy w metodologię geografii społeczno-ekonomicznej, szczególnie geografii osadnictwa. Możliwy jest też wkład przedstawionych wyników jako danych wyjściowych do dalszych analiz związanych z prognozowaniem i modelowaniem rozwoju osadnictwa na obszarze metropolitalnym Warszawy. Sformułowane na koniec rekomendacje mogą przyczynić się do bardziej racjonalnego i zrównoważonego gospodarowania przestrzenią w aglomeracji warszawskiej.

Summary

This publication is devoted to the occurrence of dispersed and concentrated built-up area patterns in the Warsaw urban agglomeration. The subject of research is the state and transformation of settlement in relation to the observed suburbanization processes and the *urban sprawl*. The problem is being analyzed in particular relation to the period after 1989, when the political and economic system transformation in Poland was initiated. In the empirical part of the research, taking a static approach, the spatial concentration of all buildings in the Warsaw metropolitan area has been examined, and taking a dynamic approach, transformations of urbanized areas have been investigated. The methodological dimension of the work is related to the determination of the usefulness of various indicator methods, source data in several scales, and various divisions of basic areal units – in order to investigate the spatial concentration of buildings and built-up areas in a possibly full and multidimensional way.

Chapter 1 introduces and justifies the research problem. The research objectives, questions and hypotheses, study area, data sources, methods and techniques of analysis are presented. Chapter 2 is a review of indicator methods for studying the spatial concentration of settlement. Indicators intended for the analysis of point pattern systems, as well as landscape metrics, enabling the analysis of land use forms, are discussed. The computational assumptions of the measures and methods for presentation of the results of analysis are given, as well as examples of applications. The use of selected indicators in the empirical part of the study is also justified. Chapter 3 provides an overview of major concepts and theories regarding the transformation of the suburban areas and related to suburbanization. Numerous examples of contemporary settlement phenomena occurring in these areas are also given. Chapter 4 describes the conditions and determinants of the examined processes, referring to the historical processes of the formation of the Warsaw agglomeration, and then analyzes the phenomena associated with demography and migration, housing, morphological transformations of the suburban zone, relocation of industry, trade and services, transport infrastructure, social changes, the impact of suburbanization on natural environment and landscape. The consequences of chaotic development of buildings in the suburban zone, often resulting from faulty spatial planning, are also discussed.

Chapters 5 and 6 discuss the results of analyses from the empirical part of the research. Chapter 5 describes the results of analyses regarding settlement points representing buildings (in total, and according to the categories of single-family and multi-family housing). The data was obtained from the Topographic Object Data Bank (up-to-date as of 2013). The analyses were carried out within a division of communes (gminas) and urban districts, as well as in other systems of basic areal units (hexagon grids, buffer and sectoral zones). Four selected methods were used for this purpose: the ratio of the building density, the Gini index, the minimum spanning tree (the shortest dendrite) and the average nearest neighbor method (Clark index). On this basis, cognitive conclusions for the research area have been drawn. The issue of the modifiable areal unit problem (MAUP) is also discussed for each of the indicators. The chapter ends with a presentation of a typology of administrative units in terms of spatial concentration characteristics of buildings. The extended typology also takes into account the intensity of built-up development related to the heights of buildings. Next, in chapter 6, the results of analyses of changes in spatial concentration of urbanized areas as forms of land cover and land use are

presented. This part is based on data obtained from the *CORINE Land Cover* (CLC, 1990-2012, in three subperiods) and *Urban Atlas* (2006-2012) databases. In the course of this dynamic analysis, changes of selected landscape metrics for settlement areas in the communes and urban districts in several time periods were calculated, as well as statistics based on them for the entire study area. For the same time intervals, the places where new building development appeared in agricultural and forest areas, wastelands, or where the density of buildings increased, were identified in detail.

Chapter 7 summarizes and synthesizes the results of analyses carried out in the empirical part of the research. Answers to research questions are given and the hypotheses, put forward at the beginning, are verified. In reference to the 1. research question, it has been confirmed that the Warsaw agglomeration is still at the stage of spatial development associated with the well-developed concentric-star pattern, related i.a. to the arrangement of transportation routes, although this pattern is partly modified due to the significant share of dispersed buildings. Question 2. referred to the typology of units in terms of spatial concentration of buildings. Such typology was constructed for communes (gminas) and urban districts and it is based on several selected indicators related to building density, their spatial dispersion and the dominant types of housing buildings. It may be useful for research in other areas. Most, however not all, theoretically possible types of spatial concentration patterns related to the locations of buildings were identified in the Warsaw agglomeration.

In the scope of question 3. the subject of interest was the dynamics of changes in the arrangement of areas of concentrated and dispersed building patterns. It has been confirmed that in the Warsaw metropolitan area in the period 1990-2012 there was a dispersion (scattering) of urbanized areas taking place across the entire urban agglomeration. The results of the analyses based on medium-scale CLC data for the years 1990-2012 confirm overall the expansion and spreading of building development, while they confirm indirectly scattering and fragmentation taking place. Dispersion is revealed in the most reliable way based on large-scale *Urban Atlas* data for the 2006-2012 subperiod. Among the distinguishing directions of urbanization expansion in the last subperiod are in particular the further south-western direction (surroundings of Grodzisk Mazowiecki and Żyrardów; rural areas, as well as vicinity of Bolimów Forest) and the southern direction (surroundings of Piaseczno; predominantly rural areas) have been noted, and in Warsaw itself – “inner suburbanization” processes, i.a. in the Białoleka and Wilanów districts.

Question 4. concerned the assessment of complementarity of indicator methods in the study of the spatial concentration of settlement points. It has been confirmed that the selected methods complement each other because they relate to different types of spatial relations and their combined application aims to describe the phenomenon in a multidimensional way. The ratio of density allows for the identification of local clusters of buildings, linear suburban development, and areas devoid of buildings; the Gini index shows how evenly are the buildings distributed throughout the urban agglomeration; the minimal spanning tree indicates the cohesion of the settlement network, affecting, i.a. the efficiency of infrastructure; the Clark index illustrates whether the buildings appear is in isolated clusters, whether they are randomly or regularly distributed.

In answer to the 5. question, it has been found that the combination of selected landscape metrics allows for a comprehensive description of the spatial concentration of urbanized areas.

One indicator is not enough, however from the set of 13 metrics pre-selected for the analysis, eventually 4 indicators, regarding: area coverage, density and distances between the nearest neighboring built-up areas, were selected as optimal to be used. In reference to the question 6., it has been confirmed that the level of sensitivity of individual indicator methods to a change in the arrangement of basic areal units, affecting the results of the study of spatial concentration of buildings, depends on the types of spatial relationships studied and the dimensions of spatial concentration specific to those methods of measurement.

Recommendations are also given for the implementation of proper spatial policy in the communes of the Warsaw metropolitan area. This is important from the point of view of strengthening the arguments for improving spatial order in the urban agglomeration.

Literatura:

- Abbott, C., Margheim, J. (2008). Imagining Portland's urban growth boundary: planning regulation as cultural icon. *Journal of the American Planning Association*, 74 (2), 196–208. <https://doi.org/10.1080/01944360801944997>
- Aguilera, F., Valenzuela, L.M., Botequilha-Leitão, A. (2011). Landscape metrics in the analysis of urban land use patterns: A case study in a Spanish metropolitan area. *Landscape and Urban Planning*, 99 (3–4), 226–238. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.10.004>
- Alonso-Villar, O. (2011). Measuring concentration: Lorenz curves and their decompositions. *The Annals of Regional Science*, 47, 2, 451–475. <https://doi.org/10.1007/s00168-010-0369-5>
- Anas, A., Arnott, R., Small, K.A. (1998). Urban spatial structure. *Journal of Economic Literature*, 36 (3), 1426–1464.
- Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association—LISA. *Geographical Analysis*, 27 (2), 93–115. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
- Arbia, G., Espa, G., Guiliani, D. (2015). Analysis of spatial concentration and dispersion, [in:] C. Karlsson, M. Andersson, T. Norman (eds), *Handbook of Research Methods and Applications in Economic Geography*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK, Northampton, MA, USA, 135–157. <https://doi.org/10.4337/9780857932679.00012>
- Assunção, R.M., Neves, M.C., Câmara, G., Da Costa Freitas, C. (2006). Efficient regionalization techniques for socio-economic geographical units using minimum spanning trees. *International Journal of Geographical Information Science*, 20, 7, 797–811. <https://doi.org/10.1080/13658810600665111>
- Atlas Metropolii Polskich*. (2004). Biuro Unii Miast Polskich, Warszawa.
- Bański, J. (2012). Problematyka definicji i zasięgu przestrzennego obszarów wiejskich i stref podmiejskich. *Acta Scientiarum Polonorum. Administratio Locorum*, 11 (3), 5–15.
- Batty, M. (1974). Spatial entropy. *Geographical Analysis*, 6 (1), s. 1–31. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1974.tb01014.x>
- Batty, M. (2013). *The new science of cities*. MIT Press, Cambridge, MA, USA. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9399.001.0001>
- Batty, M., Chin, N., Besussi, E. (2002). *State of the Art Review of Urban Sprawl Impacts and Measurement Techniques*. Deliverable Report D1, SCATTER, European Commission.
- Batty, M., Fotheringham, S., Longley, P. (1989). Urban growth and form: scaling, fractal geometry and diffusion-limited aggregation. *Environment and Planning A*, 21, 1447–1472. <https://doi.org/10.1068/a211447>
- Batty, M., Longley, P.A. (1994). *Fractal cities: a geometry of form and function*. Academic Press, San Diego, CA, London.
- Batty, M., Sik Kim, K. (1992). Form follows function: reformulating urban population density functions. *Urban Studies*, 29 (7), 1043–1069. <https://doi.org/10.1080/00420989220081041>
- Beauregard, R.A. (2013). *Voices of decline: The postwar fate of US cities*, Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203951903>
- Berry, B. J. L. (1967). *Functional Economic Areas and Consolidated Urban Regions of the US*. Final Report of the Social Sciences Research Council Study of Metropolitan Area Classification, Social Sciences Research Council, New York.
- Berry, B. J. L. (red.). (1976). *Urbanization and counter-urbanization*. SAGE Publications, Inc.
- Bertaud, A., Bertaud, M.A. (2000). *The spatial development of Warsaw metropolitan area. Comments on "Warsaw Development Strategy until the year 2010"*. Raport dla Banku Światowego, Warszawa.
- Bontje, M., Burdack, J. (2005). Edge Cities, European-style: Examples from Paris and the Randstad. *Cities*, 22 (4), 317–330. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2005.01.007>
- Bontje, M., Burdack, J. (2011). Post-suburbia in continental Europe, [in:] N. Phelps, F. Wu, *International perspectives on suburbanization*, Palgrave Macmillan, Basingstone (UK) & New York, 143–162. <https://doi.org/10.1057/9780230308626.0017>
- Boots, B.N., Getis, A. (1988). *Point pattern analysis*. Sage Publications, Inc., London.
- Borys, T. (red.). (2005). *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju*. Ekonomia i Środowisko, Warszawa - Białystok.
- Brabant, M. (2016). Urban decentralization as a conversion process for restoring structures of urban space. *International Journal of Structural and Civil Engineering Research*, 5 (4), 337–340. <https://doi.org/10.18178/ijscer.5.4.337-340>
- Brade, I., Smigiel, C., Kovács, Z. (2009). Suburban residential development in post-socialist urban regions: The case of Moscow, Sofia, and Budapest, [in:] *German Annual of Spatial Research and Policy 2009*. Springer, 79–104. https://doi.org/10.1007/978-3-642-03402-2_7

- Brake, K., Herfert, G. (eds). (2012). *Reurbanisierung: Materialität und Diskurs in Deutschland*. Springer-Verlag, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-531-94211-7_21
- Broitman, D., Czamanski, D. (2012). Cities in competition, characteristic time, and leapfrogging developers. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 39, 6, 1105–1118. <https://doi.org/10.1068/b37073>
- Bromek, K. (1967). Miary i mapy koncentracji w geografii ekonomicznej. *Przegląd Geograficzny*, 39 (1), 161–172.
- Burgess, E. (1925) *The growth of the city: An introduction to research project*, [in:] R.E. Park, E. Burgess, R.D. McKenzie (eds), *The city*, University of Chicago Press, 47–62.
- Cabral, P., Augusto, G., Tewolde, M., Araya, Y. (2013). Entropy in urban systems. *Entropy*, 15 (12), 5223–5236. <https://doi.org/10.3390/e15125223>
- Carruthers, J.I., Ulfarsson, G.F. (2003). Urban sprawl and the cost of public services. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 30 (4), 503–522. <https://doi.org/10.1068/b12847>
- Cegielski, J. (1963). *Dziki budownictwo mieszkaniowe na obszarze strefy podmiejskiej Warszawy w latach 1959-1960*. Biuletyn KPZK PAN, 5 (24). PWN, Warszawa.
- Champion, T. (2001). Urbanization, Suburbanization, Counterurbanization and Reurbanization, [in:] R. Padison (ed.), *Handbook of Urban Studies*, Sage Publications, London, 143–161. <https://doi.org/10.4135/9781848608375.n9>
- Chilczuk, M. (1975). *Osadnictwo wiejskie: metody badań koncentracji zabudowy i kształtów wsi*. Polska Akademia Nauk, Instytut Rozwoju Wsi i Rolnictwa, Warszawa.
- Chin, N. (2002). *Unearthing the Roots of Urban Sprawl: A Critical Analysis of Form, Function and Methodology*. CASA Working Papers 47, UCL Centre for Advanced Spatial Analysis, London.
- Chmielewski, J. M. (2005). Problemy rozpraszania się zabudowy w obszarze metropolitalnym Warszawy, [w:] P. Lorens (red.), *Problem suburbanizacji*, Biblioteka Urbanisty, 7, Urbanista, Warszawa, 52–62.
- Chmielewski, J.M., Majewska, A. (2009). Procesy urbanizacyjne na gruntach rolnych w strefie podmiejskiej Warszawy. *Kwartalnik Architektury i Urbanistyki*, 54 (1), 22–40.
- Chmielewski, J.M., Turek, A., Kardaś, A. (2014). Tendencje rozwoju pasma północnego obszaru metropolitalnego Warszawy. *Studia Regionalne i Lokalne*, 56 (2), 68–94.
- Chmielewski, J.O., Syrkus, S. (1934). *Warszawa funkcjonalna: przyczynek do urbanizacji regionu warszawskiego*, Wyd. Towarzystwa Urbanistów Polskich, Warszawa.
- Chmielewski, T.J. (2011). Landscape systems: spatial structure and speed of changes. *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 30, 23–30.
- Chmielewski, T.J., Sleszyński, P., Chmielewski, S., Kułak, A. (2018). *Ekologiczne i fizjonomiczne koszty bezładu przestrzennego*. Prace Geograficzne, 264, IGiPZ PAN, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN.
- Chojnicki, Z., Czyż, T. (1989). Charakterystyka małych miast regionu poznańskiego a koncepcja kontinuum miejsko-wiejskiego, [w:] P. Korcelli, A. Gawryszewski (red.), *Współczesne przemiany regionalnych systemów osadniczych w Polsce*, Prace Geograficzne, 152, IGiPZ PAN, Zakład Narodowy im. Ossolińskich - Wydawnictwo PAN, Wrocław, 139–157.
- Christensen, P. (2009). *The Form of Change: Inter-Annual Analysis of Urban Expansion using Landscape Metrics*. Hixon Center for Urban Ecology, The Yale Center for Earth Observation.
- Ciesła, A. (2009). Shrinking city – term to be verified?. *Europa XXI*, 19, 45-56. <https://doi.org/10.7163/eu21.2010.19.4>
- Clark, C. (1951). Urban population densities. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 114 (4), 490–496.
- Clark, P.J., Evans, F.C. (1954). Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology*, 35 (4), 445–453.
- Colby, C.C. (1933). Centrifugal and centripetal forces in urban geography. *Annals of the Association of American Geographers*. 23 (1), 1–20.
- Curry, L. (1964). The random spatial economy: an exploration in settlement theory. *Annals of the Association of American Geographers*, 54 (1), 138–146. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1964.tb00479.x>
- Czarnecka, I. (1971). *Delimitacja zespołów osadniczych przy zastosowaniu grafów na przykładzie codziennych dojazdów pracowniczych*, Wyższa Szkoła Ekonomiczna we Wrocławiu.
- Dacey, M.F. (1962). Analysis of central place and point patterns by a nearest neighbour method. *Lund Studies in Geography, Series B, Human Geography*, 24, 55–75.
- Dasgupta, A., Kumar, U., Ramachandra, T. V. (2010). *Urban landscape analysis through Spatial Metrics*. Proceedings of International Conference on Infrastructure, Sustainable Transportation and Urban Planning, (CISTUP@CiSTUP), Indian Institute of Science, Bangalore, India, 18-20 Oc-

- tober, 2009.
- Degórska, B. (2012a). Problemy planowania struktur przyrodniczych Obszaru Metropolitalnego Warszawy związane z żywiołową urbanizacją przestrzeni. *Mazowsze. Studia Regionalne*, 10, 89–106.
- Degórska, B. (2012b). Spatial growth of urbanised land within the Warsaw metropolitan area in the first decade of the 21st century. *Geographia Polonica*, 85 (3), 77–95. <https://doi.org/10.7163/gpol.2012.3.19>
- Degórska, B. (2017). *Urbanizacja przestrzenna terenów wiejskich na obszarze metropolitalnym Warszawy: kontekst ekologiczno-krajobrazowy*. Prace Geograficzne, 262, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Degórska, B., Deręgowska, A. (2008). *Zmiany krajobrazu Obszaru Metropolitalnego Warszawy na przełomie XX i XXI wieku*, seria Atlas Warszawy, z. 10, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Dieleman, F., Wegener, M. (2004). Compact City and Urban Sprawl. *Built Environment*, 30 (4), 308–323. <https://doi.org/10.2148/benv.30.4.308.57151>
- Dijkstra, L., H. Poelman. (2012). *Cities in Europe: the new OECD-EC definition*. Regional Focus, 01/2012, Directorate-General for Regional and Urban Policy, European Commission.
- Domański, R. (1970). *Syntetyczna charakterystyka obszaru: na przykładzie okręgu przemysłowego Konin-Łęczysca-Inowrocław*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Donnelly, K.P. (1978). Simulations to determine the variance and edge effect of total nearest neighbour distance, [in:] I. Hodder (ed.), *Simulation Methods in Archaeology*, Cambridge University Press, 91–95.
- Doxiadis, C.A. (1968). *Ekistics; an introduction to the science of human settlements*. Oxford University Press, New York.
- Drejserska, N., Chrzanowska, M., Pomianek, I. (2014). *Strefa podmiejska Warszawy. Wybrane zagadnienia*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Duany, A., Plater-Zyberk, E., Speck, J. (2001). *Suburban nation: The rise of sprawl and the decline of the American dream*. Macmillan.
- Duczowska-Kądział, A., Duda, J., Wasilewski, M. (2013). Metodyka poszukiwania optymalnego miejsca składowania biomasy za pomocą minimalnego drzewa rozpinającego, *Chemik*, 67 (10), 935–944.
- Duncan, O. D., Cuzzort, R. P., Duncan, B. (1961). *Statistical geography: Problems in analyzing areal data*, The Free Press, Glencoe.
- Dymek, W. (kier.) z zespołem. (2015). *Pozyskanie nowych wskaźników z zakresu planowania przestrzennego i budownictwa mieszkaniowego przydatnych do oceny dostępności i jakości usług publicznych*. Raport końcowy, Centrum Badań i Edukacji Statystycznej GUS, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Dziewoński, K. (1987). Strefa podmiejska – próba ujęcia teoretycznego. *Przegląd Geograficzny*, 59 (1–2), 55–63.
- Dziewoński, K., Węclawowicz, G. (1977). Procesy urbanizacyjne w stołecznym województwie warszawskim, [w:] *Spółceństwo Warszawy w rozwoju historycznym*, PWN, Warszawa, 205–213.
- Ebdon, D. (1985). *Statistics in Geography: A Practical Approach*. Basil Blackwell Ltd., Oxford, UK.
- Eiden, G., Kayadjanian, M., Vidal, C. (2000). Capturing landscape structures: tools, [w:] *From land cover to landscape diversity in the European Union*, European Commission, Brussels, 7–15.
- Enyedi, G. (2011). A városnövekedés szakaszai – újrakonolva (Stages of urban growth – revisited), *Tér és Társadalom / Space and Society*, 25, 11, 5–19. <https://doi.org/10.17649/tet.25.1.1770>
- ESPO 1.4.3, (2007). Study on urban functions, Final Report.
- Ewing, R. (1997). Is Los Angeles-style sprawl desirable?. *Journal of the American Planning Association*, 63 (1), 107–126. <https://doi.org/10.1080/01944369708975728>
- Ewing, R., Hamidi, S. (2014). *Measuring urban sprawl and validating sprawl measures*, National Institute of Health, Smart Growth America, Washington DC.
- Florek, K., Łukaszewicz, J., Perkal, J., Steinhaus, H., Zubrzycki, S. (1951). Taksonomia wrocławska. *Przegląd Antropologiczny*, 17, 193–211.
- Fogel, A. (2010). Instytucja „dobrego sąsiedztwa” przy ustalaniu warunków zabudowy – ewolucja poglądów doktryny i orzecznictwa. *Człowiek i Środowisko*, 34 (3–4), 81–103.
- Fogel, P. (2012). *Wskaźniki oceny polityki i gospodarki przestrzennej w gminach*, Biuletyn KPZK PAN, 240, Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN, Warszawa.
- Fol, S., Cunningham-Sabot, E.C. (2010). “Déclin urbain” et Shrinking Cities: une évaluation critique des approches de la décroissance urbaine. *Annales de géographie*, 674 (4), 359–383. <https://doi.org/10.3917/ag.674.0359>
- Forman, R.T.T. (2008). *Urban regions: Ecology and planning beyond the city*. Cambridge University

- Press. <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511754982>
- Forman, R.T.T., Godron, M. (1986). *Landscape ecology*. John Wiley & Sons, New York.
- Franz, G., Maier, G., Schröck, P. (2005). *Urban Sprawl. How useful is this concept?*. ERSa conference papers ersa06p105, European Regional Science Association.
- Frenkel, A., Ashkenazi, M. (2008). Measuring urban sprawl: how can we deal with it?. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35 (1), 56–79. <http://dx.doi.org/10.1068/b32155>
- Frenkel, A., Orenstein, D. (2011). A Pluralistic Approach to Defining and Measuring Urban Sprawl, [in:] X. Yang, (ed.), *Urban Remote Sensing: Monitoring, Synthesis and Modeling in the Urban Environment*, John Wiley & Sons, Ltd. <http://dx.doi.org/10.1002/9780470979563>
- Friedmann, J., Miller, J. (1965). *The urban field*. *Journal of the American Institute of Planners*, 31 (4), 312–320.
- Furman, S. (2001). Metropolia warszawska, [w:] J. Kołodziejski, T. Parteka (red.), *Kształtowanie ładu przestrzennego polskich metropolii w procesie transformacji ustrojowej III RP*, Biuletyn KPZK PAN, 193, 219–264.
- Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M.R., Wolman, H. (2001). Wrestling sprawl to the ground: Defining and measuring an elusive concept. *Housing Policy Debate*, 12 (4), 681–717. <https://doi.org/10.1080/10511482.2001.9521426>
- Gałązka, A. (1998). *Sytuacja mieszkaniowa ludności aglomeracji warszawskiej w latach 1970-1988: zróżnicowania przestrzenne i tendencje zmian*. IGiPZ PAN, Warszawa.
- Gałczyńska, B., Kulikowski, R. (2000). *Wież i rolnictwo strefy podmiejskiej Warszawy: zróżnicowania przestrzenne i procesy transformacji*. Dokumentacja Geograficzna, 20, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Garreau, J. (1992). *Edge city: life on the new frontier*. Anchor Books.
- Gawryszewski, A., Korcelli, P., Nowosielska, E. (1998). *Funkcje metropolitalne Warszawy*, Zeszyty IGiPZ PAN, 53, Warszawa.
- Getis, A. (1964). Temporal land-use pattern analysis with the use of nearest neighbor and quadrat methods. *Annals of the American Geographers*, 54 (3), 391–399.
- Geurs, K.T., Hoen, A., Engelen, G., van Wee, B. (2003). *30 years of spatial planning and infrastructure policies in the Netherlands: A success?*, Bijdrage Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2003, Antwerpia.
- Ghani, N.L.A., Abidin, S.Z., Khalid, N.E.A. (2014). Urban sprawl shape description, *Malaysian Journal of Computing*, 2 (1), 27–36.
- Gehlke, C. E., Biehl, K. (1934). Certain effects of grouping upon the size of the correlation coefficient in census tract material, [in:] *Journal of the American Statistical Association*, 29 (185A), 169–170.
- Gibas, P., Heffner, K. (2018). Społeczne i ekonomiczne koszty bezładu przestrzeni – osadnictwo obszarów wiejskich, [w:] A. Kowalewski, T. Markowski, P. Sleszyński (red.), *Studia nad chaosem przestrzennym. Cz.2. Koszty chaosu przestrzennego*, Studia KPZK PAN, 182, 163–195.
- Gierańczyk, W., Kluba, M. (red.). (2008). *Problemy i metody oceny kontinuum miejsko-wiejskiego w Polsce*, Studia Obszarów Wiejskich, 13, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Gini, C. (1912). Variabilità e mutabilità. *Studi economico-giuridici*, Università di Cagliari, III 2a, R12, 211–382.
- Gliszczyński, F. (1963). *Ludność, mieszkania i budownictwo mieszkaniowe w regionie warszawskim*. Biuletyn KPZK PAN, 5 (24), 7–102.
- Goedman, H., Zonneveld, W. (2008). *Dutch Spatial Planning: From implicit towards explicit sustainable urban development*. Proceedings of the 44th ISOCARP Congress.
- Golachowski, S. (1965). Proces semi-urbanizacji w województwie opolskim, *Kwartalnik Opolski*, 2, 54–58.
- Golachowski, S. (1969). *Studia nad miastami i wsiami śląskimi*. Instytut Śląski w Opolu.
- Golachowski, S., Kostrubiec, B., Zagożdżon, A. (1974). *Metody badań geograficzno-osadniczych*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Goliszek, S., Sudra, P. (2016). *Public transport accessibility and urban sprawl - the case of Warsaw*. Transport Infrastructures for better Accessibility, Equity and Territorial Cohesion. NECTAR Joint Cluster 1 and Cluster 6 International Workshop, 20-21 October, Warsaw, Poland, IGiPZ PAN, Ministerstwo Rozwoju, Warszawa, 24.
- Goodall, B. (1987). *Dictionary of Human Geography*. Penguin Books, Harmondsworth (Middlesex), New York.
- Goodchild, M.F. (1986). *Spatial autocorrelation*, Geo Books.
- Gorzelał, G., Jałowiecki, B. (2010). Dlaczego potrzebna jest metropolia warszawska?. *Samorząd Terytorialny*, 6, 37–45.
- Gorzelał, G., Smętkowski, M. (2012). Warsaw as a metropolis – successes and missed opportunities, *Regional Science Policy & Practice*, 4 (1), 25–45. <https://doi.org/10.1111/j.1757->

7802.2011.01053.x

- Greig-Smith, P. (1964). *Quantitative plant ecology*. Butterworths, London.
- Grocholska, J. (1974). *Czynniki wpływające na użytkowanie ziemi w Warszawie*. Studia KPZK PAN, 46, Warszawa.
- Grocholska, J. (1986). *Konflikty w planowaniu przestrzennym i próby ich rozwiązania (na przykładzie wybranych obszarów aglomeracji warszawskiej)*. Studia nad funkcjonalnym makroregionem Warszawy (III), Biuletyn Informacyjny, 53, IGiPZ PAN, 205–222.
- Grochowski, M. (2011). *Metropolizacja a kształtowanie ładu przestrzennego układów zurbanizowanych*. Mazowsze Studia Regionalne, 6, 167–172.
- Grochowski, M., Korcelli, P., Kozubek, E., Sławiński T., Werner, P. (2013). Warsaw: Spatial growth with limited control, [in:] K. Nilsson, S. Pauleit, S. Bell, C. Aalbers, T. S. Nielsen (eds), *Peri-urban futures: Scenarios and models for land use change in Europe*, Springer, 131–167. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-30529-0_7
- Gruszecka, K. (2005). Południowy obszar metropolitalny Warszawy – ocena skutków trendów suburbanizacyjnych w latach 1991–2005, [w:] P. Lorens (red.), *Problem suburbanizacji*, Biblioteka Urbanisty, 7, Urbanista, Warszawa, 157–162.
- Grzeszczak, J. (1996). *Tendencje kontrurbanizacyjne w krajach Europy Zachodniej*. IGiPZ PAN, Warszawa.
- Grzeszczak, J. (2000). *Kontrurbanizacja – idea i rzeczywistość*. Przegląd Geograficzny, 72 (4), 373–393.
- Grzeszczak, J. (2010). *Gentryfikacja osadnictwa: charakterystyka, rozwój koncepcji badawczej i przegląd wyjaśnień*. Monografie, 11, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Gustafson, E.J. (1998). Quantifying landscape spatial pattern: what is the state of the art?. *Ecosystems*, 1 (2), 143–156. <http://dx.doi.org/10.1007/s100219900011>
- Gutry-Korycka, M. (red.). (2005). *Urban sprawl: Warsaw agglomeration: case study*. Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego.
- Gwosdz, K., Sobala-Gwosdz, A. (2008). Geografia hipermarketów w Polsce: strategie lokalizacyjne firm i ich skutki przestrzenne. *Przegląd Geograficzny*, 4 (80), 515–539.
- Gzell, S., Woško-Czeranowska, A., Majewska, A., Świeżewska, K. (2011). *Miasto zwarte. Problem terenów granicznych.*, Urbanistyka. Międzyuczelniane Zeszyty Naukowe, 16, Wydział Architektury, Politechnika Warszawska, Akapit DTP, Warszawa.
- Haase, D., Kabisch, N. & Haase, A. (2013). Endless urban growth? On the mismatch of population, household and urban land area growth and its effects on the urban debate. *PLOS One*, 8 (6), e66531. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066531>
- Haedo, C., Mouchart, M. (2011). *A Stochastic Independence Approach for Different Measures of Global Specialization*. Institut de Statistique, Biostatistique et Sciences Actuarielles (ISBA), Discussion Paper 2011/06, Université Catholique de Louvain.
- Hall, P., Thomas, R., Gracey, H., Drewett, R. (1973). *The Containment of Urban England*. George Allen & Unwin Ltd, Sage Publications Inc., London - Beverly Hills.
- Hamouche, M. B. (2009). Can chaos theory explain complexity in urban fabric? Applications in traditional muslim settlements. *Nexus Network Journal*, 11 (2), 217–242. https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8976-5_6
- Harris, C.D., Ullman, E.L. (1945). The nature of cities. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 242 (1), 7–17.
- Hay, D., Hall, P. (1978). *Urban regionalisation of Great Britain: 1971*. Department of Geography, University of Reading.
- Hayles, N.K. (1990). *Chaos bound. Orderly disorder in contemporary literature and science*. Cornell University Press.
- Heffner, K. (2011). Semiurbanizacja a suburbanizacja. Ewolucja procesów w aglomeracji opolskiej, *Studia Miejskie*, 3, 17–34.
- Herold, M., Scepan, J., Clarke, K.C. (2002). The use of remote sensing and landscape metrics to describe structures and changes in urban land uses. *Environment and Planning A*, 34 (8), 1443–1458. <http://dx.doi.org/10.1068/a3496>
- Henning, E.I., Schwick, C., Soukup, T., Orlitová, E., Kienanst, F., Jaeger, J.A.G. (2015). Multi-scale analysis of urban sprawl in Europe: Towards a European de-sprawling strategy. *Land Use Policy*, 49, 483–498. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.08.001>
- Hirt, S., Sellar, C., Young, C. (2013). Neoliberal doctrine meets the eastern Bloc: Resistance, appropriation and purification in post-socialist spaces. *Europe-asia Studies*, 65, 1243–1254. <http://dx.doi.org/10.1080/09668136.2013.822711>
- Hoggart, K. (ed.). (2005). *The City's Hinterland: Dynamism and Divergence in Europe's Peri-Urban*

- Territories (Perspectives on Rural Policy and Planning)*. Ashgate Publishing Ltd.
- Hoyt, H. (1939). *The structure and growth of residential neighborhoods in American cities*. Federal Housing Administration, Washington DC.
- Idczak, P., Mrozik, K. (2018). Periurbanisation – evidence from Polish metropolitan areas, *Economic and Environmental Studies*, 18 (1), 173–192. <http://dx.doi.org/10.25167/ees.2018.45.11>
- Inostroza, L., Baur, R., Csaplovics, E. (2010). *Urban sprawl and fragmentation in Latin America: A comparison with european cities. The myth of the diffuse Latin American city*. Working paper, Lincoln Institute of Land Policy.
- Izdebski, W., Śleszyński, P., Malinowski, Z., Kursa, M. (2018). Analiza morfometryczna planów miejscowych w Polsce. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 2 (1), 331–347. <https://doi.org/10.14597/INFRAECO.2018.2.1.022>
- Jaeger, J.A.G., Schwick, C. (2014). Improving the measurement of urban sprawl: Weighted Urban Proliferation (WUP) and its application to Switzerland. *Ecological Indicators*, 38, 294–308. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.11.022>
- Jakóbczyk-Gryszkiewicz, J. (1998). *Przeobrażenia stref podmiejskich dużych miast; studium porównawcze strefy podmiejskiej Warszawy, Łodzi i Krakowa*. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
- Jakubowicz, E. (1971). Lokalne zespoły osadnicze na przykładzie województwa opolskiego, [w:] S. Golachowski (red.), *Struktury i procesy osadnicze*, Instytut Śląski, Opole–Wrocław, 143–175.
- Jałowiecki, B. (2006). *Czy Warszawa staje się miastem Trzeciego Świata?*. *Studia Regionalne i Lokalne*, 4, 48–60.
- Jałowiecki, B. (2018). Is Warsaw becoming a city of the THIRD World?. *Dérive*, 72, 49–54.
- Jażdżewska, I. (1999). *Przemiany funkcjonalne i morfologiczne przestrzeni geograficznej wsi Rzgów w świetle metod numerycznych*. Łódzkie Towarzystwo Naukowe.
- Jażdżewska, I. (2006). Zmiana położenia środka ciężkości miast i ludności miejskiej w Polsce w XX wieku. *Przegląd Geograficzny*, 78 (4), 561–574.
- Jażdżewska, I. (2008). *Przemiany miejskiej sieci osadniczej w Polsce w świetle metod matematycznych*. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
- Jażdżewska, I. (2017). Spójność i regionalizacja miejskiej sieci osadniczej w Polsce w świetle teorii grafów. *Przegląd Geograficzny*, 89 (2), 213–231. <https://dx.doi.org/10.7163/PrzG.2017.2.2>
- Jenks, G.F. (1967). The data model concept in statistical mapping. *International Yearbook of Cartography*, 7, 186–190.
- Jędrzejczyk, D. (1992). Procesy osadnicze w strefie podmiejskiej Warszawy, [w:] A. Wieloński (red.), *Wpływ Warszawy na urbanizację strefy podmiejskiej*, Prace i Studia Geograficzne, 13, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, 21–38.
- Jędrzejczyk, D., Wilk, W. (1992). *Urbanizacja wsi w strefie podmiejskiej Warszawy*. Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych.
- Ji, W., Ma, J., Twibell R.W., Underhill, K. (2006). Characterizing urban sprawl using multi-stage remote sensing images and landscape metrics. *Computers, Environment and Urban Systems*, 30 (6), 861–879. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2005.09.002>
- Jucha W., Krocak R. (2014). Porównanie danych o użytkowaniu terenu z programu CORINE Land Cover z danymi uzyskanymi z ortofotomap, [w:] E. Kaczmarek, P. Raźniak (red.), *Społeczno-ekonomiczne i przestrzenne przemiany struktur regionalnych*, Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków, 123–136.
- Jun, M.-J. (2004). The effects of Portland's urban growth boundary on urban development patterns and commuting. *Urban Studies*, 41 (7), 1333–1348. <http://dx.doi.org/10.1080/0042098042000214824>
- Kajdanek, K. (2012). *Suburbanizacja po polsku*. Zakład Wydawniczy "Nomos", Kraków.
- Kaltenberg-Kwiatkowska, E. (2005). Warunki mieszkaniowe w świadomości społecznej, [w:] L. Frąckiewicz (red.), *Przeszłość i przyszłość polskiej polityki mieszkaniowej*, Instytut Pracy i Spraw Socjalnych, Warszawa, 153–170.
- Kansky, K.J. (1963). *Structure of transportation networks: relationships between network geometry and regional characteristics*. University of Chicago.
- Kasarda, J.D., Lindsay, G. (2011). *Aerotropolis: the way we'll live next*, Farrar, Straus and Giroux.
- Kaufmann, V. (2002). *Re-thinking Mobility: contemporary sociology*. Ashgate Publishing, Ltd. <http://dx.doi.org/10.4324/9781315244303>
- Kickert, C. (2019). *Dream City: Creation, Destruction, and Reinvention in Downtown Detroit*. MIT Press.
- Klaassen, L.H., Molle, W.T. & Paelinck, J.H. (red.). (1981). *Dynamics of Urban Development*. Netherlands Economic Institute, Gower.

- Klaassen, L.H., Scimemi, G. (1981). Theoretical issues in urban dynamics, [in:] Klaassen, L.H., Molle, W.T. & Paelinck, J.H. (eds), *Dynamics of Urban Development*, Netherlands Economic Institute, Gower, 8–30.
- Klimaszewska-Budzynowska, O. (1977). Modele rozkładu gęstości zaludnienia Warszawskiego Zespołu Miejskiego w latach 1879-1970. *Przegląd Geograficzny*, 49 (3), 481–506.
- Knapp, Z. (1983). *Aglomeracja warszawska. Analiza trendów rozwoju przestrzennego Warszawy*. Instytut Urbanistyki i Planowania Przestrzennego Politechniki Warszawskiej, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, Łódź.
- Knox, P.L., Pinch, S. (2010). *Urban Social Geography. An Introduction*. 6th Edition, Pearson Education Limited, Harlow, Essex.
- Kobyliński, Z. (1987). Podstawowe metody analizy punktowych układów przestrzennych. *Archeologia Polski*, 32 (1), 21–53.
- Kok, H., Kovács, Z. (1999). The process of suburbanization in the agglomeration of Budapest. *Netherlands Journal of Housing and the Built Environment*, 14 (2), 119–141. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02496818>
- Kołodziejski, J. (1991). *O przyszły kształt polskiej przestrzeni*. Seria „Najnowsze Osiągnięcia Nauki”, Wszelchnica Polskiej Akademii Nauk, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław.
- Komornicki T., Bański J., Śleszyński P., Rosik P., Czapiewski K., Korcelli P., Świątek D., Degórska B., Siłka P., Wiśniewski R., Stępiak M., Mazur M. (2012). *Zagospodarowanie infrastrukturalne i kapitał fizyczny oraz policentryczność rozwoju Mazowsza*, Trendy Rozwojowe Mazowsza, 4, Mazowieckie Biuro Planowania Regionalnego, Warszawa.
- Komornicki, T., Korcelli P., Siłka P., Śleszyński P., Świątek, D. (2013). *Powiązania funkcjonalne pomiędzy polskimi metropoliami*. Wydawnictwo Akademickie SEDNO, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Komornicki, T., Śleszyński P. (2009). *Typologia obszarów wiejskich pod względem powiązań funkcjonalnych i relacji miasto-wieś*, [w:] J. Bański (red.), *Analiza zróżnicowania i perspektyw rozwoju obszarów wiejskich w Polsce do 2015 roku*, Studia Obszarów Wiejskich, 16, Polskie Towarzystwo Geograficzne, IGiPZ PAN, Warszawa, 9–37.
- Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030 (KPZK 2030)*. (2011). Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa.
- Korcelli, P. (1969). *Rozwój struktury przestrzennej obszarów metropolitalnych Kalifornii*. *Prace Geograficzne*, 78, Instytut Geografii Polskiej Akademii Nauk, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Korcelli, P. (1974). *Teoria rozwoju struktury przestrzennej miast*. Studia KPZK PAN, 45, PWN, Warszawa.
- Korcelli, P. (1987). Growth fluctuations and alternative trajectories of future population change: a case study of the Warsaw region. *Papers in Regional Science*, 61 (1), 131–144.
- Korcelli, P. (1989). Zmiany układu migracji w regionie miejskim Warszawy. *Prace Geograficzne*, 151, 107–120.
- Korcelli, P. (1997). Alternatywne projekcje zmian demograficznych i migracji w aglomeracjach miejskich, [w:] P. Korcelli (red.), *Agglomeracje miejskie w procesie transformacji: V*, Zeszyty IGiPZ PAN, 45, 5–22.
- Korcelli, P., Grochowski, M., Kozubek, E., Korcelli-Olejniczak, E., Werner P. (2012). *Development of Urban-Rural Regions: from European to Local Perspective*. Monografie IGiPZ PAN, 14, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Korcelli, P., Kozubek, E.B., Werner, P. (2016). *Zmiany użytkowania ziemi a interakcje przestrzenne na obszarach metropolitalnych Polski*, *Prace Geograficzne*, 254, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Korcelli, P., Śleszyński, P. (2008). Mapa nr 7. Delimitacja Funkcjonalnych Obszarów Miejskich 2006, [w:] P. Korcelli, M. Degórski, D. Drzazga, T. Komornicki, T. Markowski J. Szlachta, G. Węclawowicz, J. Zaleski, J. Zaucha, *Ekspertycki Projekt Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju do roku 2033*, projekt opracowany dla Ministerstwa Rozwoju Regionalnego, 23.
- Korcelli-Olejniczak, E. (2010). Kształtowanie się regionu metropolitalnego Warszawy w świetle analizy zasięgu działalności przedsiębiorstw sektora zaawansowanego usług. *Przegląd Geograficzny*, 82 (4), 573–592.
- Korcelli-Olejniczak, E. (2012). *Region metropolitalny – pojęcie, struktura przestrzenna, dynamika*. *Prace Geograficzne*, 235, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Korycka-Skorupa, J. (2000). *From data to cartographic presentation forms*. *Miscellanea Geographica*, 9, 253–262. <http://dx.doi.org/10.2478/mgrsd-2000-090130>
- Kostrowicki, A.S. (red.). (1992). *Wpływ urbanizacji na układy ekologiczne strefy podmiejskiej Warszawy*. Dokumentacja Geograficzna, 5-6, IGiPZ PAN, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Warszawa–Wrocław–Kraków.

- Kostrubiec, B. (1969). Miary koncentracji w badaniach geograficznych. *Przegląd Geograficzny*, 41 (2), 229–251.
- Kostrubiec, B. (1971). Analiza matematyczna zbioru osiedli województwa opolskiego, [w:] S. Gola-chowski (red.), *Struktury i procesy osadnicze. Region opolski*, Instytut Śląski w Opolu, Wydawnictwo Naukowe PWN, Opole-Wrocław, 9–66.
- Kostrubiec, B. (1972). *Analiza zjawisk koncentracji w sieci osadniczej: problemy metodyczne*. Prace Geograficzne, 93, Instytut Geografii. Polska Akademia Nauk, Zakład Narodowy im. Ossolińskich.
- Kostrubiec, B. (1977). Metody badania koncentracji przestrzennej, [w:] Z. Chojnicki (red.), *Metody ilościowe i modele w geografii*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 63–76.
- Koter, M. (1980). *Kształtowanie się strefy podmiejskiej w świetle badań historyczno-geograficznych*, [w:] „Materiały XII dorocznej łódzkiej konferencji naukowej”, Łódź, 19–20 stycznia 1980.
- Kovács, Z., Hegedűs, G. (2014). Gated communities as new forms of segregation in postsocialist Budapest. *Cities*, 36, 200–209. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.08.004>
- Kovács, Z., Tosics, I. (2014). Urban Sprawl on the Danube: The Impacts of Suburbanization in Budapest, [w:] K. Stanilov, L. Sýkora (red.), *Confronting suburbanization: Urban decentralization in postsocialist Central and Eastern Europe*, Wiley-Blackwell, 33–64. <http://dx.doi.org/10.1002/9781118295861.ch2>
- Kowalewski, A. (1981). *Warszawa: problemy rozwoju*. Książka i Wiedza, Warszawa.
- Kowalewski, A., Mordasewicz J., Osiatyński J., Reguński J., Stępień J., Śleszyński P. (2013). *Raport o ekonomicznych stratach i społecznych kosztach niekontrolowanej urbanizacji w Polsce*. Fundacja Rozwoju Demokracji Lokalnej, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Kowalewski, A., Markowski, T., Śleszyński, P. (red.). (2018). *Studia nad chaosem przestrzennym*, cz.1 „Chaos przestrzenny i prawo. Uwarunkowania, procesy, skutki, rekomendacje” (A. Kowalewski, M.J. Nowak), cz. 2 „Koszty chaosu przestrzennego” (praca zbiorowa), cz. 3 „Synteza. Uwarunkowania, skutki i propozycje naprawy chaosu przestrzennego” (praca zbiorowa). Studia KPZK PAN.
- Kozłowski, S. (2006). *Propozycje zielonych pierścieni w obszarze metropolitalnym Warszawy*, [w:] S. Kozłowski (red.), *Żywiłowe rozprzestrzenianie się miast. Narastający problem aglomeracji miejskich w Polsce*, Studia nad Zrównoważonym Rozwojem, Tom II, Komitet „Człowiek i Środowisko” PAN, Katolicki Uniwersytet Lubelski, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok-Lublin-Warszawa, 173–199.
- Kruszka, K. (red.) (2010). *Dojazdy do pracy w Polsce. Terytorialna identyfikacja przepływów ludności związanych z zatrudnieniem*. Ośrodek Statystyki Miast. Urząd Statystyczny w Poznaniu.
- Krzysztofik, R., Kantor-Pietraga, I., Runge, A., Spórna, T. (2017). Is the suburbanisation stage always important in the transformation of large urban agglomerations? The case of the Katowice conurbation. *Geographia Polonica*, 90 (2), 71–85. <http://dx.doi.org/10.7163/GPol.0082>
- Krzysztofik, R., Kantor-Pietraga, I., Spórna, T., Dragan, W., Mihaylov, V. (2019). Beyond ‘logistics sprawl’ and ‘logistics anti-sprawl’. Case of the Katowice region, Poland. *European Planning Studies*, 1-15. <http://dx.doi.org/10.1080/09654313.2019.1598940>
- Kudłacz T. (1981). Zastosowanie metody grawitacji i grafów do hierarchizacji jednostek przestrzennych. *Przegląd Geograficzny*, 53 (3), 519–534.
- Kulikowski, R. (2008). Rolnicza strefa podmiejska Warszawy. Rys historyczny i współczesne procesy przemian, [w:] A. Jezierska-Thöle, L. Kozłowski (red.), *Gospodarka przestrzenna w strefie kontinuum miejsko-wiejskiego w Polsce*, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń.
- Kurek, S., Wójtowicz, M. (2018). Reurbanisation in a post-socialist city: Spatial differentiation of the population in the Kraków area (Poland). *Geographia Polonica*, 91 (4), 449–468. <http://dx.doi.org/10.7163/GPol.0130>
- Kusiak, J. (2017). *Chaos Warszawa: porządku przestrzenne polskiego kapitalizmu*. Fundacja Nowej Kultury Bęc Zmiana.
- Kühne, O. (2016). Urban/rural hybrids: The urbanisation of former suburbs (URFSURBS). *Quaestiones Geographicae*, 35 (4), 23–34. <http://dx.doi.org/10.1515/quageo-2016-0032>
- Kwan, M.-P. (2012). The uncertain geographic context problem. *Annals of the Association of American Geographers*, 102 (5), 958–968. <http://dx.doi.org/10.1080/00045608.2012.687349>
- Lang, R., Sanchez, T., LeFurgy, J. (2006). *Beyond Edgeless Cities: Office Geography in the New Metropolis*, Virginia Tech, National Center for Real Estate Research, Blacksburg.
- Ledwoj S. (2005). Supermarkety i miasta pod miastem, [w:] P. Lorens (red.), *Problem suburbanizacji*, Biblioteka Urbanisty, 7, Urbanista, Warszawa, 112–117.
- Li, C., Li, J., Wu, J. (2013). Quantifying the speed, growth modes, and landscape pattern changes of urbanization: a hierarchical patch dynamics approach. *Landscape Ecology*, 28, 1875–1888.

- <http://dx.doi.org/10.1007/s10980-013-9933-6>
- Lisowski, A. (2004). Social aspects of the suburbanisation stage in the agglomeration of Warsaw, *Dela*, 21, 531–541. <http://dx.doi.org/10.4312/dela.21.531-541>
- Lisowski, A. (2005). Procesy centralizacji i decentralizacji w aglomeracji warszawskiej w latach 1950–2002. *Prace i Studia Geograficzne*, 35, 13–44.
- Lisowski, A. (2009). Problemy ze współczesną identyfikacją pojęcia „suburbanizacja”, [w:] W. Maik (red.), *Aglomeracje miejskie w Polsce na przełomie XX i XXI wieku*, Wyższa Szkoła Gospodarki w Bydgoszczy, 59–72.
- Lisowski, A. (2010). Suburbanizacja w obszarze metropolitalnym Warszawy, [w:] S. Ciok, P. Mi-goń (red.), *Przekształcenia struktur regionalnych. Aspekty społeczne, ekonomiczne i przyrodnicze*, Uniwersytet Wrocławski, Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego, Wrocław, 93–108.
- Lisowski, A., Grochowski, M. (2009). Procesy suburbanizacji, uwarunkowania, formy i konsekwencje, [w:] *Ekspertyzy do Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju*, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa, 217–280.
- Lisowski, A., Mantej, D., Wilk W. (2014). Lessons from Warsaw, [w:] K. Stanilov, L. Sýkora (red.), *Confronting suburbanization: Urban decentralization in postsocialist Central and Eastern Europe*, Wiley-Blackwell, s. 225–255. <http://dx.doi.org/10.1002/9781118295861.ch8>
- Lisowski, A., Mikulski, M. (2005). Nadarzyn case study, [w:] M. Gutry-Korycka (red.), *Urban sprawl. Warsaw Agglomeration case study*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, 138–154.
- Liszewski, S. (1987). Strefa podmiejska jako przedmiot badań geograficznych. Próba syntezy. *Prze-gład Geograficzny*, 59 (1–2), 65–79.
- Lityński, P. (2018). *Związki morfologii struktury przestrzennej z obciążeniami budżetowymi gmin*, prezentacja przedstawiona na Posiedzeniu Zespołu ds. Obszarów Miejskich i Metropolitalnych KPZK PAN, 6 grudnia 2018 r., Warszawa.
- Lityński, P., Hołuj, A. (2017). Urban Sprawl Costs: The Valuation of Households' Losses in Poland. *Journal of Settlements and Spatial Planning*, 8 (1), 11–35. <http://dx.doi.org/10.24193/JSSP.2017.1.02>
- Lityński, P., Hołuj, A. (2018). Koszty migracji wahałowych ze strefy podmiejskiej do miasta rdzeniowego ośrodków wojewódzkich, [w:] A. Kowalewski, T. Markowski, P. Śleszyński (red.), *Studia nad chaosem przestrzennym. Cz. 2. Koszty chaosu przestrzennego*, Studia KPZK PAN, 182, 114–162.
- Loibl, W., Pierr, A., Ravetz, J. (2011). Concepts and methods, [w:] Pierr, A., Ravetz, J. & Tosics, I. (eds), *Peri-urbanisation in Europe: Towards a European policy to sustain urban–rural futures. A Synthesis Report*, PLUREL project, University of Copenhagen, Academic Books Life Sciences, Kopenhaga, 24–29.
- Lorens, P. (2005). Suburbanizacja w procesie rozwoju miasta postsocjalistycznego, [w:] P. Lorens (red.), *Problem suburbanizacji*, Biblioteka Urbanisty 7, Urbanista, Warszawa, 33–44.
- Lorenz, M.O. (1905). Methods of measuring the concentration of wealth, *Publications of the American Statistical Association*, 9 (70), 209–219.
- Łysoń, P. (2017). *Zróżnicowanie obszaru województwa mazowieckiego pod względem historycznym, demograficznym i warunków życia. Wnioski do korekty podziału terytorialnego*. Opinie i Ekspertyzy, OE-256, opracowanie wykonane dla Biura Analiz Dokumentacji i Korespondencji Kancelarii Senatu RP, Warszawa.
- Mackaness, W.A., Beard, K.M. (1993). Use of graph theory to support map generalization. *Cartography and Geographic Information Systems*, 20 (4), 210–221. <http://dx.doi.org/10.1559/152304093782637479>
- Maik, W. (1979). Zastosowanie metod grafowych do hierarchizacji elementów systemu osadniczego, [w:] Z. Chojnicki (red.), *Struktura i funkcje układów przestrzenno-ekonomicznych*, Seria „Geografia”, Wydawnictwo Uniwersytetu Adama Mickiewicza, Poznań 37–43.
- Majewska, A. (2011a). Procesy urbanizacyjne na gruntach rolnych zachodzące po 1995 roku na obszarze metropolitalnym Warszawy [w:] S. Gzell i in., *Miasto zwarte – problem terenów granicznych*, Urbanistyka. Międzyuczelniana Zeszyty Naukowe, 16, Wydział Architektury, Politechnika Warszawska, Akapit DTP, 71–102.
- Majewska, A. (2011b). *Suburbanizacja w strefie metropolitalnej Warszawy jako zagrożenie zrównoważonego rozwoju*, Studia KPZK PAN, 142, 308–319.
- Majewska, A., Denis, M., Jaroszewicz, J. (2015). Procesy rozpraszania zabudowy w strefie podmiejskiej Warszawy. *Mazowsze Studia Regionalne*, 16, 73–85.
- Majid, M.R., Yahya, H. (2010). Sprawling of a Malaysian City: What Type and What Solutions?, [w:] J.G. Teng (red.), *Proceedings of the First International Conference on Sustainable Urbanization (ICSU 2010), 15-17 XII 2010 Hong Kong*, Hong Kong Polytechnic University.

- Malisz, B. (1963). *Ekonomika kształtowania miast*. Polska Akademia Nauk. Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju.
- Malisz, B. (1966). *Zarys teorii kształtowania układów osadniczych*. Arkady, Warszawa.
- Mantey, D. (2009). *Wybrane społeczne aspekty żywiolowej suburbanizacji w południowo-zachodniej strefie podmiejskiej Warszawy*, [w:] W. Maik (red.), *Aglomeracje miejskie w Polsce na przełomie XX i XXI wieku*, Wyższa Szkoła Gospodarki w Bydgoszczy, 363–377.
- Mantey, D. (2011). *Żywiolowość lokalizacji osiedli mieszkaniowych na terenach wiejskich obszaru metropolitalnego Warszawy*. Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych.
- Mantey, D. (2017). The 'publicness' of suburban gathering places: The example of Podkowa Leśna (Warsaw urban region, Poland). *Cities*, 60, 1–12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2016.07.002>
- Mantey, D., Sudra, P. (2019). Types of suburbs in post-socialist Poland and their potential for creating public spaces. *Cities*, 88, 209–221. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2018.11.001>
- Markowski, T., Marszał, T. (2006). *Metropolie, obszary metropolitalne, metropolizacja: problemy i pojęcia podstawowe*. Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN, Warszawa.
- Martyniuk-Pęczek, J. (2005). American dream a sprawa polska: Amerykański i polski kontekst suburbanizacji, [w:] P. Lorens (red.), *Problem suburbanizacji*, Biblioteka Urbanisty, 7, Urbanista, Warszawa, 103–112.
- Martyniuk-Pęczek, J., Parteka, T., Pęczek, G. (2016). Territorial Aspects of Entrepreneurial Activity in Polish Suburban Zones. *Procedia Engineering*, 161, 1639–1646. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.639>
- Matykowski, R. (1981). Miary centrograficzne i ich zastosowanie w badaniach ekonomiczno-geograficznych. *Przegląd Geograficzny*, 53 (3), 493–518.
- McGarigal, K., Cushman, S.A., Neel, M.C., Ene, E. (2002). *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for categorical maps*, University of Massachusetts, Amherst.
- McGarigal, K., Marks, B.J. (1995). *FRAGSTATS: spatial patterns analysis program for quantifying landscape structure*. General technical report PNW-351.
- McKenzie, R.D. (1926). The scope of human ecology. *Publications of the American Sociological Society*, 20, 141–154.
- Miedwiedkow, J.W. (1966). Riegularnaja komponenta w sieciach rassielenija izobrażennyh na kartie, *Izwestia AN SSSR, Seria Geograficzeskaja*, 4, 110–122.
- Mikuła, Ł. (2017). Aglomeracyjna gra o przestrzeń: suma gminnych ambicji czy wspólna wizja metropolitalna?. *Biuletyn KPZK PAN*, 265, 82–101
- Miszewska, B. (1976). *Morfologia sieci osadniczej jako układu linii*, Acta Universitatis Wratislaviensis, 302, Studia Geograficzne XXII, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa-Wrocław.
- Misztal, S. (1998). *Przekształcenia struktury przemysłu Warszawy*. Atlas Warszawy, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Warszawa.
- Mitchell, A. (2005). *The ESRI Guide to GIS Analysis*. ESRI Press, Redlands, CA.
- Moran, P.A.P. (1950). Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika*, 37 (1/2), 17–23.
- Nazarnia, N., Harding, C., Jaeger, J.A.G. (2019). How suitable is entropy as a measure of urban sprawl?. *Landscape and Urban Planning*, 184, 32–43. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.09.025>
- Nelle, A., Großmann, K., Haase, D., Kabisch, S., Rink, D., Wolff, M. (2017). Urban shrinkage in Germany: An entangled web of conditions, debates and policies. *Cities*, 69, 116–123. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2017.02.006>
- Newling, B. (1966). Urban growth and spatial structure. Mathematical models and empirical evidence. *The Geographical Review*, 56, 213–225.
- Nicolaides, B., Wiese, A. (2013). *The suburb reader*, Routledge. <http://dx.doi.org/10.4324/9780203954911>
- Nijkamp, P., Schubert, U. (1985). Urban dynamics, [w:] J. Brotchie, P. Newton, P. Hall, P. Nijkamp (eds), *The Future of Urban Form. The Impact of New Technology*, Routledge, 79–92. <http://dx.doi.org/10.4324/9781315165066-7s>
- Nilsson, K., Pauleit, S., Bell, S., Aalbers, C., Sick Nielsen, Th. A. (eds). (2013). *Peri-urban futures: Scenarios and models for land use change in Europe*. Springer. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-30529-0>
- Nowakowski, M. (2002). Przeciwdziałanie nadmiernemu rozpraszaniu zabudowy dużych miast. *Wnioski. Człowiek i Środowisko*, 26, 1-2, 87–102.
- Nowakowski, M. (2004). Rozpraszanie zabudowy warszawskiej metropolii. *Człowiek i Środowisko*, 28 (3-4), 35–49.

- Nowakowski, M. (2006a). *Intensyfikacja zagospodarowywania metropolii warszawskiej*, Instytut Gospodarki Przestrzennej i Mieszkalnictwa, Warszawa.
- Nowakowski, M. (2006b). Rozprzestrzenianie i rozpraszenie zabudowy warszawskiej metropolii, [w:] S. Kozłowski (red.), *Żywiotowe rozprzestrzenianie się miast. Narastający problem aglomeracji miejskich w Polsce, Studia nad Zrównoważonym Rozwojem*, Tom II, Komitet „Człowiek i Środowisko” PAN, Katolicki Uniwersytet Lubelski, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok-Lublin-Warszawa, 151–171.
- Nystuen, J.D., Dacey, M.F. (1961). A graph theory interpretation of nodal regions. *Papers in Regional Science*, 7 (1), 29–42.
- Obszar Metropolitalny Warszawy w 2016 r.* (2017). Oprac. zespół (kier. T. Zegar), Urząd Statystyczny w Warszawie, Mazowiecki Ośrodek Badań Regionalnych.
- Openshaw, S. (1983). *The Modifiable Areal Unit Problem*. Geo Books, Norwich, UK.
- Ore, Ø. (1966). *Wstęp do teorii grafów*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Ouředníček, M. (2007). Differential suburban development in the Prague urban region. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 89 (2), 111–126. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0467.2007.00243.x>
- Owens III, R., Rossi-Hansberg, E., & Sarte, P. D. (2020). Rethinking Detroit. *American Economic Journal: Economic Policy*, 12(2), 258–305. <http://dx.doi.org/10.1257/pol.20180651>
- Oztürk, D. (2017). Assessment of urban sprawl using Shannon's entropy and fractal analysis: a case study of Atakum, Ilkadam and Canik (Samsun, Turkey). *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 25 (3), 264–276. <https://doi.org/10.3846/16486897.2016.1233881>
- Parysek, J. (1980). Analiza skupień jako metoda kwalifikacji w geografii, [w:] Z. Chojnicki (red.), *Metody taksonomiczne w geografii*, Seria Geografia, 5, PAN Oddział w Poznaniu, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Poznań-Warszawa, 87–99.
- Parysek, J. (1985). Zróznicowanie struktury społeczno-ekonomicznej głównych miast Jugosławii. *Czasopismo Geograficzne*, 3-4, 327–341.
- Piorr, A., Ravetz, J., Tosics, I. (2011). *Peri-urbanisation in Europe: Towards a European policy to sustain urban-rural futures. A Synthesis Report*. PLUREL project, University of Copenhagen, Academic Books Life Sciences, Copenhagen.
- Ponsard, P. (1972). Zastosowanie teorii grafów do analizy przestrzennej w ekonomii. *Przegląd Geograficzny*, 44 (1), 63–72.
- Potrykowska, A., Śleszyński, P. (1999). *Migracje wewnętrzne w Warszawie i województwie warszawskim*. Atlas Warszawy, z. 7, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Potrykowski, M., Taylor, Z. (1982). *Geografia transportu. Zarys problemów, modeli i metod badawczych*. PWN, Warszawa.
- Projekt ustawy o zmianie niektórych ustaw w związku z uproszczeniem procesu inwestycyjno-budowlanego (wraz z oceną skutków regulacji)*. (2017). Ministerstwo Infrastruktury i Budownictwa.
- Radzinski, A. (2015). Między miastem kurczącym się a reurbanizacją. Zróznicowanie rozwoju miast w Niemczech w latach 1995-2012. *Przegląd Geograficzny*, 87 (4), 659–682. <https://doi.org/10.7163/przg.2015.4.5>
- Ratajczak, W. (1977). Metody grafowe w geografii ekonomicznej, [w:] Z. Chojnicki (red.), *Metody ilościowe i modele w geografii*, PWN, Warszawa, 143–157.
- Ratajski, L. (1973). *Metodyka kartografii społeczno-gospodarczej*. Państwowe Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych im. Eugeniusza Romera.
- Ravetz, J., Fertner, C., Nielsen, T.S. (2013). The dynamics of peri-urbanization, [w:] K. Nilsson, S. Pauleit, S. Bell, C. Aalbers, Th. A. Sick Nielsen (eds), *Peri-urban futures: Scenarios and models for land use change in Europe*, Springer, 13–44. https://doi.org/10.1007/978-3-642-30529-0_2
- Richardson, H.W. (1977). *The New Urban Economics: And Alternatives*, Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203717141>
- Riitters, K.H., O'Neill, R.V. Hunsaker, C.T., Wickham, J.D., Yankee, D.H., Timmins, S.P., Jones, K.B., Jackson, B.L. (1995). A factor analysis of landscape pattern and structure metrics. *Landscape Ecology*, 10 (1), 23–39. <https://doi.org/10.1007/bf00158551>
- Ripley, B.D. (1976). The second-order analysis of stationary point processes *Journal of Applied Probability*, 13 (2), 255–266. <https://doi.org/10.1017/s0021900200094328>
- Różański, S., Filipkowski, S., Buckiewiczówna, M. (1928). Plan Ogólny Wielkiej Warszawy, [w:] *Plany regulacyjne Warszawy dawnej i nowej*, Architektura i Budownictwo, IV, 11, 410–438.
- Runge, J. (1992). *Wybrane zagadnienia analizy przestrzennej w badaniach geograficznych*. Skrypty Uniwersytetu Śląskiego, 469, Uniwersytet Śląski, Katowice.
- Runge, J. (2007). *Metody badań w geografii społeczno-ekonomicznej - elementy metodologii, wybrane narzędzia badawcze*. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice.

- Runge, J., Kantor-Pietraga I., Krzysztofik, R., Runge, A. (2014). Model urbanizacji złożonych układów osadniczych w świetle procesu kurczenia się miast, [w:] T. Stryjakiewicz (red.), *Kurczenie się miast w Europie Środkowo-Wschodniej*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 115–125.
- Runge, A., Runge, J. (2008). *Słownik pojęć z geografii społeczno-ekonomicznej*. Videograf Edukacja.
- Rykiel, Z. (1978). Miejsce aglomeracji wielkomiejskich w przestrzeni społeczno-gospodarczej Polski. *Prace Geograficzne*, 128, IGiPZ PAN.
- Rykiel, Z. (2002). Przemiany przestrzenne polskiego miasta postsocjalistycznego, [w:] J. Słodczyk (red.), *Przemiany bazy ekonomicznej i struktury przestrzennej miast*, Uniwersytet Opolski, 285–295.
- Schuler, M., Lepori, B., Kaufmann, V., Joye, D. (1997). *Eine Integrative Sicht der Mobilität: im Hinblick auf ein neues Paradigma der Mobilitätsforschung*. Schweizerischer Wissenschaftsrat, Bern.
- Seto, K.C., Fragkias, M. (2005). Quantifying spatiotemporal patterns of urban land-use change in four cities of China with time series landscape metrics. *Landscape Ecology*, 20 (7), 871–888. <https://doi.org/10.1007/s10980-005-5238-8>
- Shannon, C.E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27 (3), 379–423.
- Short, J.R. (1978). Residential mobility. *Progress in Geography*, 2 (3), 419–447. <http://dx.doi.org/10.1177/030913257800200302>
- Siemiński, J. (2010). Kontinuum miejsko-wiejskie i niektóre jego problemy infrastrukturalne. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 2, 215–228.
- Sieverts, T. (1997). *Zwischenstadt. Zwischen Ort und Welt, Raum und Zeit, Stadt und Land*. Braunschweig, Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-663-11933-3>
- Smętkowski, M. (2005). Rola infrastruktury transportowej w integracji obszaru metropolitalnego Warszawy, [w:] Z. Makiela, T. Marszał (red.), *Infrastruktura techniczno-ekonomiczna w obszarach metropolitalnych*, Biuletyn KPZK PAN, 222, 45–63.
- Smętkowski, M. (2007). Delimitacja obszarów metropolitalnych – nowe spojrzenie, [w:] G. Gorzelak, A. Tucholska (red.), *Rozwój, region, przestrzeń*, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, EUROREG, Warszawa, 215–233.
- Smętkowski, M. (2018). The metropolisation process at different territorial scales: focus on Central and Eastern European countries, [w:] D. Kuttor (red.), *Visegrad Mosaic – New Colours and Old Contours*, FGYFTFM, Miskolc, 23–37.
- Smętkowski, M., Celińska-Janowicz, D. (2014). Dwubiegunowość przestrzeni biurowej w Warszawie – porównanie centralnego i mokotowskiego obszaru biznesu, [w:] A. Wolaniuk (red.), *Centra i peryferie w okresie transformacji ustrojowej, XXVII Konwersatorium Wiedzy o Mieście*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, 205–216.
- Smętkowski, M., Jałowiecki, B., Gorzelak, G. (2009). Obszary metropolitalne w Polsce – diagnoza i rekomendacje. *Studia Regionalne i Lokalne*, 35 (1), 52–73.
- Sokołowski, D. (1999). *Zróżnicowanie zbioru małych miast i większych osiedli wiejskich w Polsce w ujęciu koncepcji kontinuum wiejsko-miejskiego*. Wydawnictwo UMK, Toruń.
- Solarek, K. (2005). Dezurbanizacja południowej strefy podmiejskiej Warszawy. Charakterystyka procesu, główne zagrożenia, [w:] P. Lorens (red.), *Problem suburbanizacji*, Biblioteka Urbanisty, 7, Urbanista, Warszawa, 63–70.
- Solarek, K. (2013). *Struktura przestrzenna strefy podmiejskiej Warszawy. Determinanty współczesnych przekształceń*. Seria Architektura, 13, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- Solarek, K. (2017). *Cechy przestrzenne suburbanizacji - Aglomeracja Warszawy a wybrane aglomeracje europejskie*. Biuletyn KPZK PAN, 265, 36–64.
- Solon, J. (2002). *Ocena różnorodności krajobrazu na podstawie analizy struktury przestrzennej roślinności*. Prace Geograficzne, 185, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Solon, J. (2009). Spatial context of urbanization: Landscape pattern and changes between 1950 and 1990 in the Warsaw metropolitan area, Poland. *Landscape and Urban Planning*, 93 (3–4), 250–261. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2009.07.012>
- Solon, J., Pomianowski, W. (2014). Program „GraphScape” – nowe narzędzie do analizy struktury przestrzennej i stopnia łączności w obrębie krajobrazu. *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 38, 15–32.
- Song, Y., Qiu, Q., Guo, Q., Lin, J., Li, F., Yu, Y., Li, X., Tang, L. (2010). *The application of spatial Lorenz curve (SLC) and Gini coefficient in measuring land use structure change*, [w:] The 18th International Conference on Geoinformatics: GIScience in Change, 18-20 VI 2010, Beijing University, s. 1–5. <http://dx.doi.org/10.1109/GEOINFORMATICS.2010.5567808>
- Soule, D.C. (red.). (2006). *Urban Sprawl – a Comprehensive Reference Guide*, Greenwood Press, London.

- Spórna, T. (2018). The suburbanisation process in a depopulation context in the Katowice conurbation, Poland. *Environmental & Socio-economic Studies*, 6 (1), 57–72. <http://dx.doi.org/10.2478/environ-2018-0007>
- Squires G.D. (ed.). (2002). *Urban Sprawl: Causes, Consequences and Policy Responses*. Urban Institute Press, Washington D.C.
- Stanilov, K. (ed.). (2007). *The Post-Socialist City. Urban Form and Space Transformations in Central and Eastern Europe after Socialism*. Springer, Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6053-3>
- Stanilov, K., Hirt, S. (2014). Sprawling Sofia: Postsocialist Suburban Growth in the Bulgarian Capital, [w:] K. Stanilov, L. Sýkora (red.), *Confronting suburbanization: Urban decentralization in postsocialist Central and Eastern Europe*, Wiley-Blackwell, 163–191. <http://dx.doi.org/10.1002/9781118295861.ch6>
- Stanilov, K., Sýkora, L. (red.). (2014). *Confronting suburbanization: Urban decentralization in postsocialist Central and Eastern Europe*. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1002/9781118295861>
- Staszewska, S. (2013). *Urbanizacja przestrzenna strefy podmiejskiej polskiego miasta*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe.
- Steinhaus H. (1947). O wskaźniku zagęszczenia i rozproszenia. *Przegląd Geograficzny*, 21, 1-2, 1–3.
- Stępiak M. (2008). Inwestycje mieszkaniowe na obszarze metropolitalnym Warszawy w latach 1995–2005, [w:] J. Słodczyk, M. Śmigiełska (red.), *Współczesne kierunki i wymiary procesów urbanizacji*, Wydawnictwo Uniwersytetu Opolskiego, Opole, 209–218.
- Stępiak, M. (2012). The spatial deconcentration of housing resources in Warsaw 1945–2008. *Geographia Polonica*, 85 (1), 67–80. <http://dx.doi.org/10.7163/GPol.2012.1.6>
- Stępiak, M. (2013). Możliwości opracowania wskaźników bazujących na danych przypisanych miejscowościom statystycznym, [w:] P. Śleszyński (red.), *Wskaźniki zagospodarowania i ładu przestrzennego w gminach*, Biuletyn KPZK PAN, 252, Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN, Warszawa, 43–50.
- Stępiak, M. (2014). *Przekształcenia przestrzennego rozmieszczenia zasobów mieszkaniowych w Warszawie w latach 1945–2008*. Prace Geograficzne, 245, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Stoyanov, P., Frantz, K. (2006). Gated communities in Bulgaria: Interpreting a new trend in post-communist urban development. *GeoJournal*, 66, 57–63. <http://dx.doi.org/10.1007/s10708-006-9016-1>
- Straszewicz, L. (1985). Strefa podmiejska. Pojęcia i definicje. *Folia Geographica*, 5, Acta Universitatis Lodziensis, 7–16.
- Strategia Rozwoju Obszaru Metropolitalnego Warszawy do roku 2030*. (2015). Deloitte, Warszawa.
- Stryjakiwicz, T. (red.). (2014). *Kurczenie się miast w Europie Środkowo-Wschodniej*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- Strzelecki, Z., Kucińska, M. (2006). Żywiolowe rozprzestrzenianie się metropolii warszawskiej, [w:] S. Kozłowski (red.), *Żywiolowe rozprzestrzenianie się miast. Narastający problem aglomeracji miejskich w Polsce*, Studia nad Zrównoważonym Rozwojem, Tom II, Komitet „Człowiek i Środowisko” PAN, Katolicki Uniwersytet Lubelski, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok-Lublin-Warszawa, 125–149.
- Studium Planu Zagospodarowania Przestrzennego Obszaru Metropolitalnego Warszawy*. (2010). Oprac. zespół (kier. T. Sławiński), Mazowieckie Biuro Planowania Regionalnego w Warszawie.
- Sudra, P. (2015). Problemy suburbanizacji rezydencjalnej na obszarze metropolitalnym Warszawy, [w:] T. Bradecki (red.), *Region-Miasto-Wieś: Mieszkać w wieście. Tom 2. Wyzwania współczesności*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 113–122.
- Sudra, P. (2016). Zastosowanie wskaźników koncentracji przestrzennej w badaniu procesów urban sprawl. *Przegląd Geograficzny*, 88 (2), 247–272. <http://dx.doi.org/10.7163/PrzG.2016.2.6>
- Sudra, P. (2018). Ewolucja kryteriów delimitacji wielkomiejskich układów osadniczych w Polsce. *Przegląd Geograficzny*, 90 (2), 181–208. <https://doi.org/10.7163/przg.2018.2.1>
- Sudra, P. (2020). Spatial dispersion and the concentration of buildings in an urban agglomeration – a typology proposal for the Warsaw Metropolitan Area, *Environmental & Socio-economic Studies*, 8(4), 81–96. doi: <https://doi.org/10.2478/environ-2020-0025>
- Swianiewicz, P. (2004). Obszary metropolitalne - wewnętrzna dynamika zmian, [w:] A. Kukliński (red.), *Globalizacja Warszawy - strategiczny problem XXI wieku*, Oficyna Wydawnicza „Rewasz”, Warszawa.
- Swianiewicz, P., Klimska, K. (2005). Społeczne i polityczne zróżnicowanie aglomeracji w Polsce – waniliowe centrum, mozaika przedmieść. *Prace i Studia Geograficzne*, 35, s. 45–70.
- Swiatłowski, E. E. (1930). *O centrograficzkeskom mietodie, kak osnovnom mietodie w ekonomiczeskoj geografii*, Izwiestija Gosud. Russkogo Geograficzkeskogo Obszczastwa, 42, 3.

- Swiatłowski, E.E., Eells, W.C. (1937). The centrographical method and regional analysis. *Geographical review*, 27 (2), 240–254.
- Szmytkie, R. (2014). *Metody analizy morfologii i fizjonomii jednostek osadniczych*. Rozprawy Naukowe Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego, 35, Uniwersytet Wrocławski, Wrocław.
- Śleszyński, P. (2002). Delimitacja centrum Warszawy – problemy badawcze, [w:] G. Węclawowicz (red.), *Warszawa jako przedmiot badań w geografii społeczno-ekonomicznej*, Prace Geograficzne, 184, IGiPZ PAN.
- Śleszyński, P. (2004a). Demograficzne przesłanki rozwoju rynku mieszkaniowego w aglomeracji warszawskiej. *Przegląd Geograficzny*, 76 (4), 493–514.
- Śleszyński, P. (2004b). *Kształtowanie się zachodniej części centrum Warszawy*. Prace Geograficzne, 196, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Śleszyński, P. (2006). *Przedsiębiorstwa w przestrzeni Warszawy*, Atlas Warszawy, z. 9, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Śleszyński, P. (2011). Oszacowanie rzeczywistej liczby ludności gmin województwa mazowieckiego z wykorzystaniem danych ZUS. *Studia Demograficzne*, 2, 35–58.
- Śleszyński, P. (2012). *Obszar Metropolitalny Warszawy a rozwój Mazowsza*, Trendy Rozwojowe Mazowsza, 8, Mazowieckie Biuro Planowania Regionalnego, Warszawa.
- Śleszyński, P. (2013a). Delimitacja Miejskich Obszarów Funkcjonalnych stolic województw. *Przegląd Geograficzny*, 85 (2), 173–197. <https://doi.org/10.7163/przg.2013.2.2>
- Śleszyński, P. (2013b). Warszawa jako ośrodek dojazdów pracowniczych. *Studia Regionalne i Lokalne*, 1 (51), 5–25.
- Śleszyński, P. (red.). (2013c). *Wskaźniki zagospodarowania i ładu przestrzennego w gminach*. Biuletyn KPZK PAN, 252, Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN, Warszawa.
- Śleszyński, P. (2014a). Distribution of population density in Polish towns and cities. *Geographia Polonica*, 87 (1), 61–75. <https://doi.org/10.7163/gpol.2014.4>
- Śleszyński, P. (2014b). Procesy suburbanizacji w Polsce a polityka przestrzenna i regionalna, [w:] A. Wolaniuk (red.), *Centra i peryferie w okresie transformacji ustrojowej*, XXVII Konwersatorium Wiedzy o Mieście, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, 11–26.
- Śleszyński, P. (2014c). *Przemiany społeczno-demograficzne województwa mazowieckiego w latach 1990 - 2030*. Trendy Rozwojowe Mazowsza, 15, Mazowieckie Biuro Planowania Regionalnego, Warszawa.
- Śleszyński P. (2017). *Struktura społeczno-gospodarcza oraz trendy rozwojowe województwa mazowieckiego na tle sąsiednich regionów. Wnioski do korekty podziału terytorialnego (materiał analityczno-dyskusyjny)*. Opinie i Ekspertyzy, OE-257, opracowanie wykonane w Instytucie Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN dla Biura Analiz Dokumentacji i Korespondencji Kancelarii Senatu RP, Warszawa.
- Śleszyński, P. (2018). Społeczno-ekonomiczne skutki chaosu przestrzennego dla osadnictwa i struktury funkcjonalnej terenów, [w:] A. Kowalewski, T. Markowski, P. Śleszyński (red.), *Studia nad chaosem przestrzennym*. Cz. 2. *Koszty chaosu przestrzennego*, Studia KPZK PAN, 182, Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN, 29–80.
- Śleszyński, P. (koord.), Deręgowska, A., Kubiak, Ł., Sudra, P., Zielińska, Z. (2018a). *Analiza stanu i uwarunkowań prac planistycznych w gminach w 2017 roku*. Opracowanie wykonane dla Departamentu Polityki Przestrzennej Ministerstwa Inwestycji i Rozwoju, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Śleszyński, P., Gibas P., Sudra, P. (2020a). The Problem of Mismatch between the CORINE Land Cover Data Classification and the Development of Settlement in Poland. *Remote Sensing*, 12 (14), 2253. <https://doi.org/10.3390/rs12142253>
- Śleszyński, P., Kowalewski, A., Markowski, T., Legutko-Kobus, P., Nowak, M. (2020b). The Contemporary Economic Costs of Spatial Chaos: Evidence from Poland. *Land*, 9(7), 214. <https://doi.org/10.3390/land9070214>
- Śleszyński, P., Stepniak, M., Mazurek, D. (2018b). Oszacowanie skutków presji inwestycyjnej i nadpodaży gruntów budowlanych w strefie podmiejskiej Warszawy na przykładzie gmin pasma zachodniego. *Przegląd Geograficzny*, 90, 2. 209–240. <https://doi.org/10.7163/przg.2018.2.2>
- Śleszyński, P., Sudra, P. (2016). Skutki finansowe uchwalenia miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego dla gmin według danych na koniec 2014 roku. *Człowiek i Środowisko*, 40 (1), 29–52.
- Śleszyński, P., Sudra, P. (2019). Zastosowanie metody minimalnego drzewa rozpinającego (najkrótszego dendrytu) w ocenie efektywności i spójności sieci osadniczej województwa mazowieckiego. *Przegląd Geograficzny*, 91, 2, 61–80. <https://doi.org/10.7163/przg.2019.2.4>
- Taylor, Z. (1979). *Przestrzenna dostępność miejskiego systemu transportowego na przykładzie Poznania*. Studia KPZK PAN, 67, Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN.

- Teaford, J.C. (2011). Suburbia and post-suburbia: A brief history, [in:] N.A. Phelps, F. Wu (eds), *International Perspectives on Suburbanization: A Post-Suburban World?*, Palgrave MacMillan, London, 15–34. https://doi.org/10.1057/9780230308626_2
- Theil, H. (1972). *Statistical Decomposition Analysis*. North-Holland Publishing Company, Amsterdam.
- Thomas, R.W. (1981). *Information Statistics in Geography*. Geo Abstracts, University of East Anglia, Norwich.
- Tobler, W.R. (1970). A computer movie simulating urban growth in the Detroit region, *Economic Geography*, 46 (supp. 1), 234–240. <https://doi.org/10.2307/143141>
- Topczewska, T., Maliszewski, C. (2014). Suburbanizacja a jakość dokumentów planistycznych gmin – na przykładzie gmin podwarszawskich. *Człowiek i Środowisko*, 38 (1), 23–43.
- Torrrens P.M., Alberti M. (2000). *Measuring Sprawl*. CASA Working Paper 27, Centre for Advanced Spatial Analysis (UCL), London.
- Triantakoustantis, D., Stathakis, D. (2015). Examining urban sprawl in Europe using spatial metrics. *Geocarto International*, 30 (10), 1092–1112. <https://doi.org/10.1080/10106049.2015.1027289>
- Uhorczak, F. (1932). Z metodyki badań nad osadnictwem. *Czasopismo Geograficzne*, 10 (1-3), 11–28.
- Ustawa z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym
- Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym
- Uuemaa, E., Antrop, M., Roosaare, J., Marja, R., Mander, Ü. (2009). Landscape metrics and indices: an overview of their use in landscape research. *Living Reviews in Landscape Research*, 3 (1), 1–28. <https://doi.org/10.12942/lrlr-2009-1>
- Van den Berg, L., Drewett, R., Klaasen, L. H., Rossi, A., Vijverberg, C. H. (1982). *Urban Europe, A Study of Growth and Decline*. Pergamon, Oxford.
- Verzosa, L.C.O., Gonzalez, R.M. (2010). *Remote sensing, geographic information systems and Shannon's entropy: measuring urban sprawl in a mountainous environment*, [w:] W. Wagner, B. Székely (red.), ISPRS TC VII Symposium – 100 Years ISPRS, Vienna, Austria, 5-7 VII 2010, IAPRS, 38, Part 7A, 269-274.
- Ward, J.H. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function, *Journal of the American Statistical Association*, 58 (301), 236–244. <https://doi.org/10.1080/01621459.1963.10500845>
- Webster, D., Muller, L. (2009). Peri-urbanization: Zones of rural-urban transition, [w:] S. Sassen (ed.), *Human Settlement Development*, Eolss Publishers, Oxford, 280–309.
- Weng, Q., Liu, H., Lu, D. (2007). Assessing the effects of land use and land cover patterns on thermal conditions using landscape metrics in city of Indianapolis, United States. *Urban Ecosystems*, 10 (2), 203–219. <https://doi.org/10.1007/s11252-007-0020-0>
- Werner, P. (2005). Symulacja zmian zasięgu obszaru zurbanizowanego aglomeracji Warszawy, [w:] T. Czyż, H. Rogacki (red.), *Współczesne problemy i koncepcje teoretyczne badań przestrzenno-ekonomicznych*, Biuletyn KPZK PAN, 219, 156–172.
- Węclawowicz, G. (1991). *Zróżnicowania społeczno-przestrzenne w aglomeracji warszawskiej (1978 i 1988)*. Zeszyty IGiPZ PAN, 2, Warszawa.
- Węclawowicz, G. (1999). Miasto polskie w transformacji – kształtowanie się miasta postsocjalistycznego, [w:] J. Kaczmarek (red.), *Zróżnicowanie struktur społecznych w dużych miastach*, XI Konwersatorium Wiedzy o Mieście, Uniwersytet Łódzki, 33–44.
- Węclawowicz, G. (red.). (2002). *Warszawa jako przedmiot badań w geografii społeczno-ekonomicznej*, Prace Geograficzne, 184, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Wędrowska, E. (2010). Wykorzystanie entropii Shannona i jej uogólnień do badania rozkładu prawdopodobieństwa zmiennej losowej dyskretnej. *Przeгляд Statystyczny*, 57 (4), 39–53.
- Wędzik, A. (2014). The optimization of cable layout design in wind farm internal networks. *Acta Energetica*, 3 (20), 144–149. <https://doi.org/10.12736/issn.2300-3022.2014313>
- Whitehand, J.W.R. (1988). Urban fringe belts: development of an idea. *Planning Perspectives*, 3 (1), 47–58. <https://doi.org/10.1080/02665438808725651>
- Wieloński, A. (red.). (1992). *Wpływ Warszawy na urbanizację strefy podmiejskiej*. Prace i Studia Geograficzne, 13, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego.
- Wilson, R.J. (1972). *Introduction to graph theory*. Longman, Londyn.
- Wong, D.W.S., Lasus, H., Falk, R.F. (2009). Exploring the variability of segregation index D with scale and zonal systems an analysis of thirty US cities. *Environment and Planning A*, 31, 507–522. <https://doi.org/10.1068/a310507>
- Woźniak, M. (2015). *Agglomeracja warszawska. Przestrzenne zróżnicowanie strefy podmiejskiej*. Rozprawa doktorska. Instytut Socjologii. Uniwersytet Warszawski.

- Wrona, A. (2015). Przeprowadzki z miast do wsi - spotkanie dwóch kultur i co z niego wynika dla lokalnych społeczności. *Górnośląskie Studia Socjologiczne*, Seria Nowa 6, 123–144.
- Yeh, A.G.O., Li, X. (2001). Measurement and monitoring of urban sprawl in a rapidly growing region using entropy. *Photogrammetry and Remote Sensing*, 67, 1, 83–90.
- Zagożdżon, A. (1970). Metody grafowe w badaniach osadniczych ze szczególnym uwzględnieniem morfologii siedlisk. *Przegląd Geograficzny*, 42 (2), 335–348.
- Zagożdżon, A. (1971). Morfologia osiedli województwa opolskiego, [w:] S. Golachowski (red.), *Struktury i procesy osadnicze*, t. II, Opole–Wrocław, Instytut Śląski, 321–372.
- Zagożdżon, A. (1974). Rozwój sieci osadniczej w Legnicko-Głogowskim Okręgu Miedziowym, [w:] S. Golachowski, A. Zagożdżon (red.), *Dolnośląski Okręg Miedziowy 1960 - 1970. Początki przemian społeczno-ekonomicznych*, Komitet Badań Rejonów Uprzemysławianych, PWN, Wrocław–Warszawa, 201–237.
- Zagożdżon, A. (1977). Wykorzystanie metod i technik grafowych w analizie struktur przestrzennych, [w:] Z. Chojnicki (red.), *Metody ilościowe i modele w geografii*, PWN, Warszawa, 158–169.
- Zborowski, A. (2005). *Przemiany struktury społeczno-przestrzennej regionu miejskiego w okresie realnego socjalizmu i transformacji ustrojowej (na przykładzie Krakowa)*. Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- Zborowski, A., Raźniak, P. (2013). Suburbanizacja rezydencjonalna w Polsce - ocena procesu. *Studia Miejskie*, 9, 37–50.
- Zegar, T. (2003). Procesy integracji obszaru metropolitalnego Warszawy. *Studia Regionalne i Lokalne*, 1 (11), 75–97.
- Zgliński, W. (1994). *Kształtowanie się strefy żywicielskiej aglomeracji warszawskiej*. Prace Geograficzne, 162, IGiPZ PAN, Wrocław–Warszawa–Kraków.
- Zielinski, K. (1979). Experimental analysis of eleven models of urban population density. *Environment and Planning A*, 11 (6), 629–641. <https://doi.org/10.1068/a110629>
- Zierhoffer, A. (1934). Pewien wzór na określenie stopnia rozproszenia i skupienia osiedli wiejskich, [w:] H. Arctowski (red.), *Zbiór prac poświęconych przez Towarzystwo Geograficzne we Lwowie Eugeniuszowi Romerowi w 40-lecie jego twórczości naukowej*, Towarzystwo Geograficzne, Lwów, 488–494.
- Ziobrowski, Z. (1992). *Mierniki jakości przestrzeni miejskiej*. Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej, Warszawa.
- Zuzańska-Żyśko, E. (2016). *Procesy metropolizacji: teoria i praktyka*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

