

Uniwersytet Łódzki

Wydział Nauk Geograficznych

Angelika Jasion-Krzysztofik

**Analiza geoinformacyjna sieci osadniczej na przykładzie powiatu
opoczyńskiego**

**Geoinformation analysis of the settlement network on the example of
Opoczno district**

Praca doktorska

napisana pod kierunkiem

prof. dr hab. Iwony Jażdżewskiej

Łódź 2023

Spis treści

Rozdział 1. Wprowadzenie	4
1.1. Istota i znaczenie Systemów Informacji Geograficznej i geoinformacji	5
1.2. Główne założenia pracy	10
1.3. Źródła danych	15
Państwowy rejestr granic i powierzchni jednostek podziałów terytorialnych kraju - PRG	15
Państwowy rejestr nazw geograficznych - PRNG	16
Baza danych obiektów topograficznych - BDOT	17
Baza danych obiektów ogólnogeograficznych - BDOO	19
OpenStreetMap	20
System Identyfikacji Działek Rolnych - LPIS	21
Rejestr PESEL i rejestr mieszkańców	23
Dane na temat wybranych typów usług	24
1.4. Metody badań	27
Metoda najbliższego sąsiada	27
Wskaźnik skumulowanej koncentracji oparty na krzywej M. Lorenza	29
Wskaźnik koncentracji przestrzennej C	32
Entropia Shannona	33
Dendryt wrocławski	35
Reguła Zipfa	37
Rozdział 2. Sieć osadnicza jako kierunek badawczy geografii osadnictwa	41
2.1. Badania sieci osadniczej w świetle literatury polskiej	41
2.2. Badania sieci osadniczej w świetle literatury zagranicznej	47
2.3. Główne teorie lokalizacji i rozwoju osadnictwa	53
Teoria miejsc centralnych	53
Teoria bazy ekonomicznej	58
Model układu liniowego i model sieciowy	62
2.4. Przegląd definicji sieci osadniczej	69

Rozdział 3. Charakterystyka powiatu opoczyńskiego jako obszaru badań	72
3.1. Położenie administracyjne i komunikacyjne.....	72
3.2. Środowisko przyrodnicze.....	74
3.3. Rys historyczny i kulturowy	77
3.4. Charakterystyka demograficzna.....	84
3.5. Charakterystyka sieci osadniczej	90
Rozdział 4. Porównanie źródeł danych na przykładzie obszaru badań.....	93
4.1. Miejscowości.....	95
4.2. Budynki	105
4.3. Sieć drogowa.....	115
4.4. Siedliska	124
4.5. Liczba mieszkańców	133
Rozdział 5. Analizy sieci osadniczej powiatu opoczyńskiego	139
5.1. Koncentracja sieci osadniczej powiatu opoczyńskiego	140
Metoda najbliższego sąsiada	140
Wskaźnik skumulowanej koncentracji oparty na krzywej M. Lorenza	142
Wskaźnik koncentracji przestrzennej C	155
Entropia Shannona.....	163
5.2. Sieć osadnicza powiatu opoczyńskiego w ujęciu grafowym	171
Grafy najkrótszych połączeń z wykorzystaniem dendrytu wrocławskiego	171
Grafy przynależności i najbliższych połączeń do wybranych usług użyteczności publicznej	186
5.3. Hierarchizacja sieci osadniczej powiatu opoczyńskiego	205
Hierarchia osiedli na podstawie liczby mieszkańców zgodnie z regułą Zipfa	205
Hierarchia osiedli na podstawie pełnionych funkcji	215
Podsumowanie.....	234
Bibliografia	264
Spis rysunków	291
Spis tabel.....	295
Załączniki	297

Rozdział 1. Wprowadzenie

Kluczem do powstania pomysłu, tematu i całej pracy był System Informacji Geograficznej (GIS), z którym Autorka jest związana od czasu studiów na kierunku geoinformacja. Rozprawa związana jest z analizą geoinformacyjną, w której kluczowe są dane oraz analizy przestrzenne wykonane na podstawie określonych metod badawczych. Testowanie źródeł danych i metod badań przeprowadzono na sieci osadniczej powiatu opoczyńskiego. Powiat opoczyński, jako miejsce, z którego pochodzi Autorka, jest Jej szczególnie bliski i znany, a zarazem ciekawy i pełen problemów. Powiat jest regionem typowo wiejskim, położonym peryferyjnie, na granicy trzech województw, oddalony od większych miast i głównych szlaków komunikacyjnych. Prowadzi to do wielu problemów natury demograficznej, ekonomicznej czy społecznej. Sieć osadnicza tego obszaru składa się głównie ze wsi, rozumianych w kategoriach administracyjnych. Wieś bowiem ma wiele znaczeń i jest różnie definiowana. W geografii istnieją dwa tradycyjne rozumienia wsi: wsi sensu largo, traktowanej jako obszar wiejski i wsi sensu stricto, ujmowanej jako siedlisko i rozłóg wiejski (Wójcik, 2012). Wieś składa się, w najprostszym rozumieniu z siedliska, czyli miejsca zamieszkania ludności, które wyznacza się jako dom mieszkalny wraz z przyległymi budynkami i parcelą, na której się znajdują oraz z rozłogu, czyli ziemi gospodarstwa rolnego, na którą składają się pola, łąki, pastwiska, nieużytki, lasy itp. (Szymańska, 2013). Wieś jest także określana jako twór terytorialny posiadający granicę, rozłóg ziemi i siedlisko, który stanowi całość przestrzenną o specjalnych więzach społecznych oraz uregulowaniach prawnych (Tkocz, 1998). W ustawie z dnia 29 sierpnia 2003 r. o urzędowych nazwach miejscowości i obiektów fizjograficznych wieś definiuje się jako jednostkę osadniczą o zwartej lub rozproszonej zabudowie i istniejących funkcjach rolniczych lub związanych z nimi usługowych lub turystycznych nieposiadającą praw miejskich lub statusu miasta (Dz. U. 2003 Nr 166 poz. 1612). Praca ma być z zasady połączeniem tematyki sieci osadniczej i osadnictwa wiejskiego z zastosowaniem systemów informacji geograficznej wpisując się w nurt GIScience i geografii osadnictwa. Praca mieści się w zakresie badawczym dyscypliny geografia społeczno-ekonomiczna i gospodarka przestrzenna.

1.1. Istota i znaczenie Systemów Informacji Geograficznej i geoinformacji

GIS to skrót od *Geographical Information System*¹ lub od *Geographic Information System*². W Polsce, oprócz GIS używa się także innych określeń, często stosowanych zamiennie. Do takich pojęć należy System Informacji Przestrzennej (SIP, SIG) oraz System Informacji o Terenie (SIT). Pierwszy termin traktowany jest jako nadrzędny do pojęcia GIS ze względu na szerszy zakres zastosowań, natomiast drugie pojęcie dotyczy przeważnie systemów informacji przestrzennej w odniesieniu do małych obszarów, takich jak miasto. Niejednoznaczność nazewnictwa skutkuje również wielością różnego rodzaju definicji GIS (Litwin i Myrda, 2005). GIS rozumiany jest jako zestaw procedur (ręcznych lub komputerowych) stosowanych do przechowywania i przetwarzania danych geograficznych (Aronoff, 1989). Podobnie GIS rozumie P. A. Burrough (1986), który twierdzi, że jest to rozbudowany zestaw narzędzi do gromadzenia, przechowywania, wyszukiwania według potrzeb, przetwarzania i wizualizacji danych przestrzennych ze świata rzeczywistego. H. D. Parker (1988) GIS definiuje jako technologię informacyjną, która przechowuje, analizuje i prezentuje dane zarówno przestrzenne jak i nieprzestrzenne. Jest to specjalny rodzaj systemów informacyjnych, w których baza danych składa się z danych dotyczących obiektów przestrzennych, które można opisać w przestrzeni jako punkty, linie lub obszary (Duecker, 1979). Spośród różnych definicji wyróżnić można trzy główne składowe: mapy, bazy danych oraz analizy przestrzenne. Z czasem i rozwojem technologii zmieniała się także definicja Systemu Informacji Geograficznej, zakres jego wykorzystania i możliwości (Maguire, 1991). Nie ma jednej, ogólnej definicji GIS obowiązującej dla wszystkich, ze względu na różnorodność wykorzystania tych systemów, a co za tym idzie różne podejścia, problemy badawcze i zastosowania. W szerszym rozumieniu mogą to być systemy przepływu i wykorzystania informacji, natomiast w węższym zakresie mogą być rozumiane jako oprogramowanie przeznaczone do analizy danych przestrzennych. W tym węższym znaczeniu GIS to zorganizowany system złożony z komputera, oprogramowania, danych i obsługi, który jest przeznaczony do efektywnego przechowywania, przetwarzania, aktualizowania, analizowania i przedstawiania informacji z odniesieniem geograficznym (Urbański, 1997). Podobnie na dwa ujęcia definicję GIS dzielą D. Gotlib, A. Iwaniak i R. Olszewski (2007), którzy przez system GIS w podstawowym znaczeniu rozumieją oprogramowanie i sprzęt, dane, algorytmy oraz procedury przetwarzania i udostępniania informacji. W szerszym rozumieniu

¹ według wersji brytyjskiej i kanadyjskiej

² według tłumaczenia Stanów Zjednoczonych

dodają także ludzi tworzących i obsługujących system i wszelkie prawne, technologiczne i organizacyjne procedury niezbędne do jego prawidłowego funkcjonowania. Najbardziej wszechstronna i najczęściej stosowana jest definicja pochodząca z Leksykonu Geomatycznego autorstwa J. Gaździckiego (2001), mówiąca o tym, że system informacji geograficznej to system informacji przestrzennej dotyczący danych geograficznych, z kolei system informacji przestrzennej to „system pozyskiwania, gromadzenia, weryfikowania, integrowania, analizowania, transferowania i udostępniania danych przestrzennych, w szerokim rozumieniu obejmuje on metody, środki techniczne, w tym sprzęt i oprogramowanie, bazę danych przestrzennych, organizację, zasoby finansowe oraz ludzi zainteresowanych jego funkcjonowaniem” (Gaździcki, 2001, s. 88). GIS można rozumieć jako system przepływu i wykorzystania informacji, na który składają się środki techniczne (sprzęt komputerowy i oprogramowanie), metody, bazy danych, procedury, zasoby ludzkie a także finansowe. To co wyróżnia GIS od innych systemów to specjalistyczne oprogramowanie umożliwiające połączenie analiz danych geograficznych i opisowych oraz wizualizację wyników w postaci kartograficznej (Bielecka, 2006). Podsumowując, systemy informacji geograficznej, nazywane także systemami geoinformacyjnymi, są przeznaczone do opisu, wyjaśniania a także prognozowania rozkładu przestrzennego zjawisk geograficznych. Są także ujmowane jako dział oprogramowania ale także nauki, z własną metodyką rozwiązywania problemów badawczych. Systemy te rosną w siłę dzięki wzrastającemu znaczeniu danych przestrzennych a także rozwojowi metod badawczych i analiz przestrzennych (Longley i in., 2006).

Początki powstania Systemu Informacji Geograficznej to lata 60. i 70. XX wieku, jednak koncepcja gromadzenia danych podzielonych na warstwy tematyczne jest dużo starsza niż GIS, a pierwsze próby tworzenia analogowych map tzw. „nakładkowych” datuje się na połowę wieku XIX. Ręczny sposób tworzenia takich map mógł mieć jednak zastosowanie tylko dla małych obszarów (Gotlib i in., 2007). Stało się to inspiracją do wykorzystania komputerów w kartografii, co miało miejsce w końcu lat 50. XX wieku i było zainicjowane przez meteorologów, geologów i geofizyków. Początkowo wersje systemów GIS powstawały indywidualnie i miały różne zastosowania a ich funkcje sprowadzone były głównie do inwentaryzacji danych przestrzennych (Urbański, 1997). Pierwszy duży system GIS powstał w Kanadzie w 1963 r. w celu zgromadzenia informacji na temat zasobów naturalnych i ich wykorzystania, a w 1970 r. w Stanach Zjednoczonych w celu przeprowadzenia spisu ludności (Jażdżewska i Urbański, 2013). System kanadyjski został stworzony przez Rogera Tomlinsona, którego uważa się za twórcę GIS-u. Praktyczne działanie system ten rozpoczął w 1971 r. pod nazwą CGIS, od *Canadian GIS* i przez długi czas był wzorem dla nowo powstających

systemów. Do najważniejszych funkcji CGIS zaliczyć można między innymi: podział danych na warstwy, wektoryzację skanowanych obrazów, jednolity układ współrzędnych, topologiczny zapis danych, podział na dane geometryczne i opisowe oraz proste funkcje do wykonywania analiz przestrzennych. Wśród ważnych dat należy wskazać rok 1964, kiedy to powstało Harwardzkie Laboratorium Grafiki Komputerowej i Analiz Przestrzennych, zajmujące się badaniami i tworzeniem oprogramowania służącego zarządzaniu danymi przestrzennymi. Koniec lat 60. zaowocował powstaniem wielu przedsiębiorstw związanych z GIS, w tym dwóch największych i najbardziej znanych na całym świecie: ESRI i Intergraph. W kolejnych latach, dzięki rozwojowi systemów i wzrostowi zapotrzebowania na oprogramowanie, zarówno wśród instytucji państwowych jak i działalności komercyjnych, powstawało coraz więcej firm i rozwiązań informatycznych. Rozwijała się technologia oraz metody i techniki pozyskiwania danych, głównie danych fotogrametrycznych (Litwin i Myrda, 2005). Praktyczne wykorzystanie GIS łączyło się z podejściem naukowym, którego największy rozwój datuje się na lata 80. XX wieku, kiedy to powstało dużo publikacji naukowych o zasięgu światowym (Jażdżewska i Urbański, 2013). Lata 80. to także rozpowszechnienie się komputerów osobistych, co spowodowało dalszy rozwój i popularność systemów GIS. W latach 90. nastąpiło upowszechnienie się wykorzystania GIS do różnych celów, zarówno przez instytucje państwowe i samorządowe, jak również firmy komercyjne. Zauważono zalety GIS wynikające z ich uniwersalności i interoperacyjności, gdyż stosowano je w różnych dziedzinach życia, do zarządzania infrastrukturą, transportem, zasobami ludzkimi i bezpieczeństwem publicznym a także w planowaniu przestrzennym, ochronie środowiska czy w działalności marketingowej. Dzięki powstaniu internetu, a co za tym idzie rozwojowi technologii mobilnych, satelitarnych, systemów GPS, a także dzięki działaniom wspierającym interoperacyjność i otwartość danych przestrzennych, systemy te obecnie rozwijają się w bardzo szybkim tempie, co przekłada się na wzrost liczby oprogramowania, narzędzi, źródeł danych a także rozwiązań informatycznych i programistycznych (Litwin i Myrda, 2005). Współczesne systemy GIS oferują wielofunkcyjne pakiety oprogramowania pozwalające na zastosowanie ich w wielu specjalistycznych obszarach. Kładziony jest duży nacisk na jednolite standardy zarządzania i udostępniania danych przestrzennych, co wprowadziło GIS na następny etap rozwoju, jakim jest współdziałanie, czyli tworzenie dużych, zintegrowanych infrastruktur danych geograficznych i współpracujących systemów (Bielecka, 2006).

Istotny jest także rozwój GIS pod względem naukowym, do tego stopnia, że na całym świecie od lat prowadzona jest dyskusja nad uznaniem GIS jako odrębnej dyscypliny naukowej. Badacze w różny sposób korzystają z GIS, różnie go rozumieją, definiują, wykorzystują, co

proceeds to disagreement in several issues. GIS is considered by some only as a tool used in research, and by others as a science, or a separate scientific discipline. These two separate and rather extreme positions are somewhat reconciled by a moderate position regarding the development of GIS as an information tool. The first position treats GIS instrumentally, as a help used at a certain stage of scientific research for the analysis of spatial data with the use of specific software. It can be one of many tools chosen to solve a specific problem and has the task of speeding up the analysis. The moderate position says that the creators of GIS tools come from many disciplines, in this case informatics, mathematics and geography. Geographers, who are the creators of GIS tools, participate directly in its specification, development and evaluation, as well as in its application. It also draws attention to the fact that few geographers have the technical skills necessary to create complex program tools, but they perfectly understand the concepts and geographic concepts and methods of spatial analysis and also understand the wide range of processes influencing phenomena occurring on the Earth's surface. Critical analysis and reflection goes beyond the techniques of tool development, touches on social issues, which are related to the general informatization of society, regardless of the goal that the creators of GIS set for themselves. The greatest controversy sparks a discussion on the topic of GIS as a science, which has a wider, philosophical context (Jażdżewska and Urbański, 2013; Wright et al., 1997). This is the broadest approach, over which continuous debates and disputes are taking place. It is related to the concept of the same science, scientific disciplines and different philosophical assumptions. Recognizing GIS as a science, known in world literature as GIScience, is connected with the evolution of concepts related to the emergence of a new science based on geographic information, such as „geomatics” or „science of geographic information”. It points to the multidisciplinary character of the science of geographic information (geoinformation) and apart from its evident connections with geographic sciences, it also mentions connections with other sciences, especially those, where the spatial aspect is important, such as geodesy, cartography or remote sensing (Jażdżewska, 2021; Wright et al., 1997). The concept of GIScience, or the science of geoinformation, is known in world literature, which is confirmed by journal titles and scientific conferences. Although it is a young discipline, it is developing quickly, which is evidenced by the growing number of scientific publications from this area. In Poland, the debate on the recognition of GIScience began only in the 21st century, and geoinformation in the Polish classification of geographic sciences appeared for the first time in 2020 in the publication by P. Śleszyński (2020), who included it along with cartography, remote sensing and photogrammetry within the framework of applied and useful geography, as a tool-based-problematic science. The science of geoinformation is rarely taken into account in Polish

literaturze naukowej, a jej tematyka jest szeroka. J. Gaździcki (2006), na podstawie dorobku amerykańskich i europejskich badaczy, zaproponował podział geoinformacji na 13 obszarów tematycznych, podzielonych dalej na grupy tematyczne i kolejnie tematy pokrewne:

- podstawy pojęciowe,
- geodane,
- pozyskiwanie danych,
- modelowanie danych,
- przekształcanie danych,
- podstawowe metody analiz przestrzennych,
- kartografia i wizualizacja,
- systemy i infrastruktury,
- aspekty projektowania,
- aspekty zarządzania,
- geoinformacja a społeczeństwo,
- geoinformacja w Polsce (Gaździcki, 2006; Jażdżewska, 2021).

Nauka o geoinformacji uznawana jest jako interdyscyplinarna, gdyż oprócz oczywistego związku z naukami geograficznymi, zauważalne są też jej powiązania tematyczne z innymi dyscyplinami takimi jak informatyka, geodezja, planowanie przestrzenne, leśnictwo czy logistyka. To co łączy te różne obszary to odniesienie przestrzenne, wykorzystanie informacji geograficznych oraz technologii informatycznych. Nauka o geoinformacji, inaczej GIScience znajduje się w polu badawczym innych dyscyplin, natomiast inne dyscypliny wykorzystują metody z zakresu GIScience. Choć nauka o geoinformacji jest w Polsce pojęciem nowym i jeszcze niepewnym, to zyskuje coraz szersze grono przedstawicieli. Jej złożoność, interdyscyplinarność oraz łączenie nauk geograficznych i informatyki, rozumianej głównie jako programowanie i bazy danych, prowadzi do trudności w wypracowaniu jednolitej terminologii i metodologii a jednocześnie jest ciekawe i zachęca do współpracy w interdyscyplinarnych projektach badawczych. Metodologia oraz proces pozyskiwania, przygotowania, przetwarzania i harmonizacji danych przestrzennych z różnych źródeł staje się przedmiotem badań naukowych, co niestety spotyka się jeszcze z częstą krytyką geografów. Od jakości danych przestrzennych użytych do analiz zależy jednak dokładność ich wyników oraz dalsza weryfikacja hipotez badawczych, co powinno stać się powodem do szerszej analizy danych i zauważenia istotnych problemów badawczych nauki o geoinformacji (Jażdżewska, 2021).

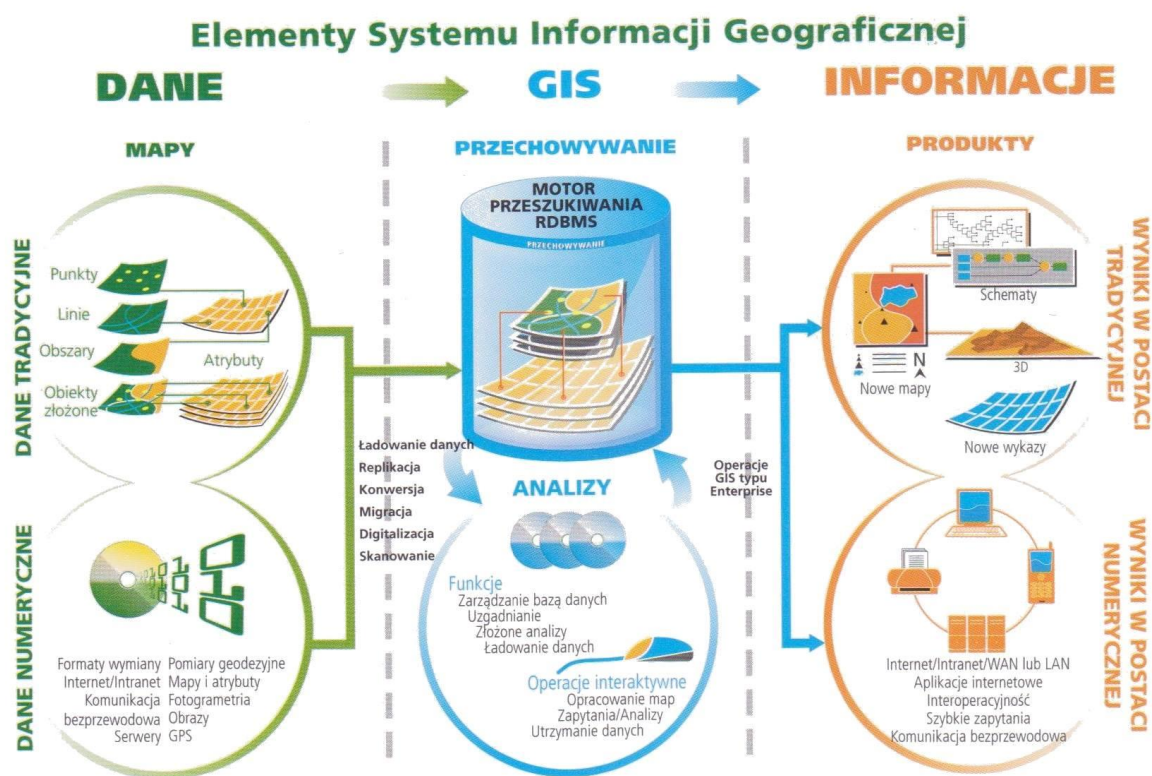
1.2. Główne założenia pracy

Rozprawa przygotowana jest w nurcie orientacji scjentystycznej. Ze względu na specyficzną tematykę pracy, na pograniczu geografii osadnictwa a dość nowego i jeszcze nieugruntowanego tworu jakim jest GIScience, czyli nauka o geoinformacji, trudno jednoznacznie określić konkretny model czy ujęcie filozoficzno-metodologiczne. W głównej mierze praca wpisuje się w model empiryczny, a dokładniej w empiryczno-naukowy model geografii (Chojnicki, 2011, 1999). W kształtowaniu tego modelu znaczną rolę odegrał empiryzm logiczny (neopozytywizm). Koncepcje neopozytywistyczne w badaniach geograficznych są szczególnie widoczne w przyjęciu dużego znaczenia metod indukcyjnych prowadzących do generalizacji z zastosowaniem metod ilościowych. Podstawą metodologiczną logicznego empiryzmu jest formułowanie praw i teorii naukowych na podstawie wnioskowania indukcyjnego. Model ten jest szczególnie związany z analizą przestrzenną skupiającą się na badaniu struktur i procesów przestrzennych. Jego dalszy rozwój wykracza poza założenia logicznego empiryzmu i zmierza w kierunku postpozytywistycznym, co powoduje, że model można nazwać krytyczno-empirycznym. Zgodnie z takim podejściem model ten charakteryzuje się pluralizmem filozoficzno-metodologicznym, czyli wykorzystywaniem wielu nurtów filozofii nauki. Charakterystyka tego modelu dokonana na gruncie założeń filozofii nauki składa się z trzech głównych płaszczyzn problemowych: ontologicznej, epistemologicznej i metodologicznej. Zgodnie z pierwszą płaszczyzną, charakter przedmiotowy geografii jest wyznaczany za pomocą relacji zachodzących pomiędzy jej dziedziną a problematyką. W tym modelu określać można zatem różne ujęcia dziedziny przedmiotu badań powiązane z problematyką i polem badawczym geografii. W przypadku płaszczyzny epistemologicznej do stwierdzenia adekwatności wiedzy geograficznej uznaje się poglądy realizmu krytycznego lub poznawczego, zgodnie z którymi poznanie charakteryzuje się dociekaniami prawdy, czyli ustalaniem prawdziwości twierdzeń. Jako podstawowe i niezależne źródło wiedzy geograficznej uznaje się natomiast zbiór twierdzeń obserwacyjnych, które oparte są na obiektywizacji twierdzeń spostrzeżeniowych. Najważniejszą część modelu empiryczno-naukowego stanowią problemy metodologiczne, ze względu na szeroki zbiór założeń i pojęć metodologicznych współczesnej filozofii nauki. Do najbardziej istotnych zagadnień tej natury zalicza się między innymi teoretyzację wiedzy geograficznej, ustalanie faktów, współwystępowanie postępowania indukcyjnego i dedukcyjnego, uzupełnianie się podejścia ilościowego i jakościowego, umocnienie funkcji praktycznej wiedzy geograficznej, a także przyjęcie wyjaśniania i prognozowania jako najważniejszych funkcji poznawczych (Chojnicki,

2011). Geoinformacja także mogłaby zostać uznana za naukę zgodną z modelem krytyczno-empirycznym, w którym kładzie się nacisk na rozszerzanie bazy empirycznej i zasięgu badań za pomocą informatyzacji (Zwoliński, 2009). Dzięki pojawieniu się komputerów i wielu nowych rozwiązań technologicznych oraz ich zastosowaniu w badaniach naukowych, zauważono potrzebę dyskusji na temat uznania rewolucji cyfrowej jako istotnego punktu w rozwoju wielu dyscyplin naukowych oraz zmian metodologicznych i filozoficznych. Geoinformacja, jako silnie związana z wykorzystaniem komputerów, baz danych oraz narzędzi informatycznych i programistycznych, wpisuje się zarówno w nurt filozofii nauki jak i filozofii techniki. Można ją odnieść do koncepcji czterech paradygmatów badań naukowych według Jima Graya, którymi są badania empiryczne, teoretyczne, obliczeniowe i oparte na danych. Szczególnie istotne w GIScience są dwa ostatnie paradygmaty odnoszące się do symulacji komputerowej zjawisk oraz analizy danych. Ogromna ilość danych cyfrowych dostępna we współczesnym świecie spowodowała konieczność zastanowienia się nad sposobem ich przechowywania, przetwarzania i wykorzystania. Czwarty paradygmat bywa także nazywany „nauką intensywnie wykorzystującą dane” lub „e-nauką”, z czym zauważa się silny związek geoinformacji (Jażdżewska, 2021). Podsumowując, badania prowadzone w ramach rozprawy doktorskiej są badaniami interdyscyplinarnymi, łączącymi badania z zakresu geografii osadnictwa z badaniami geoinformacyjnymi. Skupiają się one wokół modelu empiryczno-naukowego lub bardziej krytyczno-empirycznego geografii, gdzie oprócz założeń filozofii nauki zauważalny jest także wpływ filozofii techniki, szczególnie w postaci odniesień do paradygmatów nauki zaproponowanych przez Jima Graya.

Praca w swoim głównym założeniu miała łączyć tematykę sieci osadniczej z tematyką geoinformacyjną. Przebieg pracy i działań oraz strukturę rozprawy Autorka oparła na holistycznym modelu Systemu Informacji Geograficznej zaproponowanym przez R. Tomlinsona (2008), który prezentuje poszczególne komponenty GIS (Rysunek 1). Wyróżnione zostały tu trzy główne składowe, takie jak dane przestrzenne, baza danych i analizy oraz informacje końcowe. Przez dane przestrzenne rozumie się dane mające odniesienie przestrzenne, które w bazie danych GIS mogą być reprezentowane za pomocą punktów, linii lub poligonów. Do takich danych mogą być również dołączone informacje nieprzestrzenne, opisowe, w postaci tabelarycznej. Dane te na schemacie zostały podzielone na dane tradycyjne i numeryczne. Obecnie wykorzystywanych jest wiele źródeł danych, zarówno tych tradycyjnych, papierowych, poddawanych procesowi skanowania i digitalizacji jak i numerycznych, które są zbierane, przechowywane i udostępniane przez różne instytucje i portale, zarówno te bezpłatne jak i komercyjne. Zespół odpowiednio uporządkowanych

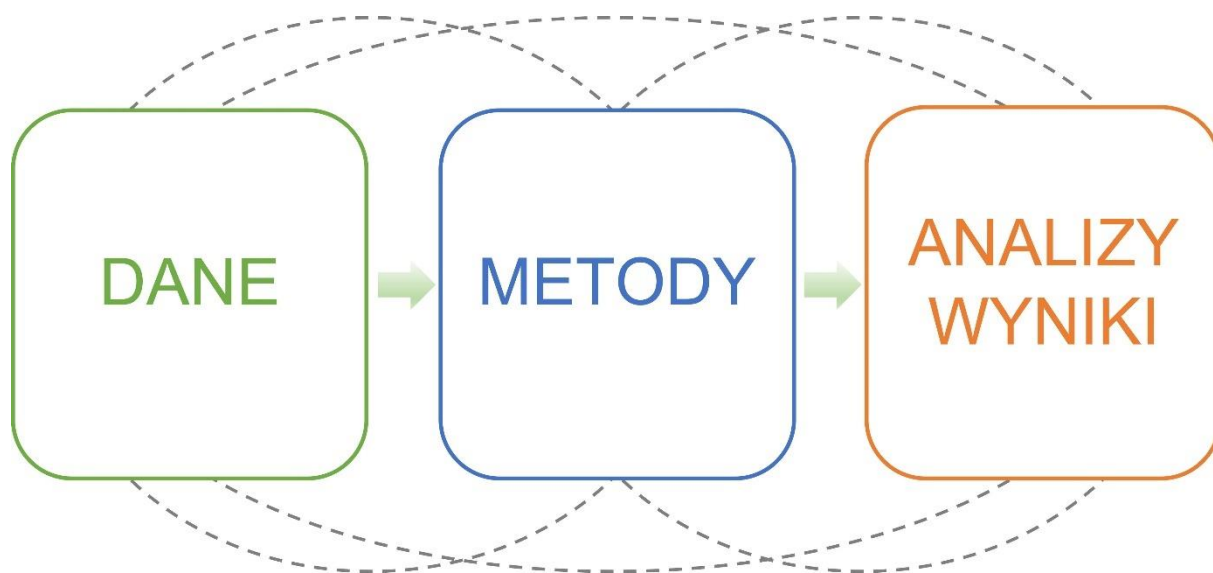
danych tworzy bazę danych, która staje się podstawą do wykonywania różnych analiz, operacji i tworzenia map z wykorzystaniem określonych procedur i algorytmów stosowanych zgodnie z przyjętą metodą badawczą. GIS wspiera wykonywanie czasochłonnych i pracochłonnych operacji i wprowadza często nowe możliwości obliczeniowe i prezentacyjne. Realizacja poszczególnych funkcji i obsługa konkretnych narzędzi przebiega pod kontrolą operatora, który ma wpływ na tworzenie wyników. Na podstawie przeprowadzonych operacji z użyciem konkretnych metod badawczych powstają wyniki, stanowiące informacje na określony temat na podstawie wykorzystanych danych, będące produktem końcowym, którym może być mapa, wykres, schemat, aplikacja i inne, na podstawie których badacz wyciąga odpowiednie wnioski (Tomlinson, 2008).



Rysunek 1. Elementy Systemu Informacji Geograficznej
Źródło: Tomlinson, 2008, s. 2

Zgodnie z omówionym modelem z rysunku 1, Autorka opracowała schemat, który przyjęła w swojej pracy, na podstawie którego przeprowadziła postępowanie badawcze (Rysunek 2). Jak zapisano w tytule pracy dokonała analizy geoinformacyjnej sieci osadniczej na przykładzie powiatu opoczyńskiego. Zgodnie z definicją Słownika Języka Polskiego analiza to rozpatrywanie jakiegoś problemu, zjawiska z różnych stron w celu jego zrozumienia lub wyjaśnienia (<https://sjp.pwn.pl/>, 14.09.2021). Według J. Gaździckiego (2001, s. 12) analiza jest

„metodą badawczą, w której przedmiot badań jest rozpatrywany w jego podziale na części składowe”. Geoinformacja jest z kolei „nauką redefiniującą i rozwijającą dotychczasowe, uznane i przyjęte koncepcje, teorie i poglądy nauk geograficznych w kategoriach informatycznych, dające nowe możliwości interpretacyjne” (Zwoliński, 2009, s. 17). Zgodnie z powyższym Autorka przyjęła, że analiza geoinformacyjna jest to badanie zjawiska w oparciu o elementy systemów informacji geograficznej w kontekście nowych możliwości interpretacji. Postępowanie badawcze podzieliła na 3 główne grupy działań. Pierwsza część odnosi się do omówienia i porównania danych przestrzennych, potrzebnych do przeprowadzenia analiz sieci osadniczej. Autorka podjęła próbę wybrania danych przestrzennych z różnych źródeł, ich omówienia, porównania i zaproponowania danych najbardziej przydatnych w tego typu pracach. Następnie, zgodnie z drugą grupą działań, przedstawiła propozycję metod badań ważnych w zakresie analiz sieci osadniczej. Dokonała ich charakterystyki a następnie wykorzystała je w badaniach sieci osadniczej i oceniła ich przydatność w tego typu badaniach, możliwość implementacji do systemów informacji geograficznej oraz przedstawiła ich wady i zalety. Zgodnie z trzecią grupą działań, Autorka na podstawie przeprowadzonych analiz dokonała charakterystyki sieci osadniczej wybranego powiatu, będącej produktem końcowym postępowania badawczego (Rysunek 2).



Rysunek 2. Schemat postępowania badawczego

Źródło: opracowanie własne

Przedmiotem badań rozprawy są metody badań wiejskiej sieci osadniczej na przykładzie powiatu opoczyńskiego wraz z wykorzystanymi do tego celu danymi przestrzennymi. Przyjęto dwa główne cele badawcze:

1. Implementacja danych przestrzennych i metod badań sieci osadniczej do Systemów Informacji Geograficznej.
2. Stworzenie propozycji modelu badań sieci osadniczej z wykorzystaniem Systemów Informacji Geograficznej.

Wyodrębniono także kilka celów szczegółowych:

- porównanie i ocena różnych źródeł danych,
- porównanie i ocena metod badań sieci osadniczej na podstawie literatury przedmiotu,
- implementacja wybranych metod badań sieci osadniczej do GIS,
- charakterystyka sieci osadniczej powiatu opoczyńskiego z wykorzystaniem wybranych metod,
- rekomendacja danych przestrzennych i metod badań przydatnych do badań sieci osadniczej.

1.3. Źródła danych

Państwowy rejestr granic i powierzchni jednostek podziałów terytorialnych kraju - PRG

PRG jest urzędową bazą danych stanowiącą podstawę dla innych systemów informacji przestrzennej, które wykorzystują dane dotyczące podziałów terytorialnych. Na obszarze kraju, od 1 stycznia 1999 r., obowiązuje zasadniczy trójstopniowy podział terytorialny na województwa (16), powiaty (380) i gminy (2479). W PRG gromadzi się dane geometryczne oraz atrybuty opisowe (gugik.gov.pl, 13.05.2020). Baza danych PRG gromadzi głównie informacje dotyczące: przebiegu różnych granic, pól powierzchni, adresów i ich lokalizacji przestrzennej, nazw i siedzib podmiotów a także identyfikatorów lub kodów oraz nazw jednostek podziałów terytorialnych. Wśród granic przechowywanych w bazie PRG znajdują się granice: 1) państwa, 2) zasadniczego trójstopniowego podziału terytorialnego państwa, 3) jednostek i obrębów ewidencyjnych, 4) rejonów statystycznych i obwodów spisowych, 5) podziału kraju ze względu na właściwość miejscową: – sądów powszechnych, wojewódzkich sądów administracyjnych, 6) podziału kraju ze względu na właściwość miejscową prokuratur, 7) podziału kraju ze względu na obszary działania służb podległych ministrowi właściwemu do spraw wewnętrznych: Policji, Straży Pożarnej, Straży Granicznej, szefów obrony cywilnej województw, powiatów i gmin, 8) podziału kraju ze względu na właściwość miejscową organów i jednostek organizacyjnych administracji specjalnej: archiwów państwowych, urzędów skarbowych, izb administracji skarbowej, urzędów celno-skarbowych, nadleśnictw, regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych, zarządów zlewni Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie, regionalnych zarządów gospodarki wodnej Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie, urzędów morskich, urzędów żeglugi śródlądowej i ich delegatur, 9) pasa nadbrzeżnego, portów i przystani morskich, red, morskiej linii brzegowej, linii podstawowej morza terytorialnego Rzeczypospolitej Polskiej i inne. W PRG przechowywane są pola powierzchni: 1) terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, 2) jednostek zasadniczego trójstopniowego podziału terytorialnego państwa, 3) jednostek ewidencyjnych oraz obrębów ewidencyjnych, 4) obszarów morskich Rzeczypospolitej Polskiej (morskich wód wewnętrznych, morza terytorialnego, wyłącznej strefy ekonomicznej, strefy przyległej), 5) adresów i ich lokalizacji przestrzennej wraz z identyfikatorem TERYT, 6) nazw, identyfikatorów REGON i siedzib podmiotów a także oznaczeń, w tym identyfikatorów lub kodów oraz nazw jednostek podziałów terytorialnych (Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 16 lipca 2021 r. w sprawie państwowego rejestru granic i powierzchni jednostek podziałów terytorialnych kraju, Dz.U. 2021 poz. 1373).

Dane przestrzenne PRG są pozyskiwane w układzie współrzędnych PL-2000 lub PL-1992. PRG prowadzi się z wykorzystaniem systemu teleinformatycznego, który ma zapewniać głównie: tworzenie i aktualizację PRG, kontrolę dostępu do danych, import danych z ewidencji gruntów i budynków i z ewidencji miejscowości, ulic i adresów a także wizualizację danych w postaci raportów oraz w postaci kartograficznej. Dane zawarte w PRG udostępnia się za pomocą usług sieciowych przeglądania i pobierania (Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 16 lipca 2021 r. w sprawie państwowego rejestru granic i powierzchni jednostek podziałów terytorialnych kraju, Dz.U. 2021 poz. 1373). Dane PRG można przeglądać z wykorzystaniem usług WMS, a także są dostępne do pobrania bezpłatnie i do dowolnego wykorzystania z serwisu www.geoportal.gov.pl. Dane można pobrać przy użyciu usługi WFS lub wykorzystując drzewko warstw, gdzie w sekcji *Dane do pobrania* dostępna jest warstwa Państwowego Rejestru Granic. Po jej włączeniu i kliknięciu w dowolnym obszarze Polski dostępne są do pobrania, odpowiednie dla miejsca kliknięcia, dane dotyczące granic dla województwa a także adresy i ulice dla gminy, powiatu lub województwa (Geoportal Infrastruktury Informacji Przestrzennej, geoportal.gov.pl, 14.03.2022).

Państwowy rejestr nazw geograficznych - PRNG

Państwowy Rejestr Nazw Geograficznych składa się z rejestru nazw geograficznych z obszaru Rzeczypospolitej Polskiej, który obejmuje nazwy obiektów geograficznych położonych w całości lub w części na obszarze Rzeczypospolitej Polskiej oraz z rejestru polskojęzycznego nazewnictwa obiektów geograficznych położonych poza granicami Rzeczypospolitej Polskiej, który jest nazywany "rejestrem polskich nazw geograficznych świata". PRNG tworzy się oraz aktualizuje, weryfikuje i uzupełnia w sposób ciągły na podstawie różnych aktów, w tym przepisów ustawy z dnia 29 sierpnia 2003 r o urzędowych nazwach miejscowości i obiektów fizjograficznych, Urzędowego Rejestru Gmin, uchwał Komisji Nazw Miejscowości i Obiektów Fizjograficznych, uchwał Komisji Standaryzacji Nazw Geograficznych poza Granicami Rzeczypospolitej Polskiej, danych i materiałów zgromadzonych w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym a także innych materiałów źródłowych z zakresy nazewnictwa geograficznego. Każdy obiekt geograficzny umieszczony w rejestrze nazw geograficznych z obszaru Rzeczypospolitej Polskiej musi posiadać między innymi atrybuty takie jak: 1) identyfikator obiektu, 2) nazwa główna, 3) kategoria obiektu, 4) rodzaj obiektu, 3) identyfikator zewnętrzny, 4) reprezentacja obiektu, 5) geometria obiektu, 6) źródło informacji. Prezentacja obiektu geograficznego odbywa się za pomocą punktu – w przypadku obiektów geograficznych o charakterze punktowym lub grupy

punktów – w przypadku obiektów geograficznych o charakterze liniowym i powierzchniowym (Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 29 stycznia 2021 r. w sprawie państwowego rejestru nazw geograficznych, Dz.U. 2021 poz. 273).

Państwowy Rejestr Nazw Geograficznych jest prezentowany w serwisie www.geoportal.gov.pl w podziale na warstwy tematyczne. Rejestr ten można przeglądać z wykorzystaniem usługi WMS lub pobrać za pomocą usługi WFS lub w sekcji *Dane do pobrania*. Po włączeniu warstwy PRNG i kliknięciu w dowolnym obszarze Polski dostępne są do pobrania dane dla całego kraju dotyczące osobno miejscowości i obiektów fizjograficznych w formacie GML, SHP oraz XLSX. Dane te są dostępne bezpłatnie i do dowolnego wykorzystania (Geoportal Infrastruktury Informacji Przestrzennej, geoportal.gov.pl, 14.03.2022).

Baza danych obiektów topograficznych - BDOT

Baza Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) jest wektorową, lub inaczej obiektową bazą danych, która gromadzi lokalizację przestrzenną obiektów topograficznych z ich charakterystyką. Treść i szczegółowość tej bazy odpowiada mapie topograficznej w skali 1:10 000 (www.gugik.gov.pl, 12.05.2020). BDOT10k zawiera informacje o obiektach topograficznych, które obejmują: 1) lokalizację przestrzenną obiektów topograficznych w obowiązującym państwowym systemie odniesień przestrzennych, 2) charakterystykę obiektów przez określenie ich wybranych atrybutów. Informacje zawarte w bazie BDOT10k oraz bazie BDOO udostępniane są w postaci elektronicznej za pomocą usług przeglądania i pobierania poprzez stronę rządowego geoportalu – geoportal.gov.pl. Geometrię obiektów bazy BDOT10k przedstawia się jako: punkt (kod nazwy klasy obiektów: ‘_P’), linia (kod nazwy klasy obiektów: ‘_L’) i powierzchnia (kod nazwy klasy obiektów: ‘_A’). Geometria obiektów jest pozyskiwana z dokładnością nie mniejszą niż 1,5 m, a w niektórych przypadkach, kiedy identyfikacja w terenie jest utrudniona i subiektywna – z dokładnością nie mniejszą niż 5 m. Wartości współrzędnych punktów opisujących geometrię obiektów wyraża się w metrach z precyzją zapisu do 0,01 m (Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 27 lipca 2021 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych, Dz.U. 2021 poz. 1412).

BDOT10k jest tworzona na podstawie danych pochodzących z wielu rejestrów: 1) ewidencji gruntów i budynków, 2) geodezyjnej ewidencji sieci uzbrojenia terenu, 3) państwowego rejestru granic i powierzchni jednostek podziałów terytorialnych kraju,

4) państwowego rejestru nazw geograficznych, 5) ewidencji miejscowości, ulic i adresów, 6) zobrażeń lotniczych i satelitarnych oraz ortofotomapy i numerycznego modelu terenu, 7) rejestrów prowadzonych przez inne organy lub instytucje (w szczególności: a) ministra właściwego do spraw transportu — w zakresie sieci komunikacyjnej, b) ministra właściwego do spraw łączności — w zakresie sieci uzbrojenia terenu, c) ministra właściwego do spraw budownictwa — w zakresie budowli i urządzeń, d) ministra właściwego do spraw: rolnictwa, środowiska oraz gospodarki przestrzennej i mieszkaniowej — w zakresie kompleksów użytkowania terenu oraz pokrycia terenu, e) ministra właściwego do spraw środowiska oraz Generalnego Dyrektora Ochrony Środowiska — w zakresie terenów chronionych, f) ministra właściwego do spraw kultury i ochrony dziedzictwa narodowego — w zakresie zabytków nieruchomych, g) Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej oraz Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej — w zakresie sieci wodnej, h) Prezesa Głównego Urzędu Statystycznego — w zakresie identyfikatorów i nazw jednostek podziału terytorialnego kraju, i) urzędy miast i gmin — w zakresie siedzib instytucji), 8) danych pozyskanych z wywiadu terenowego (Ustawa z dnia 17 maja 1989 r. Prawo geodezyjne i kartograficzne, Dz. U. 1989 Nr 30 poz. 163).

BDOT10k jest aktualizowany na podstawie 1) nowych danych zawartych w wyżej wymienionych źródłach, 2) danych zawartych w rejestrach prowadzonych przez organy administracji publicznej lub inne podmioty upoważnione, 3) innych materiałów źródłowych istotnych dla zakresu informacyjnego BDOT10k, 4) informacji pozyskanych w terenie. Zapisywanie obiektów w BDOT odbywa się na trzech poziomach szczegółowości. Pierwszy, najbardziej ogólny poziom składa się z 10 kategorii obiektów oznaczanych za pomocą dwuliterowych symboli (Tabela 1). Drugi poziom to dalszy podział głównych kategorii na klasy obiektów, oznaczane czterocyfrowym kodem, będącym złożeniem kodu kategorii klas obiektów i kodu klasy obiektów. W ostateczności, na trzecim poziomie szczegółowości, każdy obiekt reprezentowany jest przez wartość atrybutu klasyfikującego obiekty, dla przykładu klasa obiektów OT_SKDR – droga jest reprezentowana za pomocą atrybutu ‘klasa drogi’ (Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 4 sierpnia 2021r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych, Dz.U. 2021 poz. 1412).

Tabela 1. Pierwszy poziom klasyfikacji BDOT10k

Kod	Nazwa kategorii obiektów	Kod	Nazwa kategorii obiektów
SW	Sieć wodna	KU	Kompleksy użytkowania terenu
SK	Sieć komunikacyjna	TC	Tereny chronione
SU	Sieć uzbrojenia terenu	AD	Jednostki podziału terytorialnego
PT	Pokrycie terenu	OI	Obiekty inne
BU	Budynki, budowle i urządzenia	RT	Rzeźba terenu

Źródło: opracowanie własne na podstawie Rozporządzenia Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 27 lipca 2021 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych, Dz.U. 2021 poz. 1412

Baza danych obiektów ogólnogeograficznych - BDOO

Baza Danych Obiektów Ogólnogeograficznych (BDOO) również zawiera lokalizację i atrybuty obiektów. W BDOO znajdują się poddane procesowi generalizacji obiekty z BDOT10k o szczegółowości zapewniającej tworzenie standardowych opracowań kartograficznych w skalach 1:250 000 i mniejszych. W BDOO obowiązuje także trzystopniowy podział szczegółowości danych, z tym, że obiektów w porównaniu z BDOT10k jest mniej. Bazę tą aktualizuje się na podstawie danych zawartych w BDOT10k. Informacje zawarte w bazie BDOT10k oraz bazie BDOO udostępniane są w postaci elektronicznej za pomocą usług przeglądania i pobierania poprzez stronę rządowego geoportalu – geoportal.gov.pl. Zakres informacyjny BDOO w stosunku do BDOT10k różni się:

- brakiem reprezentacji jezdni (tylko osie dróg według czterech głównych klas),
- brakiem reprezentacji metra i torów tramwajowych, rond i węzłów drogowych, alejek, ścieżek i dróg dla rowerów,
- reprezentacją tylko głównych elementów sieci uzbrojenia terenu,
- brakiem reprezentacji budynków,
- ogólną reprezentacją pokrycia terenu,
- reprezentacją wybranych kompleksów użytkowania terenu,
- reprezentacją wybranych jednostek podziału terytorialnego i miejscowości,
- ograniczoną reprezentacją obiektów innych i rzeźby terenu.

BDOO i BDOT10k różnią się też wymogami dotyczącymi dokładności reprezentacji geometrycznej obiektów. Geometrię obiektów w BDOO zapisuje się analogicznie do BDOT10k (punkt, linia powierzchnia). Dokładność współrzędnych punktów opisujących

geometrię obiektów wyraża się w metrach z precyzją zapisu do 0,01 m. Minimalna powierzchnia wydzielanego obiektu powierzchniowego w BDOO wynosi 250 000 m² przy minimalnej szerokości 125 m (Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 27 lipca 2021 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych, Dz.U. 2021 poz. 1412).

OpenStreetMap

OpenStreetMap (OSM) jest globalnym projektem, który ma na celu stworzenie darmowej i ogólnodostępnej mapy świata. Jest to mapa, która może być wykorzystywana i edytowana przez każdego użytkownika, przez co nazywana jest kartograficznym odpowiednikiem Wikipedii (openstreetmap.org.pl, 13.05.2020). Projekt OSM został zapoczątkowany w 2004 r. przez Steve'a Coasta z University College of London (Drop i in., 2013). Wszystkie dane zawarte w projekcie są udostępniane na otwartej licencji ODbL, która pozwala na dalsze ich używanie, na przykład w systemach nawigacji GPS, co sprawia, że OSM staje się bezpłatną alternatywą dla drogich, komercyjnych map. Dane w OpenStreetMap zbierane są za pomocą odbiorników GPS lub rysowane na podstawie udostępnionych zdjęć, co rozszerza możliwości rozwijania projektu o dodawanie danych z obszarów odległych i trudno dostępnych (openstreetmap.org.pl, 13.05.2020). OSM posiada własną infrastrukturę danych służącą do ich przechowywania, wyszukiwania, udostępniania i wizualizacji, która nie jest zgodna ze standardami OGC, co jest spowodowane specyfiką projektu. Dane są przechowywane w relacyjnej bazie PostgreSQL (Drop i in., 2013). Zapisywane są w niej w postaci prostych, etykietowanych elementów geometrycznych spośród trzech typów: punktów, linii i relacji. Obiekty powierzchniowe są zapisywane jako zamknięte linie. Bardziej złożone obiekty tworzone są za pomocą relacji. Każdy z typów może mieć dołączone etykiety, będące atrybutami obiektów, które przyjmują postać par klucz-wartość (Cichociński, 2012).

Dane OSM można pobrać między innymi z darmowego serwera Geofabrik - <http://download.geofabrik.de>. Pliki danych OpenStreetMap dostarczone na tym serwerze nie zawierają nazw i identyfikatorów użytkowników OSM, ze względu na to, że zakłada się, że pola te zawierają dane osobowe. Pliki danych podzielone są według kontynentów, następnie według państw oraz w niektórych przypadkach ich wewnętrznych podziałów administracyjnych i dostępne do pobrania w następujących formatach: .osm.pbf, .osm.bz2, .shp.zip. W przypadku Polski dane pogrupowane są według województw. Zestaw

danych w formacie .shp dla województwa zawiera 18 warstw: 9 powierzchniowych, 6 punktowych i 3 liniowe, które zawierają dane w następujących kategoriach tematycznych:

- transport i ruch drogowy (dworce, przystanki, postoje taksówek, przejścia dla pieszych, sygnalizacje świetlne, lampy uliczne, parkingi, ronda, skrzyżowania itp.),
- obiekty sakralne (kościoły, cmentarze, kaplice, kapliczki, parafie itp.),
- sieć osadnicza,
- sieć drogowa,
- sieć kolejowa,
- sieć wodna,
- użytkowanie terenu,
- obiekty użyteczności publicznej (kina, teatry, supermarkety, różnego rodzaju sklepy, apteki, banki, restauracje, kawiarnie, szpitale, szkoły, uczelnie wyższe, pomniki, zamki itp.),
- budynki,
- obiekty środowiska naturalnego (drzewa, szczyty, plaże, wejścia do jaskiń itp.).

System Identyfikacji Działek Rolnych - LPIS

System Identyfikacji Działek Rolnych (z ang. Land Parcel Identification System – LPIS) jest podstawowym elementem krajowego systemu ewidencji producentów, ewidencji gospodarstw rolnych oraz ewidencji wniosków o przyznanie płatności dla rolników. Podstawą działania systemu jest baza danych działek referencyjnych (stat.gov.pl, 05.11.2020). Organem, który tworzy i prowadzi ten system jest Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa. System wykorzystuje się w zakresie: przyznawania i wypłaty płatności, nadzoru nad przestrzeganiem przepisów dotyczących płatności realizowanych przez Agencję, postępowania w sprawie zwrotu nienależnie wypłaconych płatności, postępowania w sprawie wymierzania kar pieniężnych lub zastosowania innych sankcji i identyfikacji producentów. Ewidencja producentów, ewidencja gospodarstw rolnych, ewidencja wniosków o przyznanie płatności oraz system identyfikacji działek rolnych jest prowadzony przez Agencję w formie elektronicznej w celu zapewnienia ochrony oraz zabezpieczenia danych przed ich utratą i nieuprawnionym dostępem. Do prowadzenia systemu LPIS wykorzystuje się głównie:

- ortofotomapy cyfrowe,
- dane z ewidencji gruntów i budynków,
- dane z wniosków o przyznanie płatności,

- wyniki kontroli na miejscu (Ustawa z dnia 18 grudnia 2003 r. o krajowym systemie ewidencji producentów, ewidencji gospodarstw rolnych oraz ewidencji wniosków o przyznanie płatności, Dz.U. 2004 nr 10 poz. 76).

Modyfikacje bazy danych systemu LPIS w technologii GIS prowadzi się w zakresie dostosowywania do zmieniających się przepisów prawa oraz w zakresie aktualizacji dla:

- ortofotomapy - aktualizacja przez wykonawcę zewnętrznego na zamówienie ARiMR w cyklu co najmniej 3-letnim,
- granic działek referencyjnych,
- danych wektorowych służących do wyliczenia powierzchni maksymalnego obszaru kwalifikowalnego MKO (bieżącej aktualizacji dokonują pracownicy LPIS Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa na podstawie ortofotomap oraz deklaracji rolników) takich jak:
 - granice pól zagospodarowania,
 - zagajniki o krótkiej rotacji,
 - zalesienia,
 - uprawy trwałe,
 - sady,
 - trwałe użytki zielone,
 - granice obszarów związanych z utrzymaniem dobrej kultury rolnej (rowy, pomniki przyrody, wykaz obszarów zagrożonych erozją wodną),
 - obszary proekologiczne EFA,
- map będących tłem, takie jak:
 - granice obszarów ochrony przyrody, aktualizacja dokonywana jest wraz ze zmianą przepisów prawa (bazy prowadzone przez Ministerstwo Środowiska): Natura 2020, Parki Narodowe, Otuliny Parków Narodowych, Parki Krajobrazowe, Otuliny Parków Krajobrazowych, Rezerваты, Otuliny Rezerwatów,
 - warstwa obszarów szczególnie narażonych na zanieczyszczenia azotanami (OSN), aktualizacja jest przeprowadzana wraz ze zmianą przepisów prawa (bazy prowadzone przez Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej),
 - mapa spadków - aktualizacja jest dokonywana wraz z cyklem ortofotomapy,
- bazy opisowej ewidencji gruntów i budynków, aktualizacja odbywa się w cyklu rocznym - import GML i SWDE (standard wymiany danych ewidencyjnych): import

warstw tłowych – rejestr PRG (rejestr prowadzony przez CODGiK), import TERYT (rejestr prowadzony przez GUS), import danych z ewidencji gruntów i budynków (rejestr prowadzony przez PODGiK) (stat.gov.pl, 05.11.2020).

Rejestr PESEL i rejestr mieszkańców

Ewidencja ludności jest prowadzona w Powszechnym Elektronicznym Systemie Ewidencji Ludności, który stanowi rejestr PESEL a także w rejestrach mieszkańców, za pomocą systemu teleinformatycznego. Rejestr mieszkańców jest prowadzony zgodnie z właściwością miejscową przez wójta, burmistrza, prezydenta miasta. Rejestr PESEL zawiera dane obywateli polskich zamieszkujących na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej oraz zamieszkujących poza granicami Rzeczypospolitej Polskiej w związku z ubieganiem się o polski dokument tożsamości a także cudzoziemców zamieszkujących na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej w związku z uzyskaniem prawa stałego pobytu przez obywatela lub członka rodziny obywatela państwa członkowskiego Unii Europejskiej, Europejskiego Porozumienia o Wolnym Handlu (EFTA) - strony umowy o Europejskim Obszarze Gospodarczym i obywatela Konfederacji Szwajcarskiej, udzieleniem zezwolenia na pobyt stały, udzieleniem zezwolenia na pobyt rezydenta długoterminowego Unii Europejskiej, uzyskaniem statusu uchodźcy, ochrony uzupełniającej, azylu, zgody na pobyt tolerowany, ochrony czasowej, zgody na pobyt ze względów humanitarnych. Dodatkowo w rejestrze PESEL mogą być gromadzone dane osób, które są zobowiązane są do posiadania numeru PESEL na podstawie odrębnych przepisów. W rejestrze mieszkańców gromadzone są dane osób, które wykonały obowiązek meldunkowy na terenie danej gminy. W rejestrze PESEL i rejestrze mieszkańców przechowywanych jest szereg danych takich jak: nazwisko i imiona, nazwisko rodowe, data, miejsce i kraj urodzenia, stan cywilny, płeć, numer PESEL, obywatelstwo albo status bezpaństwowca, data zawarcia i rozwiązania związku małżeńskiego, adres i data zameldowania na pobyt stały, kraj miejsca zamieszkania, adres i data zameldowania na pobyt czasowy, seria, numer i data ważności ostatniego wydanego dowodu osobistego i paszportu i inne. Każdy obywatel Polski przebywający na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej ma obowiązek zameldowania się w miejscu stałego lub czasowego pobytu. Przez pobyt stały rozumie się zamieszkanie w określonej miejscowości pod konkretnym adresem w celu stałego przebywania. Pobyt czasowy jest rozumiany jako przebywanie pod innym adresem bez zamiaru zmiany miejsca pobytu stałego. Adres jest określany na podstawie podania informacji:

- w gminach, które uzyskały status miasta – nazwy miasta (dzielnicy), ulicy, numeru domu i lokalu (jeżeli jest wydzielony), nazwy województwa i kodu pocztowego,

- w pozostałych gminach – nazwy miejscowości, ulicy (jeżeli w miejscowości występuje taki podział), numeru domu i lokalu (jeżeli jest wydzielony), nazwy gminy, województwa i kodu pocztowego.

Dodatkowo, w rejestrze PESEL oraz w rejestrze mieszkańców, adres jest uzupełniany o identyfikatory krajowego rejestru urzędowego podziału terytorialnego kraju „TERYT”. Możliwe jest udostępnianie danych z rejestru PESEL oraz rejestrów mieszkańców osobie, której dane są przetwarzane w rejestrze PESEL na jej wniosek. Dane z rejestru PESEL oraz rejestrów mieszkańców przekazuje się również niektórym podmiotom, w zakresie niezbędnym do realizacji ich ustawowych zadań. Są to między innymi: organy administracji publicznej, policja, sądy i prokuratura, straż graniczna, służba więzienna, Agencja Bezpieczeństwa Wewnętrznego czy organy wyborcze. Dane mogą być również udostępnione:

- osobom i jednostkom organizacyjnym, jeżeli wykażą w tym interes prawny,
- innym osobom i jednostkom organizacyjnym, jeżeli wykażą w tym interes faktyczny, jednak wyłącznie za zgodą osób, których dane dotyczą,
- jednostkom organizacyjnym, w celach badawczych, statystycznych, badania opinii publicznej, jeżeli dane po wykorzystaniu zostaną poddane odpowiedniej modyfikacji, uniemożliwiającej ustalenie tożsamości osób, których dane dotyczą.

Dane z rejestru PESEL udostępnia minister właściwy do spraw informatyzacji lub w określonych przypadkach organ dowolnej gminy. Dane z rejestrów mieszkańców udostępniają organy gmin prowadzące te rejestry (Ustawa z dnia 24 września 2010 r. o ewidencji ludności, Dz.U. 2015 poz. 388).

Dane na temat wybranych typów usług

Dane odnośnie wybranych typów usług w większości nie są udostępniane w postaci danych przestrzennych. Niektóre typy, takie jak szkoły czy przedszkola pojawiają się chociażby w BDOT10k w klasie budynków lub kompleksów użytkowania terenu a także w OpenStreetMapie, jednak nie są to często dane kompletne i aktualne. W tym celu zdecydowano się pozyskać dane odnośnie różnych typów usług z różnych źródeł, przedstawiając ich lokalizację do zasięgu miejscowości. W Państwowym Rejestrze Nazw Geograficznych znajduje się adnotacja o pełnionej przez daną jednostkę funkcji administracyjnej, skąd pozyskano dane o lokalizacji urzędu miasta/gminy. Lokalizację kościołów i parafii pozyskano ze strony diecezji radomskiej (<https://diecezja.radom.pl/category/dekanaty/wszystkie-parafie/>, 9.01.2023), do której należą wszystkie parafie na terenie powiatu opoczyńskiego. Dane te udostępnione są w postaci wykazu

wszystkich parafii w podziale na dekanaty wraz z informacjami na temat miejscowości wchodzących w skład danej parafii, godzin mszy świętych oraz nazwiska proboszcza a także odpustów i innych świąt. Na tej podstawie w warstwie miejscowości została dodana kolumna ‘kościół’, w której liczbowo wpisywano liczbę kościołów danej miejscowości. Dodatkowo w kolumnie ‘parafie’ dla każdej miejscowości wpisana została jej parafia. Ośrodki podstawowej opieki zdrowotnej oraz apteki pozyskane zostały ze strony Narodowego Funduszu Zdrowia z wyszukiwarki „Gdzie się leczyć” (<https://gsl.nfz.gov.pl/GSL/GSL/>, 7.12.2021 r.). Podobnie jak w przypadku danych o kościołach, dane te są udostępniane w postaci wykazu, który można filtrować na podstawie województwa, powiatu, a także miejscowości i ulicy oraz po typie usługi takiej jak: gabinet lekarza POZ, gabinet pielęgniarki POZ oraz gabinet położnej POZ. W analizowanym przypadku wyszukano wszystkie gabinety lekarza POZ w powiecie opoczyńskim, które następnie zliczono w ramach poszczególnych miejscowości i otrzymaną liczbę wpisano do odpowiedniej kolumny ‘POZ’ w tabeli atrybutów warstwy miejscowości. Dane z NFZ posiadają nazwę przychodni, jej adres i dane kontaktowe a także godziny otwarcia poradni. W podobny sposób pozyskano dane na temat lokalizacji aptek – wyszukano apteki w powiecie opoczyńskim, a następnie określono ich liczebność w odniesieniu do miejscowości i uzyskaną wartość wpisano do kolumny ‘apteki’ w warstwie miejscowości. W przypadku aptek udostępniane są dane adresowe i kontaktowe. Dane na temat jednostek policji pozyskano ze strony Komendy Powiatowej Policji w Opocznie w zakładce ‘jednostki podległe’ (<https://opoczno.policja.gov.pl/eop/jednostki-podlegle>, 7.12.2021). Dane te podobnie jak w poprzednich przypadkach posiadają podstawowe informacje adresowe i kontaktowe. Liczebność jednostek policji wpisano następnie dla wybranych miejscowości w kolumnie ‘policja’. Informacje na temat lokalizacji jednostek ochotniczej straży pożarnej pozyskano ze strony Komendy Powiatowej Państwowej Straży Pożarnej w Opocznie (<https://www.gov.pl/web/kppsp-opoczno/wykaz-jednostek-osp-z-terenu-powiatu-opoczynskiego>, 22.11.2022), które są udostępniane w postaci wykazu jednostek z nazwą miejscowości. Dodatkowo została umieszczona informacja o przynależności danej jednostki OSP do Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego (KSRG). Po zliczeniu jednostek OSP w poszczególnych miejscowościach powiatu wartość liczbową została przypisana konkretnym miejscowościom w kolumnie ‘OSP’ tabeli atrybutów. Dane odnośnie jednostek edukacyjnych w powiecie opoczyńskim: przedszkoli, szkół podstawowych i szkół ponadpodstawowych pobrane zostały w pliku csv z Rejestru Szkół i Placówek Oświatowych (RSPO) z Systemu Informacji Oświatowej (SIO) (<https://rspo.gov.pl/zaawansowana>, 17.05.2021). Plik ten zawiera wszystkie jednostki oświatowe istniejące na terenie powiatu, z których wyselekcjonowano

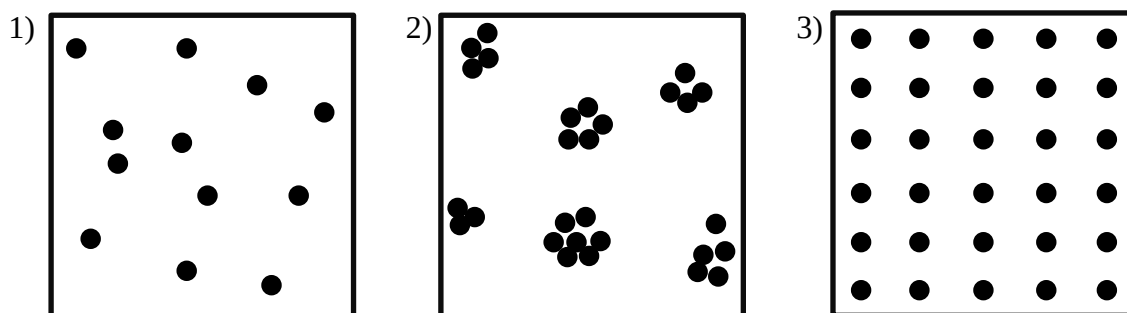
wybrane typy placówek. Dane te oprócz typu, nazwy, numeru RSPO i REGON, nazwiska dyrektora oraz danych adresowych i kontaktowych zawierają również informacje o tym, czy jednostka jest publiczna czy niepubliczna, czy funkcjonuje samodzielnie czy w zespole, czy jest jednostką specjalną czy nie ma specyfiki, czy posiada tereny sportowe, a jeśli tak to jakie, a także jakich języków obcych naucza się w danej placówce. Znajdują się tu także informacje o organie prowadzącym oraz dacie założenia i rozpoczęcia działalności a także liczba uczniów. Ze względu na przyjętą w dalszych badaniach specyfikę pracy i charakter wykonywanych analiz dane z tabeli nie zostały dokładnie zgeokodowane do konkretnego adresu, a jedynie przypisane liczbowo w warstwie miejscowości odpowiednio w kolumnach dla szkół podstawowych, przedszkoli i szkół ponadpodstawowych. Ostatnia grupa danych związana z handlem i usługami bankowymi została uwzględniona w oparciu o wyszukiwanie określonych typów usług w mapach Google (<https://www.google.pl/maps/@51.3786617,20.2310387,11z?entry=ttu>, 18.05.2021). Banki i stacje benzynowe, ze względu na ich niedużą liczbę zostały łatwo wyszukane po wprowadzeniu w wyszukiwarce słów ‘bank’ i ‘stacja paliw’. Trudniejszą kwestią było odnalezienie, a najpierw zdefiniowanie i określenie typów sklepów wielkopowierzchniowych wybranych do analiz. Ze względu na dużą liczbę różnego rodzaju sklepów, zarówno tych spożywczych jak i przemysłowych, budowlanych, odzieżowych i innych specjalistycznych, zdecydowano się analizować tylko duże markety, które według Autorki wyróżniają daną miejscowość w hierarchii sieci osadniczej. W tym celu po wstępnej kwerendzie, jakie sklepy występują na terenie powiatu opoczyńskiego, wybrano kilka popularnych sieci handlowych, które swoje siedziby mają na badanym obszarze, takich jak Biedronka, Carrefour, Kaufland, Dino, Lewiatan czy Delikatesy Centrum. Kwerendę internetową wykonano najpierw w oparciu o wyszukiwanie słów ‘market’, ‘supermarket’ a następnie wykorzystując już konkretne nazwy sklepów. Sklepy zliczono w obrębach poszczególnych miejscowości i wartość sumaryczną umieszczono w tabeli atrybutów w kolumnie ‘sklepy’.

1.4. Metody badań

Metoda najbliższego sąsiada

Metoda najbliższego sąsiada ma swoje początki w ekologii roślin, gdzie zwracano szczególną uwagę na rozstawienie punktów i odległości pomiędzy nimi. Metodę tę do badań w geografii osadnictwa po raz pierwszy zastosowali P. J. Clark i F. C. Evans w 1954 roku. Następnie wykorzystywali ją M. F. Dacey (1962), L. Curry (1964) oraz A. Getis (1964), a w Polsce zapoczątkowali ją C. Kania (1965), R. Domański (1970), Z. Chojnicki i T. Czyż (1972) (Golachowski, Kostrubiec, Zagożdżon, 1974). Współcześnie metodę najbliższego sąsiada stosowali między innymi Lang i inni (2006), I. Jażdżewska (2008), A. Ćwik i B. Ortyl, (2016), P. Gibas i K. Heffner (2018), I. Jażdżewska (2008).

Metoda najbliższego sąsiada charakteryzuje zbiór punktów i mierzy odchylenia od rozmieszczenia wzorcowego, jakim jest losowy rozrzut punktów na płaszczyźnie. Narzędziem badawczym tej metody jest odległość topograficzna (Kostrubiec, 1972). Głównym założeniem jest pomiar uśrednionej odległości pomiędzy każdym punktem i jego najbliższym położonym punktem sąsiadującym i wyznaczenie odchylenia rozkładu przestrzennego obiektów od teoretycznego rozrzutu punktów (Sudra, 2016). Rozkład punktów uznaje się za losowy, wtedy gdy prawdopodobieństwo wystąpienia punktu we wszystkich, tej samej wielkości jednostkach przestrzennych jest jednakowe, a pojawienie się punktu nie jest zależne od innego. Wszelkie odchylenia od takiego stanu mogą powodować istnienie regularnej siatki punktów bądź przeciwnie – układu klastrowego (Rysunek 3).



Rysunek 3. Podstawowe typy układu punktów: 1) układ losowy 2) układ klastrowy
3) układ regularny

Źródło: opracowanie własne na podstawie Boots i Getis (1988)

Kluczowym kryterium w badaniu rozmieszczenia punktów jest obliczenie wskaźnika R (Golachowski, Kostrubiec, Zagożdżon, 1974). Jest to iloraz obserwowanej średniej odległości pomiędzy każdym elementem zbioru a jego najbliższym sąsiadem do odległości oczekiwanej w losowym układzie wzorcowym:

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

gdzie $\bar{D}_O$ oznacza obserwowaną średnią odległość a $\bar{D}_E$ odległość teoretyczną. Poszczególne składowe są obliczane za pomocą następujących wzorów:

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

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

gdzie d_i to odległość między elementem i a jego najbliższym sąsiadem, n jest liczbą wszystkich elementów, natomiast A to powierzchnia całego obszaru (Sudra, 2016). Najmniejsze wartości wskaźnika ($R < 1$) świadczą o układzie klastrowym, a największe ($R > 1$) o układzie regularnej siatki. Wartości wskaźnika zbliżone do 1 odpowiadają układowi losowemu (Jażdżewska, 2008a). Idealną strukturę jaką mogą tworzyć punkty na płaszczyźnie jest christallerowska sieć trójkątów równobocznym, dla której $R = 2,1491$. W sytuacji, gdy wszystkie obiekty znajdują się w jednym miejscu $R = 0$ (Kostrubiec, 1972). W przypadku osadnictwa, pośrednim typem pomiędzy układem losowym a idealnie rozproszonym jest układ, dla którego $1 < R < 2,15$ (Golachowski, Kostrubiec, Zagożdżon, 1974). Główną zaletą tej metody jest brak konieczności stosowania pól odniesienia, na przykład siatki kwadratów, ze względu na obliczenia w zakresie rozmieszczenia i sąsiedztwa konkretnych obiektów (Sudra, 2016). Istotnym ograniczeniem przedstawionej metody jest nieuwzględnianie wielkości jednostki osadniczej. Próbowano ograniczyć wpływ tej wady przez grupowanie osiedli w zespoły zgodnie z kategoriami wielkości, jednak nie dało to zadawalających efektów (Kostrubiec, 1972). Wykorzystuje się w tym celu również różnego rodzaju modyfikacje metody Clarka i Evansa, jak zastosowanie jej w przypadku jednostek powierzchniowych, gdzie mierzy się odległości między najbliższymi punktami położonymi na krawędziach analizowanych obszarów (*mean nearest-neighbour distance* - MNN – wskaźnik średniej odległości najbliższego sąsiada) lub innych jej modyfikacji, takich jak odchylenie standardowe najbliższego sąsiada (*nearest neighbor standard deviation* - NNSD) czy współczynnik zmienności najbliższego sąsiada (*nearest neighbor coefficient of variation* - NNCV) (McGarigal, Marks, 1995). Kolejnym ograniczeniem metody jest badanie odległości tylko do jednego najbliższego sąsiada, co często prowadzi do braku możliwości dostrzeżenia innych zależności przestrzennych. Przywołuje się tu głównie przykład układu punktów, które tworzą konfigurację par sklejonych punktów, przypominających pary tancerzy na parkiecie. W takim przypadku wartość wskaźnika R

wynosi 0, co mogłoby wskazywać na całkowicie skupioną w jednym miejscu sieć, jednak naprawdę sytuacja wygląda inaczej. W celu eliminacji takich błędów, stosuje się modyfikacje metody Clarka i Evansa poprzez badanie sąsiedztwa trzeciego lub wyższego rzędu (*higher-order neighbor distances*), jednak badacze ograniczają się do badania sąsiedztwa szóstego rzędu (Dacey, 1962; Kostrubiec, 1972; Golachowski, Kostrubiec, Zagożdżon, 1974; Boots, Getis, 1988; Sudra, 2016). Innym problemem jest tak zwany efekt krawędzi (*edge effect*). W celu wyeliminowania błędów wynikających z tego problemu, stosuje się kilka metod jego kompensacji:

- w przypadku regularnego kształtu obszaru badań zaleca się otoczenie go identycznym układem punktów,
- pominięcie punktów położonych bliżej krawędzi niż pozostałych punktów,
- usunięcie zewnętrznej strefy buforowej z obszaru badań,
- uwzględnienie w obliczeniach stałego wskaźnika kompensacji (Boots, Getis, 1988; Sudra, 2016).

Wskaźnik skumulowanej koncentracji oparty na krzywej M. Lorenza

Wskaźnik oraz krzywa koncentracji Lorenza są uważane jako najbardziej popularna i najczęściej stosowana miara graficzno-liczbowa (Runge, 1992). Wskaźnik skumulowanej koncentracji, nazywany wskaźnikiem Giniego został opracowany przez C. Giniego w 1912 r. na podstawie krzywej koncentracji M. Lorenza z 1905 r. Jest to statystyczna miara koncentracji rozkładu zmiennej losowej przyporządkowanej określonej jednostce statystycznej. Wskaźnik Giniego liczy się na podstawie uszeregowanych rosnąco wartości y_i zgodnie ze wzorem:

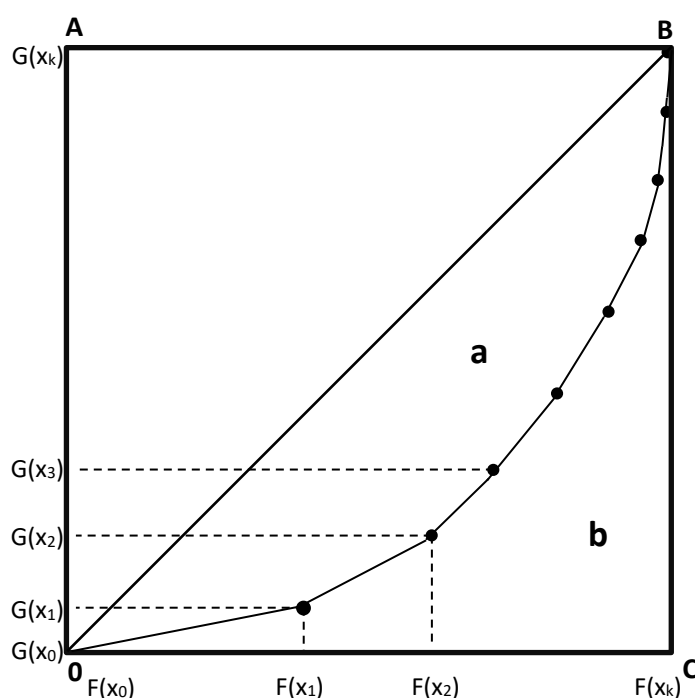
$$G(y) = \frac{\sum_{i=1}^n (2i - n - 1)y_i}{n^2 \bar{y}}$$

przy czym y_i to wartość i-tej obserwacji, a $\bar{y}$ to średnia arytmetyczna z wartości wszystkich obserwacji y_i (Sudra, 2016). W celu obliczenia wskaźnika Lorenza badaną powierzchnię (S) należy podzielić na k-rozłącznych części dowolnego kształtu, w których zlicza się liczbę badanych obiektów (Jażdżewska, 1999). Cecha zliczana w każdej jednostce podstawowej musi być wyrażona w pomiarowych jednostkach bezwzględnych. Do obliczeń potrzebne są również powierzchnie jednostek odniesienia (Runge, 1992). Koncentrację w takim ujęciu rozumie się jako „skupienie części ogólnej masy w ramach mniejszej lub większej liczby jednostek przestrzennych” (Kostrubiec, 1972, s. 21). Najczęściej w badaniach wykorzystuje się istniejące podziały administracyjne oraz jednostki sztuczne, takie jak siatki kwadratów czy heksagonów

o różnych rozmiarach (Sudra, 2016). Kluczowe jest stworzenie szeregów kumulacyjnych dla badanej cechy oraz dla powierzchni po uprzednim uporządkowaniu wartości mas i pól malejąco (m – masa obiektów, s – powierzchnia jednostki odniesienia): $F(x_i) = \frac{z(x_i)}{M}$ i $G(x_i) = \frac{u(x_i)}{S}$, przy czym $F(x_0) = 0$, $F(x_k) = 1$, $G(x_0) = 0$, $G(x_k) = 1$. W celu utworzenia krzywej koncentracji Lorenza, pary liczb $\{F(x_i), G(x_i)\}$ umieszcza się jako punkty w prostokątnym układzie współrzędnych tworząc wielobok koncentracji. Krzywą koncentracji Lorenza nazywa się linię łamaną powstającą z połączenia wstawionych punktów (Rysunek 4). Proporcjonalny wzrost cech widoczny jest wtedy, gdy krzywa koncentracji pokrywa się z krzywą równomiernego rozdziału (przekątną otrzymanego kwadratu). Oznacza to, że 10% obiektów zajmuje 10% powierzchni, 20% obiektów zajmuje 20% powierzchni itd. (Kostrubiec, 1972). Wartość wskaźnika Giniego dla takiego układu wynosi 0 i wskazuje na pełną równomierność rozkładu (dekoncentrację). Sytuacja odwrotna występuje dla wskaźnika G równego 1 (krzywa koncentracji posiada jeden skok), mówiącego o skrajnej koncentracji (Sudra, 2016). Liczbowy wskaźnik koncentracji, nazywany też wskaźnikiem G jest opisywany ogólnie za pomocą wzoru:

$$\eta = G = \frac{a}{a + b} = \frac{\text{pole koncentracji}}{\text{pole połowy kwadratu}}$$

gdzie pole koncentracji rozumiane jest jako pole pomiędzy krzywą koncentracji a linią równomiernego podziału. Wartości wskaźnika G mieszczą się w przedziale $[0,1]$, choć bywa też przedstawiany w procentach (Kostrubiec, 1972; Sudra, 2016).



Rysunek 4. Wielobok koncentracji
Źródło: opracowanie własne na podstawie Kostrubca (1972)

Wskaźnik oparty na krzywej Lorenza jest wykorzystywany do badania koncentracji wielu zjawisk przestrzennych w różnych dyscyplinach naukowych (Kostrubiec, 1972). Zastosowano go w różnego rodzaju badaniach związanych z osadnictwem (Jażdżewska, 1999), rozmieszczeniem zasobów mieszkaniowych (Stępniak, 2014), przemysłem (Alonso-Villar, 2011), transportem lotniczym (Suau-Sanchez, Burghouwt, 2011), zmianami pokrycia terenu (Song i inni, 2010), koncentracją przestępczości (Bernasco, Steenbeek, 2017), turystyką (Chrostowska, Wiluś, 1992; Płachta, 2004; Xie, Wu, 2008), rolnictwem (Jankowska, 2015; Madej, 2018a, 2018b), dostępnością zieleni miejskiej (Będkowski, Bielecki, 2017), w ekonomii w kontekście zróżnicowania płac (Kumor, Sztandynger, 2007) a także w geografii fizycznej, na przykład w kontekście rozmieszczenia torfowisk (Okupny, Żurek, Forysiak, 2014) czy zmienności opadów (Li i inni, 2011; Martin-Vide, 2004; Shi i inni, 2013). Pomimo wielu zalet i popularności wśród badaczy, wskaźnik ma jednak kilka wad. Do największej z nich zalicza się nieporównywalność wyników opartych na stosunkach pól, ponieważ dwie krzywe o identycznych wskaźnikach mogą przedstawiać zjawiska skoncentrowane w różny sposób (jedna krzywa może mieć wybrzuszenie w górnym rogu kwadratu a druga w lewym, dolnym rogu). W celu zmniejszenia tej wady interpretuje się także wiązki krzywych koncentracji, jednak również podobne krzywe koncentracji mogą dotyczyć różnych układów przestrzennych (Kostrubiec, 1972). Innym czynnikiem wpływającym na ograniczenie metody jest wielkość jednostki odniesienia i brak możliwości porównania wyników dla różnych jednostek administracyjnych. Wykazano bowiem zależność wielkości wskaźnika koncentracji od wielkości jednostki podziału (Golachowski, Kostrubiec, Zagożdżon, 1974). Istotny jest również przebieg granic jednostek odniesienia związany z problemem MAUP (problem zmiennej jednostki odniesienia) (Sudra, 2016). Innym ograniczeniem wskaźnika Giniego jest fakt analizowania danych tylko w odniesieniu do jednostki przestrzennej – nie uwzględnia się ich rozmieszczenia względem siebie ani w stosunku do centrum całego układu, co czyni omawiany wskaźnik, pod pewnym względem wskaźnikiem aprzestrzennym (Stępniak, 2014). W celu wyeliminowania części ograniczeń i umożliwienia pełnej interpretacji zjawiska koncentracji zaleca się przedstawienie wyników za pomocą trzech sposobów: wskaźnika Giniego, krzywej koncentracji oraz mapy przedstawiającej udziały zjawiska w układzie przestrzennym, według wybranych jednostek odniesienia. Mapa pokazuje jaki procent danego zjawiska na całym obszarze jest skupiony na określonej powierzchni jednostek podziału (Sudra, 2016).

Wskaźnik koncentracji przestrzennej C

Wskaźnik koncentracji przestrzennej C został opracowany w 1972 roku przez Beniamina Kostrubca jako „wskaźnik jednoznacznie określający koncentrację skończonego zbioru punktów” (Kostrubiec, 1972, s. 40). Koncentracja w takim rozumieniu oznacza miarę statystyczną, za pomocą której można badać stopień skupienia elementów pewnego zbioru (Kostrubiec, 1977). Skupienie wszystkich elementów w jednym punkcie daje maksymalną koncentrację, natomiast największy możliwy do uzyskania rozstęp pomiędzy obiektami w określonym obszarze oznacza maksymalne rozproszenie. Za pomocą wskaźnika C interpretuje się losowe rozmieszczenie obiektów jako jedno z pośrednich stadiów między skupieniem a rozproszeniem. Wskaźnik Kostrubca łączy badanie rozproszenia oraz losowości układu punktów (Sudra, 2016). Pozwala on zmierzyć koncentrację określonej konfiguracji punktów o danej masie, które są zlokalizowane na płaszczyźnie. Wskaźnik jest równy odwrotności sumy wariancji rozkładów masy brzegowej dla każdego szeregu statystycznego (S_x^2, S_y^2) (Kostrubiec, 1977), gdzie wariancja to średnia arytmetyczna kwadratów odchyleń od ich średniej arytmetycznej. Uproszczony wzór na koncentrację przestrzenną wskaźnika C przyjmuje zatem postać:

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

Wyprowadzenie wzoru umieszczone jest w pracy B. Kostrubca (1972). Wartość wskaźnika C mieści się w przedziale $(0, \infty)$. W przypadku oddalania się obiektów od siebie wartość wskaźnika zbliża się do 0, natomiast czym większa jest koncentracja obiektów tym wskaźnik jest większy (Jażdżewska, 1999). Istnieje także modyfikacja wzoru wskaźnika, którego wynik mieści się w przedziale domkniętym $0 \leq C \leq 1$. Uzyskane wartości, po pomnożeniu przez 100 wyrażają koncentrację analizowanej chmury punktów za pomocą procentów, gdzie 100% oznacza maksymalną, a 0% minimalną koncentrację. Wtedy należy sumę wariancji współrzędnych obiektów podzielić przez sumę maksymalnych wariancji możliwych do uzyskania na i -tym obszarze, według uproszczonego wzoru przyjmującego postać:

$$C = \left(1 - \frac{2k(S_x^2 + S_y^2)}{m(k-1)^2} \right) \cdot 100$$

Szczegółowe wyprowadzenie wzoru znajduje się w pracy B. Kostrubca (1977). Do obliczenia wskaźnika C potrzebna jest chmura punktów poddana badaniu, którą następnie wpisuje się

w prostokąt. Dalej prostokąt ten pokrywa się siatką kwadratów o określonym rozmiarze. Sposób nałożenia siatki jest losowy. Kolejnym krokiem jest zliczenie częstości wystąpienia określonej cechy w każdym oczku siatki oraz zsumowanie wartości w poszczególnych wierszach i kolumnach. Uzyskane sumy brzegowe w postaci szeregów statystycznych zostają poddane dalszej analizie oraz oblicza się wariancję każdego szeregu statystycznego (S_{x^2} , S_{y^2}). W przypadku niejednostkowych mas punktów, w poszczególnych kolumnach i wierszach sumuje się wagi punktów, które są wielokrotnościami mas jednostkowych. Dobór liczby obiektów oraz rozmiaru obszaru badań jest teoretycznie dowolny (Kostrubiec, 1972). Wskaźnik ten jest określany jako wskaźnik koncentracji z uwzględnieniem lokalizacji obiektów (Kostrubiec, 1977). Dokładność badań nie jest ograniczana podziałem administracyjnym, jednak jest uzależniona od rozmiaru siatki kwadratów, który wpływa także na kształt histogramów. Najciekawsze wyniki powstają z nałożenia wykresów histogramów rozkładów brzegowych dla jednego obszaru, dla danych w różnych przedziałach czasowych (Sudra, 2016). Rozkłady brzegowe w postaci histogramów poddaje się dalszej analizie statystycznej w celu wyznaczenia między innymi średniej, wariancji, odchylenia standardowego, współczynników asymetrii i kurtozy. Porównanie wyników z rozkładem normalnym daje pełny obraz koncentracji zjawiska w przestrzeni (Kostrubiec, 1972; Jażdżewska, 1999).

Wskaźnik C jest dość rzadko wykorzystywany w badaniach koncentracji przestrzennej. Zastosowanie wskaźnika można odnaleźć głównie w literaturze krajowej (Sudra, 2016). Wskaźnik C może być wykorzystany między innymi do określenia skupienia lub rozproszenia makro- i mikrostruktury sieci osadniczej (Kostrubiec, 1972; Chilczuk, 1975; Jażdżewska, 1999) czy koncentracji ludności (Kostrubiec, 1974). Bywa także używany do obliczania koncentracji innych zjawisk, np. koncentracji torfowisk (Okupny i inni, 2014).

Entropia Shannona

Zróznicowanie przestrzenne zjawiska można analizować z wykorzystaniem entropijnych miar jednorodności i zróznicowania przestrzennego. Entropię Shannona można określić jako miarę uporządkowania i charakterystyki układów punktów, która wywodzi się z teorii informacji (Golachowski i inni., 1974; Wędrawska, 2010). Jest to miara probabilistyczna, która bywa nazywana miarą chaosu, nieuporządkowania lub losowości (Sudra, 2016). Entropia Shannona ma postać funkcji logarytmicznej, która powinna być ciągła względem wszystkich argumentów, co oznacza, że niewielkie zmiany prawdopodobieństw będą powodowały niewielkie zmiany entropii (Wędrawska, 2010). W celu obliczenia entropii należy podzielić obszar badań na jednostki podstawowe. Najczęściej jest to siatka kwadratów,

jednak można stosować również jednostki podziału terytorialnego lub inne regularne jednostki. Następnie należy zliczyć częstość wystąpienia danej cechy w kwadracie. Rozmiar oczka siatki może być dowolny, jednak zaleca się, że nie powinien być mniejszy od średniej odległości pomiędzy punktami, ze względu na występowanie dużej liczby pustych krater. Zmiana kształtów i rozmiarów jednostek podstawowych może mieć wpływ na wynik entropii (problem zmiennych jednostek odniesienia) (Golachowski i in., 1974; Sudra, 2016).

W przypadku zjawisk rozmieszczonych w przestrzeni geograficznej entropia może być definiowana jako miara koncentracji lub rozproszenia. Jest w tym przypadku miarą organizacji przestrzennej obszaru i mówi o proporcjonalności rozkładu zjawiska a nie o rozkładzie prawdopodobieństwa. Bardzo duża wartość entropii może wskazywać na niewłaściwe, chaotyczne rozmieszczenie zjawiska, a zbyt mała wartość może świadczyć o zbytnej jednorodności układu i podatności na zmiany (Cabral i in., 2013). W takim ujęciu entropię można przedstawić za pomocą wzoru:

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

w którym p_i określone jest jako proporcja występowania danej cechy w jednostce podstawowej i spośród n takich jednostek:

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

gdzie x_i jest wartością zjawiska w danej jednostce podstawowej. Entropia może przyjmować wartości od minimalnej równej 0, oznaczającą maksymalną koncentrację zjawiska (wszystko w jednej jednostce) do wartości maksymalnej równej $\log n$, oznaczającej maksymalne rozproszenie zjawiska (takie samo w każdej jednostce) (Thomas, 1981). Istnieje również możliwość przedstawienia entropii względnej przyjmującej wartości z zakresu 0-1 (0 – maksymalna koncentracja, 1 – maksymalne rozproszenie) według wzoru (Thomas, 1981):

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

J. W. Miedwiedkow w 1966 r. stosując miarę entropii w badaniach geografii ekonomicznej wyróżnił pięć podstawowych typów układów punktów zależnych od wielkości wartości entropii H :

- 1) sieć regularna, dla której w każdej jednostce znajduje się taka sama liczba punktów,
- 2) sieć równowystępujących częstości,

- 3) sieć zaglomerowana, gdzie wszystkie punkty znajdują się w jednej jednostce a pozostałe jednostki są puste,
- 4) sieć heterogeniczna, w której każda gęstość występuje tylko raz i w minimalnym kontraście z sąsiednimi jednostkami,
- 5) sieć poissonowska, gdzie punkty są rozrzucone losowo (Kostrubiec, 1972).

Metoda Miedwiedkowa jest przez B. Kostrubca (1972) uznawana za lepszą od metody najbliższego sąsiada, głównie przez prostotę i łatwość interpretacji wyników, jednak nie pozwala na wyznaczenie obszarów cząstkowych o zróżnicowanej koncentracji punktów. Do wad metody B. Kostrubiec (1972) zalicza także brak możliwości kartograficznego przedstawienia wyników.

Dendryt wrocławski

Dendryt jest pojęciem wykorzystywanym w teorii grafów i w najprostszym rozumieniu jest jednym z rodzajów grafów, a konkretnie grafem w kształcie drzewa składającego się z węzłów i najkrótszych połączeń między nimi (Szymkie, 2014). Dendryt wrocławski z kolei to metoda taksonomiczna opracowana przez grupę polskich matematyków służąca do grupowania podobnych do siebie obiektów w skupienia. Podstawę do hierarchicznego grupowania obiektów stanowi macierz odległości taksonomicznych. Metoda ta wykorzystywana jest przez przedstawicieli różnych dyscyplin naukowych, w tym przez geografów, głównie do analizy zróżnicowania przestrzennego miast na podstawie wybranych cech społecznych i ekonomicznych czy określenia struktury powiązań między osiedlami (Śleszyński i Sudra, 2019). Analizą odległości za pomocą dendrytu wrocławskiego nazywa się nieliniowe uporządkowanie zbioru miejscowości w sposób niezależny od podziału administracyjnego. Dendryt wrocławski jest więc definiowany jako najkrótsze połączenie wszystkich miejscowości (Golachowski, Kostrubiec, Zagożdżon, 1974). Metody grafowe w polskich badaniach z zakresu geografii osadnictwa rozwinął A. Zagożdżon (1971, 1970), który podzielił je na analizy w skali pojedynczych jednostek osadniczych, które są wtedy uznawane za pojedynczy graf oraz na analizy w skali sieci osadniczej danego obszaru, gdzie miejscowości stają się węzłami grafu. Krawędziami takich grafów mogą być między innymi połączenia komunikacyjne, powiązania dotyczące przepływu osób, towarów albo informacji, ale także połączenia prostoliniowe liczone w odległościach euklidesowych, dla których graf nazywa się najkrótszym dendrytem czy dendrytem najkrótszych połączeń (Kostrubiec, 1972) a także minimalnym drzewem rozpinającym (Śleszyński i Sudra, 2019).

Konstrukcja dendrytu polega na połączeniu odcinkiem każdego punktu z jego najbliższym sąsiadem. W ten sposób powstaną skupienia pierwszego rzędu, które następnie wiąże się w skupienia drugiego rzędu łącząc punkty skupień rzędu pierwszego z najbliższym sąsiadem. Proces łączenia punktów z najbliższym punktem sąsiednim jest powtarzany do osiągnięcia pełnego połączenia się zbioru badanych obiektów, czyli do momentu, gdy dendryt stanie się spójny (Kostrubiec, 1972). Dendryt przyjmuje postać grafu w kształcie drzewa, czyli grafu prostego (bez krawędzi wielokrotnych i pętli) i spójnego, w którym dwa dowolne wierzchołki możemy połączyć drogą (Jażdżewska, 2017a). W analizie dendrytu wyróżnić można liczbę odcinków z jakich jest zbudowany, rangę węzłów zależną od liczby odcinków z nich wychodzących oraz długość dendrytu jako sumę najkrótszych połączeń łączących punkty badanego zbioru (Jażdżewska, 2006). Na podstawie analizy takiego grafu ocenić można koncentrację jednostek osadniczych a następnie strukturę danego układu przestrzennego (Śleszyński i Sudra, 2019) czy spójność i efektywność sieci osadniczej (Jażewicz, 2013, 2000; Kostrubiec, 1972; Szmytkie, 2014). W tym celu dodatkowo stosuje się miary wskazujące na spójność i efektywność sieci osadniczej czy dostępność i hierarchię poszczególnych węzłów, do czego najczęściej wykorzystuje się wskaźniki obliczane z uwzględnieniem między innymi liczby wierzchołków, krawędzi i podgrafów, długości dendrytu, a także dane odnośnie powierzchni badanego obszaru czy liczby ludności (Śleszyński i Sudra, 2019; Wiśniewski, 2014). Wymienione wskaźniki oceniające różne parametry sieci osadniczej, takie jak np. jej efektywność wiążą się często z parametrami innych zjawisk, jak np. ze spójnością sieci infrastruktury, głównie drogowej lub ogólnie komunikacyjnej. Analiza grafowa może zatem nie tylko dawać wyniki i ocenę stanu obecnego, ale też wskazywać propozycje rozwiązań w celu optymalizacji struktury przestrzennej. Metoda dendrytu może być bowiem wykorzystywana wszędzie tam, gdzie zachodzi potrzeba minimalizacji połączeń (Śleszyński i Sudra, 2019), stąd tak często wykorzystywana jest w badaniach sieci osadniczej (głównie miejskiej) czy morfologii jednostek osadniczych (Jażdżewska, 2006b; Jażdżewska i Lechowski, 2019; Jażewicz, 2013, 2000; Kostrubiec, 1972, 1971; Zagożdżon, 1977, 1971). Najkrótszy dendryt jest metodą grafową, która w swoim pierwotnym założeniu prezentuje idealne połączenia między punktami w terenie. W rzeczywistości połączenia te nie są jednak zwykle liniami prostymi (połączenia infrastrukturalne – drogowe, wodociągowe, energetyczne, czy przepływy ludzi i towarów). Najczęściej połączenia te są ściśle powiązane z siecią komunikacyjną, głównie drogową. Różnice pomiędzy liniami prostymi najkrótszych odległości w przestrzeni euklidesowej a rzeczywistymi połączeniami są szczególnie duże na terenach wiejskich (urozmaicona rzeźba terenu, przeszkody terenowe). Dendryt najkrótszych

połączeń w klasycznie rozumianej definicji jest metodą służącą bardziej do oceny stopnia rozproszenia czy koncentracji sieci osadniczej oraz jej spójności. Ocena efektywności wymaga często korzystania ze wskaźników sprawności transportowo-osadniczej opartych głównie o parametry sieci drogowej, które są uznawane jako te, które lepiej opisują rzeczywistość niż odległości euklidesowe (Śleszyński i Sudra, 2019).

Reguła Zipfa

Pojęcie hierarchizacji związane z klasyfikacją zjawisk według ich ważności od najwyższej do najniższej jest często spotykane w badaniach geograficzno-osadniczych w kwestii wielkości osiedli i ich zróżnicowania funkcjonalnego, szczególnie w kwestii hierarchizacji miast i stanowi jeden z ważniejszych i częściej podejmowanych problemów szczegółowych geografii osadnictwa (Jażewicz, 2000; Runge, 2006). W badaniach miejskiej sieci osadniczej, metodą często wykorzystywaną do przedstawienia hierarchizacji miast pod względem ich wielkości jest reguła wielkości-kolejności G. K. Zipfa (Jażdżewska, 2008a). Reguła ta przedstawia współzależności między osiedlami określonego obszaru i jest uznawana za jedną z najprostszych teorii opisujących sieć osadniczą, co powoduje jej częste i szerokie zastosowanie w różnych opracowaniach i publikacjach naukowych od wielu lat. Regułę Zipfa można zastosować bowiem zarówno do ogólnej charakterystyki elementów analizowanego zbioru osiedli, jak i do głębszych rozważań na temat sieci osadniczej i jej powiązań z otoczeniem. Koncepcja została po raz pierwszy wygłoszona przez F. Auerbacha w 1913 r., jednak jej matematyczną postać przedstawił w 1949 r. G. K. Zipf, popierając wywód wieloma badaniami empirycznymi (Kurkus, 1989). Metodę tę w badaniach z zakresu polskiej geografii osadnictwa stosowali między innymi S. Golachowski i inni (1974), I. Jażdżewska (2017, 2011, 2006), I. Jażewicz, (2000), C. Kania, (1966), D. Sokołowski (2001), M. Kurkus (1989), A. Cieślik i J. Teresiński (2016). Metoda ta jest również często podejmowana w literaturze zagranicznej (Bousmaha i in., 2021; Cristelli i in., 2012; Fang i in., 2017; Josic i Bašić, 2018; Kumo i Shadrina, 2021; Mulligan i Carruthers, 2021; Tuholske i in., 2019).

Prezentowana reguła stanowi propozycję sformalizowanego opisu sieci osadniczej uwzględniającego współzależności pomiędzy osiedlami (Kurkus, 1989). G. K. Zipf zaprezentował teoretyczny model sieci osadniczej, który uwzględniał wielkość miast rozumianą jako liczbę ich mieszkańców. Na tej podstawie porządkował miasta od największego do najmniejszego, przy czym miasto największe otrzymywało rangę 1 a każde następne kolejny numer związany z pozycją na uszeregowanej malejąco liście (L_i z rangą i). Zgodnie z tą regułą teoretyczną wielkość miasta j w systemie osadniczym można obliczyć według wzoru:

$$L_j = L_1 * j^a$$

gdzie: L_1 to liczba ludności największego miasta, j jest rangą miasta, natomiast a jest wykładnikiem kontrastu systemu osadniczego (Jażdżewska, 2008a). Według Zipfa, w sytuacji gdy wykładnik kontrastów a jest równy 1 mamy do czynienia z równowagą w układzie osadniczym między siłami unifikującymi a siłami zróżnicowania przestrzennego. Zgodnie z tą regułą wielkość miasta jest uzależniona od wielkości pozostałych miast, w tym miasta największego (Golachowski i inni., 1974). W sytuacji, gdy $a > 1$ istnieje nadmiar koncentracji ludności w dużych miastach, natomiast $a < 1$ wskazuje na koncentrację ludności w małych miastach (Jażdżewska, 2008a, 2006b). Zipf przyjmuje zasadę „najmniejszego wysiłku”, związaną z minimalizacją kosztów transportu i w związku z tym identyfikuje dwie siły, które działają na rozmieszczenie jednostek osadniczych:

- siły różnicującej, mającej na celu utworzenie dużej liczby małych osiedli (minimalizacja kosztów transportu surowców do miejsc produkcji),
- siły jednoczącej, mającej na celu minimalizację kosztów transportu gotowych produktów do miejsc konsumpcji.

Według Zipfa rozmieszczenie i wielkość osiedli na określonym obszarze związana jest z jednoczesnym działaniem obu sił i wyróżnia trzy przypadki:

1. Siły równoważą się wzajemnie – według Zipfa jest to idealny stan, do którego powinien dążyć każdy system osadniczy ($P_1 = P_1, P_2 = P_1/2, \dots, P_N = P_1/N$).
2. Siła różnicująca jest większa od siły unifikującej (dużo małych osiedli).
3. Siła unifikująca jest większa od siły różnicującej (dużo większych osiedli) (Golachowski i in., 1974; Kurkus, 1989).

Najbardziej popularnym graficznym sposobem przedstawienia reguły Zipfa jest wykres utworzony w prostokątnym układzie współrzędnych, gdzie na osi X odkłada się rangi miast, a na osi Y liczbę ich mieszkańców. Do prezentacji danych najczęściej wykorzystuje się skalę podwójnie logarytmiczną, która umożliwia lepszą analizę układu punktów, czyli tzw. krzywej Zipfa, która przyjmuje w tej postaci wzór:

$$\log L_j = b + a \log j$$

gdzie: a to tangens kąta nachylenia prostej do osi X, a b to punkt przecięcia prostej z osią Y. Równowaga sieci osadniczej występuje wtedy, wykładnik kontrastu $a = 1$ ($a = 135$), czyli system osadniczy osiąga stan równowagi, natomiast gdy $a > 1$, występuje nadmiar koncentracji

ludności w dużych miastach a dla $a < 1$ ludność koncentruje się w małych miastach (Jażdżewska, 2017b, 2008a, 2006b).

Innym graficznym sposobem prezentacji wyników reguły *rank-size*, umożliwiającym analizę przestrzenną jest przedstawienie rang osiedli na mapie. Zaleca się w tym przypadku również stosowanie skali logarytmicznej w postaci ciągłej lub skokowej. Ostatnim etapem jest wykreślenie prostej aproksymującej prezentowany układ, której kąt nachylenia pozwala na określenie typu systemu osadniczego. Wzór powstałej prostej umożliwia porównanie rzeczywistej i teoretycznej liczby ludności w miastach (Jażdżewska, 2008a).

Jednym z kluczowych zagadnień w metodzie Zipfa jest wybranie metody wyznaczenia wartości współczynnika kierunkowego prostej aproksymującej punkty na wykresie. Często ze względu na dużą liczbę małych jednostek osadniczych, układ punktów ulega w pewnym miejscu przełamaniu, poniżej którego owa reguła przestaje obowiązywać. Powoduje to dodatkowe trudności w wyborze metody aproksymacji. Pierwsza metoda dotyczy odczytania współczynnika kąтового pochylenia prostej na podstawie wykresu, tak jak uczyniła C. Kania (1966). Sposób ten jest jednak niedokładny i obarczony błędem wynikającym z subiektywnego dopasowania prostej do układu punktów. Inny graficzny sposób przedstawił Z. Ryšavy (1972) konstruując nomogram służący do odczytywania kąta nachylenia prostej, jednak sposób ten także nie jest precyzyjny (Golachowski i inni, 1974). B. Kostrubiec (1971) oraz S. Golachowski i inni (1974) przedstawili analityczny sposób wyznaczenia wykładnika kontrastów poprzez uśrednienie wartości wykładników a dla każdego miasta (oprócz miasta z rangą 1, dla którego $a=0$) obliczonych zgodnie ze wzorem:

$$a = \frac{\log P_1 - \log P_j}{\log j}$$

i następnie ich średnią:

$$\bar{a} = \frac{\sum_{j=2}^N a_{jt}}{N - 1}$$

Współczynnik kątowy w takim przypadku wynosi $\text{tg} \alpha = -a$, natomiast równanie prostej w układzie logarytmicznym przyjmuje ogólną postać:

$$\log P_j = -a \log j - \log P_1$$

Spośród innych metod aproksymacji punktów wymienić należy także metodę najmniejszych kwadratów (nazywaną także metodą regresji liniowej), wykorzystaną między innymi przez K.

Heffnera (1992). Prosta aproksymująca jest zgodnie z tą metodą dopasowywana do danych empirycznych tak, aby suma kwadratów odchyleń poszczególnych wartości empirycznych L_j od wartości funkcji $f(x)$ była równa minimum. Istotnym problemem jest ustalenie miejsca występowania tak zwanego punktu przełamania, gdyż zauważono, że dla osiedli znajdujących się poniżej tego punktu reguła Zipfa przestaje obowiązywać. Punkt przełamania wskazuje, które jednostki należy pominąć w obliczeniach i wyznaczeniu równania regresji prostej aproksymującej. Rozwiązanie tego problemu zaproponował D. Sokołowski (2001) wykorzystując metodę regresji ważonej. Rozważania swoje rozpoczął od regresji liniowej, inaczej metody najmniejszych kwadratów, którą zmodyfikował uwzględniając dodatkowo wielkość miast poprzez nadanie im wag ($w_j = L_j$). Zgodnie z tą uwagą parametry prostej dla regresji ważonej są obliczane według wzorów (w_j jest wagą obiektu rangi j - zwykle jest to liczba mieszkańców):

$$a = \frac{\sum w_j \sum x_j y_j w_j - \sum x_j w_j \sum y_j w_j}{\sum w_j \sum x_j^2 w_j - (\sum x_j w_j)^2}$$

$$b = \frac{\sum y_j w_j - a \sum x_j w_j}{\sum w_j}$$

D. Sokołowski (2001) uważa, że model regresji ważonej pozwala osiągnąć lepszą realność oszacowań i stabilność parametrów prostej aproksymującej wykres. Próby sprawdzenia i rekomendacji najlepszej metody dokonała I. Jażdżewska (2006a), która porównała metodę średniego wykładnika, metodę regresji prostej i regresji ważonej badając miejską sieć osadniczą Polski drugiej połowy XX wieku. Szczególnie ważne jest dobre dopasowanie równania prostej do danych empirycznych. Najlepiej w tym przypadku wypadła prosta wyznaczona metodą średniego wykładnika. Metoda ta nie daje jednak możliwości oszacowania teoretycznej liczby mieszkańców największego miasta. Ten problem rozwiązuje metoda regresji ważonej, która dobre wyniki dała również przy wyznaczaniu kąta nachylenia prostej wyznaczonej dla wszystkich miast. Jeszcze lepsze dopasowanie widoczne było dla miast o dużej liczbie mieszkańców, wybranych po identyfikacji punktu przełamania, który znajduje się na przecięciu linii regresji prostej i ważonej. Punkt przełamania i wyznaczanie prostych dla różnych grup jednostek osadniczych jest szczególnie istotny ze względu na fakt, że sieć osadnicza może składać się z kilku podsystemów (Jażdżewska, 2006b).

Rozdział 2. Sieć osadnicza jako kierunek badawczy geografii osadnictwa

Osadnictwo, od początku istnienia geografii, odgrywa kluczową rolę w jej problematyce, a wraz z rozwojem nauki zmienia się sposób klasyfikacji i przedstawiania zagadnień związanych z osadnictwem oraz poszerza się zasób tematyczny (Kiełczewska-Zaleska, 1977). Od czasów starożytnych, kiedy problematyka badawcza związana z osadnictwem dotyczyła głównie rozmieszczenia osad, opisu pojęć, ról i wyglądu poszczególnych jednostek osadniczych, w głównej mierze miast, geografia do czasów współczesnych przeszła wiele zmian i przekształciła się w system nauk geograficznych podzielonych na wiele dyscyplin i subdyscyplin. Kluczowe przeobrażenia dotyczyły również geografii osadnictwa i związane były zarówno z czynnikami zewnętrznymi (uwarunkowania społeczno-gospodarcze, kulturowe, polityczne) jak i wewnętrznymi (ewolucja teorii, modeli, metod badawczych). Dyscyplina ta ciągle się rozwija, rozszerza problematykę badawczą oraz ujęcia metodologiczne (Szymańska, 2013).

2.1. Badania sieci osadniczej w świetle literatury polskiej

W Polsce badania nad siecią osadniczą mają długą tradycję i dotyczą głównie miast (Dziewoński, 1947; Kostrowicki, 1953; Rewieńska, 1939, 1938; Uhorcza, 1932; Zierhoffer, 1934). Pierwsze polskie badania z zakresu osadnictwa wiejskiego to prace powstałe na początku XX w., których autorami początkowo byli historycy gospodarczy a dopiero później geografowie (Szymańska, 2013). W latach 1918-1950 badania nad siecią osadniczą w Polsce związane były z koncepcjami antropogeograficznymi, a konkretnie z nurtem deterministycznym i krajobrazowym. Były to głównie opisy wyjaśniające mobilności w procesach kształtowania się struktury sieci osadniczej. Wśród problemów badawczych ówczesnych autorów wyodrębnić można 1) rozmieszczenie i gęstość osadnictwa, jego skupienie i rozproszenie, 2) genezę i rozwój sieci osadniczej oraz 3) położenie miast i wsi pod względem geograficznym i topograficznym (Biderman, 1994). Prekursorem tego typu badań był L. Sawicki (1910), który opublikował prace o ludności i osadnictwie w Karpatach Zachodnich. Podobne badania prowadził również K. Potkański (1924, 1922), F. Bujak (1905, 1902, 1908-1910), W. Kubijowicz (1927, 1925), M. Dobrowolska (1931), S. Leszczycki (1932) oraz F. Piaścik (1939). Na wyróżnienie zasługują także prace nad osadnictwem południowej Polski (Męciński, 1924), dorzecza Sanu (Albert, 1934), dorzecza Bugu (Malicki, 1937), województwa białostockiego (Ormicki, 1938), wileńskiego (Rewieńska, 1939, 1938) oraz w skali kraju (Gorzuchowski, 1936; Rewieńska, 1935; Uhorcza, 1937). Do ważniejszych prac

z tego okresu należą również prace przedstawiające morfogenezę i rozplanowanie wsi, takie jak prace M. Kielczewskiej (1934, 1931) dotyczące osadnictwa wiejskiego Wielkopolski i Pomorza i prace B. Zaborskiego (1934, 1926) przedstawiające kształty wsi w Polsce na podstawie analizy map topograficznych. Na uwagę zasługują również prace J. Dylika (1936, 1931), który rozpoczął i rozwinął badania nad osadnictwem wczesnohistorycznym, gdzie podkreśla zmienną rolę położenia topograficznego i uwarunkowań fizyczno-geograficznych w rozwoju osiedli. W ośrodku lwowskim w latach trzydziestych powstały prace stanowiące istotny wkład w rozwój metodyki badań nad siecią osadniczą. Były to prace o charakterze teoretycznym z wykorzystaniem metod ilościowych i kartograficznych. Autorami tych znaczących prac byli F. Uhorczak (1932) i A. Zierhoffer (1934). W okresie międzywojennym pod kierunkiem polskich geografów powstało wiele prac, które wniosły istotny wkład w postęp zarówno teoretyczny jak i metodyczny w zakresie identyfikacji jednostek osadniczych, lokalizacji osiedli, badań nad skupieniem i rozproszeniem osiedli wiejskich i miejskich oraz typologią morfogenetyczną. Badania te przyczyniły się do wyjaśnienia genezy i rozwoju osadnictwa oraz roli czynników i procesów w przemianach sieci osadniczej (Biderman, 1994).

W okresie powojennym (po 1950 r.) do głównych kierunków badawczych nad siecią osadniczą, według E. Bidermana (1994), należą przemiany sieci osadniczej, badania strukturalne i funkcjonalne sieci osadniczej oraz jej hierarchia, analizy przedstawiające rozkład przestrzenny sieci osadniczej a także badania kompleksowe. Pierwszymi pracami na temat sieci osadniczej tego okresu są prace K. Dziewońskiego (1956, 1947) i J. Kostrowickiego (1953) przedstawiające przemiany sieci osadniczej Polski, głównie na przykładzie miast. Badania nad wiejską siecią osadniczą w okresie powojennym zainicjowała M. Kielczewska-Zaleska (1965, 1964), która zauważyła potrzebę włączenia do badań sieci osadniczej wsi jako jednostek najmniejszych i zajęła się badaniami całej sieci osadniczej. Podjęła próbę wyznaczenia typów wsi w Polsce na podstawie ich wielkości i stopnia koncentracji zabudowy. W późniejszych pracach pod jej kierunkiem badano lokalne sieci osadnicze wybranych powiatów pod kątem czynników kształtujących sieć oraz jej przemiany (Kielczewska-Zaleska, 1974; Kielczewska-Zaleska i Inni, 1974). Badania zarówno w kontekście sieci krajowej jak i regionalnych sieci osadniczych kontynuowali także badacze z innych ośrodków naukowych. I tak w ośrodku łódzkim na uwagę zasługują prace związane z kierunkiem fizjonomicznym (Dylik, 1971, 1948), przemianami funkcjonalnymi i morfologicznymi oraz kształtowaniem się miejskiej sieci osadniczej i jej przeobrażeniami (Jażdżewska, 2008, 2006, 1999; Kulesza i Koter, 1998; Liszewski, 2000, 1994). Wyróżnić należy także prace odnoszące się do wpływu funkcji administracyjnej (Dziegieć, 1976) oraz funkcji turystycznej na przemiany sieci osadniczej

(Dziegieć, 1987, Liszewski, 1987). Zajmowano się także zmianami osadnictwa wiejskiego (Liszewski, 1991; Sobczyński, 1990) i obszarami w strefie podmiejskiej Łodzi (Jakóbczyk-Gryszkiewicz, 1991, 1988; Liszewski, 1989). W ośrodku krakowskim zajmowano się badaniem sieci miast regionu Małopolski (Górka, 1996, 1988) a także innych obszarów, między innymi siecią miejską Opolszczyzny czy Górnego Śląska (Rajman, 1986, 1970). Podjęto także wątek położenia miast nadrzecznych (Dobrowolska, 1985; Wrzosek, 1976). Prowadzono również badania nad wiejską siecią osadniczą i jej przemianami, w tym pod wpływem urbanizacji (Dobrowolska, 1977; Prochownikowa, 1971, 1970). Ośrodek wrocławski wyróżnił się dzięki wprowadzeniu pojęcia semiurbanizacji (Golachowski, 1966) oraz zespołów osadniczych (Jakubowicz, 1977; Zagożdżon, 1966, 1964) stanowiących istotny wkład do współczesnych procesów i przemian sieci osadniczej. Zmiany miejskiej sieci osadniczej pod wpływem procesu industrializacji stanowiły problem badawczy, którym zajął się S. Ciok (1990). Z kolei B. Kostrubiec (1972, 1971) dokonał analizy matematycznej osiedli oraz analizy zjawiska koncentracji w sieci osadniczej. Inne metody badawcze sieci osadniczej zaprezentowała B. Miszewska (1995, 1976, 1971), która badała sieć osadniczą jako układ linii. Badacze z ośrodka poznańskiego prowadzili badania nad rozwojem osadnictwa, zarówno miejskiego jak i wiejskiego w kontekście nowego podejścia metodologicznego (Biderman, 1994, 1993; Chojnicki, 1980, 1977; Chojnicki i Czyż, 1989, 1972; Maik, 1993, 1991; Parysek, 1979; Parysek i Kotus, 1997). Przedmiotem badań były między innymi sieci osadnicze podregionu kalisko-ostrowskiego (Maik, 1976), województwa koszalińskiego (Biderman, 1967) a także ziemi lubuskiej i okolic Poznania (Zajchowska, 1976, 1953, 1951). Istotny wkład i jednocześnie pewnego rodzaju podsumowanie stanowi praca W. Maika i S. Zajchowskiej (1991) prezentująca rozwój sieci osadniczej Wielkopolski od XI wieku. Badania sieci osadniczej prowadzone były także w ośrodku warszawskim. Strukturą przestrzenną miast i ich rozwojem zajmowali się między innymi M. Jerczyński (1977), L. Kosiński (1962) i A. Werwicki (1973, 1970). Wśród prac z ośrodka śląskiego dotyczących sieci osadniczej wymienić należy prace R. Krzysztofika (2006, 2005), J. Pietruszyna (2006) i E. Zuzańskiej-Żyśko (2004) dotyczące szczególnie sieci nowych miast. Tematem sieci osadniczej, szczególnie pod kątem strony metodycznej zajmował się J. Runge (2006, 1992). W ośrodku opolskim zajmowano się miejską siecią osadniczą zarówno w kontekście całego kraju (Dropek, 2002) jak i regionu (Dropek, 1999; Heffner, 1992) a także badano problem obszarów wiejskich w sieci osadniczej (Heffner, 2016, 1991). Do tego kierunku badań włączyli się również badacze z ośrodka toruńskiego, gdzie wyróżnić należy prace o przemianach miejskiej sieci osadniczej (Szymańska, 1992, 1988) oraz badania nad hierarchią funkcjonalną miast (Sokołowski, 2006, 2001). Badania dotyczące

struktury i funkcji sieci osadniczej zostały zainicjowane w oparciu o dwa główne systemy badawczo-teoretyczne: teorię miejsc centralnych Christallera oraz koncepcję bazy ekonomicznej miast (Biderman, 1994). Na podstawie koncepcji bazy ekonomicznej miasta dokonywano klasyfikacji funkcjonalnej miast i badano ich powiązania z otoczeniem. W studiach nad funkcjami miast można wydzielić dwa nurty: badania struktury zatrudnienia i badania struktury funkcjonalnej miast (Maik, 1991), które w swych założeniach nawiązują do rozwiniętej przez K. Dziewońskiego (1967) koncepcji bazy ekonomicznej miasta. Badania dotyczące hierarchii sieci osadniczej odnoszące się do teorii Christallera zostały zainicjowane na przełomie lat czterdziestych i pięćdziesiątych przez K. Dziewońskiego (1947) i J. Kostrowickiego (1953) a następnie kontynuowane w latach następnych przez kolejnych badaczy z różnych ośrodków akademickich w kraju. Były to głównie prace odnoszące się do regionalnych i lokalnych sieci osadniczych. Wśród pierwszych głównych metod badania hierarchii osiedli w sieci osadniczej regionu czy kraju znajdowały się metody, których główną cechą było ilościowe i jakościowe grupowanie różnego rodzaju funkcji i urządzeń danej miejscowości, które miały znaczenie dóbr i usług centralnych (Chilczuk, 1963). Krytyka tej metody, ze względu na brak możliwości pokazania zasięgu przestrzennego ośrodka, doprowadziła do poszukiwania nowych metod badań hierarchizacji osiedli centralnych, które stały się popularnym kierunkiem badawczym wśród geografów z różnych ośrodków naukowych. Założenia teorii ośrodków centralnych Christallera często stanowią podstawę w badaniach hierarchii sieci osadniczej i analizach jej struktur i funkcji, co prowadzi do częstych zmian teoretycznych i praktycznych w jej definicjach (Biderman, 1994). Tego typu badania były często uzupełniane o rozkład przestrzenny osadnictwa i morfologię sieci osadniczej, które wykonywano najczęściej przy użyciu metod ilościowych. Sieć osadniczą pod kątem analizy matematycznej badał B. Kostrubiec (1971). R. Domański (1970) przedstawiał ją jako zbiór punktów, linii i powierzchni, natomiast B. Miszewska (1976, 1971) sieć osadniczą traktowała jako układy liniowe, między innymi modyfikując metodę dendrytu. Testowaniem hipotezy o losowym rozkładzie przestrzennym miast za pomocą metody najbliższego sąsiada zajęli się Z. Chojnicki i T. Czyż (1972), z kolei J. Parysek (1979) do zbadania rozmieszczenia osiedli wykorzystał metodę skupień. Popularne stały się również reguła wielkości i kolejności (Dziewoński, 1990; Golachowski, Kostrubiec, Zagożdżon, 1974; Jażdżewska, 2017a, 2008, 2006a; Sokołowski, 2001; Zipser i Mlek, 2005) czy modele grawitacji do wyznaczania lokalnych systemów osadniczych (Jakubowicz, 1979). Duży rozwój metod ilościowych w badaniach sieci osadniczej zawdzięcza się między innymi badaczom takim jak S. Golachowski, B. Kostrubiec, A. Zagożdżon (1974), Z. Chojnicki i T. Czyż (1989, 1972),

I. Jażdżewska (2008, 1999) i innym (Biderman, 1994). Zainteresowaniem cieszyły się również badania, nazwane przez E. Bidermana (1994), kompleksowymi badaniami sieci osadniczej. Były to badania porównawcze zarówno struktury funkcjonalnej, hierarchii jak i zasięgów oddziaływania, początkowo w skali lokalnej, a później w skali regionalnej i krajowej (Dziewoński, 1990). Wartą uwagi jest praca pod kierunkiem M. Kiełczewskiej-Zaleskiej (1974) dotycząca przemian lokalnych sieci osadniczych ze względu na zmiany funkcji osiedli pod wpływem głównego miasta regionu (Biderman, 1994). Powstawały prace dotyczące sieci osadniczej poszczególnych regionów, województw i innych jednostek podziału terytorialnego. Badania tego typu prowadzono dla Pomorza (Jażewicz, 2007, 2000; Kiełczewska-Zaleska, 1956; Rydz i Jażewicz, 2002), dla opolskiego i śląskiego (Drobek, 1999; Golachowski, 1966; Heffner, 1992, 1991; Jakubowicz, 1977; Kostrubiec, 1971; Pietryszyn, 2006; Rajman, 1986; Szulc, 1968), dolnośląskiego (Ciok, 1994; Werwicki, 1970), poznańskiego (Chojnicki i Czyż, 1989; Zajchowska, 1976, 1953), dla Małopolski (Górka, 1996; Prochownikowa, 1971) czy dla Polski Środkowej (Jażdżewska, 2001, 1999; Kulesza i Koter, 1998; Liszewski, 1989; Sobczyński i Głowacka, 2000; Suliborski, 1994). Prowadzono również badania nad siecią osadniczą w skali całej Polski (Ciok, 1990; Dziewoński, 1947; Jażdżewska, 2008a, 2006a; Kostrubiec, 1972; Krzysztofik, 2005; Parysek, 2006; Sokołowski, 2006; Zagożdżon, 1979). Badania sieci osadniczej okresu powojennego kontynuowały kierunki rozpoczęte w okresie międzywojennym w znacznie szerszym zakresie i w oparciu o nowe teorie i koncepcje. Badania kierowały się ku układom złożonym, analizowanym w różnych skalach i powiązaniach czasowych. Następował rozwój teorii sieci osadniczej w kierunku teorii systemów osadniczych (Biderman, 1994).

Najnowsze badania z zakresu geografii osadnictwa, w tym sieci osadniczej są bardzo zróżnicowane tematycznie a ich wielowątkowość znacznie ogranicza możliwości jednoznacznego określenia głównych kierunków badań. Najogólniej badania te można w dalszym ciągu podzielić na te zajmujące się miastami, małymi miastami, wsiami oraz obszarami podmiejskimi. Inny podział może dotyczyć obszaru badań – badania krajowe, regionalne i lokalne. Do najważniejszych tematów autorka zalicza kształtowanie się miejskiej sieci osadniczej, jej rozwój i zmiany w kontekście całego kraju (Bartosiewicz i Marcińczak, 2022; Jażdżewska, 2020; Nowak, 2020) oraz układów i sieci osadniczej w kontekście regionalnym i lokalnym (Gardjan i Szmytkie, 2021; Konecka-Szydlowska, 2019; Mierzejewska, 2017). Istotne są także opracowania dotyczące kształtowania i zmian wiejskiej sieci osadniczej Polski (Gibas i Heffner, 2018b; Heffner i Twardzik, 2022; Rosner i Wesołowska, 2020; Szmytkie i Tomczak, 2020) oraz poszczególnych części sieci, takich jak

obszary peryferyjne (Klonowska-Matynia i in., 2021; Wesołowska, 2011), ich lokalne ośrodki rozwoju (Sołtys i Dorocki, 2019) czy miasta zdegradowane (Sokołowski, 2018). Popularne są również zagadnienia w ujęciu sieci transportowej (Komorowski i Stanny, 2017; Parol, 2021; Smolarski, 2018) oraz badania sieci w ujęciu historycznym (Figlus, 2018; Figlus i Musiaka, 2020; Słoń, 2017). Bardzo dużo badań dotyczy procesów demograficznych, populacyjnych i migracyjnych zarówno w odniesieniu do miast jak i do wsi (Cienkosz, 2020; Dyszy i Zuzńska-Żyśko, 2020; Hadynski i in., 2021; Krzysztofik i Szmytkie, 2018; Nowak, 2020) oraz związane z tym próby wyznaczania wpływu miast, delimitacji obszarów metropolitalnych i wyjaśniania zjawisk urbanizacji, suburbanizacji, peryurbanizacji i *urban sprawl* (Dyszy i Zuzńska-Żyśko, 2020; Fogel, 2020; Hadynski i in., 2021; Śleszyński, 2015; Sudra, 2018, 2016; Szymańska, 2018; Ziółkowska, 2020). Podejmuje się badania dotyczące oceny spójności terytorialnej, wyznaczania miejskich obszarów funkcjonalnych oraz policentryczności regionów miejskich (Bartosiewicz, 2016, 2012; Bartosiewicz i Marcińczak, 2020; Bartosiewicz i Wiśniewski, 2017). Coraz większą uwagę zwraca się na małe miasta i na ich podstawie próbuje się wyznaczyć kryteria miejskości i zdefiniować pojęcie miasta (Cudo, 2019; Szarek-Iwaniuk, 2019). Podejmuje się także kwestie związane z wielofunkcyjnością obszarów wiejskich, typologią społeczno-ekonomiczną wsi i klasyfikacją obszarów wiejskich (Czapiewska, 2021; Klonowska-Matynia i in., 2021; Mazur i in., 2015; Stanny i in., 2021), szczególnie w związku z koncepcją inteligentnego rozwoju (Wójcik, 2018). Koncepcja ta odnosi się do znanej w przypadku miast koncepcji *smart city* (Rudewicz, 2019) i zostaje przenoszona na grunt małych miast (Józefowicz, 2021) i wsi – *smart village* (Guzal-Dec, 2018; Guzal-Dec i in., 2019; Komorowski i Stanny, 2020; Trajer i Trajer, 2021). Prowadzone są również także badania sieci osadniczej ze szczególnym uwzględnieniem części metodycznej pracy (Ziółkowska, 2020) i uwzględnieniem takich metod badań jak wskaźniki koncentracji (Sudra, 2016; Szmytkie, 2014), metoda najkrótszego dendrytu (Śleszyński i Sudra, 2019), prawo Zipf'a (Jażdżewska, 2017b) czy metody grafowe (Figlus i Musiaka, 2020; Jażdżewska, 2022; Szmytkie, 2017, 2014). Najnowsze badania, idąc śladem literatury zagranicznej, wykorzystują nowoczesne dane zarówno wektorowe, teledetekcyjne, geolokalizacyjne i inne ogólnodostępne dane przestrzenne oraz metody badań zaimplementowane w środowisku GIS oraz z zakresu uczenia maszynowego i sieci neuronowych (Adamiak i in., 2021; Dawid i Bielecka, 2022; Korwel-Lejkowska, 2021; Szarek-Iwaniuk i in., 2022).

2.2. Badania sieci osadniczej w świetle literatury zagranicznej

Geografia osadnictwa jako osobna dyscyplina naukowa swój początek i rozwój zawdzięcza w dużej mierze XIX-wiecznym badaczom zachodnioeuropejskim, głównie niemieckim i francuskim. Pierwsze studia w tym zakresie prowadzili Niemcy wpisując się w dwa główne rodzaje badań: nad typami domów, w tym ich rozmieszczeniem, architekturą i materiałami budowlanymi oraz nad ośrodkami miejskimi (Stone, 1965). Zgodnie z pracą A. Hettnera (1895) badania do 1840 r. dotyczyły głównie związków między miastami a środowiskiem naturalnym, natomiast po 1860 r. w pracach geografów tego okresu dominowało podejście historyczne. Największy rozkwit idei i problemów badawczych nastąpił w ostatnim dziesięcioleciu XIX wieku. Jednym z ważniejszych opracowań tego okresu jest praca A. Meitzena (1895), w której między innymi przedstawił formy osadnictwa europejskiego, sklasyfikował osadnictwo wschodnich i zachodnich Niemiec oraz zwrócił uwagę na kształty wsi, które charakteryzują większość europejskiego osadnictwa wiejskiego. Przełomu w geografii osadnictwa dokonał O. Schlüter (1899), który według niektórych jest uważany za twórcę tej dziedziny. Oprócz samej lokalizacji i wielkości osiedli oraz ich relacji ze środowiskiem przyrodniczym dołączył badanie wewnętrznej struktury, kształtu, fizjonomii oraz układu przestrzennego jednostek osadniczych a także uwarunkowań historycznych, ekonomicznych i kulturowych. Zauważył, że geografia osadnictwa zajmuje się zjawiskami, które wynikają z działalności człowieka. Zwrócił również uwagę na istotę i potrzebę badania całej sieci osadniczej, co według badacza jest ważniejsze od badania poszczególnych miast i wsi (Stone, 1965). W tym czasie H. Wagner (1900) zaproponował podział osad na tymczasowe (dwa typy) i stałe (wsie podzielone na pięć typów ze względu na kształt lub położenie). W drugiej i trzeciej dekadzie tego stulecia, w niemieckiej geografii szczególne znaczenie odgrywała antropogeografia. Rozwój badań nad osadnictwem wiejskim był stały, natomiast szybko rozwijały się studia z zakresu osadnictwa miejskiego. Do lat trzydziestych XX wieku większość niemieckich geografów nadal szeroko ujmowała i definiowała swoją dziedzinę badawczą. Niektórzy badacze uważali, że dziedzina ta była tak szeroka, ze względu na to, że służyła głównie krajowym problemom badania przestrzeni osadniczej (Busch-Bon, 1937). Niektórzy z kolei za istotę geografii osadnictwa uważali badania procesu rozwoju społeczności ludzkich (Christaller, 1938) i próbowali wyjaśniać strukturę sieci osadniczej (Christaller, 1933). W 1957 r. zauważono pewnego rodzaju nieporozumienie wśród niemieckich geografów, które wynikało przede wszystkim z mnogości pojęć, metod i tematów badawczych, mimo to zachowano możliwość wyboru wielu celów badawczych z zakresu

osadnictwa (Hövermann, 1957). G. Schwarz (1953) w jednej ze swoich prac na temat osadnictwa, traktuje je i rozdziela na osiedla tymczasowe i stałe oraz wiejskie i miejskie, rozróżniając typ pomiędzy wsią a miastem. Geografia osadnictwa we Francji przyjmowała wiele wzorców badawczych z badań niemieckich, jednak jej rozwój różnił się. W pierwszej fazie studiów, osadnictwem zajmowało się niewielu geografów. Badania z tej dziedziny zaczęto od badań nad kształtami i materiałami budynków, a następnie w większym stopniu badano wsie. Można było zauważyć mniejszy nacisk na konstruowanie definicji i koncepcji, które były traktowane w węższym zakresie niż u badaczy niemieckich (Stone, 1965). Na początki geografii osadnictwa we Francji miała praca P. Vidal de la Blache (1899) oraz stosowane podejście regionalne. Za pierwszego i jednocześnie silnego lidera tej dziedziny we Francji uznaje się A. Demangeona (1905), którego pierwsza, ważna publikacja dotyczy działek, ich własności, upraw, typów domów, materiałów budowlanych a także rozmieszczenia domów oraz wsi i miast w północnej Francji. W kolejnej pracy zajął się głównie typami i rozmieszczeniem siedlisk wiejskich (Demangeon, 1920). W kolejnej pracy, A. Demangeon (1927) na podstawie badań z głównych części świata, przedstawił główne układy rozmieszczenia zabudowań wiejskich. Była to prawdopodobnie pierwsza praca obejmująca tak szerokie zagadnienie w jednym opracowaniu i stała się jedną z głównych prac geografii osadnictwa tego okresu. Klasyfikacja ta obejmowała położenie domów wiejskich względem siebie (od rozproszonych, poprzez pośrednie, do skupionych) a także względem pól (wyróżnił między innymi wsie przylegające do pól). A. Demangeon używał terminu ‘siedlisko wiejskie’, który stał się popularny i powszechnie używany w geografii osadnictwa francuskiego a także czasami na arenie międzynarodowej (Stone, 1965). Zauważono, że do roku 1938, francuska geografia osadnictwa ograniczała się do badania fizjonomii, przede wszystkim domu mieszkalnego jako elementu krajobrazu. Takie ujęcie było węższe od podejść i definicji ówczesnych badaczy niemieckich (Christaller, 1938). Późniejsze francuskie definicje poszerzają zakres tematyczny. M. Sorre (1952) stwierdził, że siedlisko wiejskie to nie tylko dom mieszkalny. Badał osadnictwo ze względu na powiązania i warunki środowiska naturalnego i ich wpływ na rozwój społeczno-gospodarczy osiedli (Szymańska, 2013). J. Tricart (1949) z kolei uważa, że siedlisko jest materialną formą życia człowieka i odzwierciedleniem różnych aktywności na danym obszarze. Według M. Derruau (1961) nauka o siedlisku to nauka o rozmieszczeniu powierzchni zamieszkałych na Ziemi. Wpływ teorii A. Demangeona widoczny był również wśród badaczy belgijskich. Jedną z pierwszych, głównych uczennic A. Demangeona w Belgii była M. A. Lefevre, która pomiędzy 1921 a 1964 rokiem stale wносиła nowe pomysły i wkład w powstające definicje i klasyfikacje. W swoich

badaniach koncentrowała się na domu w krajobrazie rolniczym. Jej pierwsze prace dotyczyły rozmieszczenia, gęstości i typów domów w Belgii i ich znaczenia dla badań nad osadnictwem wiejskim (Léfevre, 1926). Autorka niedługo później zaproponowała, by siedliska wiejskie zostały zarezerwowane dla mieszkańców uprawiających ziemię (Léfevre, 1928), z czym zgodził A. Demangeon (1931) i przyznał, że nie można każdego osadnictwa występującego poza miastem nazywać osadnictwem wiejskim, w którym siedlisko powinno charakteryzować się zabudową zagrodową. M. A. Léfevre (1931) stwierdziła, że klasyfikacja siedlisk wywodzi się z analizy funkcjonalnej, w celu odróżnienia siedlisk wiejskich (rolniczych) od miejskich (handlowych lub przemysłowych). W 1945 roku bardzo szeroko zdefiniowała pojęcia siedliska oraz całej geografii osadnictwa, która według autorki obejmuje genezę, rozmieszczenie, funkcję, wiek, typ, architekturę i zagospodarowanie osiedli (Léfevre, 1945). Zajmowała się także szczegółowo klasyfikacją morfologiczną zabudowy i analizą procesu zasiedlania (Léfevre, 1964). W innych częściach świata rozwój geografii osadnictwa był nierównomierny a sama dyscyplina była różnie definiowana. Niektórzy badacze rozwijali koncepcje badawcze na wzór badań niemieckich, między innymi geografowie austriaccy, tacy jak (Hassinger, 1933). W Skandynawii skupiono się na badaniu jednostek geograficznych, regionów o określonych cechach pod względem klimatu lub ukształtowania terenu. Postawiono tezy, że ewolucja osadnictwa jest procesem, a poszczególne jej etapy mogą być studiowane na podstawie badań morfologii, skupienia, rozmieszczenia i zagospodarowania (Ahlmann, 1928). Fiński geograf J. G. Granö (1937) przedstawił fińskie regiony osadnicze, powstałe w wyniku analizy rozmieszczenia i kształtu domów wiejskich, przysiółków i osiedli miejskich. W Czechosłowacji położono nacisk na prace o uniwersalnym znaczeniu, na ich wartość w geografii stosowanej oraz na jednostkę osadniczą składającą się z budynku mieszkalnego, gospodarstwa i ziemi, na której żyli jej mieszkańcy (Král, 1951). Pierwsze angielskie prace przedstawiały głównie typy domów, morfologię wsi i układy pól a także ich genezę. Ma to odzwierciedlenie w angielskiej definicji geografii osadnictwa, według której jej celem jest identyfikacja wzorców osadnictwa i wyjaśnianie ich powstania (Schwarz, Mendöl, Houston, 1953). Definicja turecka różni się tym, że uznaje dom za główną cechę osiedla, jednak termin ten rozumie nie tylko jako dom mieszkalny, ale jako budynek pełniący także inne funkcje, np. handlową, przemysłową czy kulturalną (Tanoglu, 1954). Na Węgrzech, geografia osadnictwa także koncentruje się na formie, poczynawszy od szczegółów dotyczących typu domu, do całych skupisk miejskich (Schwarz, Mendöl, Houston, 1953). W Ameryce istniało niewiele definicji osadnictwa. Prace nad miastami zostały zapoczątkowane w 1855 r., a ich rozwój nastąpił dopiero po 1900 r. (James i Jones, 1954). Na obszary wiejskie po raz pierwszy zwrócono uwagę

w 1925 roku, kiedy stwierdzono, że geografia osadnictwa jest nauką interdyscyplinarną na temat rozwoju zamieszkałych obszarów na świecie (Bowman, 1926). V. C. Finch i G. T. Trewarth (1936) za przedmiot zainteresowania geografa uważają typy domów i ich charakterystyczne grupowanie i rozmieszczenie w obrębie jednostek osadniczych zwanych osiedlami. Badacze przez termin dom rozumieли wszystkie budynki związane z działalnością i życiem ludzi. Ci sami badacze, w 1942 roku proponują nową definicję jednostki osadniczej jako wspólnotę ludzi wraz z budynkami, w których mieszkają i z których korzystają w inny sposób oraz drogami, po których się poruszają (Finch i Trewarth, 1936). W latach pięćdziesiątych pojawiły się także inne amerykańskie definicje geografii osadnictwa. Jedną z nich traktuje geografię osadnictwa jako naukę zajmującą się funkcjami, rodzajem i rozmieszczeniem wytworów człowieka (Kohn, 1951). W wielu krajach nastąpił szczególny rozwój i zainteresowanie osadnictwem miejskim (Stone, 1965). Duży wkład teoretyczny miały w tym przypadku studia amerykańskich badaczy, tzw. szkoły chicagowskiej, które prezentowały rozważania na temat struktury przestrzennej miast na podstawie zróżnicowania społecznego i gospodarczego (Szymańska, 2013), w nurcie ekologii społecznej (Barrow, 1923; Burgess, 1925; McKenzie, 1926; Park, 1936). Układami przestrzennymi i ich ewolucją, na przykładzie miast amerykańskich, zajmował się H. Hoyt (1939), który zaproponował teorię rozwoju przestrzennego miast, tzw. model klinowy lub sektorowy. Następni badacze opracowali kolejny model rozwoju miast – model policentryczny (Harris i Ullman, 1959, 1945). Duży wpływ na rozwój i rodzaj badań miała koncepcja W. Christallera (1933) na temat teoretycznego modelu rozmieszczenia i hierarchii jednostek osadniczych oraz jej wykorzystanie i próby modyfikacji przez innych badaczy (Berry i Garrison, 1958; Blotvogel, 1996; Boustedt, 1952; Dale i Sjøholt, 2007; Eator i Lipsey, 1982; Johnston, 1966; King, 2020; Kumo i Shadrina, 2021; Lösch, 1961; Meijers, 2007; Morrill, 1963; Mulligan i in., 2012; Neef, 1950; Parr i Denike, 1970; Preston, 1971; Shuper i Vazhenin, 2007; Smailes, 1944). Dzięki dużemu zainteresowaniu miastami, przejawiającemu się w liczbie prac z tego zakresu i ich różnorodności a także dzięki powstaniu nowych teorii oraz ujęć teoretycznych i metodologicznych, w latach 30. XX wieku wyodrębniono dyscyplinę, którą nazwano geografią miast. Badania nad miejską siecią osadniczą oraz poszczególnymi miastami największy rozkwit odniosły po II wojnie światowej, kiedy to dokonywały się największe przemiany społeczno-gospodarcze i powstawało wiele nowych miast. Ze względu na mnogość podejść, terminów, metod i technik badawczych związanych z rewolucją ilościową, rozpoczęto studia i podjęto próby analizy systemów osadniczych na poziomie krajowym, regionalnym i lokalnym (Szymańska, 2013). Spośród zagranicznych autorów prac o największym znaczeniu

w danym aspekcie zaliczyć należy prace P. I. Chorleya i P. Haggetta (1969, 1967), H. M. Frencha i J. B. Racine'a (1971), P. Haggetta (1965) i D. Harveya (1969). Badano również funkcje miast i ich bazę ekonomiczną wykorzystując metody matematyczno-statystyczne z użyciem różnorodnych wskaźników pomiarów tych pojęć (Alexandersson, 1956; Berry, 1964; Brush, 1953; Harris i Ullman, 1959; Nelson, 1955). Istotne znaczenie mają publikacje poruszające w szerokim zakresie miejską sieć osadniczą (Brunet, 1996; Carter, 1973; Damette, 1994; Haegen, 1982; Knox, 1994; Moriconi-Ebrard, 1993; Paulet, 2000; Pelletier i Delfante, 2000; Pumain i Saint-Julien, 1996). Dominacja tematyki miejskiej nie oznacza braku badań w zakresie wiejskiej sieci osadniczej i ogólnie osadnictwa wiejskiego. Okres po II wojnie światowej to także rozwój badań w tym zakresie, choć w mniejszym stopniu. Powstają wtedy prace odnośnie bazy ekonomicznej i jej wpływu na rozwój wiejskiej sieci osadniczej (Kovalov, 1963, 1961; Krenzlin, 1952). Istotne są też prace dotyczące struktur i procesów osadnictwa wiejskiego oraz jego rozwoju (Blunden i Curry, 1988; Chisholm, 1968; Cloke, 1979; Mandal, 2001; Singh, 1972; Taylor, 1983). Kluczowymi pozycjami w literaturze dotyczącej problematyki wiejskiej są podręczniki z geografii osadnictwa, w których przedstawiane są zarówno zagadnienia dotyczące sieci osadniczej jak i morfologii wsi oraz procesów demograficznych, społecznych i gospodarczych a także tematy związane z planowaniem przestrzennym na wsiach (Daniel i Hopkinson, 1994; Hornby i Jones, 1991; Singh, 1998). Powstają także kompleksowe i wieloaspektowe opracowania obejmujące zarówno zagadnienia teoretyczne jak i empiryczne z wykorzystaniem metod ilościowych i jakościowych (Ghosh, 1998; Mandal, 2001; Singh, 1998).

Najnowsze publikacje z zakresu osadnictwa i sieci osadniczej są bardzo zróżnicowane i poruszają wiele problemów badawczych, spośród których można wyróżnić kilka głównych kierunków:

- zrównoważony rozwój miast i systemów osadniczych,
- obszar metropolitalny i kontinuum miejsko-wiejskie,
- rozwój osadnictwa wiejskiego,
- zmiany w strukturze sieci i systemów osadniczych,
- modele rozwoju osadnictwa i metody badawcze
- nowe dane przestrzenne, 'big data',
- mapowanie i wykrywanie osiedli w oparciu o uczenie maszynowe i sieci neuronowe.

Rozwój miast i regionów w kontekście teorii zrównoważonego rozwoju oraz związane z tym procesem planowanie przestrzenne zajmuje ważne miejsce w literaturze przedmiotu (Batty, 2008; Buck i in., 2021; Candel i Törnå, 2021; Harbiankova i Shcherbina, 2021; Mohsin i in.,

2020). Jednym z podejmowanych zagadnień jest niekontrolowany wzrost terenów zabudowanych w miastach jak i na wsiach oraz konsekwencje z tym związane, takie jak nieodpowiedni dostęp do infrastruktury drogowej, usługowej i technicznej, utrata terenów cennych środowiskowo czy koszty transportu (Andreasen i Møller-Jensen, 2016; Ansari i in., 2020; Batty i in., 2003). Ciągłe aktualnym i nadal rozwijanym kierunkiem badawczym jest kontinuum miejsko-wiejskie oraz związane z tym próby wyznaczania granicy miast, obszarów metropolitalnych (Baffoe i in., 2021; Cattaneo i in., 2021; Jażdżewska, 2017b; Rozenfeld i in., 2008; Ye i in., 2021) oraz badania dotyczące małych miast, jako obszary pomijane w badaniach osadnictwa typowo miejskiego jak i typowo wiejskiego (Gong i in., 2022; Senetra i Szarek-Iwaniuk, 2020; Steinführer i in., 2016; Tong i in., 2020). Pomimo tego, że miasta są najczęstszym przedmiotem badań współczesnej geografii osadnictwa, powstają również prace z zakresu rozwoju osadnictwa wiejskiego, zmian jakim podlegają obszary wiejskie i wiejska sieć osadnicza, ich przyczyn i skutków oraz czynników budujących ich potencjał osadniczy (Modinpuroju i Prasad, 2017; Rosner i Wesołowska, 2020; Shcherbina i Gorbenkova, 2019), szczególnie popularne ostatnio u badaczy chińskich (Hu i in., 2022; Q. Liu i in., 2022; Y. Liu i in., 2022; Mao i in., 2017; Tan i in., 2021; Xiao i in., 2021; Ye i in., 2020). Problem sieci osadniczej i układów osadniczych różnych regionów świata, ich struktura oraz zmiany jakim podlegają stanowią odrębny kierunek badawczy. Podejmowane są próby charakterystyki krajowych systemów miejskich na podstawie badań przepływu ludności (Limtanakool i in., 2007; Pitoski i in., 2021), badania sieci lokalnych (Saeedi i in., 2019), badania powiązań i interakcji pomiędzy siecią osadniczą, krajobrazem naturalnym i aktywnością gospodarczą regionu (Yiannakou i in., 2017), badania zmian sieci osadniczej i perspektyw rozwoju (Csapó i Balogh, 2015; Dotsenko, 2018; Tan i in., 2021). Często poruszane są zagadnienia związane z modelami rozwoju osadnictwa, modelami interakcji przestrzennych, miejsc centralnych i modelami sieciowymi (Banaszak i in., 2019; Boussauw i in., 2014; Dale i Sjøholt, 2007; Daniels, 2017; Güller i Varol, 2021; Jain, 2018; King, 2020; Meijers, 2007; Mulligan i in., 2012; Mulligan i Carruthers, 2021; O’Kelly, 2009; Parr, 2017; Pitoski i in., 2021; Poorthuis i van Meeteren, 2021; Shearmur i Doloreux, 2015; Shi i in., 2020; van Meeteren i Poorthuis, 2018; Wikman i Mohall, 2022). Wyróżnić można także prace przedstawiające analizy w oparciu o określone metody badawcze, takie jak prawo Zipf’a (Bousmaha i in., 2021; Cieślík i Teresiński, 2016; Fang i in., 2017; Ishikawa, 2018; Jażdżewska, 2017b; Josic i Bašić, 2018), metody koncentracji przestrzennej (Lang i in., 2020; Poku Boansi i Amoako, 2015; Tuholske i in., 2019), entropię (Altieri i in., 2019; Bajardi i in., 2015; Batty, 2020; Hristova i in., 2016; Yuan, 2018) czy metody grafowe (Balestrieri i Ganciu, 2020; Ducruet, 2020; Jażdżewska,

2022; Robertson, 2018; Szmytkie, 2017). W nowszych pracach dotyczących osadnictwa i sieci osadniczej zauważyć można badania w oparciu o 'big data' oraz specjalne, współcześnie popularne dane przestrzenne i nieprzestrzenne, takie jak dane teledetekcyjne i dane z telefonii komórkowej (Bajardi i in., 2015; Chen i in., 2020; Doran i Fox, 2016; Koebe, 2020; Luca i in., 2021), dane z mediów społecznościowych, geolokalizacje (Heider i in., 2018; Hristova i in., 2016; Luque-Ayala i Neves Maia, 2019; van Meeteren i Poorthuis, 2018) czy nocne zdjęcia satelitarne świetlne (de Meester i Storch, 2020; Li i in., 2018; Sanchez de Miguel i in., 2020; Zhou i in., 2020). Bardzo popularnym i nowym kierunkiem badawczym jest mapowanie, rozróżnianie osiedli, budynków, wykrywanie terenów zurbanizowanych oraz zmian jakie zachodzą w sieci osadniczej za pomocą uczenia maszynowego z użyciem sieci neuronowych (Hu i in., 2022; Qiu i in., 2020; Sanya i Mwebaze, 2020; Ye i in., 2020; Yuan i in., 2018).

2.3. Główne teorie lokalizacji i rozwoju osadnictwa

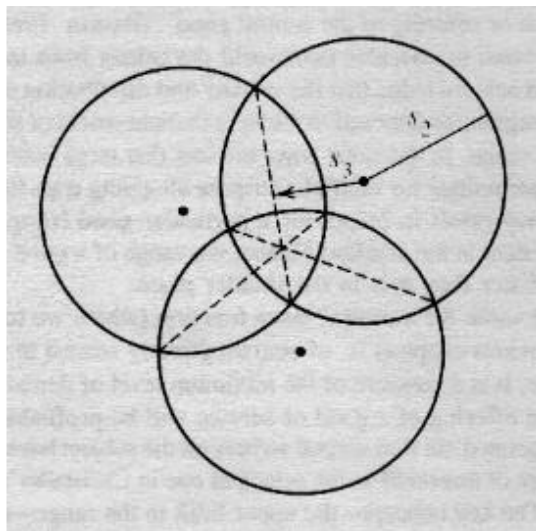
Teoria miejsc centralnych

Charakterystykę sieci osadniczej i wyjaśnianie prawidłowości zachodzących w jej obrębie prezentuje się w kontekście różnych teorii i koncepcji. Najbardziej znaną i klasyczną koncepcją jest teoria miejsc centralnych, opierająca się na modelach Christallera i Lösch. Teoria ta jest modelem teoretycznym i zawiera zbiór twierdzeń na temat rozmieszczenia osiedli, ich liczby, wielkości oraz funkcji. W naukach geograficznych jest podstawową teorią przyjmowaną w badaniach sieci osadniczej w skali regionalnej i krajowej. Model Christallera bazuje na relacjach hierarchicznych z uwzględnieniem centralności jako podstawowego założenia organizacji osadnictwa. Model ten opiera się na czterech zmiennych: liczbie osiedli, ich wielkości, rozkładzie przestrzennym oraz zróżnicowaniu funkcjonalnym, czyli randze osiedli (Jażewicz, 2013). Christaller swoje założenia opublikował w pracy z 1933 roku, gdzie swoją teorię testował i weryfikował za pomocą obserwacji wzoru osadnictwa miejskiego w południowych Niemczech. Najważniejszym założeniem teorii Christallera była idea funkcjonalnej współzależności między miastem, którego główną cechą jest bycie w centrum w regionu, a otaczającymi je obszarami wiejskimi. Tak jak w rozwoju każdej teorii konieczne było przyjęcie pewnych założeń i ograniczeń:

- głównym punktem uwagi Christallera było miejsce centralne z jego centralnymi dobrami i usługami, stąd w dyskusji pominięte zostały typy osiedli ze specyficznymi przyczynami lokalizacji, takie jak typowe miasta górnicze, portowe, uzdrowiskowe itp.,

- Christaller zakładał istnienie bezkresnej i jednorodnej równiny, na której żyzność gleby i inne zasoby naturalne są takie same we wszystkich jej częściach,
- równina ta jest jednolicie zasiedlona, a rolnicy mają taki sam poziom dochodów i taki sam popyt na dobra i usługi,
- poruszanie się po równinie jest możliwe tak samo we wszystkich kierunkach, a koszty podróży i transportu towarów są funkcją tylko od przebytej odległości,
- zarówno rolnicy jako konsumenci, jak i przedsiębiorcy w miastach jako producenci dóbr i usług są racjonalnymi jednostkami, które dążą do minimalizacji swoich kosztów i maksymalizacji zysków (King, 2020).

Niezbędne było również zdefiniowanie kilku kluczowych pojęć. Najważniejszym z nich było pojęcie zasięgu funkcji miejsca centralnego, a konkretnie jego górnej i dolnej granicy. Górna granica, jako ta kluczowa, została opisana jako najdalsza odległość, na jaką człowiek jest zdolny się udać, aby kupić dobro oferowane w miejscu centralnym. Stąd im wyższa cena danego towaru, tym większa skłonność do pokonywania większych odległości – większy górny zakres graniczny. Z kolei dla częściej kupowanych, bardziej powszechnych i tańszych dóbr, górny przedział graniczny byłby mniejszy. Dolna granica to miara minimalnego poziomu popytu niezbędnego do opłacalności oferowanych dóbr lub usług. Miejsca i funkcje niższego rzędu mają mniejsze zakresy, zarówno idealne jak i rzeczywiste, niż miejsca i funkcje wyższego rzędu (Rysunek 5) (King, 2020).

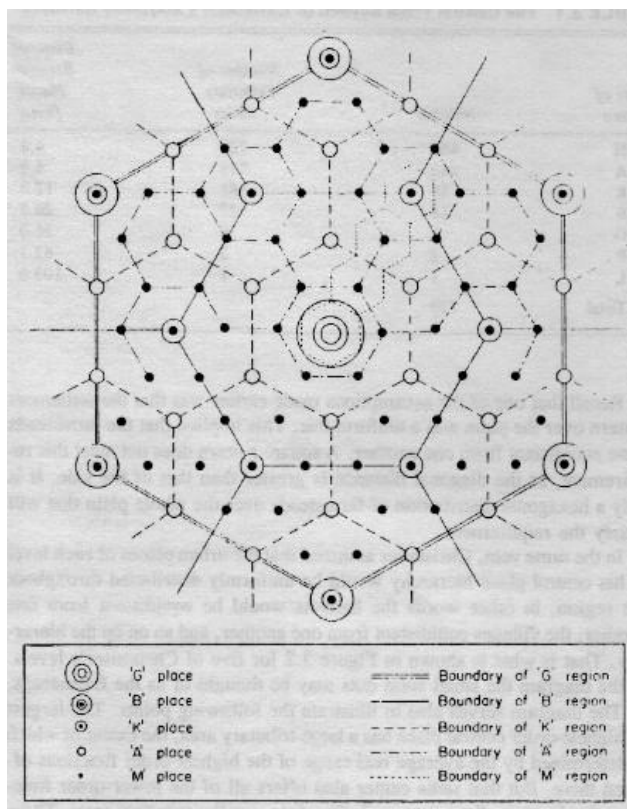


Rysunek 5. Zakresy idealne i rzeczywiste funkcji miejsca centralnego

Źródło: King, 2020

Christaller zauważył, że w rzeczywistości w przeciwieństwie do założeń świata idealnego, na zasięg miałyby wpływ również gęstość i rozkład ludności. Dodał również, że duże miejsca

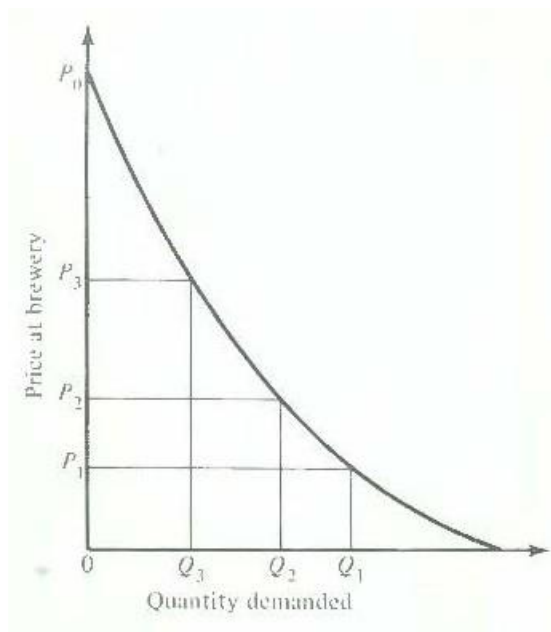
centralne, oferujące większe możliwości zakupowe i większy asortyment produktów powodują spadek cen w porównaniu z cenami tego dobra w mniejszych miejscowościach. Większe osiedla miejskie byłyby w stanie oferować towary i usługi, których nie mogły zapewnić mniejsze ośrodki. To prowadzi do powstania hierarchii osiedli ze względu na ich wielkość oraz liczbę i kolejność posiadanych przez nie funkcji. W swoich badaniach nad południowymi Niemcami Christaller wyróżnił siedem głównych poziomów w hierarchii (M, A, K, B, G, P, L). Ze względu na założenie o równomiernej odległości osiedli na każdym poziomie hierarchii przyjęto ich sześciokątny (haksagonalny) rozkład. Największe lub najwyżżej położone w hierarchii miejsce centralne ma duży obszar dopływu, którego zasięg jest określony przez średni rzeczywisty zasięg funkcji najwyższego rzędu oferowanych w tym miejscu. To samo miejsce oferuje również wszystkie funkcje niższego rzędu, które mają mniejsze zasięgi (Rysunek 6) (King, 2020). Miejsca centralne na danym poziomie obsługują obszar rynkowy zawierający szereg miejsc niższego poziomu i obszarów wiejskich. Obszary rynkowe są dokładnie zagnieżdżone jeden w drugim, zgodnie z czynnikiem K, który Christaller uważał za stałą wielkość dla danego systemu. Mocną stroną schematu Christallera jest jego geometryczna prostota i wnikliwe propozycje behawioralne autora, zwłaszcza dotyczące zachowań konsumentów w podróży (Mulligan i in., 2012).



Rysunek 6. System rynkowy miejsc centralnych wg Christallera
Źródło: King, 2020

Christaller uznał, że przedstawiona przez niego zasada marketingowa będzie sytuacją normalną, jednak zaznaczył, że mogą pojawić się sytuacje powodujące zniekształcenie wzoru i deformację układów miejsc centralnych, takie jak zasada kierowania ruchem drogowym oraz zasada podziału administracyjnego. Pierwsza zmienia system w taki sposób, aby jak najwięcej osiedli leżało przy jednej trasie komunikacyjnej pomiędzy dwoma ważnymi ośrodkami. Zaznacza tu, że trasa ta powinna być prosta i ekonomiczna, a system jest wtedy głównie liniowy. Druga zasada polega na tworzeniu niemal identycznych pod względem powierzchni i liczby ludności dzielnic, z najważniejszym miejscem w centrum (King, 2020).

August Lösch rozwinął i uogólnił koncepcję Christallera w 1940 roku w książce na temat ekonomii lokalizacji (King, 2020). Lösch w swoim modelu wykorzystuje podstawy ekonomiczne i odwołuje się do ośrodków produkcji i ich obszarów zaplecza. Uwagę przywiązuje zatem głównie do drugiego sektora gospodarki (Jażewicz, 2013). W przeciwieństwie do Christallera, który rozważania zaczął od hierarchii osiedli miejskich, do której przypisane były funkcje, Lösch zaczął od poziomu pojedynczej działalności gospodarczej, na przykładzie browaru obsługującego dany region. Na podstawie własnych rozważań na temat popytu budował system obszarów rynkowych. Pozostawił wszystkie główne założenia teorii Christallera o równomiernym rozmieszczeniu osad, dostępności transportowej i racjonalnym zachowaniu ekonomicznym. Na bazie tych ogólnych ustaleń zadał pytanie na temat popytu na piwo wśród mieszkańców regionu w sytuacji, kiedy powstanie tam browar. Próba odpowiedzi na to pytanie jest wykres na Rysunek 7, z którego wynika, że im wyższa cena piwa w browarze, tym niższy popyt na nie. Jest to problem decyzyjności pojedynczego gospodarstwa domowego na temat wydatkowania swojego dochodu. Zidentyfikowano trzy poziomy popytu (Q_1, Q_2 i Q_3) odpowiadające cenom (P_1, P_2 i P_3). Po uwzględnieniu kosztów transportu piwo staje się tym droższe, im bardziej gospodarstwo jest oddalone od browaru. W pewnej odległości od browaru gospodarstwo domowe nie może sobie pozwolić na jego zakup, a popyt jest zerowy. W miarę pojawiania się nowych producentów, wybierane będzie nowe miejsce centralne, aż każdy z nich będzie obsługiwał obszar o identycznej wielkości i nie będzie osiągał nadmiernych zysków. Granica między dwoma obszarami rynkowymi wyznaczy granicę rzeczywistego zasięgu dobra. Biorąc pod uwagę wszystkie dotychczasowe założenia, przyjęta równina będzie pokryta szeregiem nakładających się na siebie obszarów rynkowych dla browarów i powstanie wzór sześciokątnych obszarów rynkowych, gdzie żaden obszar nie będzie nieobsługiwany i żadna firma nie osiągnie nadmiernych zysków.



Rysunek 7. Hipotetyczna krzywa popytu na piwo
Źródło: King, 2020

Zgodnie z teorią miejsc centralnych, badania sieci osadniczej prowadzone są w kategorii semantycznej i operacyjnej. Model semantyczny to układ pojęć związanych ze strukturą osadniczą w skali regionalnej i krajowej, w którym pojawiają się dwa główne terminy: centralność i hierarchiczność. Model operacyjny to z kolei ciąg określonych działań wykonywanych na podstawie ustalonego toku postępowania, dokładnie dotyczy głównie dwóch procedur: klasyfikacji hierarchicznej osiedli oraz analizy układów punktowych (Jażewicz, 2013). W teorii miejsc centralnych, owa centralność lub jej brak ma charakter absolutny, czyli dzieli osiedla na te będące w centrum jako strefa wpływów oraz te będące im funkcjonalnie podległe, peryferyjne. Miejsce w hierarchii sieci osadniczej wyznacza charakter dóbr i usług oferowanych przez osiedle. Zgodnie z teorią wzrost centralności osiedla powoduje wzrost jego rangi, na co wpływ ma także liczba mieszkańców, co w konsekwencji prowadzi do umiastowienia. Teoria Christallera odnosi się głównie do miast, a wsie przedstawia jako osiedla im podległe (Wójcik, 2011).

W teorii miejsc centralnych występują różnice pomiędzy systemami Christallera i Lösch. Christaller opracował teoretyczny model zaczynając od największego i najbardziej zróżnicowanego ośrodka (od góry), tworząc stopniową hierarchię miejsc centralnych jako logiczną konsekwencję istnienia funkcji o podobnych progach i zasięgach. Lösch natomiast zaczynał od dołu, uwzględniając najpierw funkcje o najniższej pozycji w hierarchii. Jego założenie o braku nadmiernego zysku dla dostawcy powodowało wzrost punktów zaopatrzenia. Dodatkowo schemat ten pozwalał na specjalizację podaży miejsc na tym samym szczeblu

hierarchii, co jest sprzeczne z podejściem Christallera. Model Löschy dopuszczał zatem istnienie większej liczby miejsc centralnych, ale nie był tak regularny jak model Christallera. Teoria miejsc centralnych, ze względu na szereg problemów definicyjnych i często nierealistycznych założeń i odniesień do świata rzeczywistego, była często i konsekwentnie krytykowana (Dale i Sjøholt, 2007). Pomimo tego prace Christallera i Löschy stały się bodźcem do wielu późniejszych badań w różnych dziedzinach nauk społecznych (Berry i Garrison, 1958; Blotevogel, 1996; Boussauw i in., 2014; Brush, 1953; Dacey, 1962; Dale i Sjøholt, 2007; Daniels, 2017; Doran i Fox, 2016; Eator i Lipsey, 1982; Johnston, 1966; Meijers, 2007; Morrill, 1963; Mulligan i in., 2012; Mulligan i Carruthers, 2021; Parr, 2017; Parr i Denike, 1970; Preston, 1971; Shearmur i Doloreux, 2015; Shi i in., 2020; Shuper i Vazhenin, 2007; Sokołowski, 2006; van Meeteren i Poorthuis, 2018; Wikman i Mohall, 2022; Ye i in., 2021). Prowadzone są liczne studia nad rozmieszczeniem miast, ich liczbą, wielkością oraz relacjami zachodzącymi między wielkością populacji i złożonością funkcjonalną osad. Badania te są często poprzedzone założeniami teorii miejsc centralnych a następnie po analizie własnego materiału, testowane i poddane ocenie i krytyce. Teoria ta jest także uważana przez wielu naukowców jako podstawa i rama do wyciągania wniosków w zakresie planowania regionalnego (King, 2020). Klasyczna teoria była mocno zamknięta na inne interpretacje świata rzeczywistego. Obecnie wielu badaczy bierze pod uwagę podstawowe i klasyczne założenia teorii, jej krytyczne uwagi i uwzględnia nowe tendencje, co prowadzi do bardziej swobodnego i indywidualnego poglądu na temat teorii miejsc centralnych (Dale i Sjøholt, 2007).

Teoria bazy ekonomicznej

Kolejną teorią wyjaśniającą definicje i rozwój sieci osadniczej jest teoria bazy ekonomicznej, która w przeciwieństwie do teorii miejsc centralnych uznaje istnienie wyspecjalizowanych funkcji niezależnie od wielkości jednostki osadniczej (Jażewicz, 2013). Teoria bazy ekonomicznej została zapoczątkowana w 1916 roku przez Warnera Sombarta, niemieckiego ekonomistę, socjologa i historyka gospodarczego. Oprócz niego wpływ na rozwój koncepcji struktury funkcjonalnej miast mieli tacy badacze jak A. Weber, M. Aurousseau, F. L. Olmsted, J. Ekstedt, H. W. Ahlmann, G. Jonsson, W. William-Olsson, G. Isenberg, M. Barlow, J. H. Jones, R. Hartshorne, C. D. Harris, H. Hoyt, F. Forbat, J. W. Alexander, G. Alexandersson, I. Morrisett, E. Ullman, M. Dacey, W. G. Dawidowicz, P. Lewczenko, S. Herman, J. Wilska, K. Dziewoński, J. Kostrowicki czy L. Kosiński (Dziewoński, 1967). Koncepcja ta szybko zyskała zainteresowanie nie tylko wśród geografów, ale także ekonomistów, socjologów i urbanistów, głównie dzięki temu, że według

K. Kucińskiego (1994) stanowiła jedyną koncepcję na temat rozwoju osadnictwa miejskiego mogącą stanowić pewnego rodzaju teorię zastępczą do teorii miejsc centralnych. Początkowo teoria odnosiła się do warunków powstania i rozwoju miast, a później także całych regionów. W trakcie licznych studiów prowadzonych przez badaczy z różnych ośrodków naukowych, na początku lat 50. XX wieku jednoznacznie zdefiniowano teorię bazy ekonomicznej miast a także podjęto próby ujednolicenia i uporządkowania pojęć i metod badawczych. W latach 60. XX wieku teorią zainteresował się zespół badaczy z nurtu nauk regionalnych *regional science*, który poparł przyjęte metody badań oparte na statystyce i ekonometrii i uznał je za przydatne szczególnie w studiach nad mniejszymi jednostkami (Dacko, 2009).

Zgodnie z teorią bazy ekonomicznej ludność można podzielić na ludność egzogeniczną, tak zwanych twórców miasta i ludność endogeniczną, czyli wypełniającą miasto (Dacko, 2009; Świadek i Tomaszewski, 2011). Inaczej podział ten można przedstawić na działalności społeczno-gospodarcze podejmowane w mieście i na te świadczone względem świata zewnętrznego, czyli funkcje egzogeniczne, które traktowane są jako miastotwórcze. To właśnie funkcje egzogeniczne uznawane są tutaj za główny czynnik istnienia i rozwoju miast, są ich bazą ekonomiczną i decydują o przestrzennym podziale pracy. Funkcje endogeniczne uznawane są jedynie jako uzupełniające, a rozwój gospodarczy miasta jest silnie powiązany z rozwojem działalności egzogenicznych. Dzięki mnożnikowemu mechanizmowi rozwoju i wytwarzanym impulsom rozwojowym sektor egzogeniczny pobudza gospodarkę miejską i prowadzi do wzrostu liczby ludności miejskiej (Mateczak i Szymańska, 2000). Pojęcie bazy ekonomicznej początkowo odnosiło się do nadwyżki osób, które produkują towary przeznaczone na eksport, natomiast później dotyczyło firm i sektorów gospodarczych, które eksportowały swoje produkty (Świadek i Tomaszewski, 2011). Rozwój bazy ekonomicznej dodatkowo prowadzi do rozwoju sektorów pokrewnych, wspomagających, czyli podwykonawców oraz rynku usług. Eksport towarów generuje dochody, które pozwalają na import oraz zakup towarów i usług, co nazywa się efektami mnożnikowymi (Grosse, 2002). W miarę rozwoju miasta, w sektorze egzogenicznym i endogenicznym, wyodrębnia się podział funkcji na standardowe i wyspecjalizowane, jednak w sektorze endogenicznym specjalizacja funkcjonalna ma mniejsze znaczenie. Wyspecjalizowane funkcje egzogeniczne powodują otwarcie gospodarki i zwiększenie zasięgu oddziaływania miasta. Standardowe funkcje egzogeniczne utożsamiane są zwykle z funkcjami ośrodków centralnych. Wyodrębnia się zatem trzy sektory gospodarki miejskiej:

- egzogeniczny wyspecjalizowany - zasięg ponadregionalny,
- egzogeniczny standardowy - zasięg regionalny,

- endogeniczny - zasięg lokalny (Maczak i Szymańska, 2000).

Na podstawie założeń opisywanej teorii konstruowane są liczne rekomendacje dla działań władz publicznych, które powinny z jednej strony wspierać działalność eksportową i z drugiej strony stwarzać warunki przyciągające inwestorów produkujących na eksport. Powinno się skupiać na podmiotach specjalizujących się w wysoce konkurencyjnych produktach na światowych rynkach, głównie tych z gałęzi przemysłu wysokich technologii i usług wspierających zmiany technologiczne. Badacze nie są zgodni co do rodzaju podmiotów, które powinny być pożądane przez władze regionalne i lokalne. Z jednej strony mówi się o firmach produkujących dobra z sektorów znanych już w regionie zgodnie ze strategią specjalizacji bazy ekonomicznej. Z drugiej strony, zgodnie ze strategią dywersyfikacji bazy ekonomicznej, mówi się o podmiotach specjalizujących się w sektorach, które nie funkcjonowały do tej pory w danym regionie. Jednym z głównych powodów popularności drugiej strategii jest obawa przed upadkiem branży dominującej a także zaniedbania lokalnych, małych i średnich przedsiębiorstw, co w konsekwencji osłabi endogeniczny rozwój regionu (Grosse, 2002; Świadek i Tomaszewski, 2011).

Teoria bazy ekonomicznej została opisana głównie dla miast, stąd zarówno interpretacje teoretyczne jak i badania empiryczne były prowadzone dla miejskich systemów osadniczych. Znikomy charakter rolnictwa w mieście, sytuujący je na niskim poziomie endogenicznym, skutkował brakiem takich badań. Niektórzy badacze podejmowali próby rozszerzenia teorii bazy ekonomicznej i proponowali dołączyć do niej badania dotyczące osiedli wiejskich (Maik, 1976; Wójcik, 2010; Zagożdżon, 1964). Zgodnie z założeniami analizowanej teorii osiedla dzieli się na miasta i wsie na podstawie kryterium funkcjonalnego, przy czym wsie traktuje się jako osiedla z funkcją rolniczą, z czym związane jest pomijanie wsi w badaniach bazy ekonomicznej. Wieś nie była traktowana jako miejsce lokalizacji działalności pozarolniczych czy jako potencjalny partner wymiany gospodarczej, a jako obszar o mniejszym poziomie rozwoju zarówno ekonomicznego jak i kulturowego (Wójcik, 2011).

Rozwój miast jest w pewnym stopniu uzależniony od komplementarności ich funkcji ze strukturą gospodarki krajowej a także międzynarodowej, dlatego jedną z analiz przyczyn wzrostu gospodarczego miast powinna być analiza struktury funkcjonalnej miast. Jako funkcje miast rozumie się działalności o dominującym charakterze w zakresie budowania potencjału ekonomicznego, czyli najważniejsze rodzaje pracy wykonywanej przez ludność zamieszkującą miasta. Często jako liczbę funkcji miasta przyjmuje się liczbę sekcji PKD, co z kolei jest podstawą wykonania typologii funkcjonalnej miast (Bogdański, 2019). Najbardziej podstawową miarą określającą bazę ekonomiczną miasta są proporcje liczby zatrudnionych

w poszczególnych rodzajach działalności (Dziewoński, 1967; Kuciński, 1994). Metody pomiaru bazy ekonomicznej można podzielić na bezpośrednie i pośrednie. Bezpośrednie metody pomiaru polegają na zbieraniu statystyk dotyczących poszczególnych rodzajów działalności na podstawie wszystkich podmiotów mających siedzibę w danym mieście, przy czym sposób określenia wielkości grup endo- i egzogenicznych i kwalifikacja poszczególnych jednostek gospodarczych do tych grup zależy od badacza. Prowadzi to często do subiektywnych wyników i braku możliwości ich porównania z wynikami innych badaczy w innych miastach. Badania te są również czasochłonne i pracochłonne co powoduje ich wysoki koszt, dlatego na popularności zyskują metody pośrednie, które są szczególnie przydatne w badaniach dużego zbioru jednostek. Ze względu na to, że bazują na istniejącym materiale statystycznym dotyczącym aktualnej struktury zatrudnienia badania są porównywalne i mniej kosztowne (Przybyła, 2010). Metody te można podzielić na dwie grupy: opierające się na wskaźniku lokalizacyjnym i metody najmniejszych zapotrzebowań. W pierwszej grupie znalazły się tak zwana metoda reszt, czyli wskaźnik nadwyżki pracowników oraz współczynnik lokalizacji Forence'a. W drugiej grupie natomiast uwzględnione zostały metody najmniejszych zapotrzebowań oparte na wielkościach bezwzględnych minimalnych oraz na wielkości granicznej „K” (Przybyła, 2010).

Teoria bazy ekonomicznej po wielu latach badań, rozważań i zmian wpisała się trwale w badania osadnicze, geograficzno-ekonomiczne i planistyczne. Była i nadal jest uwzględniana w wielu projektach badawczych, pracach empirycznych i teoretycznych przez badaczy z różnych dyscyplin naukowych (Bogdański, 2019; Budner, 1999; Dacko, 2009; Domański, 1972; Dziewoński, 1967; Gibson, 2004; Grosse, 2002; Horn i Prescott, 1978; Jażewicz, 2013; Kaczmarek, 1996; Kubejko-Polańska E., 2012; Lewiński, 1985; Matczak i Szymańska, 2000; May i in., 2020; Morgan i Paananen, 1972; Parr i in., 1975; Przybyła, 2010; Sokołowski, 2008; Suliborski, 2001, 1994; Świadek i Tomaszewski, 2011; Thompson, 1982; Vollet i in., 2018; Walkiewicz, 2006, 2000; Wójcik, 2011, 2010; Zagożdżon, 1976). Samo pojęcie bazy ekonomicznej zostało zgeneralizowane i włączone w nurt badań nauk regionalnych, a teoria bazy ekonomicznej uznawana jest za jedną z klasycznych teorii rozwoju regionalnego. Do pozostałych klasycznych teorii rozwoju regionalnego, czyli takich, które nie wywodzą się wprost z innych teorii należą teoria biegunów rozwoju, której twórcą był F. Perroux w 1955 r., teoria dystryktów przemysłowych A. Marshalla z 1980 r., teoria kapitału społecznego J. Coleman'a z 1988 r. i teoria gron przemysłowych M. E. Portera z 1990 r. Z teorii klasycznych wywodzą się następnie teorie wtórne, spośród których jedną z najbardziej znanych i często wykorzystywanych jest model rdzenia i peryferii J. Friedmanna wywodzący się z teorii

biegunów wzrostu (Świadek i Tomaszewski, 2011). Zgodnie z tym modelem działalność wytwórcza i usługowa konkurujących firm jest umieszczana w regionach najbardziej rozwiniętych, przeważnie w dużych ośrodkach metropolitalnych, co prowadzi do dominacji centrów, nazywanych także rdzeniami nad terenami peryferyjnymi. Należy dodać jednak, że pomimo podporządkowania rdzeniom, przyczyniają się one do rozwoju peryferii. Centra gospodarcze przodują także w kwestii społecznej, kulturowej i politycznej (Gałązka, 2017; Grosse, 2002). Jako możliwości rozwoju regionu uważa się stymulowanie rozwoju regionalnego poprzez budowę infrastruktury światowych metropolii jak i regionów gorzej rozwiniętych z punktu widzenia gospodarki globalnej. Badacze nie są zgodni w kwestii przebiegu procesu tworzenia rdzeni. Niektórzy uważają, że jest to dynamiczny proces zależny od zmiennych czynników takich jak nowe technologie czy branże przemysłowe, które mogą przyczyniać się do tworzenia nowych rdzeni na obszarach peryferyjnych. Niektórzy z kolei twierdzą, że przestrzenne zróżnicowanie rozwoju jest statyczne i wynika z historycznie ukształtowanych obszarów rdzeni i peryferii. Trzecia grupa badaczy związana jest z teorią metropolizacji przestrzeni, czyli z malejącym znaczeniem współczesnych relacji rdzeni z bezpośrednim otoczeniem. Uważa się, że współczesne metropolie są bardziej związane gospodarczo z innymi metropoliami niż ze swoim otoczeniem, rozumianym jako peryferie, czyli głównym czynnikiem rozwoju regionu są nieciągłe przestrzennie powiązania sieciowe centrów rozwoju (Gałązka, 2017; Grosse, 2002).

Model układu liniowego i model sieciowy

Ideę badań sieci osadniczej w układzie linii rozpoczął R. J. Johnston (1968), który rozważania oparł o pracę na temat podejść badawczych w analizach regionalnych B. J. L. Berry'ego (1964). Niewątpliwy wkład w ten nurt badań mają R. J. Chorley i P. Haggett (1967, 1969, 1970), którzy sieć osadniczą przedstawili jako zbiór punktów, linii i powierzchni. Autorzy stworzyli sieć płaską, dzięki zastosowaniu transformacji macierzy zaproponowanej przez B. J. L. Berry'ego (1964) z wierszowej na kolumnową i przypisaniu określonym elementom ich odpowiedników geometrycznych (Jażewicz, 2013). Obiekty geograficzne traktowane są wtedy jako zerowymiarowe dla punktów, jednowymiarowe dla linii, dwuwymiarowe dla powierzchni i trójwymiarowe dla brył (Kostrubiec, 1972). W badaniach polskich autorów sieć osadnicza w ujęciu układu punktów i powierzchni została przedstawiona w pracach B. Kostrubca (1972, 1971), natomiast w ujęciu układu liniowego została zapoczątkowana przez A. Zagożdżona (1970) i B. Miszewską (1976, 1971). Badania sieci osadniczej jako układu liniowego

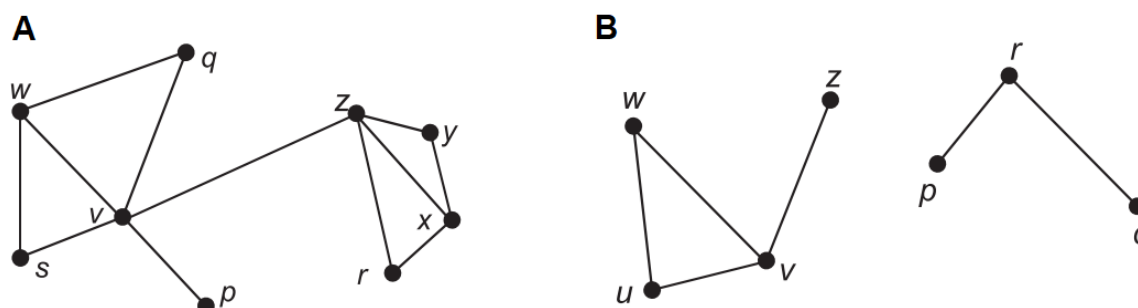
dominowały głównie w ośrodku wrocławskim i prowadziły do wyjaśnienia tempa i warunków powstawania pasm osadniczych i śledzenia procesów osadniczych.

Takie złożone podejście do sieci osadniczej było początkiem rozwoju teorii systemu osadniczego, która uwzględnia różne złożone powiązania i zależności między osiedlami i jednocześnie podkreśla wagę i rolę wszystkich jednostek systemu jako całości (Dziwoński, 1990; Jażewicz, 2013). Rozwój społeczno-gospodarczy, dynamiczne zmiany sieci osadniczej i czynników ją kształtujących doprowadziły do złożoności struktur osadniczych i problemów z wyjaśnieniem przemian osadniczych na podstawie dotychczasowych teorii. Przyjęcie pojęcia systemu osadniczego związane było także z jego zaletami heurystycznymi i integracyjnymi. System osadniczy jest traktowany jako otwarty i dynamiczny a jego definicja jest dużo bardziej ogólna i pojemna, stworzona by wyjaśnić dużo więcej zjawisk i zmian sieci osadniczej. Jednocześnie pozwala na integrację przedmiotu badań i neutralizację sprzeczności czy odstępstw teoretycznych. Teoria systemu osadniczego ma kilka znaczeń. Jest traktowana jako alternatywa dla klasycznych teorii sieci osadniczej jednak uznawana za pojęciowo ściślejsza, wzorująca się na języku systemowym. Dodatkowo ma charakter uogólniający w stosunku do teorii sieci osadniczej, ponieważ samo pojęcie systemu osadniczego jest dużo bardziej ogólne i przedstawiane na wyższym szczeblu abstrakcji (Biderman, 1993; Dziwoński, 1990; Maik, 1994).

Z badaniami sieci osadniczej jako układu linii szczególnie związana jest teoria grafów i model sieciowy. Teoria grafów, jako dział matematyki, a konkretnie topologii algebraicznej, daje wiele możliwości zastosowania w różnych dyscyplinach naukowych, w tym również w naukach geograficznych, gdzie dużą rolę odgrywa badanie struktury (Sudra, 2020; Szmytkie, 2017). W geografii jako pierwszy, teorię grafów zastosował L. Euler do rozwiązania problemu siedmiu mostów w Królewcu (Biggs i in., 1986) a następnie wykorzystywana była między innymi ogólnie w geografii społeczno-ekonomicznej (Arlinghaus i in., 2002; Chorley i Haggett, 1969; Harary, 1969; Jażdżewska, 2008b; Newman, 2010; Runge, 2006; Taylor, 1974; Tinkler, 1977), w tym szczególnie w geografii transportu (Ducruet i Lugo, 2013; James i in., 1970; Kansky, 1963; Potrykowski i Taylor, 1982; Rydzewski, 2001; Taylor, 1979, 1975; Wiśniewski, 2014; Xie i Levinson, 2009) oraz geografii osadnictwa - w badaniach sieci i systemów osadniczych (Balestrieri i Ganciu, 2020; Drobek, 1999; Figlus i Musiaka, 2020; Golachowski i in., 1974; Haggett, 1965; Jażdżewska, 2022, 2017b, 2008b; Maik, 1977; Mao i in., 2017; Miszewska, 1976; Moriconi-Ebrard, 1993; Rozenblat i Tissandier, 2007; Śleszyński i Sudra, 2019; Sudra, 2020; Szmytkie, 2017, 2009; Thomson i Richardson, 1995; Zagożdżon, 1977, 1970). W badaniach osadniczych często wykorzystywana była metoda dendrytów do ustalania

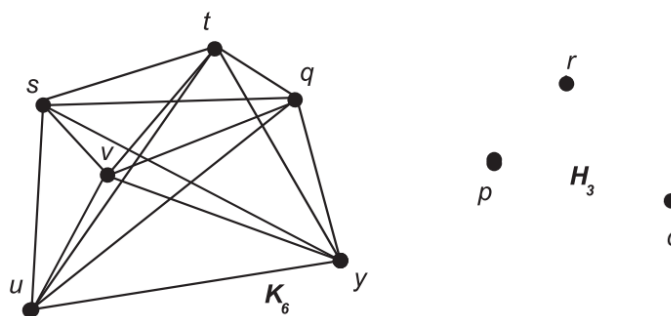
hierarchicznej struktury powiązań osiedli lub do analizy ich zróżnicowania przestrzennego (Domański, 1970; Nystuen i Dacey, 1961; Runge, 1992). Prekursorem wykorzystania metod grafowych w polskich badaniach form osadniczych był A. Zagożdżon (1977, 1971, 1970), który jednostki osadnicze przedstawiał jako szkielet dróg łączących punkty reprezentujące krańce siedliska będące rozwinięciem grafu. Na podstawie stopnia wypełnienia grafu ocenia rozwój gospodarczy i strukturalny danej jednostki wykorzystując wskaźniki zaproponowane przez K. J. Kansky'ego (1963) dla sieci transportowej, takie jak stosunek liczby krawędzi do wierzchołków czy stosunek sumy długości krawędzi do wierzchołków. Wartości tych różnych wskaźników służyły także do analiz różnic w czasie. Propozycje wykorzystania grafów w badaniach transportowych były stosowane również w innych badaniach osadniczych (Potrykowski i Taylor, 1982; Taylor, 1979). W Polsce głównym ośrodkiem zajmującym się zastosowaniem teorii grafów w badaniach sieci osadniczych i badaniach morfologicznych osiedli był ośrodek wrocławski za sprawą badaczy takich jak A. Zagożdżon (1977, 1970), S. Golachowski (1969), E. Jakubowicz (1971), B. Miszewska (1976), R. Szmytkie (2014, 2009, 2017), I. Czarnecka (1971) i B. Kostrubiec (1972). Zajmowali się oni wykorzystywaniem metod grafowych w badaniach hierarchizacji jednostek osadniczych, analizą spójności i regionalizacji sieci osadniczej czy delimitacją lokalnych zespołów osadniczych. W innych ośrodkach podobną tematyką zajmowali się między innymi I. Jażdżewska (2022, 2017, 2008b), T. Kudłacz (1981) i W. Maik (1979). Na uwagę zasługują szczególnie badania B. Miszewskiej (1976, 1971), która sieć osadniczą traktowała jako układ dwóch rodzajów form liniowych: obudowanych dróg utożsamianych z jednostkami osadniczymi i dróg nieobudowanych łączących osiedla. Wybierając taki układ autorka uzyskała quasi-dendryty, w których siedliska zamiast punktów reprezentowane są przez linie. Na ich podstawie badaczka wykonała macierz odległości i dendrogram odległości między siedliskami (Sudra, 2020). Rozwój systemów informacji geograficznej doprowadził do większej popularności badań z wykorzystaniem teorii grafów, w szczególności analiz sieciowych. Są to często badania transportowe, badania pojedynczych jednostek osadniczych i regionów oraz badania sieci i systemów osadniczych (Balestrieri i Ganciu, 2020; Ducruet i Lugo, 2013; Jażdżewska, 2022, 2017b, 2008a; Modinpuroju i Prasad, 2017; Rozenblat i Tissandier, 2007; Śleszyński i Sudra, 2019; Xie i Levinson, 2009, 2007) a także prace metodologiczne przedstawiające zastosowanie klasycznej teorii grafów w środowisku GIS (de Almeida i in., 2013; Gil, 2014; Jażdżewska, 2022, 2017a, 2008b, 2008a; Lin i in., 2013; Śleszyński i Sudra, 2019; Sudra, 2016; Zdanowska i in., 2020) (Jażdżewska, 2022).

Teoria grafów według A. Zagożdżona (1977, 1970) może być wykorzystywana w analizach statycznych i dynamicznych do badań struktury morfologicznej pojedynczych osiedli, sieci osadniczych oraz do badań funkcjonalnych z uwzględnieniem założeń teoretycznych pochodzących z ogólnej teorii grafów (Szmytkie, 2017). Do głównych definicji tej teorii, według R. J. Wilsona (2000) należy definicja grafu prostego, zgodnie z którą graf ten składa się z niepustego, skończonego zbioru składającego się z elementów nazywanych wierzchołkami lub węzłami oraz ze skończonego zbioru par nieuporządkowanych elementów nazywanych krawędziami. Najogólniej graf pokazuje zbiór punktów i ich połączeń poza kategoriami metrycznymi. W niektórych przypadkach krawędzie grafu mogą posiadać wagi, np. odległości lub czasu między punktami. Krawędzie powiązane ze sobą tworzą drogę, której długość wyraża się za pomocą liczby krawędzi ją tworzących. W geografii osadnictwa najczęściej wykorzystuje się grafy proste, czyli takie, które nie posiadają wielokrotnych krawędzi ani pętli. Istotne jest także pojęcie spójności grafu. Graf spójny jest grafem składającym się z jednej składowej, w której każde dwa dowolne wierzchołki można połączyć drogą. Graf niespójny składa się więc z wielu kawałków (Rysunek 8).



Rysunek 8. Graf spójny (A) i graf niespójny (B)
Źródło: opracowanie własne na podstawie Jażdżewska, 2017b

W przypadku, kiedy graf składa się tylko z wierzchołków mówimy o nim, że jest grafem pustym, natomiast jeżeli w grafie prostym każda para wierzchołków jest połączona krawędziami to taki graf nazywa się grafem pełnym (Rysunek 9).



Rysunek 9. Graf pełny K_6 i pusty H_3
Źródło: Jażdżewska, 2017b

Ważne jest również pojęcie grafu regularnego, w którym każdy wierzchołek ma taki sam stopień, czyli ma taką samą liczbę krawędzi z niego wychodzących. W badaniach sieci osadniczej najważniejszymi rodzajami grafów są: graf cykliczny, graf liniowy oraz koło (Rysunek 10) (Jażdżewska, 2008a).

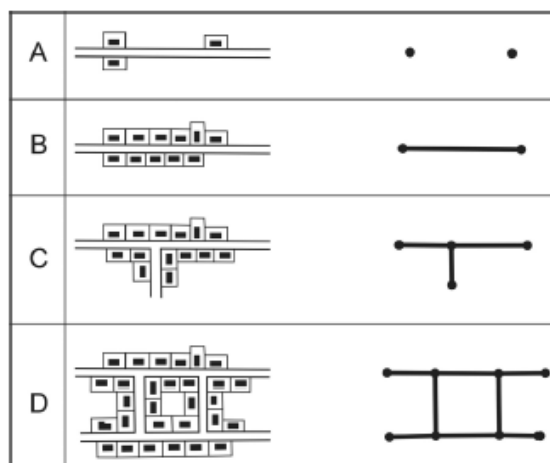


Rysunek 10. Przykłady grafu cyklicznego, liniowego i koła
Źródło: Jażdżewska, 2017b

Zgodnie z założeniami A. Zagożdżona (1977, 1970) kształt grafu przedstawia morfologię jednostki osadniczej, gdzie węzłami są poszczególne domy mieszkalne przedstawione punktowo oraz zakończenia dróg obudowanych, a krawędziami są połączenia węzłów, czyli odcinki łączące budynki wzdłuż dróg z punktami końcowymi. Za pomocą grafu można ocenić stopień rozwoju rozkładu przestrzennego osiedla. Może to być system prosty przedstawiający pojedyncze rozproszone osady pokazane za pomocą grafów pustych a także system skomplikowany, z wieloma wierzchołkami o dużych stopniach pokazane za pomocą grafów pełnych. Można wyróżnić różne rodzaje grafów przedstawiających strukturę morfologiczną jednostek osadniczych pokazane na Rysunek 11, takie jak:

- A - graf pusty, osiedle rozproszone, pojedyncze budynki położone w znacznych odległościach od siebie,

- B - najprostszy graf połączony, charakterystyczne osiedle wiejskie o prostym układzie morfologicznym,
- C - graf w kształcie drzewa, osiedle o złożonej strukturze składającej się z dwóch topograficznie połączonych jednostek morfologicznych,
- D - graf cykliczny, struktura najbardziej złożona morfologicznie (Szmytkie, 2017).



Rysunek 11. Grafy prezentujące układy morfologiczne osiedli
Źródło: Szmytkie, 2017 za: Zagożdżon, 1970

Za pomocą grafów można zatem przedstawić strukturę przestrzenną osadnictwa w sposób ujednolicony i sformalizowany. Zastosowanie grafów w badaniach sieci osadniczej pozwala między innymi na ocenę trwałości sieci osadniczej i polega na badaniu spójności grafu a także umożliwia charakterystykę i wskazanie różnic regionalnych sieci osadniczej na podstawie własności podgrafów. Do oceny różnych parametrów sieci osadniczej wykorzystywane są także różne wskaźniki i indeksy zaczerpnięte najczęściej z badań grafowych w geografii transportu, takie jak między innymi stopień rozwinięcia grafu (Jażdżewska, 2017a).

Dzięki Systemom Informacji Geograficznej rozpowszechniły się analizy grafowe pod kątem analiz sieciowych – *network analysis*. Są szczególnie popularne w badaniach transportowych ale wykorzystuje się je także do badań sieci osadniczych (Balestrieri i Ganciu, 2020; Burdziej, 2016; Cichociński, 2012; Da Silva i in., 2020; Ducruet i Lugo, 2013; Ferrer-Ortiz i in., 2022; Jażdżewska, 2017b; Lechowski i Jasion, 2021; Meijers, 2007; Modinpuroju i Prasad, 2017; Pitoski i in., 2021; Poorthuis i van Meeteren, 2021; Saeedi i in., 2019; Smolarski, 2018; Stępnia i in., 2017; Wiśniewski, 2014; Xie i Levinson, 2009; Zdanowska i in., 2020). Rozpowszechniony model sieciowy jako nowy model organizacji przestrzennej stał się dla niektórych inspiracją do badań i propozycją wprowadzenia nowego paradygmatu,

w odpowiedzi na niedostatki modelu miejsc centralnych (Meijers, 2007). Według niektórych badaczy, model miejsc centralnych jest bardziej odpowiedni dla miast przemysłowych, natomiast model sieciowy lepiej sprawdza się w miastach z dominacją sektora usługowego (Batten, 1995). Wiele cech modelu sieciowego uznaje się za lepiej przedstawiające świat rzeczywisty niż odpowiednie im cechy modelu miejsc centralnych (Tabela 2).

Tabela 2. Porównanie cech modelu miejsc centralnych i modelu sieciowego

Model miejsc centralnych	Model sieciowy
Centralność	Węzłowość
Zależność od wielkości	Neutralność wielkości
Tendencja do dominacji i podporządkowania	Tendencja do elastyczności i komplementarności
Jednorodne dobra i usługi	Heterogeniczne dobra i usługi
Dostępność pionowa	Dostępność pozioma
Przepływy głównie jednokierunkowe	Przepływy dwukierunkowe
Koszty transportu	Koszty informacji
Doskonała konkurencja w przestrzeni	Niedoskonała konkurencja z dyskryminacją cenową

Źródło: opracowanie własne na podstawie D. Batten (1995)

Jedną z kluczowych cech modelu sieciowego jest komplementarność, która związana jest z pełnieniem przez miasta różnych funkcji, które się wzajemnie korzystnie dopełniają. Komplementarność ma wpływ na pozostałe cechy modelu, między innymi powodując dwukierunkowe przepływy między różnymi miastami, co związane jest z dostępnością poziomą. Odnosi się również do neutralności pod względem rozmiaru miasta, wskazując na fakt, że funkcje wyższego rzędu mogą występować także w mniejszych jednostkach danej sieci osadniczej. Ze względu na złożoność funkcji, osiedli i sieci osadniczych, uwarunkowań różnych regionów oraz zmieniającej się sytuacji społeczno-gospodarczej, często model sieciowy lepiej sprawdza się w wyjaśnianiu zachodzących procesów osadniczych. Zdarza się również, że istnieje konieczność połączenia założeń obu modeli (Meijers, 2007; Shearmur i Doloreux, 2015).

2.4. Przegląd definicji sieci osadniczej

Badania nad siecią osadniczą prowadzą nie tylko geografowie, ale także ekonomiści, urbaniści, historycy czy demografowie, a samo pojęcie „sieć osadnicza” jest różnie definiowane i współcześnie częściej podejmuje się temat systemu osadniczego (Jażdżewska, 2008a). B. Kostrubiec (1972) sieć osadniczą traktuje jako zbiór punktów, linii i powierzchni zapisanych jako obraz kartograficzny, rozumianą w postaci matematycznej zgodnie z rozważaniami P. Haggetta i R. J. Chorleya (1967). Zgodnie z definicją W. Maika (1992) sieć osadnicza jest zbiorem osiedli, które są izolowane od siebie oraz współzależne w rozmieszczeniu, wielkości oraz pełnionych funkcjach. W definicji tej uwzględnia się, że rozmieszczenie osiedli jest funkcją ich wielkości. Rozumie się przez to, że osiedla tego samego rzędu wielkości są rozmieszczone równomiernie oraz pełnią takie same zadania społeczne i gospodarcze. Jest to podejście wychodzące bezpośrednio z teorii miejsc centralnych – głównym czynnikiem lokalizacyjnym osiedla jest koszt pokonania odległości. M. Kulesza i M. Koter (1998) za sieć osadniczą uznają nierozłącznie ze sobą powiązane linie i węzły. Jest to definicja wywodząca się wprost z pojęcia sieci. Poprzez linie autorzy rozumieją szlaki komunikacyjne, natomiast węzły to w ich interpretacji miasta powstające głównie na skrzyżowaniach dróg. Autorzy szczególnie pochylają się nad związkiem jaki istnieje pomiędzy tymi elementami sieci. Zauważają, że większość miast powstawała przy drogach, jednak niektóre najważniejsze i najstarsze miasta miały wpływ na kształtowanie się sieci drogowej. Inna definicja sieci osadniczej dotyczy organizacji osadnictwa jako podziału przestrzeni społeczno-gospodarczej na jednostki osadnicze wchodzące w jej skład, co przy zróżnicowaniu wielkościowym miejscowości prowadzi do hierarchizacji osiedli. Jednostki osadnicze tej samej wielkości pełnią te same funkcje społeczne i są zlokalizowane równomiernie. Odległość jest głównym, decydującym czynnikiem lokalizacyjnym. Pozostałe czynniki są mniej istotne i mogą deformować sieć osadniczą, która w teorii jest regularna (Dziewoński, 1990). Wśród wielu powstałych definicji sieci osadniczej na wyróżnienie zasługuje również definicja W. Kusińskiego (1993) mówiąca, że sieć osadnicza kształtuje się w wyniku rozmieszczenia na danym terytorium wszystkich uporządkowanych osiedli, podzielonych na rodzaje i klasy (czyli miasta i wsie wraz z ich wielkością) a także różnych powiązań, które istnieją pomiędzy nimi (drogi, linie przesyłowe itp.). Definicja ta przedstawia głównie podejście statyczne, służące do analizy stanu obecnego. D. Sokołowski (2006) przez sieć osadniczą rozumie rozmieszczenie jednostek osadniczych w przestrzeni geograficznej oraz ich wielkość. Nieco szersza definicja sieci osadniczej została sformułowana przez J. Rajmana (2003), mówiąca, że jest to

przestrzenny zbiór jednostek osadniczych współzależnych w rozmieszczeniu, wielkości i funkcjach, wyróżniających się określoną hierarchią. Podobnie sieć osadniczą rozumie E. Biderman (1967), który mówi o niej jako o ogólnym układzie przestrzennym jednostek osadniczych, zróżnicowaniu wielkości i funkcji osiedli a także układzie powiązań między nimi. Zbliżoną definicję podają także A. Runge i J. Runge (2008), według których sieć osadnicza to układ osiedli (miast i wsi) pozostających w pewnych relacjach przestrzennych wynikających z ich sąsiedztwa, które są zróżnicowane pod względem wielkościowym rozumianym jako struktura hierarchiczna oraz pełnią funkcje wynikające z terytorialnego podziału pracy. Zaprezentowane wyżej definicje nawiązują ściśle do teorii miejsc centralnych. W nurcie teorii bazy ekonomicznej znajduje się natomiast definicja zaproponowana przez A. Zagożdżona (1976), według którego sieć osadnicza to określony układ elementów jednostek osadniczych, które są uporządkowane przestrzennie, zróżnicowane hierarchicznie, wyspecjalizowane funkcjonalnie i tworzą funkcjonalny system zgodny z charakterystyką ekonomiczną obszaru pod wpływem relacji wewnętrznych i zewnętrznych. Wraz z czasem i rozwojem procesów osadniczych, tak jak wspomniano w poprzednim podrozdziale, modele sieci osadniczej stały się niewystarczające w wyjaśnianiu złożonych przemian, stąd wprowadzono pojęcie systemu osadniczego, który rozumiany jest jako dynamiczny system przestrzenny składający się z trwałej liczby jednostek osadniczych, zróżnicowanych strukturalnie i funkcjonalnie, o określonych relacjach między nimi oraz z otoczeniem (Liszewski i Maik, 2000; Maik, 1993). W koncepcji systemu osadniczego zwraca się szczególnie uwagę na relacje pomiędzy osiedlami, z czym związana jest największa różnica między systemem osadniczym a siecią osadniczą. Według D. Sokołowskiego (2006) system to pojęcie związane z wyższym stopniem organizacji jednostek osadniczych niż sieć. Pojęcie sieci nie ujmuje bowiem interakcji pomiędzy nimi. W. Kusiński (1993) natomiast przywiązuje uwagę do aspektu dynamicznego związanego z systemem osadniczym, co odróżnia go od pojęcia sieci osadniczej. Według Autora systemem osadniczym jest zbiór osiedli znajdujących się na danym obszarze, w określonym otoczeniu, między którymi istnieje zauważalny podział ról i funkcji a także różne powiązania (społeczne, ekonomiczne czy produkcyjne). Zbliżone do W. Kusińskiego (1993) podejście prezentuje I. Jażdżewska (2008a s. 10), która sieć osadniczą definiuje jako „zbiór miast (węzłów), położonych w przestrzeni geograficznej, oraz ich połączeń (linii), rozumianych głównie jako szlaki komunikacyjne: lądowe (drogowe, kolejowe), wodne (morskie, śródlądowe), powietrzne, a także jako powiązania finansowe, biznesowe, militarne, społeczne, kulturalne, religijne”. Autorka nie zgadza się jednak z podejściem wyłącznie statycznym i twierdzi, że badania sieci osadniczej mogą być prowadzone w aspekcie dynamicznym jako

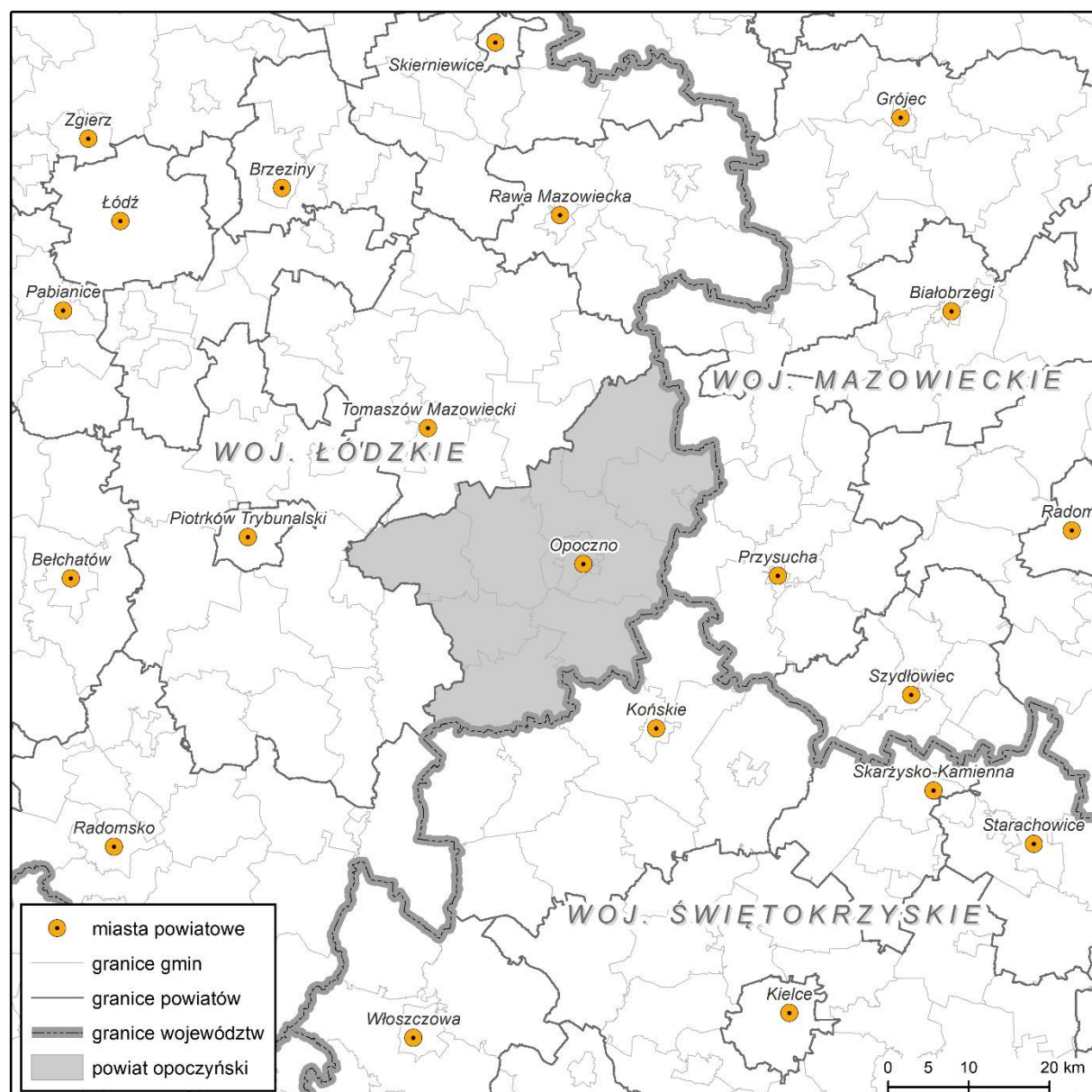
analizy czasowe, które przedstawiają zmiany struktury przestrzennej osadnictwa. Takie podejście, według Autorki, nie decyduje o konieczności korzystania z teorii systemów osadniczych, ponieważ nie porusza kwestii interakcji między miastami (Jażdżewska, 2008a). Badania sieci osadniczej najczęściej prowadzone są dla miast, stąd jej definicje w większości dotyczą miejskiej sieci osadniczej. Wiejska sieć osadnicza jest przedmiotem badań mniejszej liczby prac. Jako wiejską sieć osadniczą można uznać „pewien podzbiór w obrębie sieci osadniczej, obejmujący wiejskie jednostki osadnicze (czyli wsie i ich części składowe)” (Szmytkie and Tomczak, 2020 s. 90). Sieć osadnicza bywa także definiowana z punktu widzenia mikrostruktury sieci osadniczej jako zbiór realnych obiektów przestrzennych, na przykład budynków, a konkretnie punktów osadniczych (Śleszyński i Sudra, 2019). W podobnym kierunku zmierzała definicja B. Miszewskiej (1976), która sieć osadniczą uznawała za fizyczny układ zabudowy wzdłuż dróg i dróg je łączących.

Na podstawie powyższych definicji, Autorka za sieć osadniczą w tym opracowaniu przyjmuje zbiór jednostek osadniczych w przestrzeni geograficznej, w podziale na miasta i wsie o określonej wielkości i funkcjach, które przedstawiane są głównie jako punkty zarówno w skali makro- jak i mikrostruktury osadniczej oraz powiązania między nimi, zarówno te bezpośrednio widoczne w przestrzeni, głównie w postaci szlaków komunikacyjnych (drogi, linie kolejowe itp.) jak i te pośrednie rozumiane jako powiązania administracyjne, społeczne, kulturalne, religijne, edukacyjne czy finansowe.

Rozdział 3. Charakterystyka powiatu opoczyńskiego jako obszaru badań

3.1. Położenie administracyjne i komunikacyjne

Powiat opoczyński leży w południowo-wschodniej części województwa łódzkiego. Sąsiaduje z trzema powiatami województwa łódzkiego: tomaszowskim, piotrkowskim i radomszczańskim, z powiatem przysuskim z województwa mazowieckiego oraz z powiatem koneckim z województwa świętokrzyskiego (Rysunek 12).



Rysunek 12. Położenie administracyjne powiatu opoczyńskiego w 2019 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych PRG

Powiat składa się z dwóch gmin wiejsko–miejskich:

- Drzewica – 118 km²
- Opoczno – 191 km²

oraz sześciu gmin wiejskich:

- Białaczów – 115 km²
- Mniszków – 124 km²
- Paradyż – 81 km²
- Poświętne – 141 km²
- Sławno – 129 km²
- Żarnów – 141 km².

Powiat opoczyński zajmuje powierzchnię równą 1040 km² i zamieszkuje go 76106 osób (Bank Danych Lokalnych GUS, 2019). Liczba miejscowości w powiecie wynosi 228 (w tym 2 miasta) i jest zróżnicowana pomiędzy gminami w zakresie od 41 w gminie Żarnów do 14 w gminie Białaczów. Siedzibą władz powiatu jest miasto Opoczno. Przez teren powiatu przebiegają trzy drogi krajowe nr 12, nr 48 i nr 74 oraz cztery drogi wojewódzkie nr 713, nr 726, nr 728 i nr 746. Powiat przecinają także linie kolejowe: Centralna Magistrala Kolejowa, linia kolejowa Koluszki–Skarżysko-Kamienna oraz linia kolejowa Tomaszów Mazowiecki–Radom (Rysunek 13).



Rysunek 13. Położenie komunikacyjne powiatu opoczyńskiego w 2019 r.

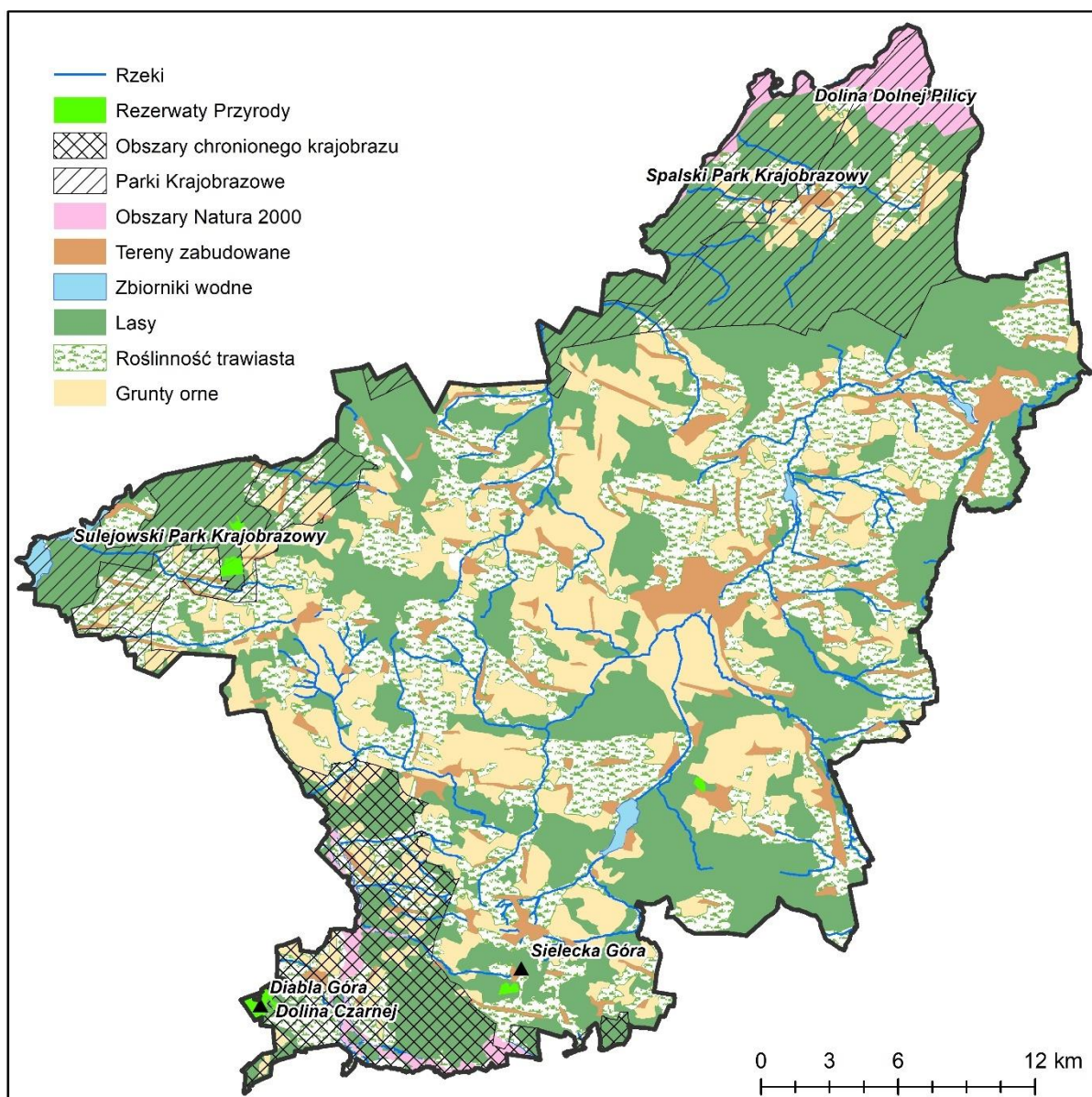
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych BDOT10k

3.2. Środowisko przyrodnicze

Powiat opoczyński, zgodnie z podziałem fizycznogeograficznym Kondrackiego, leży w prowincji Wyżyny Polskie, podprowincji Wyżyna Małopolska, makroregionie Wyżyna Przedborska, w przeważającej części mezoregionu Wzgórz Opoczyńskich, które stanowią północno-zachodnią osłonę mezozoiczną Gór Świętokrzyskich. Wzgórz Opoczyńskie utworzone są głównie ze skał jurajskich, które tworzą dwie płaskie antykliny, rozdzielone kredową synkliną. Na te formy nałożone są skalne materiały czwartorzędowe zlodowacenia odrzańskiego (Kondracki, 1998). Najwyższymi wzniesieniami są leżące w gminie Żarnów - Diabla Góra i Sielecka Góra (285 m n.p.m.) (Rysunek 14). W podłożu Ziemi Opoczyńskiej znajdują się gliny zwałowe oraz wapienie jurajskie, w których rozwijają się zjawiska krasowe.

To one powodują powstawanie zapadlisk widocznych na powierzchni obszaru. Na terenie powiatu występuje wiele jarów, hałd, wyrąbisk, kamieniołomów i wąwozów, które są pozostałością po wielowiekowym wydobywaniu różnych kopalin: rud żelaza, wapieni, piaskowców, gliniek ceramicznych oraz piasków szklarskich. Rudy żelaza znajdują się w pasie między Maleńcem a Drzewicą, przy czym największe kopalnie istniały w Łysej Górze koło Żarnowa. Pokłady piaskowca występują w pasie pomiędzy Diablą Górą a Drzewicą. Złóża wapienia znaleźć można głównie na dziale wodnym między Drzewiczką a Pilicą. Złóża gliniek znajdują się przeważnie w okolicach Mroczkowa, Petryków, Żarnowa i Sielca, z kolei złoża piasków szklarskich w gminie Sławno (Dekowski, 1977). Na obszarze powiatu występują głównie gleby wytworzone na piaskach ze żwirem oraz piaskach gliniastych. Wyróżnić można pseudobielice, gleby brunatne oraz gleby piaszczyste różnej genezy. Zgodnie z klasyfikacją gleb są to gleby o niskiej jakości (w większości klasy IVa, IVb i V). Pomimo złych warunków glebowych powiat opoczyński jest głównie regionem rolniczym, czemu sprzyja nizinna, płaska rzeźba terenu oraz łagodny klimat (Program Ochrony Środowiska dla Powiatu Opoczyńskiego na lata 2016-2019 z perspektywą do roku 2023, 2016).

Powiat opoczyński jest położony w zlewni rzeki Pilicy, która jest najdłuższym lewym dopływem Wisły, z kolei w północno-zachodniej części powiatu znajduje się wododział rzeki Drzewiczki (drugi pod względem wielkości prawobrzeżny dopływ Pilicy). Wśród rzek przepływających przez teren opoczyńskiego wymienić należy jeszcze Wąglankę, Popławkę, Czarną, Brzuśnię oraz Pogorzelec. Oprócz rzek znaleźć tu można również zbiorniki wodne, spośród których największe to: Zalew Sulejowski (częściowo położony w granicach gminy Mniszków), Zbiornik Miedzna (gmina Żarnów i Białaczów), Zbiornik w Drzewicy oraz Zalew w Opocznie (Rysunek 14). Powiat opoczyński charakteryzuje się lesistością blisko 31%, przy ponad 32 400 ha obszarów leśnych (niewiele ponad 20 000 ha to lasy publiczne, a blisko 12 400 ha – lasy prywatne). Najwięcej lasów tworzących zwarte kompleksy znaleźć można na terenie gmin Białaczów, Mniszków, Drzewica i Poświętne. Największymi pod względem obszarów są lasy gminy Mniszków należące do Sulejowskiego Parku Krajobrazowego oraz część lasów gminy Poświętne należące do Spalskiego Parku Krajobrazowego. Głównym gatunkiem drzewostanu opoczyńskich lasów jest sosna, a następnie olcha, brzoza i dąb. Pod względem wieku najwięcej jest drzewostanów mających więcej niż 40 lat (przeważnie powyżej 80 lat) (Program Ochrony Środowiska dla Powiatu Opoczyńskiego na lata 2016-2019 z perspektywą do roku 2023, 2016).



Rysunek 14. Wybrane elementy środowiska przyrodniczego powiatu opoczyńskiego
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych BDOO

Na terenie powiatu opoczyńskiego znajdują się różnego rodzaju formy ochrony przyrody. Przebiega tędy korytarz ekologiczny o randze krajowej – Dolina Pilicy. Znajdują się tu również wymienione już wcześniej Parki Krajobrazowe: Spalski i Sulejowski a także 5 rezerwatów przyrody: „Diabla Góra”, „Jodły Sieleckie”, „Gaik”, „Błogie”, „Białaczów”, Piliczański Obszar Chronionego Krajobrazu oraz obszary Natura 2000: „Dolina Pilicy”, „Dolina Dolnej Pilicy” i „Dolina Czarnej”. Leśno-krajobrazowy rezerwat przyrody „Diabla Góra” stanowi jedną z cenniejszych atrakcji turystycznych regionu. Jego celem jest ochrona wzgórz z wychodniami skał piaszczystych, które było miejscem bitew partyzanckich z okresu II wojny światowej. W pewnych częściach rezerwatu znajdują się szeregowe bryły żółtego i różowego piaskowca tworzące oryginalne formy skalne, które zapoczątkowały

ludową legendą o budowaniu tam piekła przez diabły (Rysunek 15). Ponadto na obszarze powiatu znaleźć można 67 pomników przyrody i 40 użytków ekologicznych (Program Ochrony Środowiska dla Powiatu Opoczyńskiego na lata 2016-2019 z perspektywą do roku 2023, 2016).



Rysunek 15. Formy skalne w rezerwacie przyrody Diabla Góra
Źródło: opracowanie własne

3.3. Rys historyczny i kulturowy

Historia powiatu opoczyńskiego sięga średniowiecza. W XII wieku obszar obecnego powiatu wchodził w skład dwóch kasztelanii: Żarnowskiej i Skrzyńskiej. Początki kasztelanii Żarnowskiej notowane są na XI wiek. Żarnów był wtedy jednym z najbardziej rozwiniętych ośrodków administracyjnych w regionie. Znaczenie kasztelanii Skrzyńskiej, związanej z rodem Duninów, dość szybko zmaleło przez rozrost rodu i podział majątku. Powiat opoczyński (z Opoczmem jako głównym ośrodkiem) powstał w XIV wieku w wyniku przekształcenia kasztelanii w powiaty (Hubka i Wróbel, 2011). Wtedy powstała także nowa instytucja – urząd starosty (Górski, 2011). Okres średniowiecza zdominowany był przez kolonizację kościelną – biskupów kujawskich i cystersów sulejowskich (Brzustów, Smardzewice, Sługocicie, Twarda i Zarzęcin) oraz kolonizację rodów świeckich – Odrowążów, Koźlerogów i Łabędziów (okolice Końskich, Białaczowa, Skórkowic i Skrzyńska). Najstarsze osadnictwo koncentrowało się wokół Opoczna – powstały wtedy dobra królewskie takie jak: Bukowiec, Dęba, Ogonowice, Sitowa, Ostrów, Wola Załęzna, Radzice czy Gorzałków (Dekowski, 1977). Drugim wyróżniającym się miastem była Drzewica, natomiast tereny wokół Żarnowa zasiedlone mogły być już znacznie wcześniej (Hubka i Wróbel, 2011). Najstarszym zabytkiem w powiecie opoczyńskim jest pochodzący z XII wieku kościół parafialny p.w. św. Mikołaja w Żarnowie (Rysunek 16). Pierwsza wzmianka o kościele pochodzi z 1191 roku. Prawdopodobnie był on włączony do systemu obronnego grodu żarnowskiego. Pierwotny kościół został zbudowany w stylu romańskim (miał wysoką wieżę i wąskie, wysoko

zamieszczone okna) i posiadał charakter obronny. W 1510 roku został rozbudowany o późnogotyckie prezbiterium. Po wielu przebudowach z dawnego romańskiego kościoła pozostała jedynie między innymi okrągła wieża czy kamienny ołtarz z płaskorzeźbami (Dekowski, 1977).



Rysunek 16. Kościół parafialny p.w. św. Mikołaja w Żarnowie
Źródło: opracowanie własne

Stolicą powiatu było Opoczno, które w 1360 roku otrzymało prawa miejskie od króla Kazimierza Wielkiego. Okres panowania tego króla zalicza się jako najlepszy okres rozwoju miasta. To właśnie z tych czasów pochodzą przedsięwzięcia budowlane takie jak budowa murów miasta, kościoła czy zamku, który pełnił funkcję administracyjną a następnie był siedzibą powiatu sądowego (Rysunek 17). Większa część społeczeństwa zajmowała się wtedy rolnictwem (Hubka i Wróbel, 2011). Z tego okresu pochodzi także wiele cennych zabytków (Świątek-Mazur, 2005).



Rysunek 17. Kościół parafialny p.w. św. Bartłomieja w Opocznie (A) i zamek kazimierzowski w Opocznie (B)
Źródło: opracowanie własne

Rozwój całego regionu na przestrzeni czasów determinowały również konflikty zbrojne, takie jak napady Tatarów (raz w marcu 1241 roku i drugi raz w styczniu 1260 roku), wojna ze Szwedami, trzy rozbiory Polski, walki konfederatów barskich i Tadeusza Kościuszki, wojny napoleońskie, powstanie listopadowe i styczniowe oraz I i II wojna światowa. Decyzją traktatów rozbiorowych z 1795 roku powiat opoczyński znajdował się w zaborze austriackim (Dekowski, 1977). Od 1807 roku powiat znajdował się w granicach Księstwa Warszawskiego i należał do departamentu radomskiego, a po upadku Księstwa Warszawskiego od 1815 r. znajdował się w zaborze rosyjskim na terenie Królestwa Polskiego. Teren obecnego powiatu opoczyńskiego leżał w województwie sandomierskim, które obejmowało 4 obwody: radomski, opatowski, sandomierski i opoczyński. W skład obwodu opoczyńskiego wchodził powiat opoczyński, konecki oraz szydlowiecki (Hubka i Wróbel, 2011). W czasach Księstwa Warszawskiego oraz Królestwa Polskiego Opoczno przechodziło zastój budowlany – w 1860 roku w mieście znajdowało się jedynie o 10 budynków mieszkalnych więcej niż w roku 1811. Mieszkańcy Opoczna zajmowali się przeważnie rolnictwem oraz rzemiosłem, handlem zajmowali się głównie Żydzi. Po powstaniu listopadowym, w którym brała udział duża część lokalnej społeczności, obszary powiatu znajdowały się pod rządami rosyjskimi. W 1842 roku zmieniono nazwę obwód na powiat, natomiast powiaty zastąpiono okręgami. Powstanie styczniowe, przez swój partyzancki charakter, dużo bardziej odcisnęło się na losach mieszkańców ziemi opoczyńskiej. Decyzją władz carskich, w Opocznie ulokowano siedzibę Komisji Wojenno-Śledczej, organizowano sądy wojskowe a także utworzono więzienia dla powstańców w piwnicach „Domu Esterki” oraz w budynku przy ulicy Szpitalnej (Dekowski, 1977). W 1867 roku Królestwo Polskie zostało podzielone na 10 guberni i 85 powiatów. Z powiatu opoczyńskiego w obecnych granicach wydzielono wtedy południowo – wschodnią część, z której utworzono powiat konecki (Hubka i Wróbel, 2011) (Rysunek 18, Rysunek 19).



Rysunek 18. Podział Królestwa Polskiego na gubernie i powiaty
Źródło: stephendanko.com za: J. M. Bazewicz (1907)



Rysunek 19. Powiat opoczyński guberni radomskiej w 1907 r.
Źródło: MAPSTER igrek.amzp.pl za: J. M. Bazewicz (1907)

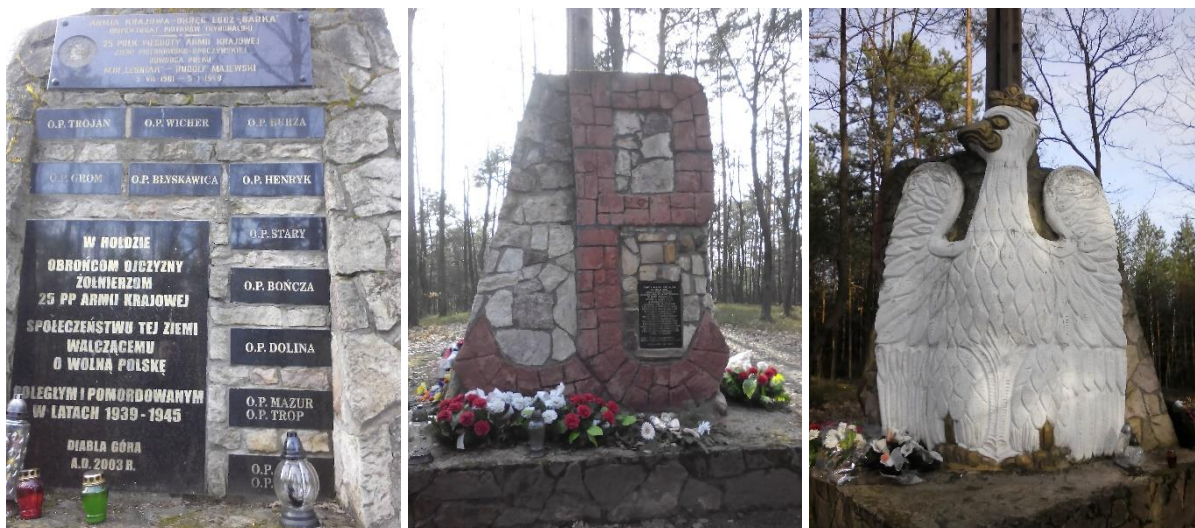
W drugiej połowie XIX w. w Opocznie nastąpił okres rozkwitu demograficznego i gospodarczego. Dobrze funkcjonowały obiekty takie jak browar, farbiarnie, garbarnie, olejarnie. Działalność rozpoczęła wtedy fabryka płytek ceramicznych spółki Dziewulski i Lange, a także uruchomiono w 1885 r. linię kolejową Koluszki-Skarżysko. Widoczny był

także olbrzymi wzrost liczby budynków (Hubka i Wróbel, 2011). W czasie I wojny światowej, przez tereny powiatu (wzdłuż Pilicy od Nowego Miasta po Inowłódz i następnie w kierunku południowo-zachodnim przez miejscowości takie jak: Bratków, Kamień, Wójcin, Ruszenice, Klew po Diabłą Górę) przechodził front, po którego przesunięciu w 1915 r. pozostały zniszczone drogi i całe wsie oraz cmentarze wojskowe, w tym w Opocznie, Kunicach i Wójcinie (Dekowski, 1977) (Rysunek 20).



Rysunek 20. Fragmenty okopów na terenie rezerwatu Diabla Góra z czasów I wojny światowej
Źródło: opracowanie własne

Po zmianach w podziale terytorialnym kraju w okresie międzywojennym do 1939 r. powiat opoczyński należał do województwa kieleckiego, a od 1939 r. do województwa łódzkiego. W tamtym okresie większość miejscowej ludności była wyznania rzymskokatolickiego, dominując liczebnością nad ludnością wyznania mojżeszowego, ewangelików oraz pozostałych mniejszych grup wyznaniowych (Hubka i Wróbel, 2011). Wybuch II wojny światowej spowodował powstanie na obszarze powiatu dwóch podziemnych organizacji: Związku Walki Zbrojnej oraz Polskiej Organizacji Zbrojnej „Racławice”. Następnie utworzono Bataliony Chłopskie, a w 1942 r. partyzanckie oddziały Gwardii Ludowej (oddziały „Wilka” w okolicy Drzewicy oraz oddziały „Józka” i „Kruka” w okolicy Skórkowic). Rok później, w 1943 r., do walki dołączyły oddziały Armii Krajowej „Maja”, „Wichra”, „Burzy”, „Trajana”, „Henryka” i „Las” (Rysunek 21).



Rysunek 21. Pomnik na szczycie Diablej Góry upamiętniający walki 25 Pułku Piechoty Armii Krajowej
Źródło: opracowanie własne

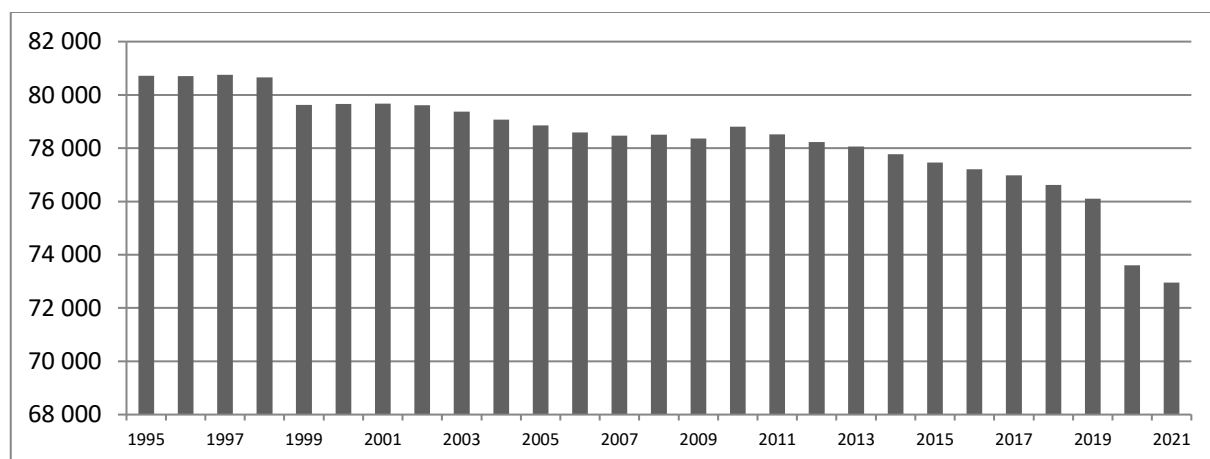
Okres II wojny światowej dla ziem powiatu opoczyńskiego, podobnie jak dla całego kraju, przyniósł szereg tragicznych w skutkach konsekwencji, do których zaliczyć można między innymi pacyfikacje ludności, mordy, bombardowanie miejscowości, w tym Opoczna, utworzenie w Opocznie getta dla ludności żydowskiej i wiele innych. Do największych i najbardziej znanych pacyfikacji zalicza się te w Skroninie, Dąbrowie nad Czarną, Sobieniu, Ruszenicach czy Straszowej Woli. Likwidacja getta w Opocznie odbyła się 27 października 1942 r. po wywiezieniu Żydów do obozu w Treblince. Z kolei mieszkańcy Opoczna i pobliskich terenów byli przewożeni do Tomaszowa Mazowieckiego, do obozów koncentracyjnych lub byli mordowani na miejscu (Dekowski, 1977).

Lata wojenne to okres obowiązywania różnych podziałów wewnętrznych. Powiat opoczyński został zlikwidowany i dołączony do powiatu Tomaszów Mazowiecki w dystrykcie radomskim. Po zakończeniu II wojny światowej wprowadzono trójstopniowy podział administracyjny (województwa, powiaty i gminy). Do 1950 roku istniało 14 województw (powiat opoczyński należał do województwa łódzkiego). W 1950 r. utworzono 17 województw i od tego roku do roku 1975 powiat opoczyński leżał w województwie kieleckim. Zgodnie z reformą z 1954 r. w miejscu gmin powstały dużo mniejsze od nich gromady, które zostały z powrotem zamienione na gminy w 1972 r. Powiat opoczyński podzielony był wtedy na 11 gmin i miasto Opoczno. W 1975 r. dokonano dużej reformy likwidującej trójstopniowy i wprowadzającej dwustopniowy podział terytorialny kraju (gminy, miasta, miasta i gminy oraz województwa – powstało 49 nowych województw) (Witkowski, 2007). Teren ówczesnego powiatu opoczyńskiego podzielono na gminy i włączono do nowo powstałego województwa

piotrkowskiego, oprócz gminy Drzewica i Odrzywół, które włączono do województwa radomskiego. Ostatecznie powiat opoczyński wrócił na mapę w Polsce w 1999 r., kiedy przywrócono trójstopniowy podział administracyjny kraju. Obecny powiat opoczyński należy do województwa łódzkiego i składa się z dwóch gmin miejsko-wiejskich (Opoczna i Drzewicy) oraz sześciu gmin wiejskich (Paradyż, Poświętne, Białaczów, Mniszków, Sławno i Żarnów) (Hubka i Wróbel, 2011).

3.4. Charakterystyka demograficzna

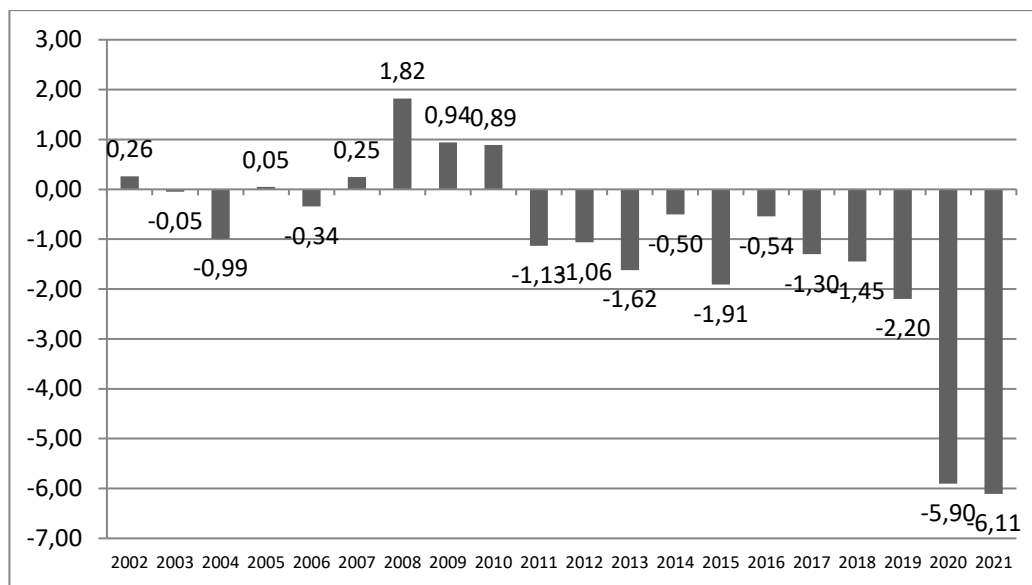
Powiat opoczyński w 2019 roku zamieszkiwało 76106 osób (Bank Danych Lokalnych, 2019), a w 2021 roku liczba mieszkańców zmalała o około 3 tysiące, bowiem według danych GUS wynosiła ona 72960 (Bank Danych Lokalnych GUS, 2021) a według danych Narodowego Spisu Powszechnego Ludności i Mieszkań z 2021 r. powiat opoczyński zamieszkiwało 73401 osób (Bank Danych Lokalnych GUS, 2022). Liczba mieszkańców powiatu, począwszy od 1995 roku (80721) ciągle spada, jedynie w 2000 i 2010 roku można było zauważyć nieznaczny wzrost liczby mieszkańców (Rysunek 22).



Rysunek 22. Liczba mieszkańców powiatu opoczyńskiego w latach 1995-2021

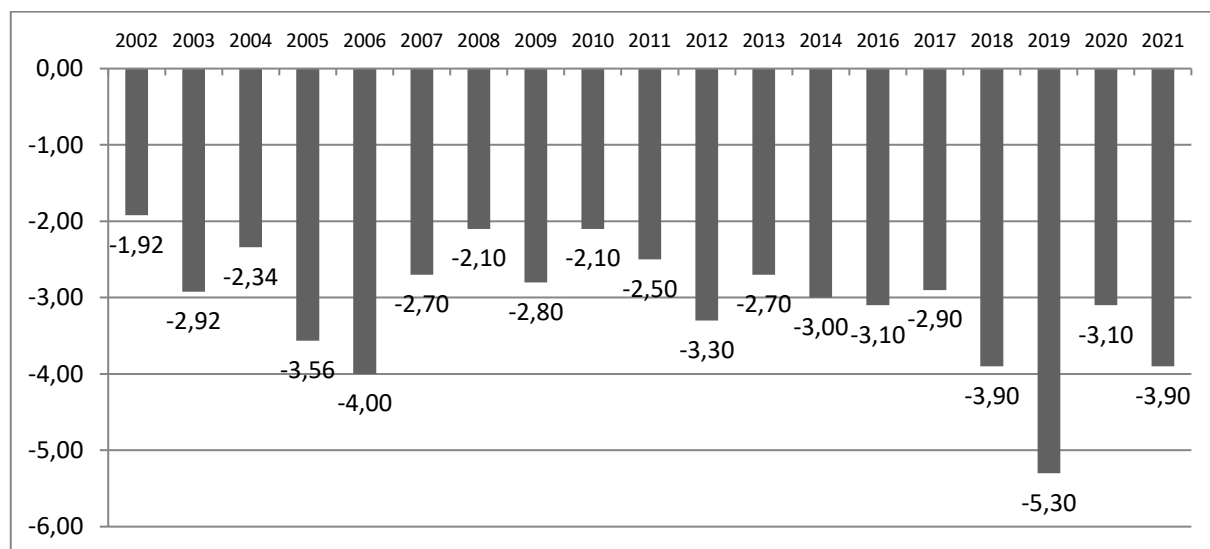
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

Podobna tendencja widoczna jest w przypadku przyrostu naturalnego na 1000 osób, którego wartość w 2021 roku była najniższa od 2002 roku (-6,11). Najwyższy przyrost naturalny odnotowano w roku 2008 (1,82) (Rysunek 23).



Rysunek 23. Przyrost naturalny na 1000 osób w powiecie opoczyńskim w latach 2002-2021
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

Równie niekorzystnie przedstawia się sytuacja odnośnie salda migracji, które od 2002 roku jest ciągle ujemne a jego wartości coraz niższe, co świadczy o coraz większej liczbie osób wyjeżdżających z terenu powiatu opoczyńskiego niż do niego przyjeżdżających. Najgorszy wynik odnotowano w 2019 roku a najlepszy w 2002 roku (Rysunek 24).

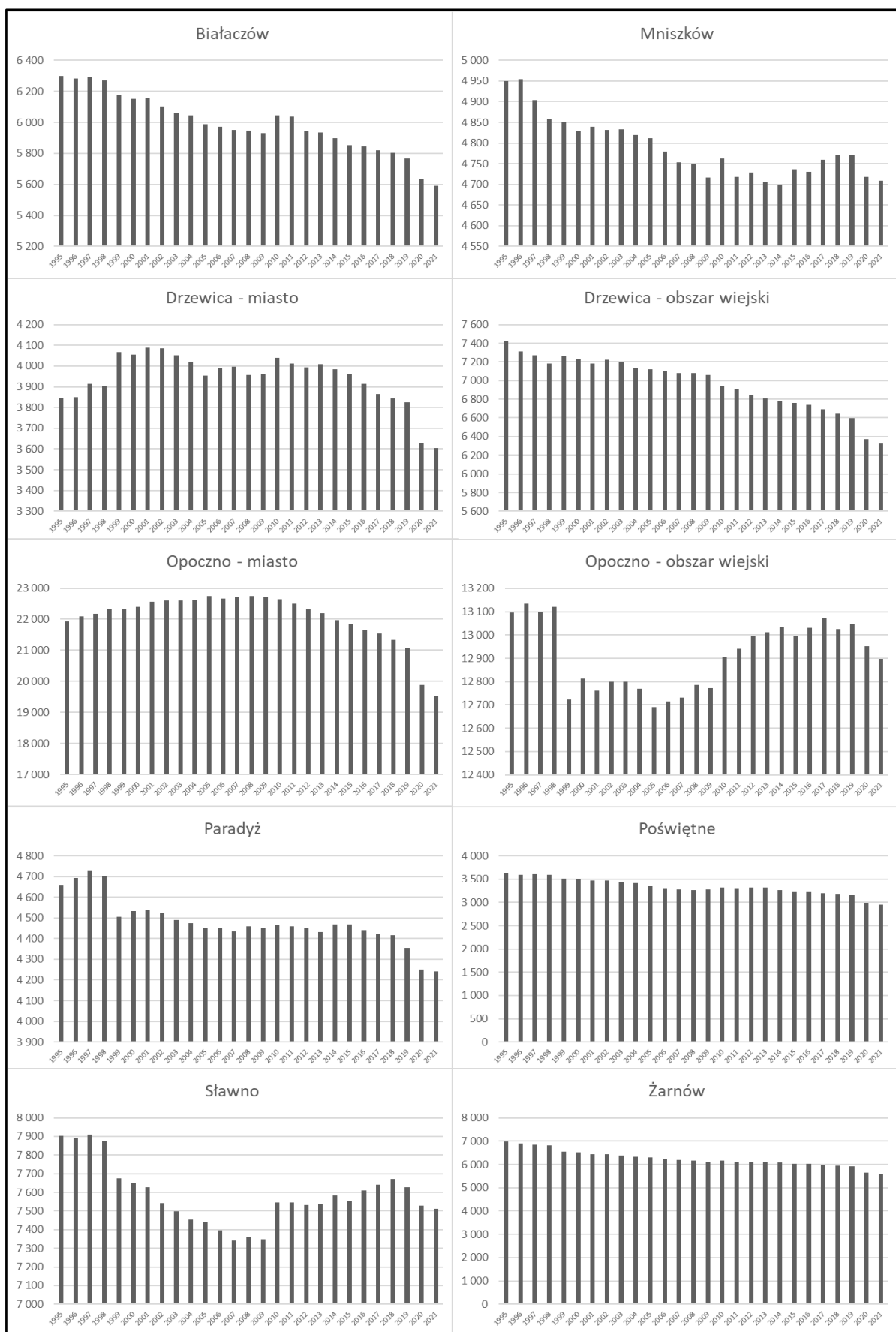


Rysunek 24. Saldo migracji na 1000 osób w powiecie opoczyńskim w latach 2002-2021
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

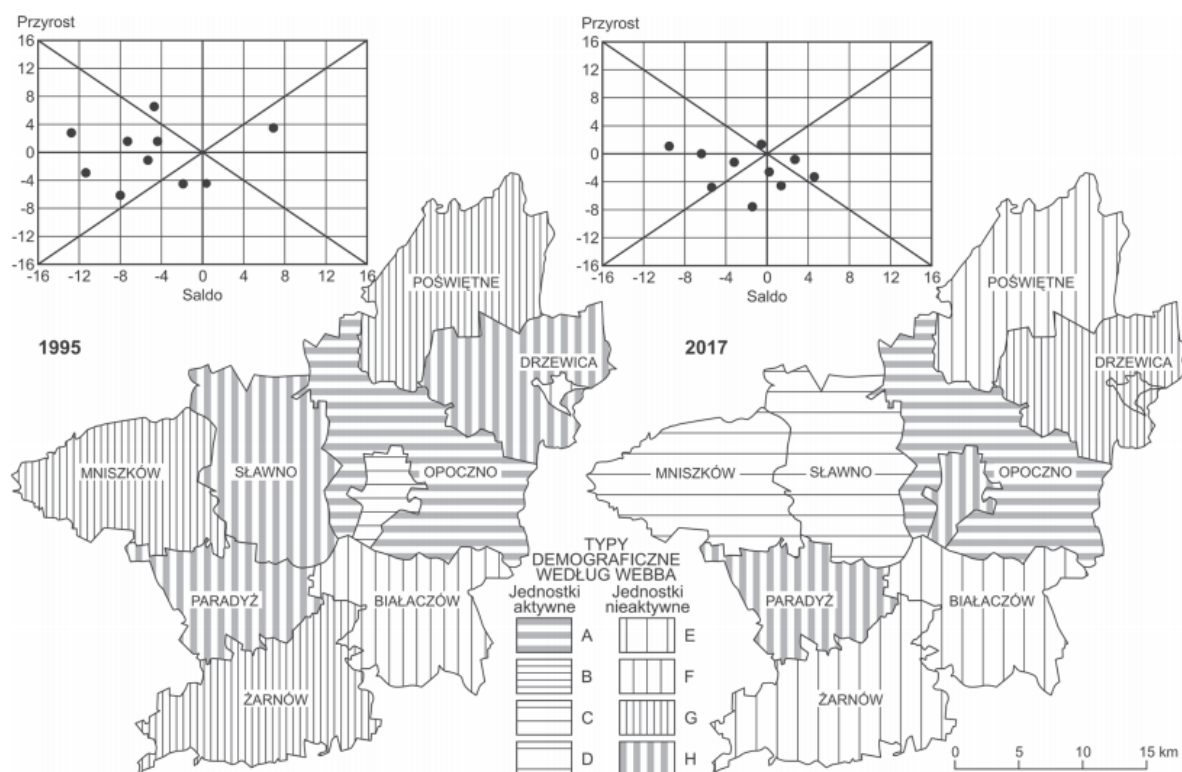
Pomimo tego, że poszczególne wyniki dla całego powiatu opoczyńskiego świadczą o depopulacji obszaru, to procesy demograficzne nie przechodzą jednakowo w każdej gminie. Analiza liczby ludności w poszczególnych gminach wskazuje, że istnieją gminy, takie jak część wiejska gminy Opoczno, oraz w mniejszym stopniu gmina Sławno i gmina Mniszków, które

w pewnym okresie (głównie od 2010 r.) przechodziły ożywienie demograficzne i wzrost liczby ludności, nieco osłabione w ostatnich latach (Rysunek 25). Uwidacznia się tu zjawisko suburbanizacji i wyludniania się miasta Opoczno na rzecz jego strefy zewnętrznej. Opoczno staje się coraz mniej atrakcyjnym miejscem zamieszkania przez między innymi duży ruch samochodowy, ceny mieszkań i działek czy pogarszający się stan jakości powietrza. Jest to jednak w dalszym ciągu centrum administracyjne, handlowe i usługowe, a także miejsce pracy wielu mieszkańców powiatu, dlatego widoczny jest rozwój stref podmiejskich. Kolejnym zagadnieniem jest depopulacja wiejskich obszarów peryferyjnych na skutek wielu problemów gospodarczych i społecznych, takich jak między innymi duża odległość od ośrodków miejskich, brak miejsc pracy, nieefektywne rolnictwo czy słaba dostępność komunikacyjna do głównych usług i pracy (Jasion, 2018).

Przedstawioną sytuację potwierdza analiza z wykorzystaniem typologii Webba, która opiera się na relacji przyrostu naturalnego i salda migracji. Zgodnie z tą metodą badane jednostki przydziela się do ośmiu określonych klas aktywności demograficznej, spośród których przyrost rzeczywisty ludności zaznacza się w klasach oznaczonych literami od A do D, a ubytek rzeczywisty ludności w klasach oznaczonych literami od E do H (Majdzińska, 2018). Dokładny opis metody Webba umieszczony jest między innymi w pracy J. Runego (2006). W 1995 roku jednostkami aktywnymi demograficznie były tylko zarówno miejska jak i wiejska część gminy Opoczno, przy czym w mieście przyrost ludności głównie zależał od przyrostu migracyjnego, a w części wiejskiej dominującym czynnikiem przyrostu ludności był wysoki przyrost naturalny, który przewyższał ubytek migracyjny. W 2017 roku największą negatywną zmianą charakteryzowało się miasto Opoczno, które trafiło do klasy nieaktywnej demograficznie, głównie z powodu dużego ubytku migracyjnego ludności. Największe pozytywne zmiany zaszły z kolei w gminach Sławno i Mniszków, które stały się jednostkami aktywnymi, dzięki dużemu przyrostowi migracyjnemu, który przewyższa straty wywołane ujemnym przyrostem naturalnym. Gminy te charakteryzują się dobrą dostępnością komunikacyjną oraz rozwijającą się działalnością gospodarczą. Aktywna demograficznie jest także w dalszym ciągu część wiejska gminy Opoczno (Rysunek 26).



Rysunek 25. Zmiany liczby ludności w gminach powiatu opoczyńskiego w latach 1995-2021
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

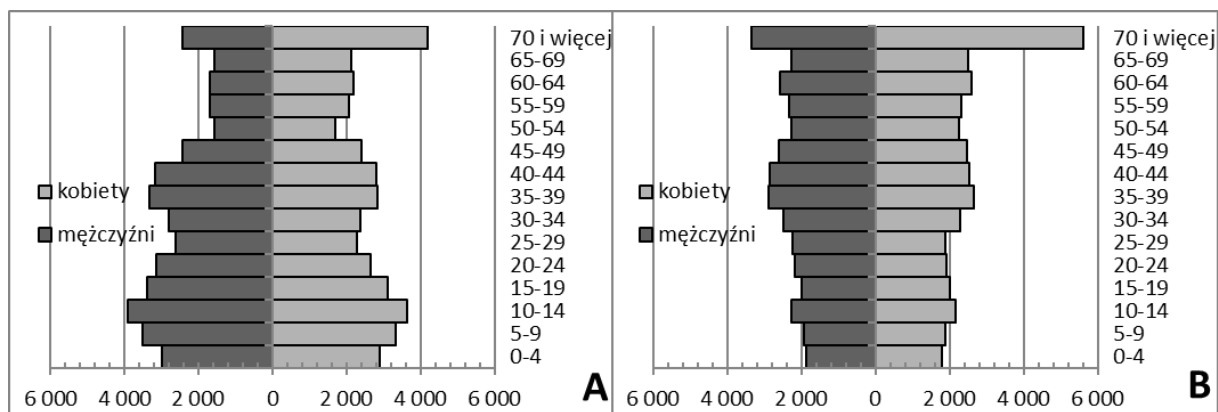


Rysunek 26. Typy demograficzne gmin powiatu opoczyńskiego według klasyfikacji Webba w 1995 i 2017 roku

Źródło: A. Jasion (2018)

Pozostałe gminy zmieniły jedynie przynależność w obrębie klas z grupy jednostek nieaktywnych, co świadczy o ciągłej depopulacji ludności tych gmin i braku perspektyw rozwoju (Rysunek 26).

W powiecie opoczyńskim zaszły również istotne zmiany w strukturze wieku ludności. W 1995 roku w porównaniu do roku 2021 powiat opoczyński zamieszkiwało zdecydowanie więcej dzieci i młodzieży. W 2021 r. zdecydowanie wzrosła liczba osób starszych, głównie w grupie wiekowej ponad 70 lat, a także liczba osób w wieku średnim (powyżej 45 lat). Liczba kobiet i mężczyzn w różnych grupach wiekowych była podobna zarówno w roku 1995 jak i w 2021. (Rysunek 27). W 2021 r. zmalała liczba zarówno kobiet jak i mężczyzn w większości grup wiekowych do 65 lat, natomiast zdecydowanie wzrosła w grupach wiekowych powyżej 65 lat. W 1995 r. mężczyźni dominowali w grupach wiekowych do 49 lat, natomiast w 2021 r. już do 59 lat. Szczególną przewagę kobiet zauważyć można w grupie osób powyżej 70 lat w obu analizowanych okresach, co jest zgodne z ogólnopolską tendencją do dłuższego przeciętnego trwania życia w grupie kobiet (Potyra i in., 2022).



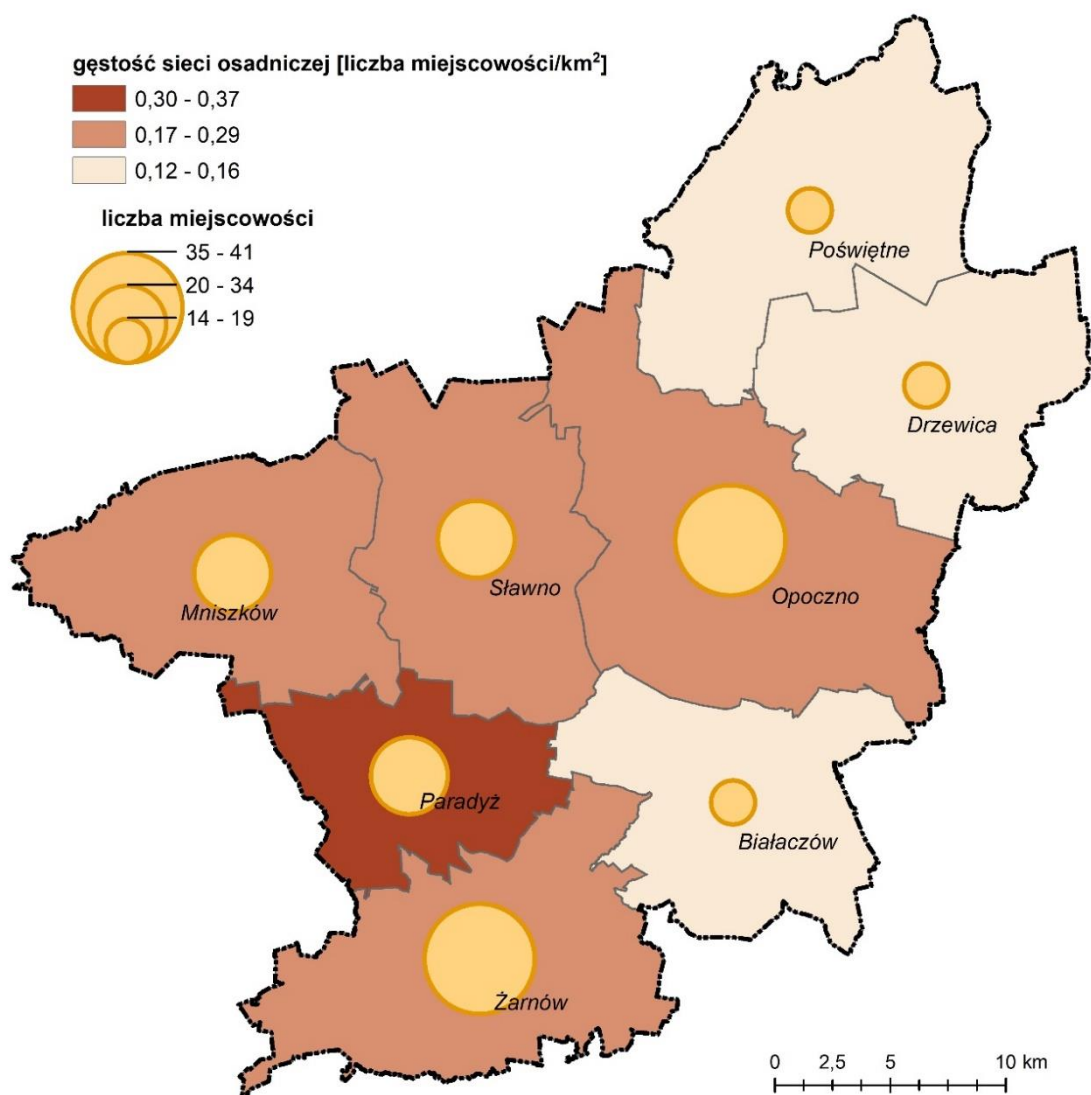
Rysunek 27. Struktura wieku i płci ludności w 1995 r. (A) i 2021 r. (B)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

Powiat opoczyński charakteryzuje się znaczącym wzrostem udziału ludzi starszych, co przekłada się w wynikach wskaźnika starości, liczonego jako udział osób powyżej 65 roku życia wśród ogółu populacji (Abramowska-Kmon, 2011; Podogrodzka, 2016). Wskaźnik ten dla powiatu opoczyńskiego w 1995 r. wynosił 13%, w 2018 r. - 16,8%, a w 2021 r. - 18,8%, co zgodnie ze skalą starości demograficznej Rosseta (1959, za: Abramowska-Kmon, 2011) świadczy o zaawansowanym stanie starości demograficznej. W 1995 roku najniższy wskaźnik (7% osób w wieku powyżej 65 lat) posiadało miasto Opoczno, a najgorszy (18%) – gmina Żarnów (Jasion, 2018). W 2021 roku wskaźnik wzrósł w każdej gminie, jednak największy wzrost zaobserwowano w miastach: w Opocznie - 19,9% i w Drzewicy – 22,8%. Najmniejsze wartości wskaźnika odnotowano w gminie wiejskiej Opoczno oraz w gminie Sławno (16,1%) (GUS, 2021).

3.5. Charakterystyka sieci osadniczej

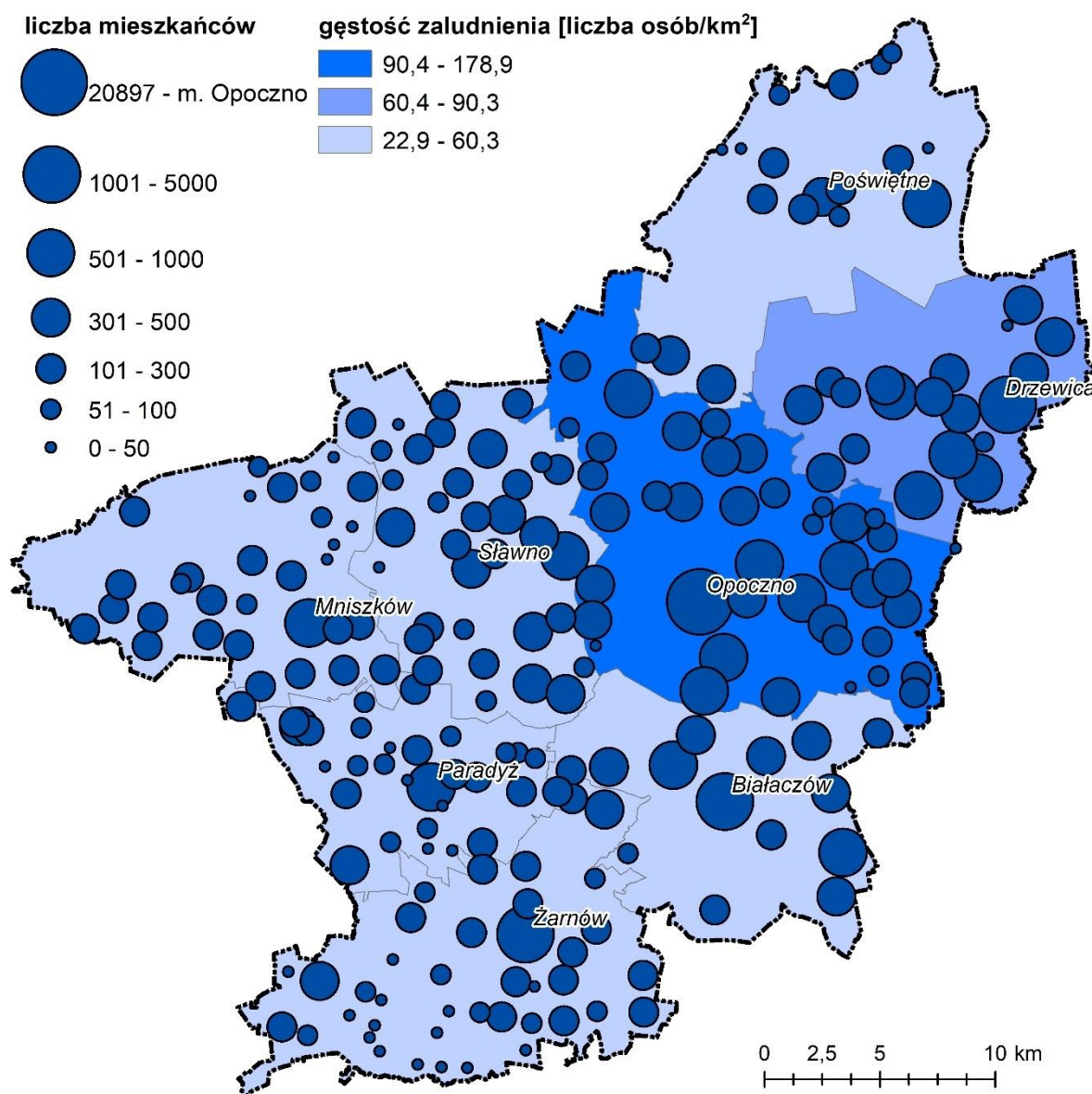
W powiecie opoczyńskim znajduje się 228 miejscowości – 2 miasta i 226 wsi. Ich rozmieszczenie jest nierównomierne względem poszczególnych gmin powiatu. Najwięcej miejscowości znajduje się w gminie Żarnów. W tej gminie jest też najwięcej miejscowości z najmniejszą liczbą mieszkańców – na 41 wsi wchodzących w skład gminy aż 23 zamieszkuje mniej niż 100 osób, w tym 14 posiada mniej niż 30 mieszkańców (Rysunek 28, Rysunek 29). Gmina Żarnów przez to posiada jedną z najmniejszych gęstości zaludnienia spośród wszystkich gmin powiatu. Największą wsią jest miejscowość gminna – Żarnów, będąca jednocześnie największą wsią powiatu opoczyńskiego (1126). Następne są dopiero Miedzna Murowana (487) i Skórkowice (366).



Rysunek 28. Gęstość sieci osadniczej i liczba miejscowości w gminach powiatu opoczyńskiego według danych na koniec 2019 r.

Źródło: opracowanie własne

Największą gęstość zaludnienia odnotowano w gminie Opoczno (178,9 os/km²) i Drzewica (90,3 os/km²), głównie dzięki miastom, w których mieszka ponad 32% ludności całego powiatu (Rysunek 28, Rysunek 29). W gminie Opoczno jest 40 wsi i miasto Opoczno będące siedzibą gminy i powiatu liczące blisko 21 tysięcy mieszkańców. Największymi wsiami pod względem liczby mieszkańców są Bielowice (896), Wola Załączna (872) i Ogonowice (838). W gminie Drzewica znajduje się 18 wsi i miasto Drzewica, które zamieszkuje 3885 osób. Najwięcej osób liczą wsie takie jak Brzustowiec (750) oraz Radzice Duże (630) (Rysunek 28, Rysunek 29).



Rysunek 29. Liczba mieszkańców poszczególnych miejscowości i gęstość zaludnienia w gminach powiatu opoczyńskiego według danych na koniec 2019 r.

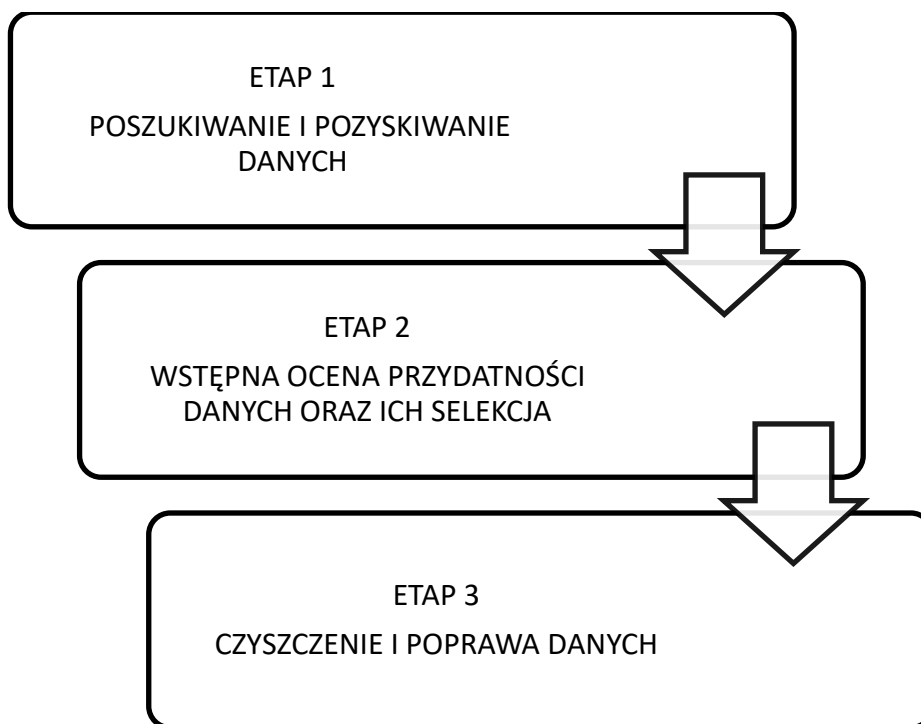
Źródło: opracowanie własne

Zdecydowanie najmniejszą gęstością zaludnienia charakteryzuje się gmina Poświętne (22,9 os/km²), na obszarze której znajdują się największe niezamieszkałe obszary leśne, będące częścią Spalskiego Parku Krajobrazowego. W skład gminy wchodzi jedynie 18 miejscowości (Rysunek 28). Jest to także jedna z dwóch gmin, w której miejscowość gminna nie jest największą pod względem liczby ludności miejscowością w gminie. Wieś Poświętne (361) znajduje się bowiem na 3. miejscu w gminie pod względem liczby mieszkańców, a przed nią są Brudzewice (520) i Dęba (377). Drugą taką gminą jest Sławno, gdzie miejscowość gminna (Sławno - 451) znajduje się na 2. miejscu pod względem liczby ludności, którą znacznie wyprzedzają Gawrony (688). Gmina Sławno posiada największą gęstość zaludnienia spośród gmin wiejskich powiatu (60,3 os/km²) a także drugą największą liczbę miejscowości - 34. Najmniej miejscowości znajduje się w gminie Białaczów (14), spośród których największą liczbą mieszkańców charakteryzuje się miejscowość gminna – 1122, będąca na 4 miejscu pod względem liczby mieszkańców w całym powiecie opoczyńskim, zaraz po Opocznie, Drzewicy i Żarnowie. Innymi większymi miejscowościami tej gminy są Skronina (825), Miedzna Drewniana (563) i Petrykozy (497). W skład gminy wchodzi tylko jedna wieś z liczbą mieszkańców poniżej 100 – Ossa (72). Gminy Paradyż i Mniszków są podobne zarówno pod względem liczby miejscowości jak i liczby ludności. Podobna jest także liczba ludności ich miejscowości gminnych (Mniszków – 673, Paradyż – 700), które zdecydowanie dominują pod względem liczby mieszkańców w tych gminach. Zbliżona jest także liczba miejscowości poniżej 100 mieszkańców (10 – gmina Mniszków, 13 – gmina Paradyż). Gmina Mniszków ma jednak większą powierzchnię, z której zachodnia część jest niezamieszkała - są to lasy Sulejowskiego Parku Krajobrazowego oraz część Zalewu Sulejowskiego. Gmina Paradyż, przez mniejszą powierzchnię, charakteryzuje się największą gęstością sieci osadniczej spośród wszystkich gmin powiatu opoczyńskiego (Rysunek 28, Rysunek 29).

Rozdział 4. Porównanie źródeł danych na przykładzie obszaru badań

Pozyskiwanie danych i ich przetworzenie stanowi znaczną część pracy badawczej w geografii. Coraz większa ilość danych i ich dostępność spowodowały konieczność zwrócenia uwagi na ten aspekt postępowania badawczego. Mnogość danych geograficznych wynika z pojawienia się nowych urządzeń pomiarowych i technologii. Dane te w ujęciu big data często wymagają zastosowania nowych technologii obliczeniowych w celu ich przetworzenia i analizy. Drastyczny wzrost liczby danych nie zawsze wiąże się z ich wysoką dokładnością i jakością, co spowodowało konieczność zwrócenia uwagi na samą analizę danych pod kątem ich dalszego zastosowania w badaniach. Problem ten jest jednym z zagadnień poruszanych w ramach geoinformacji, która jest szczególnie powiązana z badaniem danych. GIScience zajmuje się bowiem analizą i modelowaniem danych, ich harmonizacją oraz problemami niepewności danych w geografii. Jest to szczególnie istotne z punktu widzenia pojawienia się czwartego paradygmatu nauki związanego z nauką opartą na wykorzystaniu danych (Jażdżewska, 2019).

Dane geograficzne występują w postaci geometrycznej (graficznej i mogą być dwu- lub trzywymiarowe) oraz atrybutowej (opisowej, tabelarycznej). Ich analiza rozpoczyna się od poszukiwania i pozyskiwania danych pierwotnych i wtórnych z różnych źródeł danych pod kątem ich ewentualnej przydatności do realizowanego zadania (Rysunek 30).



Rysunek 30. Etapy analizy danych geograficznych
Źródło: opracowanie własne na podstawie I. Jażdżewska (2019)

Kluczowe jest określenie przez kogo dane były zbierane i kto je udostępnia, czy jest to instytucja rządowa, komercyjna itp. Ważny jest także format i standard udostępnianych danych. Na tym etapie staramy się znaleźć jak najwięcej różnorodnych danych mogących się przydać do badań, niezależnie od tego, czy w danym momencie potrafimy je zintegrować i przetworzyć. Po wstępnym zebraniu danych należy je przejrzeć pod kątem ewentualnych błędów, jednak nie należy ich poprawiać bez oceny ich jakości. Drugi etap można nazwać wstępną obróbką danych, które ocenia się pod kątem ich liczebności, aktualności i ostatecznie przydatności. Następuje tu proces selekcji danych i wyboru jedynie tych, które są przydatne, w celu eliminacji nadmiaru danych, które, w gruncie rzeczy mogą utrudniać i wydłużać proces analizy. Można spotkać się także z sytuacją odwrotną, kiedy to mamy do czynienia z niedoborem danych i koniecznością podjęcia decyzji o możliwości uzupełnienia danych źródłowych lub włączenia ich do badań mimo braków, zarówno w przypadku problemów z danymi geometrycznymi jak i atrybutowymi. Następnie przechodzimy do etapu trzeciego, który jest nazywany czyszczeniem danych. Jakość danych ma bowiem ogromny wpływ na uzyskane wyniki. Wyniki otrzymane na podstawie błędnie oczyszczonych danych mogą skutkować wyprowadzeniem fałszywych wniosków i podjęciem nieodpowiednich decyzji lub mogą prowadzić do zakończenia badań bez rozwiązania problemu. Problemów jakie można napotkać podczas przeglądania, analizowania i czyszczenia danych jest mnóstwo i dotyczą one zarówno kwestii atrybutowych jak i geometrycznych (Rysunek 31).

Problemy z danymi	Typ danych	
	atrybutowe	graficzne
Dane odstające	T	T
Dane błędnie zapisane	T	T
Dane niekompletne	T	T
Dane niedokładne	T	T
Dane nieaktualne	T	T
Duplikaty danych	T	T
Niespójność formatu danych	T	T
Źle dobrana próba	T	T
Brak metadanych	T	T
Brak atrybutu georeferencji	T	T
Skala	T	T
Wybór jednostki przestrzennej	T	T
Niepewność i nieokreśloność danych	T	T
Niejednoznaczność nazw geograficznych	T	T
Model wektorowy <i>versus</i> rastrowy	N	T
Błędy w kalibracji zobrazowań lotniczych	N	T
Błędna generalizacja kształtu	N	T
Błędna digitalizacja (wektoryzacja)	N	T
Błędy w topologii danych	N	T
Błąd określenia położenia geograficznego	N	T

Rysunek 31. Problemy z danymi geograficznymi
Źródło: (Jażdżewska, 2019)

Poniższe podrozdziały są próbą analizy danych pod kątem omówionych wyżej kwestii na potrzeby badań sieci osadniczej i stanowią wstęp do właściwych analiz sieci osadniczej a zarazem podsumowanie i wstępną ocenę i rekomendacje badanych źródeł danych.

4.1. Miejscowości

Dane o miejscowościach zostały pozyskane z różnych źródeł. Zgodnie z pierwszym etapem analizy danych (Rysunek 30) rozpoczęto od przeszukania różnych przestrzennych baz danych pod kątem informacji odnośnie miejscowości, a także informacji o sposobie tworzenia danych i instytucji odpowiedzialnych za ich powstanie i aktualizację. Wybrano następujące bazy: Państwowy Rejestr Nazw Geograficznych, Bazę Danych Obiektów Ogólnogeograficznych, Bazę Danych Obiektów Topograficznych oraz OpenStreetMap.

W Bazie Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) miejscowości znajdują się w klasie powierzchniowej OT_ADMS_A oraz klasie punktowej OT_ADMS_P przedstawiającej punkt główny miejscowości (Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 27 lipca 2021 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych, Dz.U. 2021 poz. 1412). W obecnie uchylonym rozporządzeniu z tego zakresu

zdefiniowane były „jednostki osadnicze lub inne obszary zabudowane odróżniające się od innych miejscowości odrębną nazwą, a przy jednakowej nazwie - odmiennym określeniem ich rodzaju. Miejscowość może się składać z części miejscowości.” (Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 2011 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych, Dz.U. 2011 nr 279 poz. 1642). Wśród najważniejszych atrybutów opisujących klasę miejscowości (wg danych tworzonych na podstawie rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 2011 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych - Dz.U. 2011 nr 279 poz. 1642) znajdują się identyfikator obiektu z PRNG, identyfikator TERYT gminy, do której przynależy miejscowość, identyfikator miejscowości w rejestrze TERYT, liczba mieszkańców, rodzaj miejscowości oraz informacja czy miejscowość jest siedzibą urzędu gminy. Zgodnie z trzecim poziomem klasyfikacji obiektów w BDOT10k, miejscowości jako jednostki podziału terytorialnego dzielą się na trzynaście typów: miasto, część miasta, wieś, część wsi, kolonia, część kolonii, osada, część osady, osiedle, przysiółek, leśniczówka, gajówka, inny obiekt. Granice miejscowości w klasie powierzchniowej są wyznaczone na podstawie obrębów ewidencyjnych, których granice pozyskane z baz ewidencyjnych są uspójniane z przebiegiem innych obiektów, przy zachowaniu odpowiednich relacji przestrzennych. Stąd reprezentacja geometryczna tej klasy miejscowości jest oznaczana jako „ZU” – zasięg umowny. Informacje zawarte w klasie OT_ADMS_A są podzbiorem danych umieszczonych w PRNG. Z kolei klasa punktowa miejscowości (OT_ADMS_P) zawiera punkty główne miejscowości, które umieszcza się w miejscu głównego skrzyżowania dróg danej miejscowości, a gdy takiego nie ma, w miejscu największego zagęszczenia zabudowy. Stąd reprezentację geometryczną tej klasy określa się jako „PU” – punkt umowny (Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 2011 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych Dz.U.2011 nr 279 poz.1642). Aktualność danych (zarówno odnośnie geometrii jak i atrybutów) zawartych w BDOT10k dla powiatu opoczyńskiego jest określona na rok 2019. Zewnętrznym źródłem pozyskania danych geometrycznych jest ortofotomapa, natomiast danych atrybutowych – Państwowy Rejestr Nazw Geograficznych (Tabela 3).

W Bazie Danych Obiektów Ogólnogeograficznych (BDOO) miejscowości znajdują się w warstwie punktowej OT_ADMS_P, która reprezentuje punkty główne wybranych

miejsowości. Źródłem danych dla BDOO jest BDOT10k. Dokładność zapisu punktów węzłowych i niezmienników geometrycznych, które są połączeniami przestrzennymi pomiędzy BDOT10k a BDOO, w klasie OT_ADMS_P jest taka sama jak w BDOT10k. W BDOO stosuje się zagregowane wartości słownikowe. Na trzecim poziomie klasyfikacji BDOO znajdują się tylko dwa rodzaje miejscowości: ADMS01 – miasto i ADMS03 – wieś. W BDOO pobranej ze strony Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii, warstwa z miejscowościami została utworzona w 2015 roku, natomiast aktualność tych danych, zarówno pod względem geometrii jak i atrybutów obiektów, jest określona na rok 2013. Źródłem danych o geometrii obiektów jest Topograficzna Baza Danych, a odnośnie atrybutów Państwowy Rejestr Nazw Geograficznych (Tabela 3).

Dane o miejscowościach z Państwowego Rejestru Nazw Geograficznych (PRNG) zostały pobrane w pliku z rozszerzeniem shapefile, który zawiera miejscowości z całego kraju w postaci danych punktowych. Dane te posiadają bardzo dużo atrybutów (Tabela 3), spośród których najważniejsze zostały umieszczone w załączniku nr 1. Najczęściej wykorzystywanymi atrybutami są nazwa główna, klasa obiektu, rodzaj obiektu (uwzględniający klasę miejscowości, taką jak między innymi miasto czy wieś) oraz funkcja administracyjna. Miejscowości powiatu opoczyńskiego do PRNG zostały wprowadzone w 2004 roku oraz zmodyfikowane w roku 2015 (Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 29 stycznia 2021 r. w sprawie państwowego rejestru nazw geograficznych, Dz.U. 2021 poz. 273).

Dane dotyczące miejscowości powiatu opoczyńskiego w OpenStreetMap (OSM) zostały pobrane z serwisu download.geofabrik.de w skompresowanym pliku z danymi województwa łódzkiego z rozszerzeniem .shp (stan na dzień 15.06.2020). Serwer Geofabrik zawiera wyciągi danych z projektu OSM, które są zwykle aktualizowane codziennie, czego nie można jednak przekładać na rzeczywistą aktualność danych, bowiem to od woli użytkowników zależy sprawdzanie, aktualizowanie czy dodawanie nowych obiektów. W pliku z danymi województwa łódzkiego znajdowały się dwie warstwy odpowiadające za sieć osadniczą: powierzchniowa – `gis_osm_places_a_free_1` i punktowa – `gis_osm_places_free_1`. Warstwy „places” zawierają miejsca obejmujące zaludnione osady (miasta, wsie, przedmieścia, dzielnice itp.) oraz inne identyfikowalne miejsca począwszy od bardzo dużych (kontynenty, oceany) po bardzo małe (wiki.openstreetmap.org/wiki/Template:Pl:Map_Features:place, 17.06.2020). Warstwa powierzchniowa nie była dalej wykorzystywana ze względu na małą liczbę zawartych obiektów (21 w całym województwie łódzkim - dla porównania warstwa punktowa zawiera 9359 obiektów w województwie łódzkim). Fakt ten podkreśla, że liczba, jakość i rodzaj

wprowadzonych do bazy danych zależy od osób je wprowadzających, nie istnieje bowiem jeden sposób tworzenia mapy OSM. Obiekty z warstwy punktowej `gis_osm_places_free_1`, oprócz dwóch domyślnych atrybutów („FID” z numerem porządkowym oraz „Shape” z informacją o geometrii obiektów – tutaj „Point”), posiadają jeszcze tylko pięć cech: identyfikator OSM, kod klasy, klasę (wartości dostępne dla klucza miejsce – Załącznik nr 2), liczbę mieszkańców (tylko część z obiektów zawiera takie informacje, poza tym brak jest oznaczonego źródła danych) i nazwę miejscowości.

Drugim etapem analizy danych była ocena ich przydatności w badaniach osadniczych oraz ich adekwatna do tematu badań selekcja (Rysunek 30). Dane dotyczące miejscowości w czterech wymienionych bazach danych (PRNG, BDOT10k, BDOO, OSM) różnią się liczebnością, zawartością atrybutów, sposobem i dokładnością lokalizacji (Tabela 3). Aktualność danych jest istotnym problemem w badaniach naukowych, jednak w przypadku analizowanej warstwy miejscowości, aktualność danych nie ma aż tak dużego znaczenia, szczególnie pod względem geometrycznym. W przypadku danych atrybutowych aktualność ma tutaj większe znaczenie, choć ze względu na rodzaj zawartych informacji opisowych nie odgrywa roli kluczowej. Informacje takie jak typ miejscowości, źródło pozyskania danych, przynależność administracyjna i związana z tym funkcja nie należą do danych, które się często zmieniają. Stąd aktualność analizowanych baz datowana najpóźniej na rok 2013 w przypadku BDOO nie jest wartością wymagającą dużych zmian. Największy problem aktualności danych odnosi się do zawartych w dwóch bazach danych (BDOO i OSM) informacji na temat liczby mieszkańców, które właśnie ze względu na nieaktualność danych oraz ich niekompletność (w przypadku OSM) zostały wykluczone z dalszych analiz i zastąpione danymi z rejestru mieszkańców urzędów gmin. Oprócz tego nie zauważono znaczących błędów w kompletności danych pod względem atrybutów. Nie pojawił się tu również problem niespójności formatu danych.

Tabela 3. Porównanie baz danych (PRNG, BDOT10k, BDOO, OSM) z punktu widzenia danych o miejscowościach (stan na 2020 r.)

Baza danych	Liczba obiektów	Podział obiektów		Liczba atrybutów	Metoda reprezentacji	Źródła danych
		Rodzaj	Liczba			
PRNG	538	Część miasta	8	56	Punkt centralny obiektu powierzchniowego	- Wykaz urzędowych nazw miejscowości w Polsce, t. I - III GUS (1980 - 1982) - Nazwy geograficzne Rzeczypospolitej Polskiej (gazeter) PPWK - Warszawa 1991 - Mapa topograficzna w skali 1:10 000 - Rozporządzenia Ministra Administracji i Cyfryzacji oraz Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji
		Część wsi	256			
		Kolonia	3			
		Kolonia wsi	8			
		Leśniczówka	2			
		Miasto	2			
		Osada	1			
		Osada leśna	8			
		Przysiółek wsi	24			
		Wieś	226			
BDOT10k	439	ADMS01 - miasto	2	28	Punkt umowny (punkt główny miejscowości: miejsce głównego skrzyżowania dróg w miejscowości lub miejsce największego zagęszczenia zabudowy)	- Ortofotomapa - Państwowy Rejestr Nazw Geograficznych
		ADMS02 - część miasta	7			
		ADMS03 - wieś	225			
		ADMS04 - część wsi	190			
		ADMS05 - kolonia	4			
		ADMS07 - osada	6			
		ADMS08 - część osady	0			
		ADMS10 - przysiółek	5			
BDOO	228	ADMS01 - miasto	2	31	Punkt umowny (analogicznie do BDOT10k)	- Topograficzna Baza Danych - Państwowy Rejestr Nazw Geograficznych
		ADMS03 - wieś	226			
OSM	511	Town (miasto)	2	7	Punkt (brak danych szczegółowych)	Brak danych (ogólnie wykorzystuje się ręczne odbiorniki GPS, zdjęcia lotnicze i inne dostępne dane)
		Village (wieś)	231			
		Hamlet (przysiółek)	259			
		Locality (miejsce bez	19			

Źródło: opracowanie własne

Zgodnie z trzecim etapem analizy danych rozpoczęto proces czyszczenia danych wybranych do badań (Rysunek 30). Rozumiane jest to jako sprawdzenie zgodności i kompletności geometrycznej i atrybutowej wybranych danych oraz wykonanie niezbędnych działań zmierzających do ich poprawy w celu możliwości dalszego wykorzystania zgodnego z celem i tematem badań. Do dalszych analiz z każdej warstwy wybrano jedynie miejscowości, które posiadały status „wieś” lub „miasto”, ze względu na możliwość porównywania ich pomiędzy bazami a także ze względu na gromadzone przez urzędy gmin dane ludnościowe. W powiecie opoczyńskim są tylko dwa małe miasta: Opoczno (19540 mieszkańców wg danych GUS za 2021 r.) i Drzewica (3604 mieszkańców wg danych GUS za 2021 r.), które występowały w każdej analizowanej bazie danych. Liczba wsi pomiędzy badanymi bazami danych różni się o 6 miejscowości pomiędzy 225 (BDOT10k) a 231 (OSM). W BDOO oraz w PRNG znajduje się 226 wsi. Są to dwie bazy, które zgadzają się pod względem liczby oraz nazw miejscowości. W BDOT10k nie została ujęta jedna miejscowość – Mały Potok z gminy Mniszków. Nazwy pozostałych miejscowości są zgodne z BDOO i PRNG. W bazie OSM, w stosunku do BDOO i PRNG znajduje się 5 miejscowości więcej, wpisanych do bazy jako:

- Kolonia (gmina Opoczno; prawdopodobnie kolonia wsi Wygnanów ujęta w PRNG jako rodzaj obiektu: część wsi),
- Kolonia Soczówki (gmina Żarnów; w PRNG została sklasyfikowana w rodzaju obiektu: kolonia wsi),
- Stara Wieś (w bazie OSM w klasie „village” znajdują się dwa obiekty o tej samej nazwie, jeden punkt z gminie Opoczno – co zgadza się z PRNG, istnieje taka wieś, drugi natomiast znajduje się w gminie Poświętne i odpowiada w PRNG obiektowi przypisanemu jako rodzaj „część wsi” do części wsi Buczek),
- Wójcinek (gmina Paradyż; w bazie PRNG obiekt ten jest sklasyfikowany jako część wsi Wójcin B),
- Zarzeczne (gmina Opoczno; w bazie PRNG obiekt został wpisany jako przysiółek wsi Sielec).

Powstałe różnice pomiędzy bazą OSM a PRNG wynikają z nieprawidłowego zaklasyfikowania danych w OSM. Nazwy pozostałych wsi są zgodne z nazwami w porównywanych bazach. W przypadku nazw miejscowości i ich rodzajów zauważalny jest problem błędnie zapisanych danych oraz danych niekompletnych, co wymagało poprawy w przypadku danych BDOT10k i OSM. Nazwy miejscowości często duplikują się w różnych gminach, na co należało zwrócić uwagę w porównaniach baz i analizie liczebności i poprawności danych. W powiecie opoczyńskim trzykrotnie powtarzają się nazwy

miejsowości takie jak Adamów (Opoczno, Żarnów i Paradyż) oraz Dąbrówka (Sławno, Drzewica i Paradyż). Dwukrotnie występują nazwy miejscowości takie jak: Antoniów (Opoczno i Żarnów), Sielec (Opoczno i Żarnów), Świerczyna (Opoczno i Drzewica) i Wygnanów (Sławno i Opoczno).

Kolejnym problemem były błędy czy bardziej niespójności w określeniu położenia geograficznego miejscowości. Punkty reprezentujące te same miejscowości w różnych bazach danych nie pokrywały się (Tabela 4, Rysunek 32). Jako wzorcową bazę wybrano PRNG, ze względu na najlepsze dopasowanie położenia punktów reprezentujących miejscowości względem obszarów zabudowy mieszkaniowej (Tabela 5), co w badaniach osadniczych uznano za cechę najważniejszą, a następnie sprawdzono w jakiej odległości od punktu w PRNG były punkty w pozostałych bazach.

Tabela 4. Odległości położenia punktów miejscowości względem różnych baz danych

Bazy danych		Średnia odległość [m]	Minimalna odległość [m]	Maksymalna odległość [m]
PRNG	BDOT10k	250,38	2,15	1487,00
	BDOO	412,41	1,74	1600,48
	OSM	161,78	0,00	872,9

Źródło: opracowanie własne

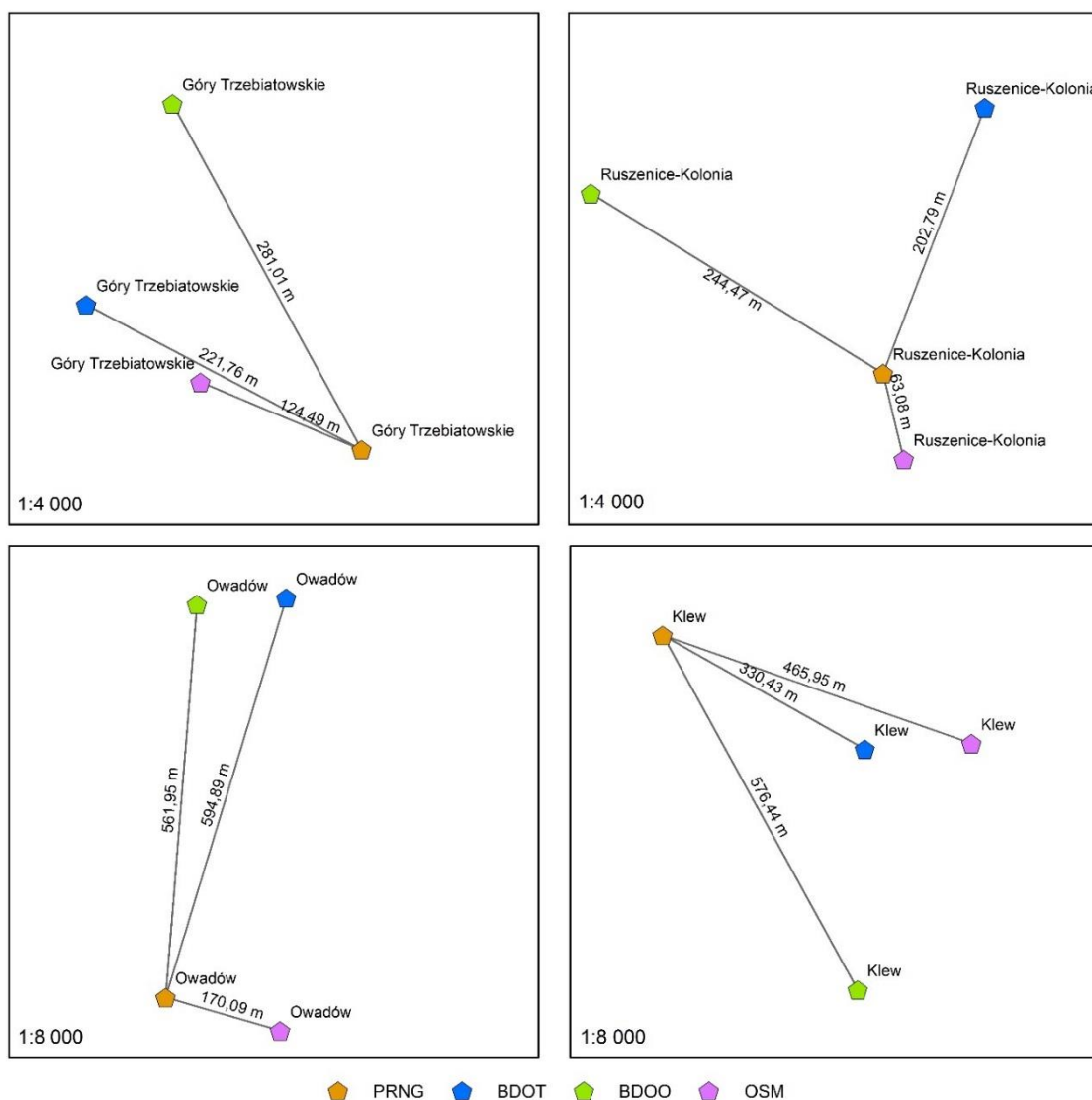
Najmniejsze różnice w lokalizacji punktów miejscowości w odniesieniu do PRNG, który został uznany za najbardziej wiarygodny, odnotowano w OSM, ponieważ część punktów była zaciągana z PRNG jako zasobu otwartego, natomiast największe w BDOO (Tabela 4).

Tabela 5. Liczba miejscowości w poszczególnych bazach znajdująca się na wybranych warstwach reprezentujących zabudowę mieszkaniową (PTZB – pokrycie terenu zabudową mieszkaniową, KUMN – kompleksy użytkowania terenu – mieszkaniowe; obszary zabudowy mieszkaniowej wyjaśnione szczegółowo w podrozdziale 4.4.)

Bazy danych	BDOT10k PTZB	BDOT10k KUMN	BDOO PTZB
PRNG	147	127	157
BDOT10k	129	95	153
BDOO	32	15	117
OSM	75	83	163

Źródło: opracowanie własne

Położenie punktów w badanych bazach danych dla przykładowych miejscowości przedstawia Rysunek 32. Wybór odpowiedniego źródła danych do badań i analiz osadniczych może mieć wpływ na uzyskane wyniki, stąd w tego typu opracowaniach Autorka proponuje wykorzystywać dane, których lokalizacja najlepiej odzwierciedla badane zjawisko, tutaj obszary zabudowane, zamieszkane przez człowieka.

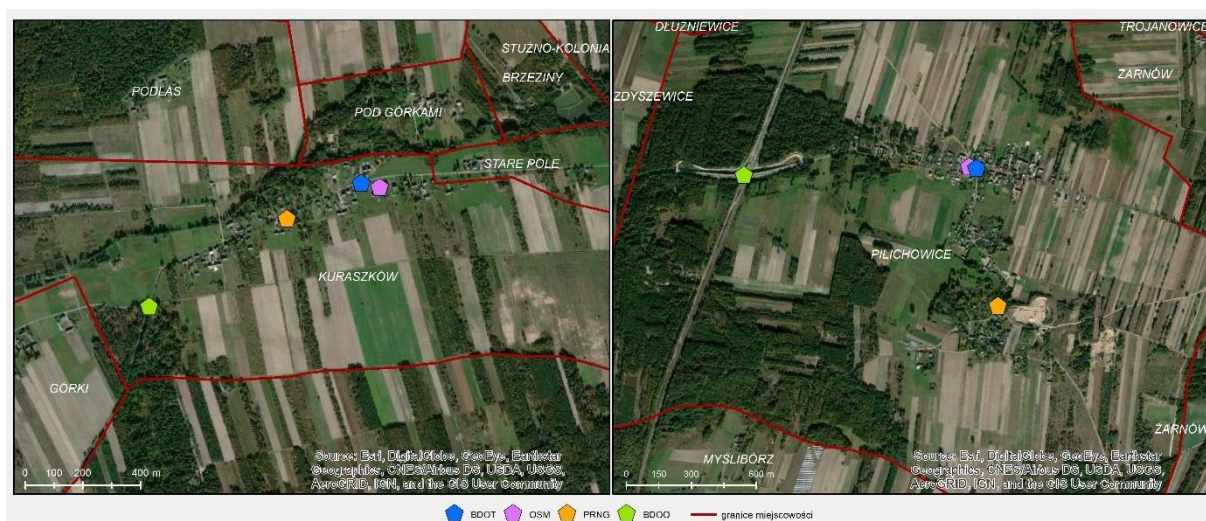


Rysunek 32. Przykłady odległości pomiędzy miejscowościami w PRNG, BDOT10k, BDOO i OSM

Źródło: opracowanie własne

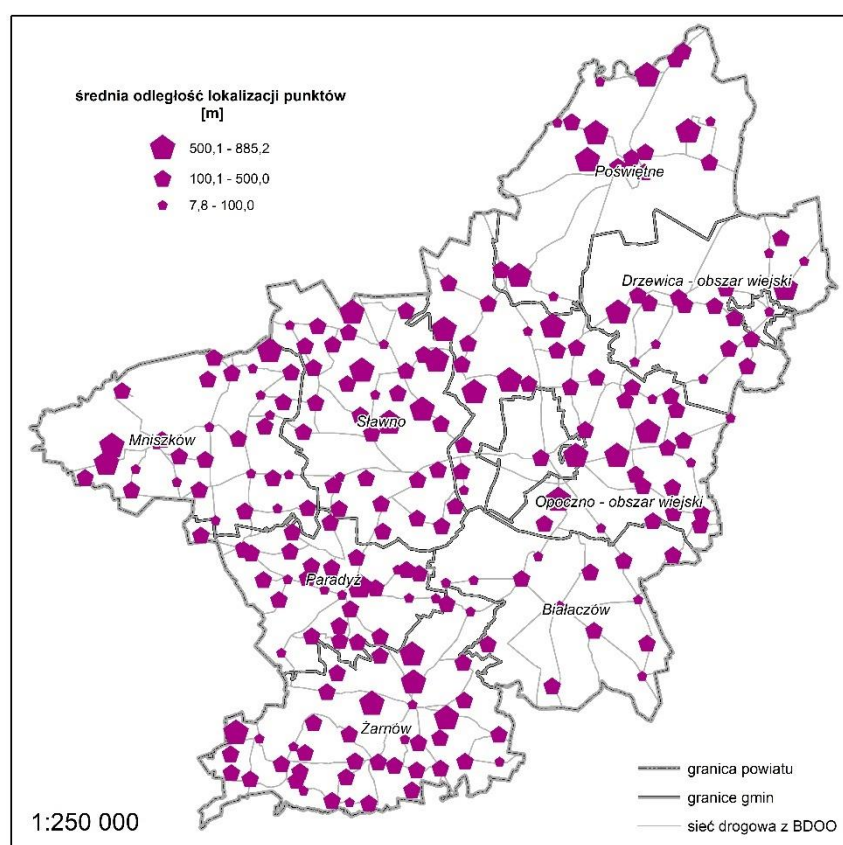
Różnice te wynikają głównie z przyjętych różnych metod reprezentacji punktów (Tabela 3, Rysunek 33), skali, źródeł danych a także od człowieka, który te dane tworzył. Najczęściej punkty zostały wstawione w miejscu zabudowań, w obszarach głównych skrzyżowań lub w różnie rozumianym centrum miejscowości. W niektórych przypadkach,

punkty w każdej z badanych baz danych są położone bardzo blisko siebie, w większości jednak ich lokalizacje różnią się (Rysunek 33).



Rysunek 33. Przykłady położenia punktów reprezentujących miejscowości na tle ortofotomapy

Źródło: opracowanie własne



Rysunek 34. Średnia odległość lokalizacji punktów pomiędzy PRNG a BDOT10k, BDOO i OSM

Źródło: opracowanie własne

Wartości średniej odległości lokalizacji punktów pomiędzy badanymi bazami danych rozkładają się pomiędzy 7,83 m (dla miejscowości Krasik w gminie Paradyż) a 885,22 m (dla miejscowości Brudzewice-Kolonia w gminie Poświętne) (Rysunek 34, Tabela 6).

Tabela 6. Najmniejsze i największe średnie odległości punktów pomiędzy PRNG a pozostałymi źródłami danych (na biało - 20 miejscowości z najmniejszą różnicą odległości, na szaro – 20 miejscowości z największą różnicą odległości).

miejscowość	gmina	odległość punktów			Źródło danych z najbliższym punktem do PRNG
		średnia	min	max	
Krasik	Paradyż	7,83	3,78	15,60	BDOT10k
Dorobna Wola	Paradyż	7,91	5,79	11,88	BDOT10k
Sitowa	Opoczno	7,96	2,43	15,25	BDOO
Małe Końskie	Mniszków	8,69	4,12	17,38	BDOO
Ostrożna	Sławno	10,24	5,72	18,96	BDOT10k
Stawowice	Paradyż	10,60	6,83	12,61	OSM
Nowe Błogie	Mniszków	10,94	5,73	21,36	BDOT10k
Kłopotów	Paradyż	11,09	4,37	24,02	BDOO
Krzczonów	Drzewica	11,40	8,40	17,12	BDOT10k
Żelazowice	Białaczów	12,45	7,64	22,06	BDOT10k
Sędów	Białaczów	12,94	5,48	27,58	BDOT10k
Żardki	Drzewica	13,31	10,82	18,24	BDOT10k
Syski	Mniszków	14,20	6,87	28,79	BDOT10k
Świerczyna	Drzewica	17,92	8,05	37,61	BDOT10k
Przyłęk	Paradyż	19,99	18,63	22,55	BDOT10k
Malków	Żarnów	20,05	17,82	21,30	OSM
Miedzna Murowana	Żarnów	20,05	6,46	47,19	BDOO
Mikulowice	Mniszków	20,53	14,93	31,66	BDOO
Skórkowice	Żarnów	20,59	12,81	35,75	BDOT10k
Wąglany	Białaczów	23,28	11,37	46,94	BDOT10k
Brudzewice-Kolonia	Poświętne	885,22	628,93	1374,36	BDOT10k
Pilichowice	Żarnów	874,03	642,96	1322,19	BDOT10k
Sławno-Kolonia	Sławno	873,92	288,20	1167,04	BDOO
Bielowice	Opoczno	832,73	725,36	902,58	BDOO
Antoninów	Sławno	786,44	586,09	886,62	BDO10k
Stara Wieś	Opoczno	785,47	535,41	910,51	OSM
Dzielna	Opoczno	778,95	399,29	969,22	BDOT10k
Stefanów	Poświętne	767,08	243,00	1030,65	BDOO
Brzustówek	Opoczno	708,70	595,18	850,18	BDOT10k
Kruszewiec	Opoczno	696,59	9,67	1423,07	BDOT10k
Idzikowice	Drzewica	679,47	306,86	865,78	BDOT10k
Mały Potok	Mniszków	673,82	104,02	1474,42	BDOT10k
Tomaszówek	Sławno	648,38	503,66	720,87	BDOT10k
Wielka Wola	Paradyż	643,93	289,16	970,04	BDOT10k
Anielin	Poświętne	641,90	134,01	1446,57	BDOT10k
Modrzewek	Opoczno	598,61	231,72	1166,46	OSM
Wólka Kuligowska	Poświętne	590,11	318,70	1016,70	BDOO
Topolice	Żarnów	575,90	94,73	1338,39	BDOO
Skumros	Żarnów	573,05	438,97	646,44	BDOT10k
Ogonowice	Opoczno	559,42	150,58	1038,30	BDOT10k

Źródło: opracowanie własne

Różnica lokalizacji punktów wynosząca powyżej 100 m charakteryzuje blisko 77% miejscowości, a ponad 500 metrów – niecałe 13%. Najmniejszymi średnimi różnicami położenia miejscowości (z wyłączeniem miast) charakteryzują się gminy Białaczów (162 m), Mniszków (194 m) oraz Paradyż (200 m), a największymi gmina Poświętne (339 m) oraz Sławno (330 m) (Rysunek 34).

Przedstawione analizy wskazują, że lokalizacje punktów oznaczających miejscowości w badanych bazach danych różnią się nieznacznie. Najwięcej rozbieżności pomiędzy klasyfikacją i nazewnictwem miejscowości pojawiły się w OSM. Różnice lokalizacji punktów wynoszą od 7,83 m do 885,2 m, co wynika z różnych zasad dotyczących umieszczania punktów na mapie. Zdaniem Autorki, pod względem lokalizacji punktów oraz informacji opisowych umieszczonych jako ich atrybuty, najlepiej prezentuje się warstwa miejscowości z PRNG a także wykazująca największe do niej podobieństwo – warstwa miejscowości z BDOT10k.

4.2. Budynki

Dane dotyczące budynków powiatu opoczyńskiego, zgodnie z pierwszym etapem analizy danych geograficznych (Rysunek 30) zostały poszukiwane w różnych bazach danych i ostatecznie zostały pozyskane z Bazy Danych Obiektów Topograficznych i z OpenStreetMap. Dodatkowo wykorzystano punkty adresowe z Państwowego Rejestru Granic, pobrane z rządowego geoportalu w paczce dla powiatu opoczyńskiego.

Zgodnie z drugim etapem analizy danych geograficznych pobrane dane zostały wstępnie ocenione pod względem ich przydatności do badań sieci osadniczej. Budynki w BDOT10k znajdują się w warstwie powierzchniowej OT_BUBD_A i należą do klasy BU – Budynki, budowle i urządzenia. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 27 lipca 2021 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych (Dz.U. 2021 poz. 1412) budynki definiowane są jako obiekty budowlane, które: są trwale związane z gruntem, mają fundamenty, są wydzielone z przestrzeni za pomocą przegród budowlanych i są przykryte dachem.

Obiekty z klasy „budynek” pozyskuje się z bazy danych ewidencji gruntów i budynków. Do najważniejszych atrybutów warstwy budynków w BDOT10k (wg rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 2011 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów

ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych (Dz.U. 2011 nr 279 poz. 1642), które obowiązywało dla danych użytych w rozprawie) należą:

- kod klasyfikacyjny,
- funkcja ogólna budynku (przeważająca),
- funkcja szczegółowa budynku (przeważająca),
- liczba nadziemnych kondygnacji,
- nazwa,
- informacja czy budynek jest zabytkiem (źródłem jest rejestr zabytków udostępniany za pomocą Narodowego Instytutu Dziedzictwa),
- reprezentacja geometryczna,
- identyfikator budynku z bazy EGiB,
- źródła danych geometrycznych i atrybutowych,
- aktualność danych.

Zgodnie z trzecim poziomem szczegółowości obiektów w BDOT10k (wg rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 2011 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych (Dz.U. 2011 nr 279 poz. 1642)), klasa budynków dzieli się na 21 typów, tożsamy z funkcją ogólną budynków. W nowym rozporządzeniu z 2021 r. klasyfikacja ta uległa niewielkim zmianom (Załącznik nr 3). Kolejnym ważnym atrybutem warstwy OT_BUBD_A jest funkcja szczegółowa budynku. Zgodnie z załącznikiem do rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 2011 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych (Tom I) przykładowo dla funkcji ogólnej – budynki mieszkalne jednorodzinne (1110) wyróżnia się następujące funkcje szczegółowe budynków: budynek jednorodzinny, dom letniskowy i leśniczówka. Do BDOT10k są wprowadzane wszystkie budynki mieszkalne oraz wszystkie budynki niemieszkalne o powierzchni większej lub równej 40 m² lub mniejsze, ale będące budynkami o charakterze orientacyjnym lub jeśli są położone w ciągu innych budynków, tworzące zwartą zabudowę. Nie dodaje się również takich (tzn. mniejszych od 40 m²) budynków i altan w obrębie ogródków działkowych a także baraków roboczych, budynków niemieszkalnych przylegających do budynków mieszkalnych, wolnostojących budynków położonych w sąsiedztwie innych zabudowań (Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 27 lipca 2021 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań

kartograficznych, Dz.U. 2021 poz. 1412). Informacje szczegółowe o warstwie budynków z BDOT10k dla powiatu opoczyńskiego znajdują się w Tabeli 7, przy czym aktualność danych określana jest w bazie na 2012 rok.

Dane dotyczące budynków powiatu opoczyńskiego w OSM zostały pobrane z serwisu download.geofabrik.de w skompresowanym pliku z danymi województwa łódzkiego z rozszerzeniem .shp (stan na dzień 15.06.2020). Dane o budynkach znajdują się w warstwie powierzchniowej *gis_osm_buildings_a_free_1*. Budynki są ujęte w klasie *building*. Mogą być również dodawane inne tagi opisujące budynki. Warstwa *gis_osm_buildings_a_free_1* zawiera atrybuty 'nazwa' oraz 'typ', jednak nie są to atrybuty do obligatoryjnego wypełnienia, dlatego wiele obiektów nie ma uzupełnionych tych informacji. Rodzaj budynku jest opisywany bowiem jako wartość klucza 'budynek'. Budynek można otagować przyjmując typ budynku, np. '*building=house*', lecz można jedynie wpisać '*building=yes*', co powoduje, że wiele budynków nie ma określonego rodzaju. Tag *name* jest również nieobowiązkowy co sprawia, że nazwa jest określana jedynie w niewielkiej części przypadków. Typy budynków można podzielić na grupy tematyczne (Załącznik nr 4). Należy zwrócić jednak uwagę, że dobór określonych typów zależy od osoby dodającej takie informacje, brak jest ustalonych reguł i kontroli, dlatego jakość danych może być różna. W warstwie budynków z OSM istnieje 7156 obiektów dla powiatu opoczyńskiego, z czego ponad 85% nie ma zadeklarowanego typu i tylko niecałe 2% ma przypisaną nazwę. Szczegółowe informacje umieszczone zostały w Tabeli 7. Spośród budynków, które miały przypisany typ, do grupy budynków mieszkalnych (wartości: *apartments, detached, farm, house, residential*) należy blisko 80% budynków.

Punkty adresowe zostały pobrane ze strony Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii jako dane z państwowego rejestru granic i powierzchni jednostek podziałów terytorialnych kraju – PRG. Dzięki integracji systemu informatycznego PRG z ewidencją miejscowości, ulic i adresów w PRG gromadzi się adresy i ich lokalizacje przestrzenne. Dla każdej ulicy i każdego placu posiadającego nazwę tworzone są odrębne, ciągłe zbiory numerów porządkowych. Dla każdej wsi, jej części stanowiącej miejscowość oraz dla każdego osiedla na obszarach miast, w których ulice i place nie posiadają nazw, tworzony jest jeden ciągły zbiór numerów porządkowych zapewniając jego przestrzenną regularność oraz unikalność jego elementów. Numery porządkowe przyjmują postać liczb całkowitych w przedziale od 1 do n. Numery porządkowe są ustalane w procesie zakładania ewidencji, a w uzasadnionych przypadkach także w procesach jej aktualizacji, uzupełnienia lub zmiany. W tym celu wykorzystywane są: ewidencja numeracji porządkowej nieruchomości, ewidencja gruntów i budynków, BDOT500, BDOT10k, miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego lub w przypadku braku takich

planów – decyzje o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu, studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy oraz ortofotomapy cyfrowe (Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 9 stycznia 2012 r. w sprawie ewidencji miejscowości, ulic i adresów, Dz.U. 2012 poz. 125). Dane dotyczące punktów adresowych zostały pobrane w paczce dla województwa łódzkiego z rozszerzeniem GML a następnie przycięte do granic powiatu opoczyńskiego, gdzie zawarte są 24394 punkty adresowe. Warstwa z punktami adresowymi zawiera 17 kolumn, z których najważniejsze to: nazwa miejscowości, ulica, numer porządkowy, kod pocztowy, status (istniejący, prognozowany, w trakcie budowy) oraz data od kiedy jest ważny (oficjalna data prawnego ustanowienia punktu adresowego).

Punkt adresowy jest przyporządkowywany do każdego numeru porządkowego. W przypadku budynków istniejących lub w budowie zostaje on wstawiony w przybliżonym środku ściany budynku zwróconej do ulicy lub placu, z którą dany numer porządkowy budynku jest związany lub w przybliżonym środku wejścia do budynku w przypadku budynków, położonych w bezpośrednim sąsiedztwie dwu lub więcej ulic, posiadających odrębne wejścia od strony sąsiadujących z nimi ulic albo gdy budynek położony przy jednej ulicy posiada więcej niż jedno wejście główne. W przypadku budynków prognozowanych do wybudowania punkt adresowy zostaje wstawiony w przybliżonym środku ciężkości budynku (Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 9 stycznia 2012 r. w sprawie ewidencji miejscowości, ulic i adresów, Dz.U. 2012 poz. 125). Spośród wszystkich punktów adresowych na terenie powiatu opoczyńskiego (24394) niecałe 10% sklasyfikowanych jest jako prognozowane lub w trakcie budowy. Nieco ponad 78% punktów nie ma dodanej oficjalnej daty prawnego ustanowienia punktu adresowego. Dla pozostałych punktów przypisane zostały daty od 1987 do 2020 roku.

Kolejnym krokiem był drugi etap analizy danych dotyczący oceny ich przydatności w badaniach (Rysunek 30). Pobrane dane różnią się liczbą obiektów, ich klasyfikacją, aktualnością oraz zawartością informacji opisowych umieszczonych jako atrybuty.

Tabela 7. Porównanie danych dotyczących budynków (stan na 2020 r.)

Baza danych	Liczba obiektów	Podział obiektów		Liczba atrybutów	Metoda reprezentacji	Źródła danych
		Rodzaj	Liczba			
BDOT10k	56806	budynki mieszkalne jednorodzinne	22632	34	Zarys podstawowy	• Ewidencja Gruntów i Budynków • Mapa Zasadnicza • Ortofotomapa • Pomiar terenowy • Pomiar stereoskopowy • Mapa topograficzna 1:10 000
		budynki o trzech i więcej mieszkaniach	277			
		budynki zbiorowego zamieszkania	44			
		budynki hoteli	86			
		budynki zakwaterowania turystycznego	16			
		budynki biurowe	289			
		budynki handlowo-usługowe	595			
		budynki łączności, dworców i terminali	19			
		budynki garaży	172			
		budynki przemysłowe	398			
		zbiorniki, silosy i budynki magazynowe	400			
		ogólnodostępne budynki kulturalne	71			
		budynki muzeów i bibliotek	7			
		budynki szkół i instytucji badawczych	120			
		budynki szpitali i zakładów opieki medycznej	41			
		budynki kultury fizycznej	9			
		budynki gospodarstw rolnych	31510			
		budynki przeznaczone do sprawowania kultu religijnego i czynności religijnych	54			
		obiekty budowlane wpisane do rejestru zabytków i objęte indywidualną ochroną	1			
		pozostałe budynki niemieszkalne	65			
OSM	7156	Apartments – budynek z wieloma pomieszczeniami mieszkalnymi	104	7	Zarys budynku (zaleca się rozpoznawanie geometrii budynku przy ziemi a nie po przebiegu dachu, jednak wiele zależy od indywidualnego podejścia osoby wprowadzającej)	• Zdjęcia lotnicze • Sieć ulic • Odbiorniki GPS (nagrywanie ścieżki GPS wzdłuż ścian budynku)
		Barn – budynek rolniczy	4			
		Chapel – kaplica	5			
		Church – kościół	26			
		Collapsed – budynek zawalony	2			
		Commercial – budynek, w którym jest prowadzona działalność komercyjna	49			
		Construction – w budowie	2			
		Detached – wolno stojący dom jednorodzinny	15			
		Farm – budynek mieszkalny w gospodarstwie	37			
		farm_auxiliary – niemieszkalny budynek gospodarczy	4			
		garage – pojedynczy garaż	19			
		garages – budynek składający się z kilku garaży szeregowych posiadających	20			
		hotel	2			
		House – dom jednorodzinny	404			
		Industrial – budynek przemysłowy	31			
		Kindergarten – przedszkole	1			
		Residential – budynek mieszkalny ogólnego przeznaczenia	260			
		Retail – budynek używany głównie do sprzedaży detalicznej	8			
		Roof – budowla składająca się z dachu z otwartymi bokami, takiego jak zadaszenie	5			
		Ruins – ruiny	3			
		School – szkoła	18			
		Terrace – szereg połączonych domów jednorodzinnych	6			
		Train_station – stacja kolejowa	6			
		Zabytkowa kamienica	1			

Źródło: opracowanie własne

Pod względem geometrii obiektów, po przecięciu warstwy budynków z BDOT10k z punktową warstwą budynków z OSM, wykryto 6343 budynków występujących w obu bazach, a w przypadku punktów adresowych – 20243. Tabela 8 przedstawia podział pokrywających się budynków względem typu budynku z BDOT10k.

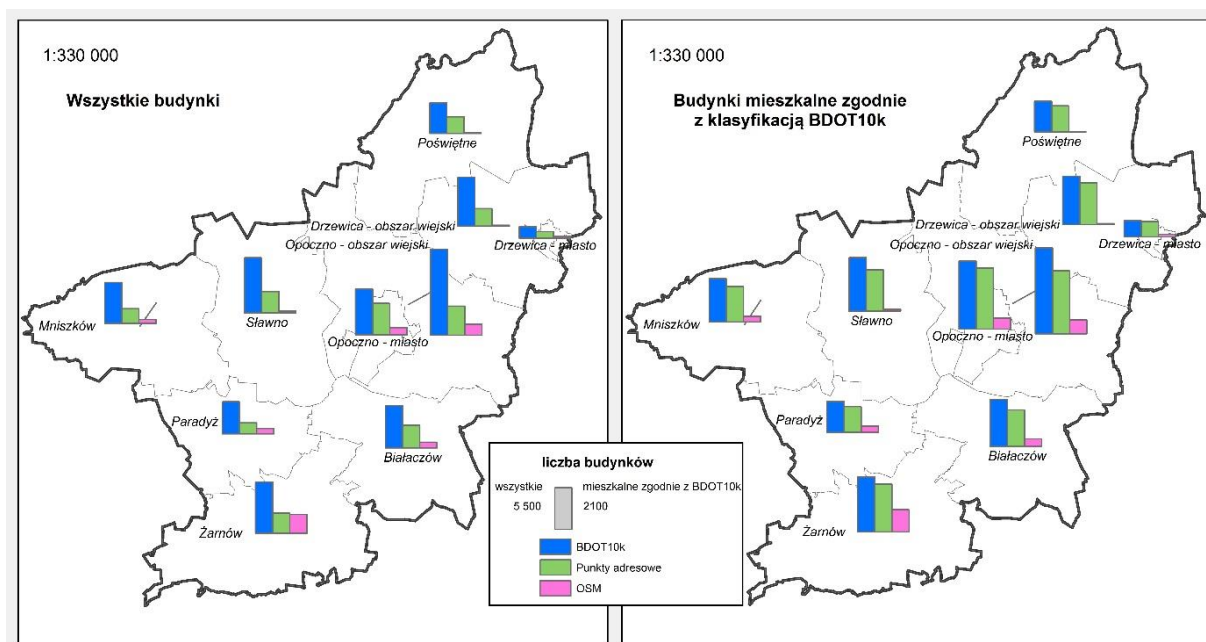
Tabela 8. Liczba budynków wspólnych w bazach BDOT10k, OSM i PRNG

typ budynku w BDOT10k	liczba budynków pokrywających się w BDOT10k i OSM	liczba budynków pokrywających się w BDOT10k i PRG	liczba budynków w BDOT10k
BUBD01	3316	18621	22632
BUBD03	150	254	277
BUBD04	32	22	44
BUBD05	19	49	86
BUBD06	0	3	16
BUBD07	110	165	289
BUBD08	166	344	595
BUBD09	12	6	19
BUBD10	29	5	172
BUBD11	50	48	398
BUBD12	50	44	400
BUBD13	14	50	71
BUBD14	5	7	7
BUBD15	59	64	120
BUBD16	19	26	41
BUBD17	2	5	9
BUBD18	2262	498	31510
BUBD19	35	22	54
BUBD20	0	0	1
BUBD21	13	10	65
RAZEM	6343	20243	56806

Źródło: opracowanie własne

Zgodnie z następnym, trzecim etapem analizy danych (Rysunek 30) odnoszącym się do ich czyszczenia, do dalszych analiz, zgodnie z tematyką pracy, wybrano głównie budynki mieszkalne. Biorąc pod uwagę wyłącznie ten typ budynków z BDOT10k (BUBD01 i BUBD03) można zauważyć, że zaledwie 15% budynków z OSM i nieco ponad 82% punktów adresowych z PRG pokrywa się z budynkami mieszkalnymi z BDOT10k. Uwidacznia się tu problem niekompletności danych. Uwzględniając jednak klasyfikację budynków OSM, gdzie jako budynki mieszkalne możemy zaliczyć 4 typy: *apartments*, *detached*, *house* i *residential*, liczba takich budynków wynosi 783, spośród których 759 pokrywa się z typami budynków

mieszkalnych z BDOT10k (niecałe 22%). Resztę stanowią przede wszystkim budynki, którym nie przypisano żadnego typu (77,5%) oraz z przypisanym innym typem (jedynie 0,5%), co wiąże się z problemem niekompletności danych a także w niektórych przypadkach z problemem błędnie zapisanych danych i danych niedokładnych (Rysunek 31).



Rysunek 35. Liczba budynków w BDOT10k i OSM oraz punktów adresowych z PRG

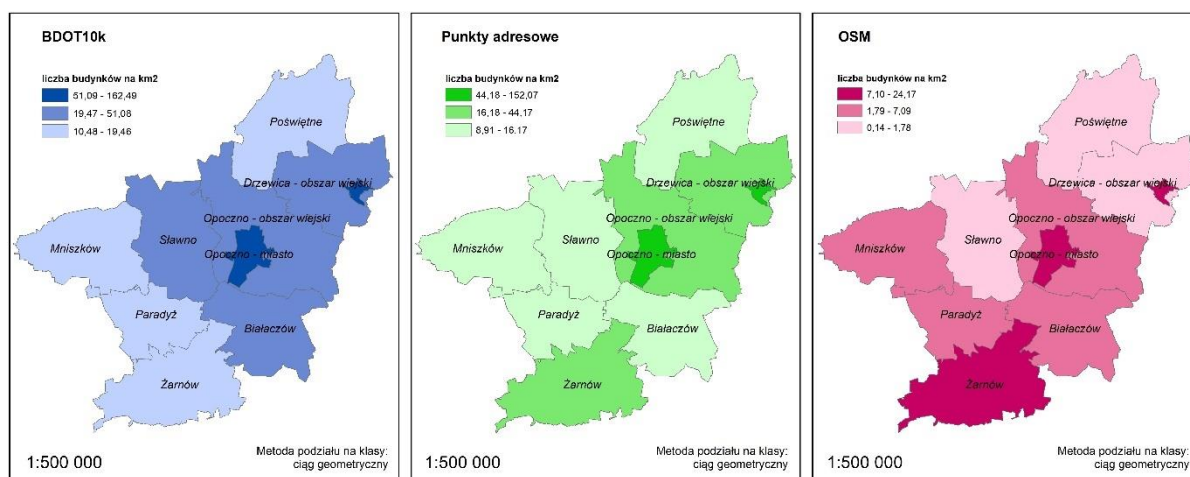
Źródło: opracowanie własne

W każdej gminie powiatu opoczyńskiego najwięcej budynków ujętych jest w BDOT10k, następnie pod względem liczby znajdują się punkty adresowe z PRG. Najmniej budynków znajduje się w bazie OSM. Spośród budynków ujętych w OSM najwięcej znajduje się w gminie Żarnów, w gminie wiejskiej i mieście Opoczno a także w gminach Białaczów i Paradyż (Rysunek 35). Suma powierzchni wszystkich budynków w BDOT10k wynosi 6,95 km², przy czym suma powierzchni budynków z OSM jest równa jedynie 1,29 km². W przypadku budynków, zgodnie z klasyfikacją BDOT10k, uznanych jako mieszkalne, ich liczba w BDOT10k i PRG jest zbliżona w poszczególnych gminach, natomiast w OSM analogiczna do wszystkich budynków (najwięcej w gminie Żarnów oraz w gminie wiejskiej i mieście Opoczno) (Rysunek 35). Średnia najmniejsza odległość pomiędzy budynkami w BDOT10k wynosi 20,5 m, dla punktów adresowych jest to 31 m, a w OSM – 29 m.

Blisko 13% wszystkich budynków z BDOT10k znajduje się w miastach powiatu opoczyńskiego (Opoczno i Drzewicy). Analogicznie, w przypadku punktów adresowych z PRG jest to prawie 20%, a w przypadku budynków z OSM – niewiele ponad 16%. Jeśli chodzi

o budynki mieszkalne (zgodnie z klasyfikacją BDOT10k), to w przypadku BDOT10k w miastach jest ich niecałe 18% a w przypadku punktów adresowych i OSM około 19%.

Warto przeanalizować liczbę budynków w poszczególnych gminach uwzględniając powierzchnię gmin (Rysunek 36). Liczba budynków na 1 km² w bazie BDOT10k waha się między 10,48 w gminie Poświętne a 162,49 w mieście Drzewica. Dużą gęstością budynków charakteryzuje się również miasto Opoczno. W przypadku punktów adresowych sytuacja wygląda podobnie: największą gęstość budynków posiadają miasta, choć maksymalna wartość gęstości (dla miasta Drzewica) wynosi 152,07. W następnej kolejności znalazły się obszary wiejskie gmin Opoczno i Drzewica oraz gmina Żarnów. Dla budynków z OSM, ze względu na ich dużo mniejszą liczbę, wartości gęstości budynków wahają się od 0,14 (gmina Poświętne) do 24,17 (również miasto Drzewica). Oprócz miast, do klasy z największą gęstością budynków zaliczona została również gmina Żarnów, a z najmniejszą obok gminy Poświętne - gmina wiejska Drzewica oraz gmina Sławno.

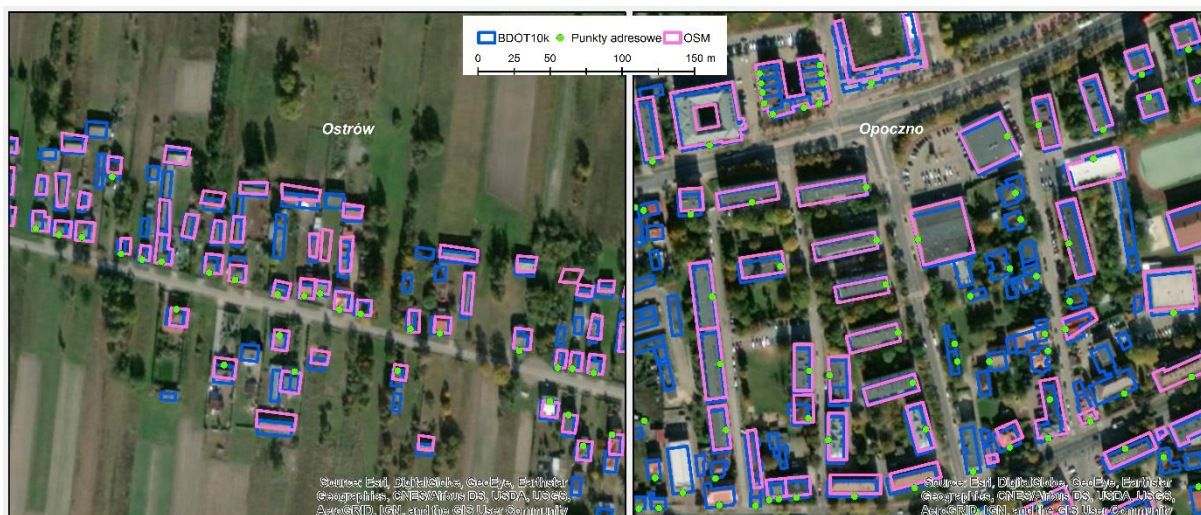


Rysunek 36. Gęstość budynków w poszczególnych gminach w 2020 r. w podziale na badane bazy danych

Źródło: opracowanie własne

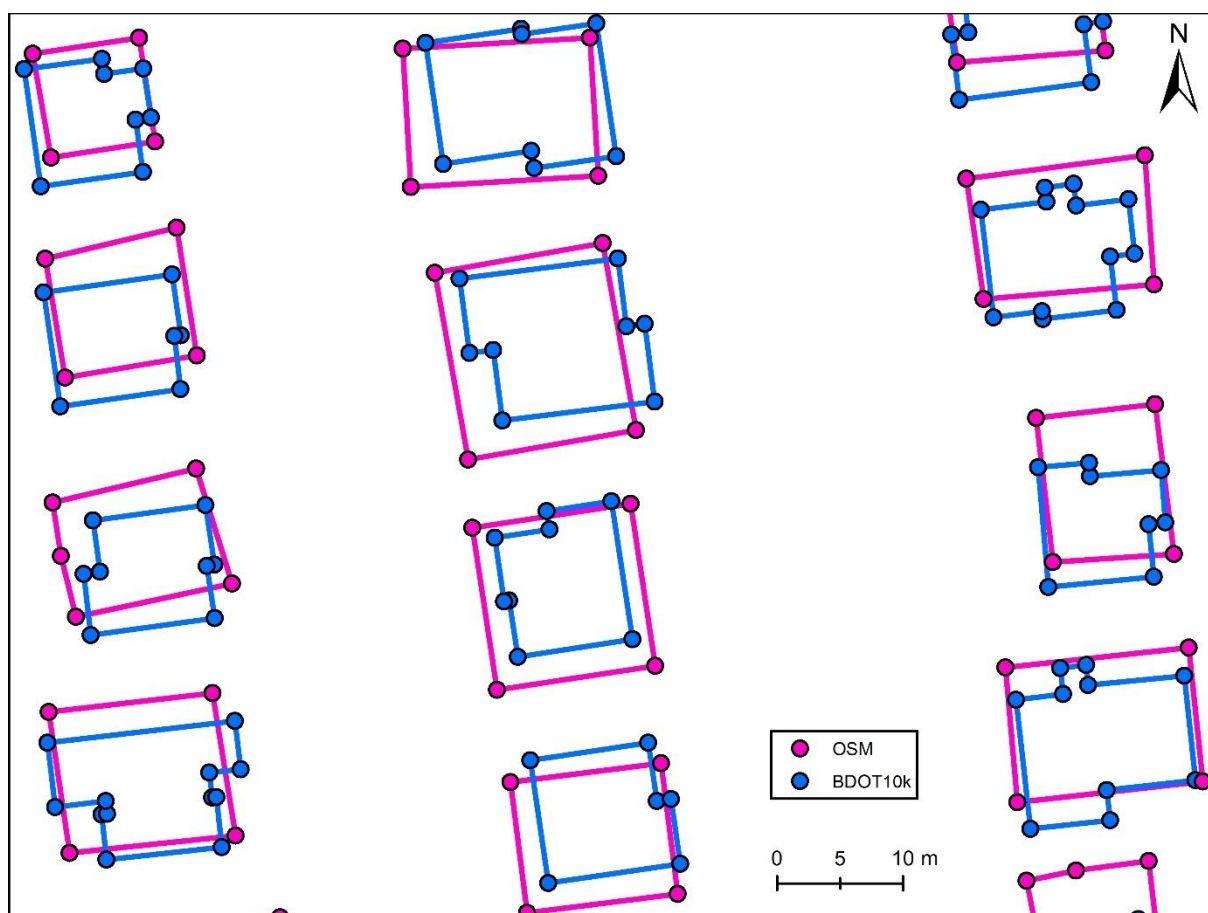
Wprowadzanie danych o budynkach do OpenStreetMapy jest zależne od woli użytkownika, stąd wynika różna dokładność danych i pokrycie danymi w gminach czy miejscowościach, co generuje problemy i świadczy o niekompletności i niedokładności danych. W porównaniu z BDOT10k, w powiecie opoczyńskim ujętych jest niewiele budynków w bazie OSM (głównie w miastach). Biorąc pod uwagę geometrię budynków z obu baz, przedstawione budynki mają podobne kształty, są zwykle nieznacznie przesunięte względem siebie, generując niewielkie błędy położenia geograficznego (Rysunek 37). Zwykle lepszą dokładnością położenia i większym podobieństwem poligonów pomiędzy BDOT10k i OSM charakteryzują

się budynki większe (bloki, zakłady produkcyjne) i budynki o prostych, łatwych do rysowania kształtach. Mniejszym podobieństwem cechują się budynki małe, o nietypowych kształtach, trudne do zidentyfikowania na podstawie ortofotomapy. Punkty adresowe są wstawione głównie w przybliżonym środku ściany budynku zwróconej do ulicy powiązanej z danym punktem. W przypadku budynków posiadających więcej niż jedno główne wejście, punkty są wstawiane w miejscu wejścia do budynku. Można zauważyć, że punkty adresowe są bardzo dobrze wpasowane względem budynków z BDOT10k (Rysunek 37).



Rysunek 37. Różnice w położeniu budynków pomiędzy badanymi bazami danych
Źródło: opracowanie własne

Powierzchnia tych samych, pokrywających się budynków (w BDOT10k i OSM) w BDOT10k wynosi 126 295,2 m², natomiast w OSM 142 255,4 m², a powierzchnia wspólna budynków z obu baz danych wynosi 108 982,9 m². Innym miernikiem jest liczba wierzchołków poligonów reprezentujących kształt budynków. Spośród wspólnych 759 budynków z bazy danych OSM i BDOT10k, łączna liczba wierzchołków budynków z BDOT10k wynosi 5893, a z OSM tylko 4402, co daje w przeliczeniu odpowiednio 7,8 i 5,8 wierzchołka na jeden budynek. Pokazuje to, że zwykle budynki w BDOT10k wierniej oddają rzeczywisty kształt budynków, natomiast budynki w OSM są rysowane z mniejszą szczegółowością, co z kolei przekłada się na ich większą powierzchnię (Rysunek 38).



Rysunek 38. Porównanie kształtu i powierzchni budynków w BDOT10k i OSM
Źródło: opracowanie własne

Podsumowując, najbardziej wiarygodną i dokładną bazą danych zawierającą dane o budynkach jest BDOT10k. W OpenStreetMap geometria budynków jest zbliżona do tych z BDOT10k, jednak ich liczba jest dużo mniejsza niż w pozostałych bazach, przez co dane te nie są wystarczające do wykorzystania w badaniach dla całego powiatu. W przypadku danych dotyczących budynków największym problemem była niekompletność danych (zarówno geometryczna jak i atrybutowa), a także ich niedokładność i błędy w zapisie (głównie w przypadku danych atrybutowych). Mniejsze znaczenie odgrywają niewielkie błędy położenia w przestrzeni oraz nieaktualność danych. Dodatkowo problemem były różne reprezentacje geometryczne analizowanych danych (powierzchniowe w przypadku BDOT10k i OSM oraz punktowe w przypadku punktów adresowych PRG) oraz różne klasyfikacje i nazewnictwo wydzielonych klas, co uniemożliwiło porównanie wszystkich danych w takim samym zakresie.

4.3. Sieć drogowa

Zgodnie z pierwszym etapem analizy danych geograficznych (Rysunek 30) przeszukano różne źródła i bazy danych zawierające sieć drogową. Finalnie sieć drogowa została pozyskana z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k), Bazy Danych Obiektów Ogólnogeograficznych (BDOO) i z OpenStreetMap (OSM).

W BDOT10k drogi znajdują się w klasie OT_SKDR_L należącej do kategorii „sieć komunikacyjna – SK”. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 27 lipca 2021 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych (Dz.U. 2021 poz. 1412), w klasie dróg znajdują się odcinki osi dróg jedno- i dwujezdniowych. Dla dróg jednojezdniowych oś drogi jest tożsama z osią odcinka klasy ‘jezdni’, a dla dróg dwujezdniowych oś drogi stanowi oś pasa dzielącego dwie jezdnie dedykowane przeciwnym kierunkom ruchu. Co ważne, zmiana wartości któregośkolwiek atrybutu drogi powoduje segmentację jej odcinka. Wśród najważniejszych atrybutów klasy dróg (wg rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 2011 roku w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych (Dz.U. 2011 nr 279 poz. 1642), które obowiązywało dla analizowanych danych) znajdują się:

- kategoria zarządzania drogi (K – krajowa, W – wojewódzka, P – powiatowa, G – gminna, Z – zakładowa, I – inna),
- klasa drogi (A – autostrada, S – droga ekspresowa, GP – droga główna ruchu przyspieszonego, G – droga główna, Z – droga zbiorcza, L – droga lokalna, D – droga dojazdowa, I – droga inna),
- materiał nawierzchni,
- liczba jezdni,
- numer drogi.

Atrybut „klasa drogi” odpowiada przynależności drogi do klasy drogi zgodnie z wytycznymi technicznymi obowiązującymi w drogownictwie, co wynika wprost z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 24 czerwca 2022 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących dróg publicznych (Dz.U. 2022 poz. 1518). Informacje o klasyfikacji dróg pozyskuje się z baz danych prowadzonych przez zarządców dróg. Jeżeli takie dane nie są dostępne, należy dokonać pełnej klasyfikacji na podstawie definicji klas dróg.

Zgodnie z trzecim poziomem szczegółowości obiektów w BDOT10k, klasa dróg dzieli się na 8 typów tożsamyh z klasą drogi (SKDR01 (autostrada) – SKDR08 (droga inna)).

W Bazie Danych Obiektów Ogólnogeograficznych znajduje się klasa OT_SKDR_L, która jest pozyskiwana z takiej samej klasy w BDOT10k. W klasie dróg w BDOO nie są reprezentowane powiatowe i gminne drogi lokalne o nawierzchni twardej lub utwardzonej, jeżeli dochodzą do miejscowości, która nie istnieje w BDOO. Nie uwzględnia się także dróg gruntowych, oprócz tych, które są jedynym połączeniem z miejscowością przechowywaną w klasie OT_ADMS_P. Reprezentacji geometrycznej dróg w BDOO dokonuje się według zasad grafu planarnego, umożliwiając wykonanie analiz sieciowych w systemach informacji geograficznej. Odcinki dróg krzyżujące się ze sobą, zarówno w przypadku zwykłych skrzyżowań jak i skrzyżowań na różnych poziomach, podlegają segmentacji. Geometria odcinka drogi jest taka sama jak geometria obiektu reprezentującego most, wiadukt, estakadę czy tunel. Spośród najważniejszych atrybutów klasy OT_SKDR_L w BDOO wymienić można takie same jak w przypadku klasy dróg w BDOT10k, gdzie wyróżnia się 8 typów dróg, według podziału na klasę drogi (Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 2011 roku w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych, Dz.U. 2011 nr 279 poz. 1642).

Dane dotyczące sieci drogowej powiatu opoczyńskiego w OpenStreetMap zostały pobrane z serwisu download.geofabrik.de w skompresowanym pliku z danymi województwa łódzkiego z rozszerzeniem .shp (stan na dzień 15.06.2020). Projekt OSM składa się z danych należących do różnych kategorii tematycznych, jednak głównie skupia się na infrastrukturze transportowej (drogi, rzeki, koleje) (openstreetmap.org, 02.03.2020; geofabrik.de, 02.03.2020). W OpenStreetMap używa się klucza *highway* dla każdej drogi, ulicy, ścieżki, po której można się przemieszczać pieszo, rowerem, konno, pojazdami silnikowymi i innymi z wyłączeniem pojazdów szynowych. Drogi w OpenStreetMap można głównie podzielić na: drogi samochodowe, ścieżki i drogi specjalnego przeznaczenia (<https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Pl:Key:highway>, 06.10.2020). Klasyfikacja dróg w OpenStreetMap nie jest taka sama jak klasyfikacja urzędowa w Polsce. Podstawową klasyfikację dróg w OSM przedstawia Tabela 9.

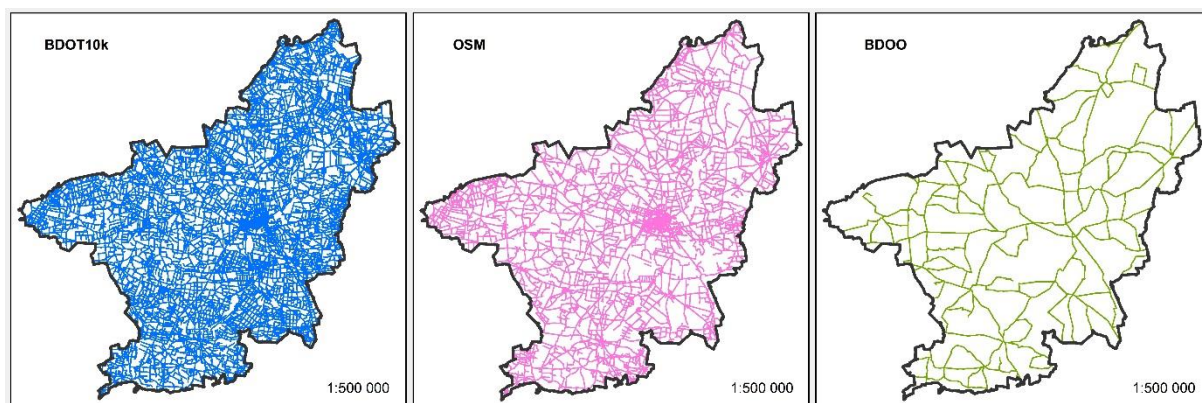
Tabela 9. Klasyfikacja dróg w OpenStreetMap

Klasa drogi w OSM	Odpowiednik klasy drogi w Polsce
Motorway	Autostrada
Trunk	Droga ekspresowa
Primary	Droga krajowa
Secondary	Droga wojewódzka
Tertiary	Droga powiatowa
Unclassified	Droga gminna
Residential	Droga osiedlowa
Living street	Droga w strefie zamieszkania
Track	Droga gruntowa
Pedestrian	Droga utwardzona dla pieszych
Cycleway	Droga utwardzona dla rowerów
Service	Droga na wewnętrzne potrzeby
Footway	Chodnik
Path	Ścieżka

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Drop i in., 2013)

Istnieją również dodatkowe klasy dróg reprezentujące zjazdy i wjazdy na poszczególne drogi, będące tzw. łącznikami – ‘link’, skąd wzięty się klasy *motorway_link*, *trunk_link*, *primary_link*, czy klasa dróg *bridleway*, czyli ścieżka do jazdy konnej. W przypadku dróg dwujezdniowych, droga powinna mieć wrysowane dwie linie, w tym każda powinna być opisana tagiem „*oneway=yes*” oraz powinna być w pełni oznakowana (https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Pl:Znakowanie_dr%C3%B3g_w_Polsce, 06.10.2020). Do odpowiednich kategorii dróg mogą być dołączone, w postaci kolejnych tagów, dodatkowe informacje między innymi rodzaj nawierzchni, liczba pasów ruchu, dopuszczalna prędkość, numer drogi czy nazwa ulicy itd. (Drop i in., 2013).

Zgodnie z drugim etapem analizy danych geograficznych (Rysunek 30) przeprowadzono wstępną analizę i ocenę przydatności oraz możliwości wykorzystania pobranych danych o sieci drogowej w badaniach osadniczych. Najwięcej dróg powiatu opoczyńskiego zawartych jest w BDOT10k (4897,8 km), następnie znalazła się baza OSM i na końcu BDOO (Tabela 10, Rysunek 39).



Rysunek 39. Warstwa dróg w poszczególnych bazach danych w 2020 r.

Źródło: opracowanie własne

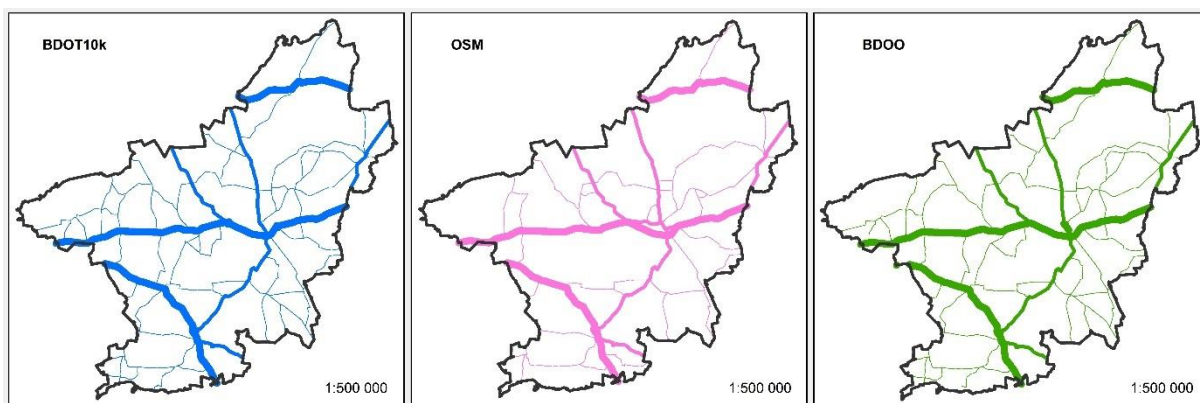
W BDOO zostały ujęte drogi z czterech kategorii zarządzania: krajowe, wojewódzkie, powiatowe i gminne. Suma długości odcinków tego typu dróg dla powiatu opoczyńskiego w BDOO wynosi 617,7 km. Dla tych samych kategorii dróg w BDOT10k suma ich długości jest równa 1003,7 km. W porównywalnych do takich kategorii dróg w OSM, suma ich długości wynosi 660,2 km. Z wyłączeniem dróg gminnych suma dróg krajowych, wojewódzkich i powiatowych (Rysunek 40) wynosi:

- BDOO – 453,1 km
- BDOT – 468,0 km
- OSM – 362,2 km.

Tabela 10. Porównanie baz danych dotyczących sieci drogowej (stan na 2020 r.)

Baza danych	Liczba odcinków	Długość dróg [km]	Podział obiektów			Liczba atrybutów	Metoda reprezentacji	Źródła danych
			Rodzaj	Liczba odcinków	Długość odcinków [km]			
BDOT10k	19472	4897,8	SKDR03 - GP	326	60,8	30	Oś geometryczna	• Ortofotomapa • Pomiar terenowy
			SKDR04 - G	754	155,5			
			SKDR05 - Z	887	199,0			
			SKDR06 - L	2028	468,4			
			SKDR07 - D	674	121,9			
			SKDR08 - I	14803	3892,2			
BDOO	315	617,7	SKDR03 – GP	33	60,1	27	Oś geometryczna	• Topograficzna Baza Danych
			SKDR04 - G	58	141,5			
			SKDR05 – Z	103	211,3			
			SKDR06 - L	121	204,8			
OSM	4099	2471,2	cycleway	9	1,0	13	Linia reprezentująca drogę	• Zdjęcia satelitarne/lotnicze • Ślady GPS
			footway	321	30,2			
			living_street	66	9,7			
			path	142	48,7			
			pedestrian	2	0,1			
			primary	195	75,9			
			residential	793	466,1			
			secondary	172	70,6			
			secondary_link	14	2,7			
			service	375	55,6			
			steps	9	0,1			
			tertiary	194	213,0			
			track	1504	1196,5			
			unclassified	289	298,0			
			unknown	14	3,0			

Źródło: opracowanie własne

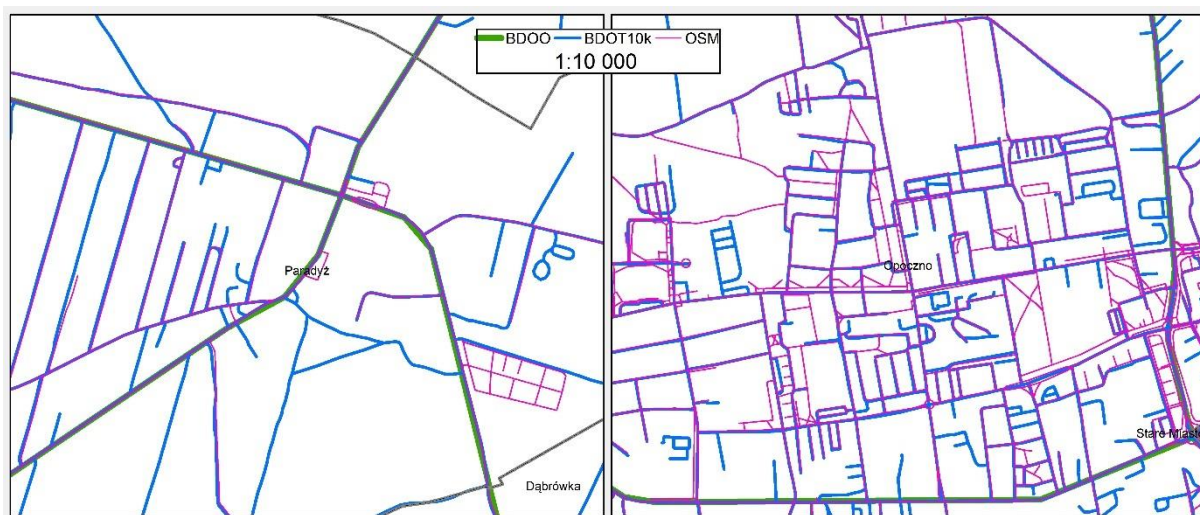


Rysunek 40. Drogę główne w poszczególnych bazach danych w 2020 r. (najgrubsza linia – droga krajowa, najcieńsza – droga powiatowa)

Źródło: opracowanie własne

Kolejnym etapem analizy danych było ich czyszczenie (Rysunek 30). Spośród trzech kategorii dróg (krajowych, wojewódzkich i powiatowych) nazwanymi dalej drogami głównymi, istnieją różnice w przebiegu dróg powiatowych. Drogi krajowe i wojewódzkie są podobnie sklasyfikowane we wszystkich analizowanych bazach danych. Różnica pomiędzy BDOT10k a BDOO wynosi około 1 km tych dróg, natomiast w OSM ujętych jest około 10 km więcej dróg krajowych i wojewódzkich niż w BDOT10k. Większe różnice w przebiegu i klasyfikacji dróg zaczynają się od kategorii drogi powiatowej. Tutaj odróżnia się od pozostałych źródeł danych baza OSM – znajduje się w niej o blisko 102 km mniej dróg klasyfikowanych jako drogi powiatowe (*tertiary*) niż w BDOO oraz o 116 km mniej niż w BDOT10k. Powstałe różnice wynikają między innymi z tego, że bazy BDOT10k i BDOO jako urzędowe bazy danych posiadają oficjalne informacje na temat kategorii zarządzania danej drogi, natomiast w przypadku bazy OSM, takie informacje wpisywane są w wyniku interpretacji ortofotomapy i wiedzy użytkownika. Ponadto klasyfikacja dróg w OSM nie jest identyczna niż klasyfikacja urzędowa dróg w Polsce. Drogi klasy *tertiary*, ze względu na to, że są definiowane jako drogi trzeciego rzędu automatycznie przypisywane są do dróg powiatowych zgodnie z polską hierarchią dróg. Definicja dróg klasy *tertiary* w OSM zawiera również informacje, że są to głównie drogi łączące mniejsze miasta lub większe wsie. Można nazywać je także drogami zbiorczymi lub rozprowadzającymi (wiki.openstreetmap.org, 21.12.2020). Ze względu na te różne czynniki, coraz większe różnice w sposobie nadawania kategorii znajdują się na niższych poziomach klasyfikacji dróg. W BDOT10k znajduje się najwięcej dróg przypisanych do klasy SKDR08 – droga inna oraz SKDR06 – droga lokalna (89% wszystkich dróg, łączna długość – 4360,6 km) (Tabela 10). Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 2011 r. w sprawie bazy

danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych (Dz.U. 2011 nr 279 poz. 1642) droga lokalna jest drogą ogólnodostępną, przeznaczoną dla wszystkich użytkowników dróg. Drogi tego typu mają jedną dwupasową jezdnię dwukierunkową i krzyżują się z innymi rodzajami tras komunikacyjnych w jednym poziomie. Mają również zapewnione połączenia z drogami publicznymi na skrzyżowaniach. Drogi te są zwykle drogami gminnymi, czasami powiatowymi, które zapewniają połączenia wewnętrzne i zewnętrzne o małym natężeniu ruchu dla miast i wsi. Droga inna zdefiniowana jest jako droga nie zaliczona do pozostałych klas. Zalicza się do niej drogi wewnętrzne, drogi dojazdowe do gruntów rolnych i leśnych, do posesji a także drogi wewnętrzne w obrębie zakładów i instytucji. Tego typu dróg w BDOT10k dla powiatu opoczyńskiego jest najwięcej (79,5%). W OSM najwięcej, bo blisko 50% wszystkich dróg stanowią drogi sklasyfikowane jako *track*. Są to drogi prowadzące do pól lub lasów wykorzystywane do ich obsługi. Zwykle są to drogi nieutwardzone, gruntowe, piaszczyste lub żwirowe, w niektórych przypadkach betonowe. Ważne jest również, że musi to być droga, której szerokość pozwala na poruszanie się samochodem. W przeciwnym wypadku taka droga będzie nazwana już ścieżką (wiki.openstreetmap.org, 18.12.2020). Następne pod względem długości są drogi oznaczone jako *residential* oraz *unclassified*, które razem stanowią blisko 31% wszystkich dróg. Drogi oznaczone tagiem *unclassified* utożsamiane są głównie z drogami publicznymi czwartego poziomu, co w Polsce może oznaczać głównie drogi gminne. Są to drogi przejezdne dla samochodów osobowych, które zwykle łączą małe miejscowości. Drogi przypisane do klasy *residential* to drogi o charakterze lokalnym, które znajdują się na lub w pobliżu terenów mieszkalnych i nie są drogami łączącymi miejscowości (wiki.openstreetmap.org, 18.12.2020). Łączna długość dróg z klas *track*, *residential* i *unclassified* wynosi 1960,5 km. Do dróg przedstawionych w OSM, których nie zaznacza się w bazach BDOT10k czy BDOO należą głównie różnego rodzaju ścieżki, chodniki, drogi dla pieszych i rowerów (*path*, *footway*, *cycleway*, *pedestrian*) (Rysunek 41). Długość tego typu linii dla powiatu opoczyńskiego wynosi około 80 km. W OSM pojawiają się także drogi oznaczone jako *service*, które można zdefiniować jako niepubliczne drogi dojazdowe do różnego rodzaju budynków, stacji benzynowych, terenów przemysłowych, parkingów itp. (wiki.openstreetmap.org, 22.12.2020), które nie zawsze są zaznaczane w BDOT10k. Łączna długość takich dróg w OSM dla badanego obszaru wynosi w przybliżeniu 56 km.



Rysunek 41. Przykłady przebiegu dróg ujętych w BDOO, BDOT10k i OSM
Źródło: opracowanie własne

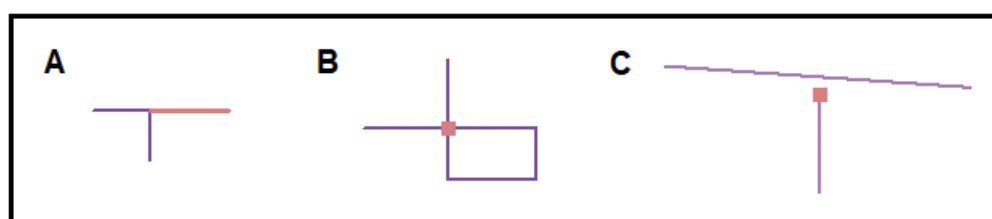
Sklasyfikowane tylko w OSM, różnego rodzaju ścieżki i drogi dla pieszych są głównie wstawiane na terenie cmentarzy czy pomiędzy blokami i innymi zabudowaniami a także czasami w niektórych lasach czy parkach (Rysunek 42). Spośród wszystkich dróg przedstawionych w OSM, blisko 40 km nie ma odpowiednika w BDOT10k.



Rysunek 42. Przykłady ścieżek ujętych w OpenStreetMap
Źródło: opracowanie własne

Wykorzystanie odpowiednich danych o drogach wymaga określenia celu badań i dokładności potrzebnych danych. Uwidacznia się tu bowiem problem skali przedstawionych danych, niekompletności danych oraz różnic w klasyfikacji (Rysunek 31). W przypadku badań w skali powiatu najbardziej dokładne wydają się być drogi przedstawione w BDOT10k. Drogi z tej bazy posiadają też najwięcej informacji opisowych oraz oficjalnych klasyfikacji urzędowych. W przypadku większych obszarów wystarczające mogą się okazać drogi z OSM,

szczególnie jeśli chodzi o łatwość ich pozyskania dla tak dużego obszaru jak np. cały kraj. Kluczowe jest określenie również jakiego rodzaju drogi nas interesują i czy potrzebujemy w badaniach dróg niższego rzędu, lokalnych, gdzie lepsza będzie BDOT10k, czy wystarczą jedynie drogi główne (tu można wykorzystać zarówno dane z BDOT10k, BDOO jak i OSM). Inną kwestią będą badania wykorzystujące różnego rodzaju ścieżki, gdzie najczęściej tego typu danych odnaleźć można w OSM. Dla niektórych obszarów, szczególnie obszarów inwestycyjnych, na których prowadzone są różne prace budowlane, dużym problemem staje się także nieaktualność danych, co w przypadku analizowanego obszaru nie ma dużego znaczenia. Mniejsze znaczenie odgrywają także niewielkie błędy położenia. W przypadku analizowanych danych nie napotkano problemu niespójności formatu danych (Rysunek 31). Sprawdzona została także dokładność topologiczna danych (Rysunek 31), która wiąże się również z analizą spójności sieci. Dla każdej z trzech warstw dróg (BDOO, BDOT10k, OSM) dokonano kontroli topologicznej ich położenia na podstawie trzech wybranych reguł. Uznano, że poszczególne odcinki dróg w obrębie jednej warstwy nie powinny się na siebie nakładać (Rysunek 43. Reguły topologiczne dla warstwy dróg (Rysunek 43, A), nie powinny się przecinać (Rysunek 43, B) ani nie powinny mieć odcinków nie powiązanych z siecią (Rysunek 43, C).



Rysunek 43. Reguły topologiczne dla warstwy dróg
Źródło: opracowanie własne na podstawie ArcGIS 10.4.1 Help

Na podstawie dokonanej kontroli topologicznej uwidoczniły się błędy w sieci drogowej w każdej z warstw, przy czym najczęściej błędów odnosiło się do odcinków dróg niepołączonych z resztą sieci drogowej. Najmniej błędów wykryto dla BDOO, co związane jest z mniejszą liczbą poszczególnych odcinków i generalizacją danych. Najwięcej błędów odkryto w przypadku bazy OSM (Tabela 11). Błędy te często występowały na granicach powiatu i wynikały z przycięcia poszczególnych odcinków dróg do obszaru badań. Poprawa tego typu błędów topologicznych jest bardzo ważna i dotyczy zachowania spójności sieci. Jest to szczególnie istotne z punktu widzenia analiz sieciowych, w tym wyszukiwania najkrótszych połączeń między obiektami na podstawie sieci drogowej. Niepołączone z resztą odcinki dróg mogą generować błędy na dalszych etapach badań i wskazywać nieprawidłowe wyniki, co w konsekwencji prowadzi do mylnie wyciąganych wniosków. Pozostałe rodzaje błędów

wystąpiły tylko w niewielkiej liczbie w BDOT10k (Tabela 11). Po rozpoznaniu błędów topologicznych należało je odpowiednio naprawić, tak, aby można było wykorzystać dane do dalszych analiz.

Tabela 11. Błędy topologiczne warstwy dróg w wybranych bazach danych

Baza danych	Rodzaj błędu	Liczba błędów
BDOO	Linie nie mogą się na siebie nakładać	0
	Linie nie mogą się przecinać	0
	Nie może być linii niepołączonych z innymi	8
BDOT10k	Linie nie mogą się na siebie nakładać	1
	Linie nie mogą się przecinać	3
	Nie może być linii niepołączonych z innymi	98
OSM	Linie nie mogą się na siebie nakładać	0
	Linie nie mogą się przecinać	0
	Nie może być linii niepołączonych z innymi	119

Źródło: opracowanie własne

4.4. Siedliska

Zgodnie z pierwszym etapem analizy danych poszukiwano danych dotyczących obszarów zabudowanych, a następnie konkretnie zabudowy mieszkaniowej. Do dalszych analiz wybrano dane z Bazy Danych Obiektów Ogólnogeograficznych (BDOO), Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k), Openstreetmap (OSM) oraz dane odnośnie siedlisk udostępnione przez Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa. Według rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 2011 roku w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych (Dz.U. 2011 nr 279 poz. 1642) w ogólnodostępnej Bazie Danych Obiektów Ogólnogeograficznych obszary zabudowy znaleźć można w klasie pokrycia terenu – PTZB. W Bazie Danych Obiektów Topograficznych obszary zabudowy mieszkaniowej, oprócz klasy pokrycia terenu – PTZB, znaleźć można także w klasie kompleksów użytkowania terenu – KUMN, podobnie jak w OSM, gdzie takie dane znajdują się w klasie użytkowania ziemi. Tego typu dane mogą znajdować się również w innych bazach danych, powadzonych przez różne organy i w różnym zakresie, między innymi w bazie danych Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa. Po znalezieniu odpowiednich danych następnym krokiem był drugi etap analizy

danych dotyczący oceny ich przydatności w badaniach i selekcji danych odnoszących się konkretnie do zabudowy mieszkaniowej (Rysunek 30).

Podstawę reprezentacji kategorii klas obiektów „pokrycie terenu” stanowią spójne fragmenty terenu stanowiące jednorodne powierzchnie z fizjonomicznego punktu widzenia. Obiekty należące do tej kategorii zachowują względem siebie relację sąsiedztwa i pokrywają cały teren opracowania w sposób ciągły, wypełniając go w 100%. Tereny zabudowy są przedstawiane w klasie obiektów ‘OT_PTZB_A’. Klasa ta jest definiowana jako obszary zabudowane utworzone przez budynki mieszkaniowe, przemysłowe, magazynowe, produkcji rolniczej itp. razem z niewielkimi terenami i urządzeniami (podwórza, place, dziedzińce, przejścia, przejazdy, przydomowe place zabaw itp.), które są związane funkcjonalnie z budynkami. Na podstawie cech fizjonomicznych zabudowy wyróżnia się jej następujące rodzaje: wielorodzinna, jednorodzinna, przemysłowo-składowa, handlowo-usługowa, pozostała. W zależności od sposobu rozmieszczenia budynków można wyróżnić zabudowę:

- zwartą (jeśli powierzchnia zabudowana stanowi co najmniej 80% wydzielanego terenu),
- gęstą (jeśli przynajmniej trzy budynki są oddalone od siebie nie więcej niż o 30 m),
- luźną (jeśli przynajmniej trzy zagospodarowane działki budowlane stykają się ze sobą).

Jako luźną zabudowę uznaje się tereny zajęte przez inne zagrody i posesje razem z ich najbliższym otoczeniem oraz samodzielnie stojące duże budynki z ich najbliższym otoczeniem, jeśli zajmują powierzchnię większą od 2000 m². Dla zabudowy wielorodzinnej, przemysłowo-składowej, handlowo-usługowej i pozostałej można określić jej charakter jako zwartą, gęstą lub luźną, a w przypadku zabudowy jednorodzinnej tylko jako gęstą lub luźną. W przypadku zabudowy jednorodzinnej, która dominuje na obszarach wiejskich, wymiary przedstawianego na mapie obszaru nie mogą być mniejsze niż 20x20 metrów. Szerokość pasma zabudowy nie może być mniejsza niż 12 m, a odległości pomiędzy sąsiednimi pasmami lub obszarami nie mniejsza niż 20 metrów. Kontury zabudowy upraszcza się w taki sposób, żeby załamania linii były nie mniejsze niż 15 m (Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 2011 roku w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych, Dz.U. 2011 nr 279 poz. 1642).

Kategoria klas obiektów „kompleksy użytkowania terenu” obejmuje obiekty powierzchniowe, które są jednorodne pod względem podstawowej funkcji pełnionej obecnie bądź dawniej. Kompleksy użytkowania terenu nie są typowymi obiektami topograficznymi, stanowią uzupełniające, ale istotne informacje o użytkowaniu i wykorzystaniu terenu. Kategoria ta zawiera zespoły budynków i budowli, urządzenia i wewnętrzne układy

komunikacyjne często otoczone ogrodzeniem, które posiadają nazwę własną i wspólnego właściciela lub zarząd. Co ważne, są one wydzielane niezależnie od obiektów należących do kategorii klas obiektów pokrycie terenu oraz nie wypełniają w 100% przestrzeni, mogą wchodzić także w relacje nakładania się.

Zostały przyjęte ogólne kryteria wydzielania powierzchni kompleksu użytkowania terenu:

- minimalna szerokość wydzielanej powierzchni powinna być większa niż 50 m,
- minimalna powierzchnia powinna wynosić 5000 m². Można zastosować kryterium powierzchni 3000 m² wtedy, gdy kompleks użytkowania terenu jest wyraźnie wyodrębniony z otoczenia i jest ważny w rozumieniu topografii na danym terenie; dopuszcza się także wprowadzenie obszarów o mniejszej powierzchni, jeśli ma to duże znaczenie dla prawidłowego odwzorowania charakteru danego obszaru,
- kompleksy użytkowania terenu mogą być wprowadzane z różną dokładnością geometryczną, w zależności od posiadanych danych. Granice tych kompleksów wstawia się w sposób przybliżony, na podstawie interpretacji sytuacji terenowej, w oparciu m.in. o istniejące w terenie ogrodzenia.

Klasa obiektów 'OT_KUMN_A' reprezentuje kompleksy mieszkaniowe. Należące do tej klasy obiekty: posesja i osiedle mieszkaniowe, pozyskuje się bez względu na ich wielkość. Są to często obiekty różniące się zasięgiem przestrzennym z obiektami klasy zabudowa z kategorii pokrycie terenu. W ich obrębie może bowiem występować zróżnicowane pokrycie terenu. Działka bez budynków w rozumieniu BDOT10k nie stanowi posesji, a działka z budynkami niemieszkalnymi stanowi posesję, jeśli leży w ciągu innych posesji. Kompleksy KUMN nie występują w Bazie Danych Obiektów Ogólnogeograficznych (Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 2011 roku w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych, Dz.U. 2011 nr 279 poz. 1642).

Pola zagospodarowania należące do systemu LPIS prowadzonego przez Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa zawierają wektorowe dane granic różnych typów użytkowania terenu identyfikowane w oparciu o ortofotomapę oraz kontrolę na miejscu przedstawiane w następujących klasach: siedliska, tereny komunikacyjne, lasy, tereny uprzemysłowione lub zurbanizowane, inne tereny nie nadające się do działalności rolniczej, wody, sady, uprawy trwałe, trwałe użytki zielone, trwałe użytki zielone cenne, zadrzewienia i zakrzaczenia, zagajniki o krótkiej rotacji, obszary zalesione po 2008 r., potencjalny grunt rolny (stat.gov.pl, 05.11.2020). Pola zagospodarowania są obszarami o różnym, precyzyjnie

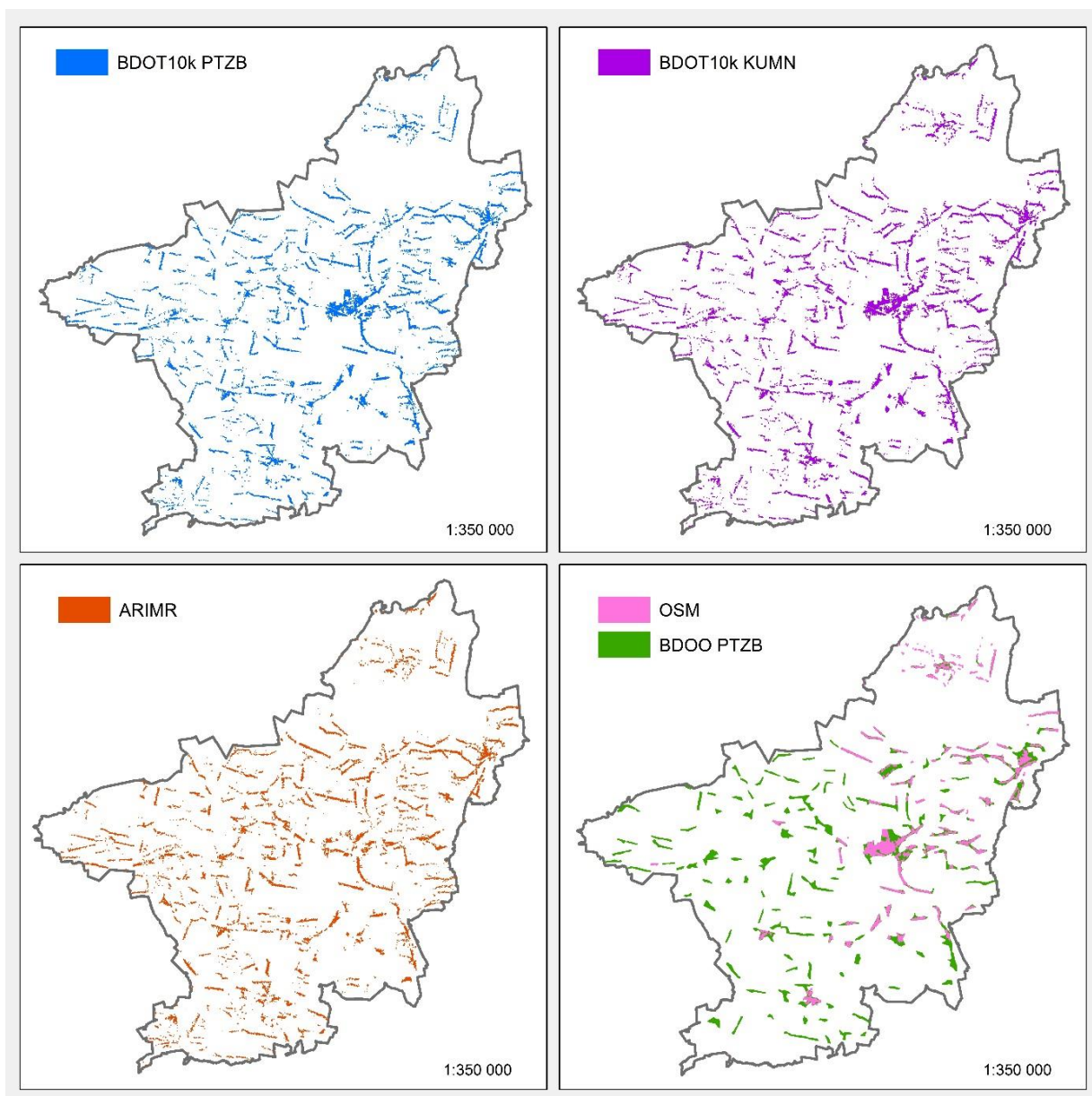
zdefiniowanym sposobie użytkowania gruntu. Zawierają zarówno obszary niekwalifikowane do dopłat, jak i obszary kwalifikowane do płatności bezpośrednich.

Siedliska rolnicze oznaczone są symbolem „D” i są to zabudowane grunty rolne. Klasa ta należy do obszarów niekwalifikowanych do płatności. Obejmują one grunty zajęte pod budynki mieszkalne oraz inne budynki i urządzenia budowlane, które służą do produkcji rolniczej czy przetwórstwu rolno-spożywczemu oraz ogródki przydomowe w gospodarstwach rolnych. Do budynków innych niż mieszkalne, ujętych w tej klasie zaliczyć można szopy, stodoły, garaże, spichlerze, wiaty, komórki, silosy, budynki inwentarskie itp. (Instrukcja realizacji kontroli w zakresie kwalifikowalności powierzchni – ARiMR, 2019).

W OpenStreetMap znajdują się również wydzielone klasy użytkowania ziemi. Są to zamknięte obszary *area* opisane za pomocą tagów *landuse* lub innej klasyfikacji użytków *natural*. Obszar *area* jest określany jako zamknięta, wypełniona przestrzeń otoczona zamkniętą linią, z określonym znacznikiem „*area=yes*” (zwykle dla mniejszych obszarów) lub za pomocą relacji: *multipolygon* (głównie dla większych obszarów). Obszary wpisane jako *landuse* mogą zawierać różne wartości, uwzględniające rodzaj użytkowania terenu (załącznik nr 5). Klasyfikacja obszarów do różnych typów użytkowania ziemi, jej poprawność a także sposób oznaczenia zależą od użytkownika. Istnieją ogólne zasady, którymi powinno się kierować przy tworzeniu obszarów użytkowania terenu. Zaleca się stosowanie obrysu dla większego obszaru o danym typie, nawet jeśli w środku znajduje się niewielki obszar innego rodzaju, który nie wpływa znacząco na obraz większego terenu. W przypadku zabudowy mieszkaniowej, obrys tych obszarów powinien odzwierciedlać granice zabudowy mieszkaniowej, a nie granice całej miejscowości. Zaleca się również rysowanie obszarów mieszkaniowych po granicach działek. Problematiczne i różnie interpretowane jest kreślenie obszarów mieszkaniowych względem dróg. Niektórzy rozdzielają je pomiędzy drogami, niektórzy rysują jeden duży obszar razem z drogami. Istnieje wiele tematów w tej kwestii, które są obiektem dyskusji, co za tym idzie możliwych jest wiele interpretacji i podejść przy tworzeniu obszarów użytkowania terenu, zależnych od konkretnego użytkownika podejmującego się tego zadania (wiki.openstreetmap.org, 16.11.2020).

Ostatnim etapem analizy danych (Rysunek 30) było ich czyszczenie i poprawa a także sprawdzenie jakości i możliwości wykorzystania w badaniach osadniczych. Obszary zabudowy mieszkaniowej, w każdej z analizowanych baz danych, wyglądają podobnie dla skali 1:350 000. Największe różnice zauważyć można w przypadku danych z OSM, gdzie obszary mieszkaniowe („*landuse=residential*”) są umieszczone głównie w północno-wschodniej części powiatu opoczyńskiego. Wyróżnia się także pokrycie terenu zabudową mieszkaniową

w BDOO, gdzie powierzchnia pojedynczego wydzielenia jest dużo większa niż w przypadku danych z BDOT10k czy ARiMR (Rysunek 44). Największą powierzchnią, różnie rozumianych obszarów zabudowy mieszkaniowej, charakteryzują się obszary przedstawione w klasie pokrycia terenu (PTZB01 i PTZB02) w BDOO (62,75 km²), najmniejszą natomiast obszary mieszkaniowe („residential”) z OSM (21,12 km²) (Tabela 12).



Rysunek 44. Zabudowa mieszkaniowa w powiecie opoczyńskim w badanych bazach danych w 2020 r.

Źródło: opracowanie własne

Atrybut *farm* służy do oznaczania powierzchni użytków rolnych i obecnie jest utożsamiany z klasą *farmland*. Czasami tag „*landuse=farm*” był mylnie wykorzystywany do wprowadzania zabudowań w gospodarstwach rolnych i porównywany do tagu „*landuse=farmyards*”. Po przeanalizowaniu obszarów oznaczonych jako *farm* odrzucono je

z klas zabudowy mieszkaniowej, gdyż były zamiennikiem tagu „*landuse=farmland*” i nie przedstawiały zabudowy (Rysunek 45).

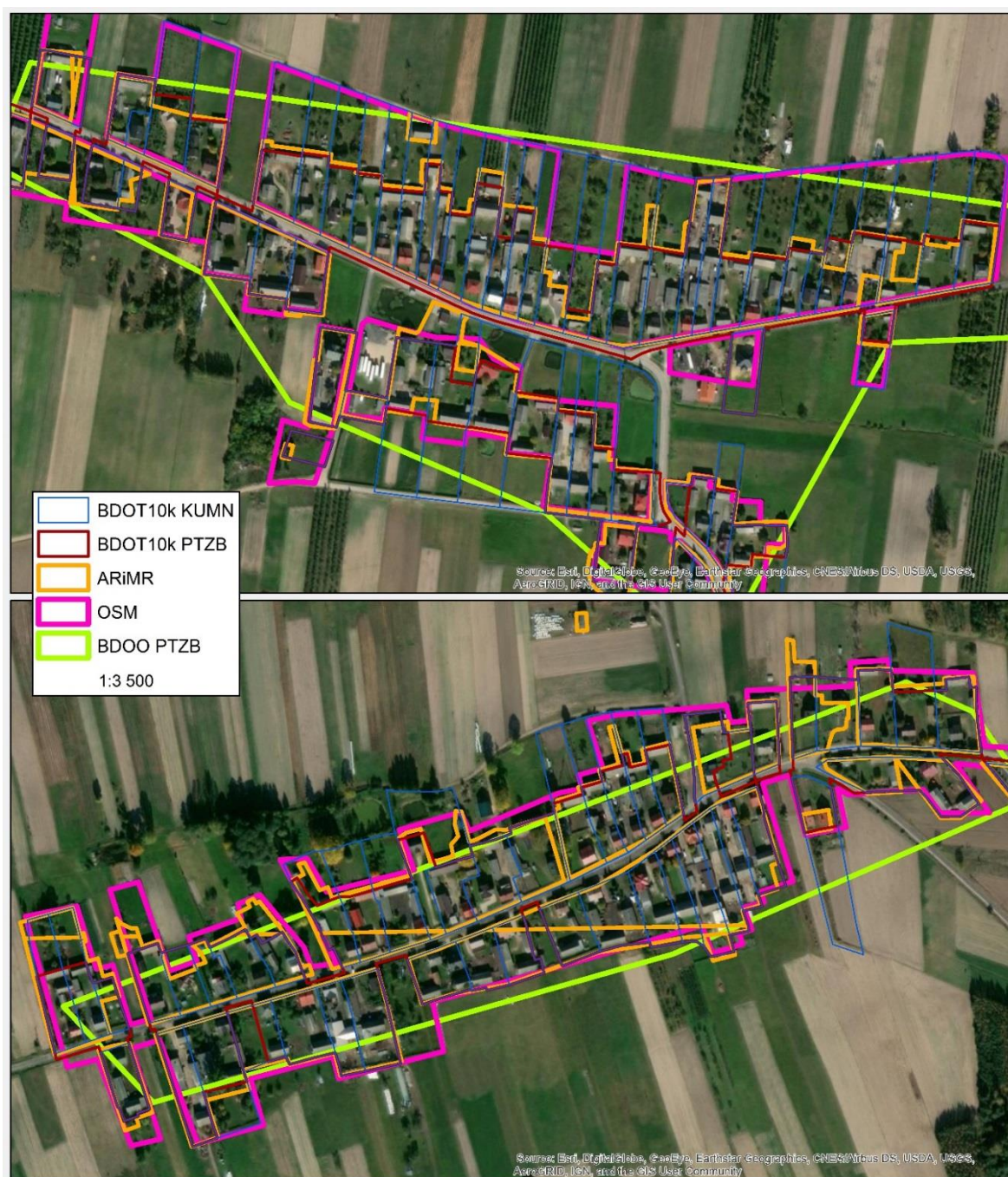


Rysunek 45. Porównanie obszarów „farm” i „residential” z klasy użytkowania terenu

Źródło: opracowanie własne

Zaznaczone obszary zabudowy mieszkaniowej różnią się pomiędzy analizowanymi bazami danych. Najbardziej zbliżone pod względem powierzchni i granic obszarów tej zabudowy są dane z warstwy pokrycia terenu (PTZB) z BDOT10k z danymi znajdującymi się w bazie ARiMR (Rysunek 46). Dane z OSM, są także zbliżone do wymienionych wcześniej baz, jednak nie pokrywają całego obszaru opracowania (Rysunek 44), co wyklucza ich wykorzystanie w analizach. Mogą służyć jedynie do porównania wybranych fragmentów czy uzupełniania informacji. Spośród wszystkich analizowanych baz danych, w bazie OSM odnotowano największy udział obszarów zabudowy mieszkaniowej w miastach (25,4% wszystkich obszarów tego typu zabudowy) (Tabela 12). Kompleksy zabudowy mieszkaniowej z BDOT10k różnią się od pozostałych warstw sposobem klasyfikacji. Ich granice są bowiem często wstawiane zgodnie z przebiegiem ogrodzenia oraz rozdzielane na posesje, dlatego znajduje się tu najwięcej wydzielonych pojedynczych obszarów (19793 pól). Dla porównania,

najmniej wydzielonych obszarów, z największą powierzchnią zawiera BDOO (142 pola), gdzie wstawiane obszary zabudowy mieszkaniowej są generalizowane i często jedno wydzielone pole zawiera zabudowę mieszkaniową dla całej miejscowości (Rysunek 46).



Rysunek 46. Przykłady rozmieszczenia obszarów zabudowy mieszkaniowej w analizowanych bazach danych w 2020 r.

Źródło: opracowanie własne

Dane pochodzące z ARiMR wydają się być wiarygodne w odniesieniu do obszarów wiejskich, dlatego, że są często aktualizowane oraz ze względu na charakter i cel prowadzenia tej bazy danych, gdzie na podstawie zawartych w niej informacji przyznawane są dotacje dla

rolników. Potwierdza to również podobieństwo do danych dotyczących pokrycia terenu z BDOT10k, która jest także źródłem danych dla ARiMR. Aktualizacja nie odbywa się jednak dla wszystkich obszarów w tym samym momencie, co może powodować różnego rodzaju niejasności oraz błędy w interpretacji. Problemem są również obszary niezgłoszone do dopłat, które nie są aktualizowane a czasami nie są w ogóle wprowadzone, przez to nie są to dobre dane dla miast. W bazie ARiMR znajduje się bowiem najmniej wrysowanych obszarów zabudowy mieszkaniowej w miastach spośród wszystkich analizowanych baz danych (Rysunek 47, Tabela 12).



Rysunek 47. Obszary zabudowy mieszkaniowej na terenie miasta Opoczno zawarte w BDOT10k i ARiMR

Źródło: opracowanie własne

Tabela 12. Udział obszarów zabudowy mieszkaniowej znajdującej się w miastach powiatu opoczyńskiego w analizowanych bazach danych

	BDOT PTZB		BDOT KUMN		BDOO PTZB		ARiMR		OSM	
	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%
Opoczno	2,72	8,62	3,43	9,85	7,42	11,83	1,32	4,56	4,12	19,50
Drzewica	0,86	2,73	0,89	2,55	2,58	4,11	0,79	2,73	1,25	5,90
RAZEM MIASTA	3,58	11,35	4,32	12,04	10,00	15,94	2,11	7,29	5,37	25,40

Źródło: opracowanie własne

Tabela 13. Porównanie danych dotyczących siedlisk mieszkalnych (stan na 2020 r.)

Baza danych	Nazwa klasy	Rodzaj	Liczba wydzielonych obszarów	Łączna powierzchnia obszarów [km ²]	Liczba atrybutów	Metoda reprezentacji	Źródła danych
BDOT10k	PTZB – pokrycie terenu zabudową	PTZB01 – zabudowa wielorodzinna	108	0,32	23	Zasięg umowny	• Ortofotomapa • Pomiar terenowy
		PTZB02 – zabudowa jednorodzinna	5542	31,21			
	KUMN – kompleksy użytkowania terenu - mieszkaniowe	KUMN01 – osiedle mieszkaniowe	8	1,34	18	Zasięg umowny	• Ortofotomapa • Pomiar terenowy
		KUMN02 – posesja	19785	33,43			
BDOO	PTZB – pokrycie terenu zabudową	PTZB01 – zabudowa wielorodzinna	1	0,55	21	Krawędź	• Topograficzna Baza Danych
		PTZB02 – zabudowa jednorodzinna	141	62,2			
ARiMR	Pola zagospodarowania	D – siedliska	1043	29,05	10	Zasięg umowny	• Ortofotomapa • Pomiary z kontroli na miejscu • EGiB
OSM	Landuse – użytkowanie terenu	Residential – zabudowa mieszkaniowa	259	21,12	9	Obszar lub wypełniony poligon	• Zdjęcia satelitarne/lotnicze • Ślady GPS

Źródło: opracowanie własne

Wybór źródła danych do badań zależy od skali i celu badań oraz wymaganej szczegółowości danych. W przypadku badań dla dużych obszarów, np. w przypadku badań dotyczących całego kraju wystarczające mogą okazać się już dane dotyczące zabudowy z BDOO, dla mniejszych obszarów (np. dla gminy czy powiatu) w przypadku zabudowy mieszkaniowej lepsze będą dane z BDOT10k (pokrycie terenu zabudową lub kompleksy użytkowania terenu w zależności od przyjętych kryteriów), a także siedliska z bazy danych ARiMR. Dane OSM przydatne mogą być tylko dla tych obszarów, gdzie zostały wprowadzone tego typu dane, co szczególnie na obszarach wiejskich jest rzadkie.

4.5. Liczba mieszkańców

Dane z rejestru PESEL dla powiatu opoczyńskiego zostały, na podstawie złożonego wniosku, pozyskane z Ministerstwa Cyfryzacji dla czterech okresów:

- 31.12.2017
- 31.12.2018
- kwiecień 2019
- 24.02.2020

Jednostką wnioskującą o udostępnienie tych danych był Zakład Geoinformacji w Instytucie Geografii Miast i Turystyki na Wydziale Nauk Geograficznych Uniwersytetu Łódzkiego. Są to dane tabelaryczne zawierające liczbę ludności w odniesieniu do konkretnego adresu wraz z podziałem na płeć i wiek w przedziałach 4-letnich. Dane z ministerstwa zostały przekazane pocztą jako nagrane na płytę CD, edytowalne dokumenty .xls. Tabela z 2019 roku liczy przykładowo 16318 wierszy, czyli w bazie zawartych jest tyle punktów adresowych.

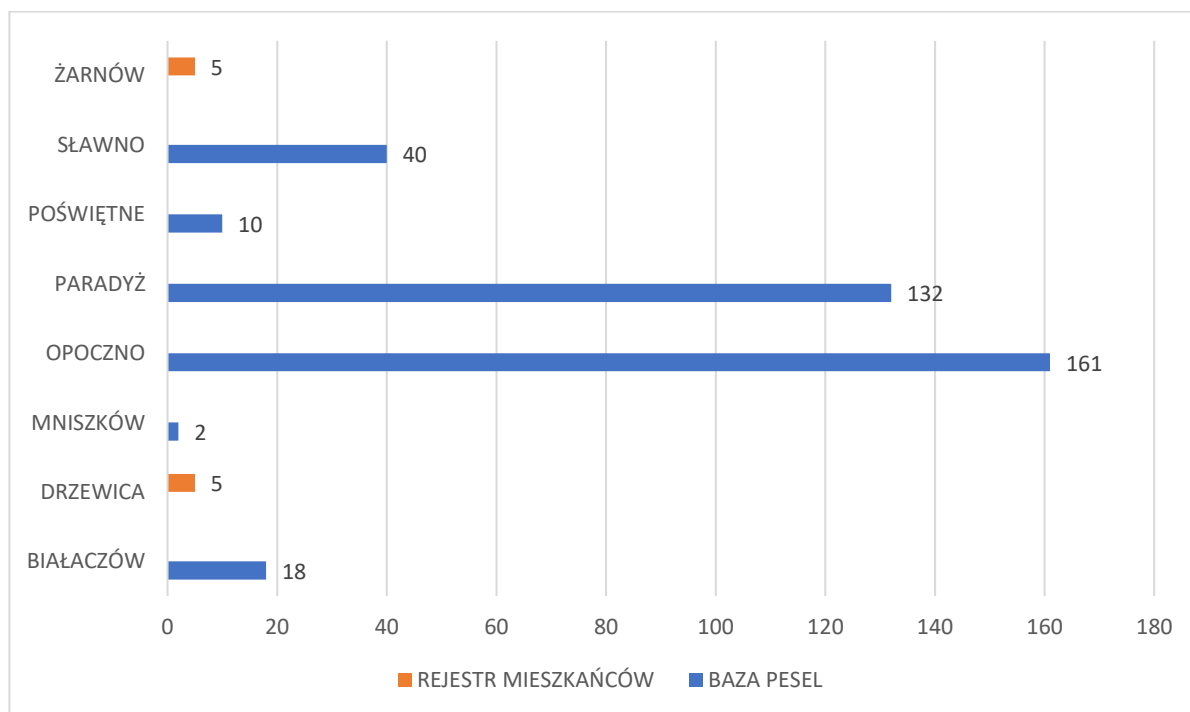
Dane z rejestrów mieszkańców zostały udostępnione przez urzędy gmin powiatu opoczyńskiego na podstawie złożonych wniosków o udostępnienie informacji publicznej. Urzędy gmin udostępniły te informacje głównie w postaci zeskanowanych, opieczetowanych wydruków przesłanych na adres mailowy Autorki. Otrzymane dane wymagały ręcznego przepisania do tabeli w pliku .xls. Dane zawierają liczbę ludności dla każdej miejscowości gmin powiatu opoczyńskiego od 2010 do 2019 roku. W celu porównania danych pochodzących z tych dwóch źródeł dane zostały zagregowane do gmin i przedstawione w Tabeli 14.

Tabela 14. Porównanie danych dotyczących liczby ludności

GMINA	LICZBA LUDNOŚCI					
	2019		2018		2017	
	BAZA PESEL	REJESTR MIESZKAŃCÓW W GMINIE	BAZA PESEL	REJESTR MIESZKAŃCÓW W GMINIE	BAZA PESEL	REJESTR MIESZKAŃCÓW W GMINIE
BIALACZÓW	5803	5785	5819	5821	5836	5840
DRZEWICA	10651	10656	10690	10685	10799	10797
MNISZKÓW	4725	4723	4726	4728	4711	4713
OPOCZNO	34223	34062	34319	34327	34582	34571
PARADYŻ	4500	4368	4523	4519	4532	4529
POŚWIĘTNE	3252	3242	3268	3261	3303	3292
SŁAWNO	7825	7785	7831	7834	7810	7812
ŻARNÓW	5959	5964	5978	5994	6014	6023

Źródło: opracowanie własne

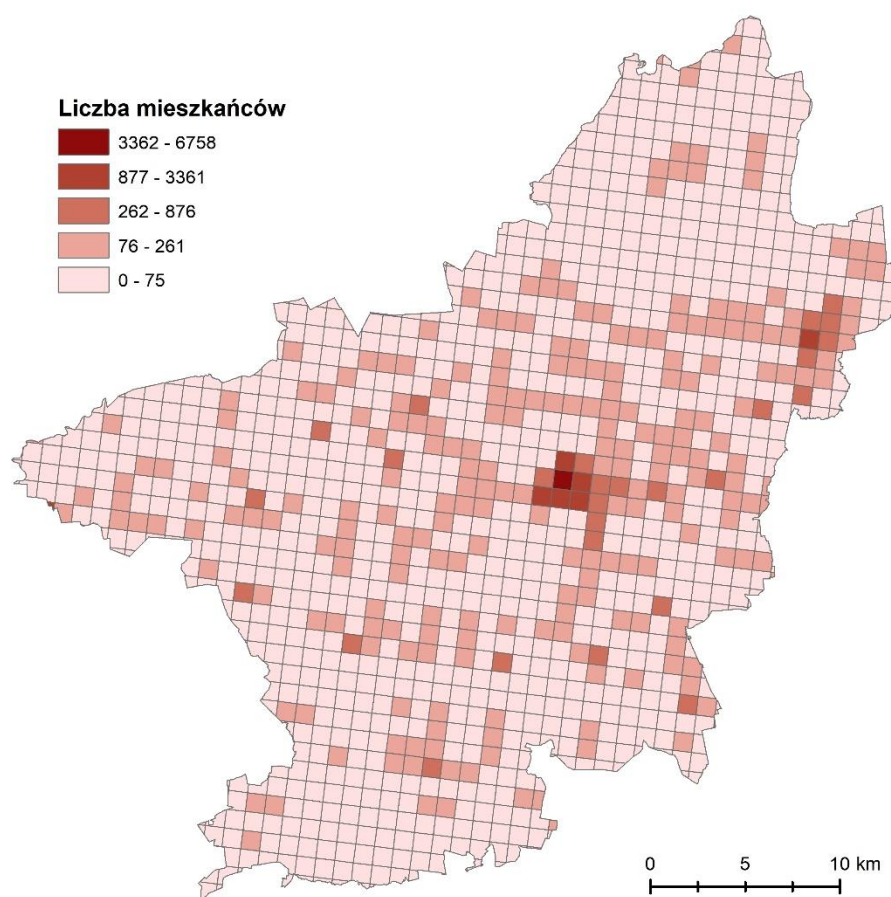
Liczba mieszkańców w poszczególnych gminach powiatu opoczyńskiego różni się pomiędzy badanymi źródłami danych. Przeważnie liczba ta jest większa w bazie PESEL (Rysunek 48). Tylko w przypadku gminy Żarnów i Drzewica nieznacznie więcej osób ujętych jest w rejestrze mieszkańców. Największe różnice zauważalne są w gminie Opoczno i gminie Paradyż. W rejestrze PESEL w skrócie gromadzone są dane obywateli polskich zamieszkujących na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, obywateli polskich zamieszkujących poza granicami Rzeczypospolitej Polskiej w związku z ubieganiem się o polski dokument tożsamości, cudzoziemców zamieszkujących na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej w związku z uzyskaniem przez nich odpowiednich praw i zezwoleń na pobyt w kraju a także obywateli zobowiązanych na podstawie odrębnych przepisów do posiadania numeru PESEL, natomiast w rejestrze mieszkańców gromadzone są dane osób, które wykonały obowiązek meldunkowy na terenie danej gminy. Zgodnie z przepisami wpis w jednym rejestrze powinien skutkować aktualizacją drugiego, jeśli nie ma przeciwwskazań wynikających z założeń tych rejestrów. Częściowo różnice te mogą wynikać z zasad tworzenia i aktualizacji danych w obu rejestrach a także z niewielkich różnic pomiędzy datą pozyskania danych. Dane z bazy PESEL dla 2019 roku zostały pozyskane według stanu na kwiecień natomiast dane z rejestru mieszkańców według stanu na 31.12.2019 roku.



Rysunek 48. Różnice w liczbie mieszkańców gmin pomiędzy bazą PESEL a rejestrem mieszkańców w 2019 r.

Źródło: opracowanie własne

Dane z bazy PESEL są bardziej szczegółowe, zarówno pod względem poziomu, dla którego są udostępniane – do poszczególnych adresów, jak i struktury – podział ze względu na płeć i wiek w przedziałach co 4 lata. Dane z rejestru mieszkańców udostępnione zostały do poziomu poszczególnych miejscowości gmin ogółem, bez podziału na płeć i wiek. Wybór danych zależy więc od dokładności i celu prowadzonych badań. W przypadku analiz dotyczących jednostek osadniczych wystarczające mogą być rejestry mieszkańców, jednak wymaga to złożenia wniosku do poszczególnych urzędów gmin/miast. W przypadku analiz prowadzonych w skali budynków lepsza okaże się baza PESEL. Wymaga to złożenia wniosku do ministerstwa w sprawie określonego obszaru. Taki wniosek mogą złożyć określone instytucje w określonym celu, np. badawczym lub edukacyjnym. Dane na temat liczby ludności są danymi bardzo często wykorzystywanymi w badaniach z zakresu wielu dyscyplin i dziedzin naukowych, nie tylko w badaniach społecznych i ekonomicznych. Można dostrzec problem w dostępie do tego typu danych dla poziomu niższego od gmin. Dane na temat liczby ludności w odniesieniu do gmin udostępniane są bezpłatnie przez GUS, jednak ten poziom nie jest wystarczający w dużej części badań. Pomocnym rozwiązaniem jest udostępnienie przez GUS bezpłatnie danych na temat liczby ludności w siatce kilometrowej a także w odniesieniu do miejscowości statystycznych z Narodowego Spisu Powszechnego Ludności i Mieszkań (NSP) z 2021 r. (stan na dzień 31 marca 2021 r.), co w niektórych sytuacjach jest bardzo pomocne i pozwala uniknąć pisania wniosków i oczekiwania na odpowiedź. Na koniec 2022 r., najnowsze, bezpłatne i powszechnie dostępne dane na temat liczby ludności pochodzą właśnie z NSP z 2021 r. i choć ich jakość budzi wiele wątpliwości, mogą stanowić źródło do porównań i wstępnych analiz. Dane te są udostępniane w postaci tabelarycznej najniżej w odniesieniu do miejscowości statystycznych oraz w postaci wektorowej, w siatce o oczku 1 km x 1 km, gdzie dla każdego oczka siatki przypisana jest liczba ludności (Rysunek 49).

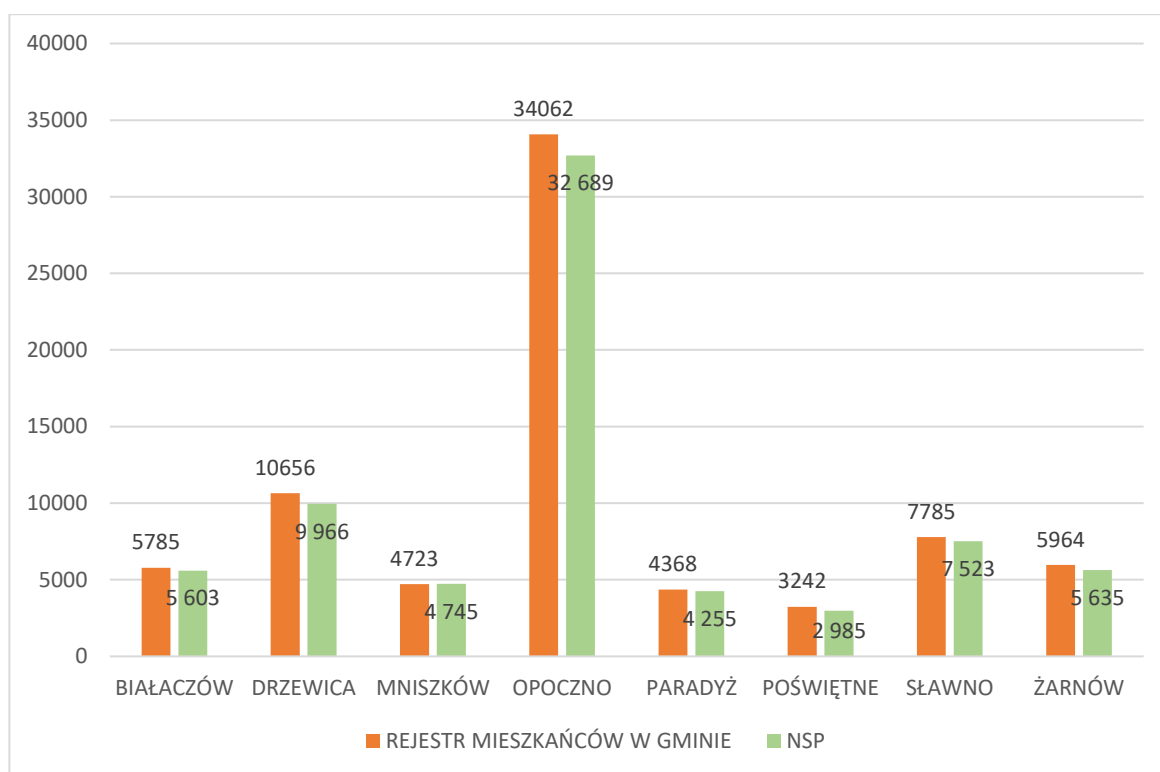


Rysunek 49. Liczba mieszkańców według NSP 2021 w siatce kilometrowej
 Źródło: opracowanie własne na podstawie danych NSP 2021 udostępnionych przez GUS

Dane o liczbie ludności z NSP z 2021 r. dla miejscowości statystycznych porównano z danymi z rejestru mieszkańców z 2019 r. w zestawieniu tabelarycznym dla gmin (Rysunek 50). Różnice w liczbie mieszkańców mogą wynikać nie tylko ze sposobu i zasad tworzenia obu baz, ale mogą także wskazywać ogólne tendencje ruchu naturalnego i zmiany liczby ludności. Jak wskazują dane przedstawione na Rysunek 50, wszystkie gminy, z wyjątkiem gminy Mniszków, wykazują spadek liczby ludności. Istotne byłoby zbadanie w jakim stopniu są to różnice wynikające z faktycznej zmiany liczby mieszkańców a w jakim różnice wynikające ze sposobu i założeń zbierania danych.

Wybór danych do badań zależy zatem przede wszystkim od obszaru badań, szczegółowości i dokładności analiz a także od specyfiki tematu, dziedziny nauki oraz wykorzystywanych metod badawczych. Powszechnie dostępne, otwarte i bezpłatne dane o liczbie ludności udostępniane są dla poziomu gmin dla całego kraju. W odniesieniu do poszczególnych miejscowości dane takie możliwe są do pozyskania z rejestrów liczby mieszkańców poszczególnych miast i gmin, co wymaga jednak złożenia odpowiedniej liczby

wniosków do urzędu każdej jednostki, co jest możliwe w przypadku zdecydowanie mniejszego obszaru badań. Należy jednak pamiętać, że często takie dane nie są udostępniane w postaci cyfrowej edytowalnej, co wymaga znacznych nakładów pracy przy przepisywaniu danych. Pomocne mogą być także dane z bazy PESEL, które są udostępniane jeszcze do niższego poziomu jakim jest pojedynczy adres. Pozyskanie takich danych również wymaga złożenia wniosku, tym razem do ministerstwa, które dla jednostek badawczych i edukacyjnych udostępniane są bezpłatnie w postaci cyfrowej edytowalnej. Alternatywą dla badań prowadzonych w skali kraju, gdzie wymagana jest większa szczegółowość danych niż w odniesieniu do gmin są dane z Narodowego Spisu Powszechnego Ludności i Mieszkań z 2021 r. udostępniane w siatce kilometrowej, a także dane w odniesieniu do miejscowości statystycznych. Należy mieć jednak na uwadze, że narodowe spisy powszechne nie odbywają się często (wcześniejszy w 2011 r.) oraz opierają się na innych zasadach zbierania danych niż w przypadku rejestrów urzędów miast i gmin. Są jednak niezmiernie przydatne szczególnie w badaniach obejmujących zasięgiem cały kraj ze względu na ich otwarty i bezpłatny dostęp.



Rysunek 50. Różnice w liczbie ludności poszczególnych gmin powiatu opoczyńskiego pomiędzy rejestrami mieszkańców z 2019 r. i danymi z NSP z 2021 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z rejestrów mieszkańców gmin i NSP

Rozdział 5. Analizy sieci osadniczej powiatu opoczyńskiego

Koncentracja w najbardziej ogólnym znaczeniu jest miarą statystyczną, za pomocą której bada się stopień skupienia lub rozproszenia elementów określonego zbioru (Kostrubiec, 1972). Najbardziej znaną w statystyce miarą jest koncentracja wokół średniej arytmetycznej tzw. kurtoza, ale w naukach geograficznych poszukiwana jest koncentracja zjawiska w przestrzeni geograficznej. Zwykle mamy do czynienia z nierównomiernością rozmieszczenia różnych obiektów geograficznych, które po generalizacji traktowane są jako punkty, a najkrótsze połączenia między nimi są prostoliniowe (Kostrubiec, 1972). Początkowo próbowano badać koncentrację za pomocą prostych wskaźników ilorazowych przedstawiających natężenie obiektów w jednostkach przestrzennych. Do takich wskaźników zalicza się między innymi wskaźnik A. I. Woeikofa z 1909 roku, A. Demangeona z 1927 roku, wskaźniki A. Meyniera, J. Bernarda i R. Cloziera z 1931 roku, wskaźnik M. Sorre'a z 1932 roku czy S. Pawłowskiego z 1938 roku. Jednak tego typu wskaźniki nie uwzględniają bardzo ważnej cechy koncentracji, jaką jest zmiana położenia obiektów wewnątrz określonej jednostki przestrzennej. Kolejną grupą wskaźników były wskaźniki średniego sześcioboku, między innymi wskaźniki: A. H. Robinsona i J. A. Barnes'a, E. C. Mathera, Bircha czy Kanta (Kostrubiec, 1972). Następną grupą są metody badania koncentracji elementów sieci osadniczej. Do nich B. Kostrubiec (1972) zaliczył wiele bardziej skomplikowanych i złożonych wskaźników, takich jak wskaźniki: A. H. Debouverie'go, A. Zierhoffera, T. Tanioki, F. Uhorzaka, E. M. Hoovera, F. Auerbacha, J. Chiffre'a, J. Steczkowskiego czy P. S. Florence'a. W tej grupie znalazły się także bardziej popularne wskaźniki, takie jak wskaźnik habilitacji H. Steinhausa oraz wskaźnik koncentracji oparty na krzywej M. O. Lorenza (Kostrubiec, 1972; Szmytkie, 2014). B. Kostrubiec (1972) wyróżnia również metody centrograficzne, metodę najbliższego sąsiada oraz entropię Shannona a także opracowany przez siebie wskaźnik C. Oprócz koncentracji/rozproszenia osiedli zgodnie z najważniejszymi teoriami rozwoju osadnictwa istotne stają się badania sieci osadniczej z wykorzystaniem grafów, które pozwalają ocenić między innymi trwałość sieci osadniczej, jej spójność a także umożliwiają charakterystykę oraz pokazanie różnic regionalnych sieci osadniczej na podstawie własności podgrafów. Rozwój GIS spowodował rozkwit badań grafowych w ujęciu analiz sieciowych, które zostały zaczerpnięte z badań transportowych. Pozwalają one na wyznaczanie połączeń i tras z uwzględnieniem sieci drogowej, co w niektórych przypadkach znacznie poprawia wyniki analiz (Jażdżewska, 2017a). Z badaniami grafowymi związana jest również hierarchizacja sieci osadniczej, która swój wyraz ma w większości głównych teorii rozwoju

osadnictwa i jest często spotykana w badaniach geograficzno-osadniczych w kwestii wielkości osiedli i ich zróżnicowania funkcjonalnego, gdzie najczęściej wykorzystywaną metodą badań jest reguła Zipfa (Jażdżewska, 2008a; Jażewicz, 2000; Runge, 2006).

Do badania koncentracji sieci osadniczej powiatu opoczyńskiego wybrano kilka metod, które w różnym zakresie opisują tę sieć. Przygotowane odpowiednio w ArcGIS dane pozwoliły na wykorzystanie metod i narzędzi tego oprogramowania.

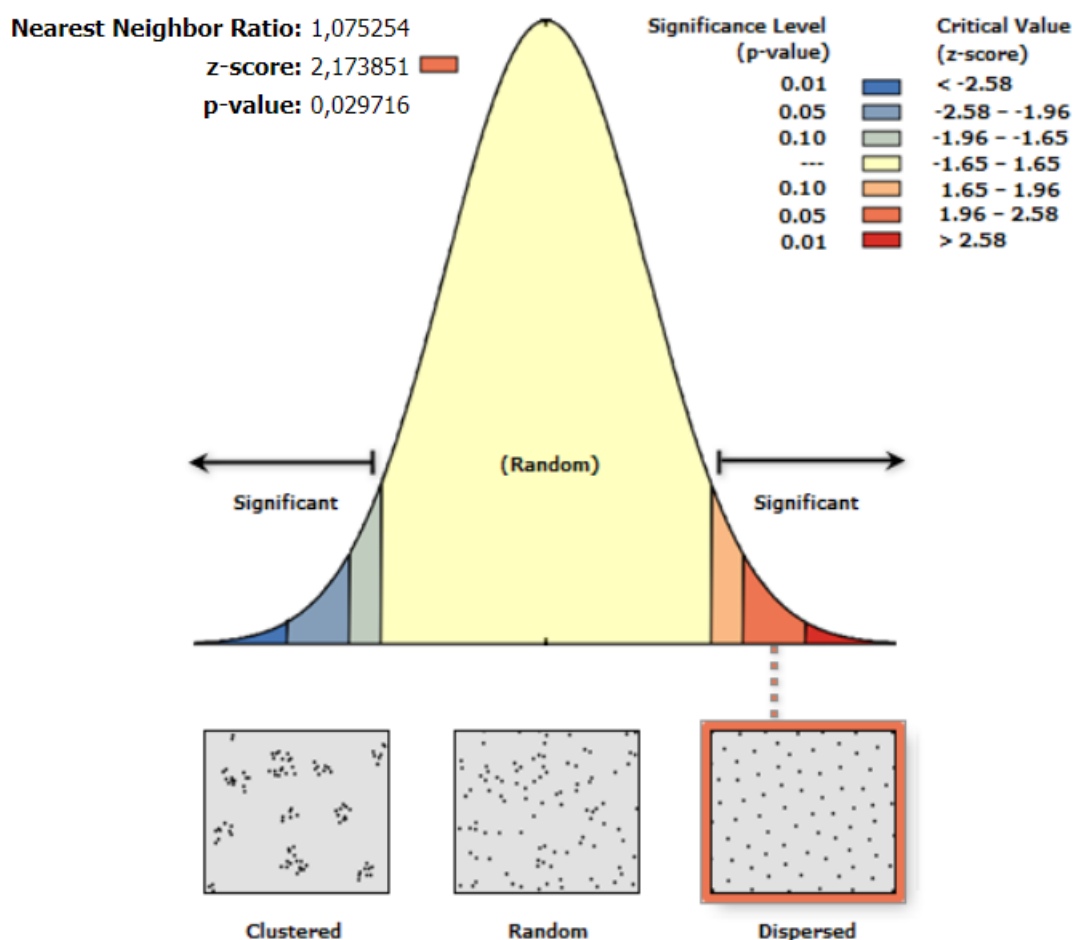
5.1. Koncentracja sieci osadniczej powiatu opoczyńskiego

Metoda najbliższego sąsiada

Szczegółowy opis głównych założeń metody przedstawiony jest w rozdziale 1.4. Metodę najbliższego sąsiada zastosowano do zbadania rozkładu osiedli w powiecie opoczyńskim. Uwzględniono 228 miejscowości: 2 miasta i 226 wsi. Do badania wykorzystano narzędzie programu ArcGIS – *Average Nearest Neighbor*. Wykorzystanie metody a także wymienionego narzędzia zostało również szerzej opisane przez D. Ebdona (1985) oraz A. Mitchell i L. S. Griffin (2021). W analizie posłużono się odległością euklidesową. Obliczenia indeksu najbliższego sąsiada polegają na odniesieniu zaobserwowanej średniej odległości do najbliższego sąsiedniego punktu (wartość wyniosła 1319,7346 m) do odległości oczekiwanej według hipotetycznego losowego rozkładu (wartość wyniosła 1227,3697 m) na tym samym obszarze, w tym wypadku były nim granice powiatu. Wartość wskaźnika mniejsza niż 1 wskazuje na skupianie się elementów (*clustered*), natomiast wartość większa niż 1 pokazuje trend zmierzający ku ich rozproszeniu (*dispersed*) (przy czym wartość równa 1 świadczy o układzie losowym).

Wskaźnik *R* dla analizowanych punktów wyniósł 1,075254, co może wskazywać na rozproszenie osadnictwa, jednak przy interpretacji kluczowe jest uwzględnienie miar istotności statystycznej: *z-score* i *p-value*, które pozwalają na decyzję o uwzględnieniu lub odrzuceniu hipotezy zerowej, według której rozkład przestrzenny badanych obiektów jest całkowicie losowy. Wartość *p* (*p-value*) wyraża prawdopodobieństwo wystąpienia układu losowego (jeśli jest bardzo mała pozwala na odrzucenie hipotezy zerowej o losowości układu). Wraz z wartością *p* analizuje się wartość *z* (*z-score*), która jest odchyleniem standardowym. Bardzo wysoka lub bardzo niska wartość *z* przy jednocześnie bardzo niskiej wartości *p* wskazują na małe prawdopodobieństwo, aby badany układ rozmieszczenia obiektów był układem losowym (ArcGIS 10.4.1 Desktop Help, 06.02.2023). W badaniach rozmieszczenia osadnictwa powiatu opoczyńskiego, wskaźnik *R* może świadczyć o występowaniu układu rozproszonego, co

potwierdzają wartości p i z. Duża wartość z (2,17) przy niskiej wartości p (0,03) wskazują, że istnieje mniej niż 3% prawdopodobieństwa, że taki układ może być układem całkowicie losowym (Rysunek 51).



Rysunek 51. Wynik zastosowanej metody najbliższego sąsiada w badaniu osadnictwa powiatu opoczyńskiego

Źródło: raport wygenerowany przy zastosowaniu metody *average nearest neighbor* w ArcGIS

10.4.1.

Metoda najbliższego sąsiada (ANN) nie uwzględnia podziałów przestrzeni geograficznej na mniejsze jednostki, np. administracyjne, przez co daje ogólny obraz rozkładu punktów w analizowanej przestrzeni powiatu opoczyńskiego, wyznaczonej w oparciu o granice administracyjne powiatu. Nie można w niej uwzględnić wagi jaką mają punkty, co w badaniach osadniczych ma znaczenie. Inne metody badań koncentracji wymagają podziału na mniejsze jednostki, na przykład administracyjne lub geometryczne, ponadto istnieje w nich możliwość dodania parametru wagi punktu. Postanowiono wykorzystać te metody do oceny koncentracji.

Wskaźnik skumulowanej koncentracji oparty na krzywej M. Lorenza

Szczegółowy opis głównych założeń metody przedstawiony jest w rozdziale 1.4. W pierwszej części zbadano koncentrację sieci osadniczej (wszystkich miejscowości powiatu opoczyńskiego: 226 wsi i 2 miasta). W przeciwieństwie do poprzedniej metody, do obliczenia wskaźnika skumulowanej koncentracji obszar badań należy podzielić na k-rozłącznych części dowolnego kształtu. Zdecydowano, że będzie to podział na 8 gmin oraz kwadraty o boku 2,5 km. Kształt i rozmiar siatki kwadratów wybrano w celu sprawdzenia i porównania wyników badań w kontekście problemu zmiennych jednostek odniesienia (*modifiable areal unit problem, MAUP*). Długość boku siatki dobrano po wielu próbach analiz, tak aby zastosować możliwie najmniejszą powierzchnię oczka siatki przy jednoczesnym uwzględnieniu rozmieszczenia punktów reprezentujących miejscowości, w celu uniknięcia wielu pustych jednostek. Starano się także zastosować uniwersalny rozmiar siatki w kontekście dalszych badań w celu umożliwienia porównań. W dalszej części pracy zbadano koncentrację sieci osadniczej z uwzględnieniem liczby ludności oraz budynków mieszkalnych. Obliczenia i załączniki graficzne wykonano częściowo w programie ArcMap i częściowo w programie MS Excel, gdzie policzono wskaźnik Giniego, utworzono wykres krzywej koncentracji Lorenza oraz wyznaczono przedziały do konstrukcji legendy. Postępowanie związane z obliczeniem koncentracji Lorenza sieci osadniczej i wykorzystaniem w tym celu możliwości, jakie daje oprogramowanie GIS można podzielić na kilka etapów, których kolejność jest następująca:

- wskazanie obszaru badań, utworzenie w oprogramowaniu GIS warstwy wektorowej poligonowej z jego granicami w formacie shp,
- wskazanie jednostek osadniczych zawierających się w obszarze badań i utworzenie warstwy wektorowej punktowej w formacie shp, utworzenie tabeli atrybutów z odpowiednią wagą np. liczbą ludności,
- wybranie jednostek odniesienia dla badanego obszaru: administracyjnych różnego szczebla, naturalnych lub sztucznych (siatka o określonym kształcie i rozmiarze oczka),
- utworzenie/pobranie warstwy wektorowej liniowej lub poligonowej z granicami administracyjnymi w formacie shp. W przypadku siatki kwadratów do jej utworzenia wykorzystano odpowiednią funkcję oprogramowania generującą siatkę w formacie shp. (*Create Fishnet*); w przypadku siatki kwadratów, kwadraty graniczne przycięto do granicy administracyjnej powiatu,
- przecięcie w programie GIS warstwy punktowej (miejscowości, budynki itp.) z warstwą reprezentującą jednostki odniesienia, w celu otrzymania warstwy, w której w części

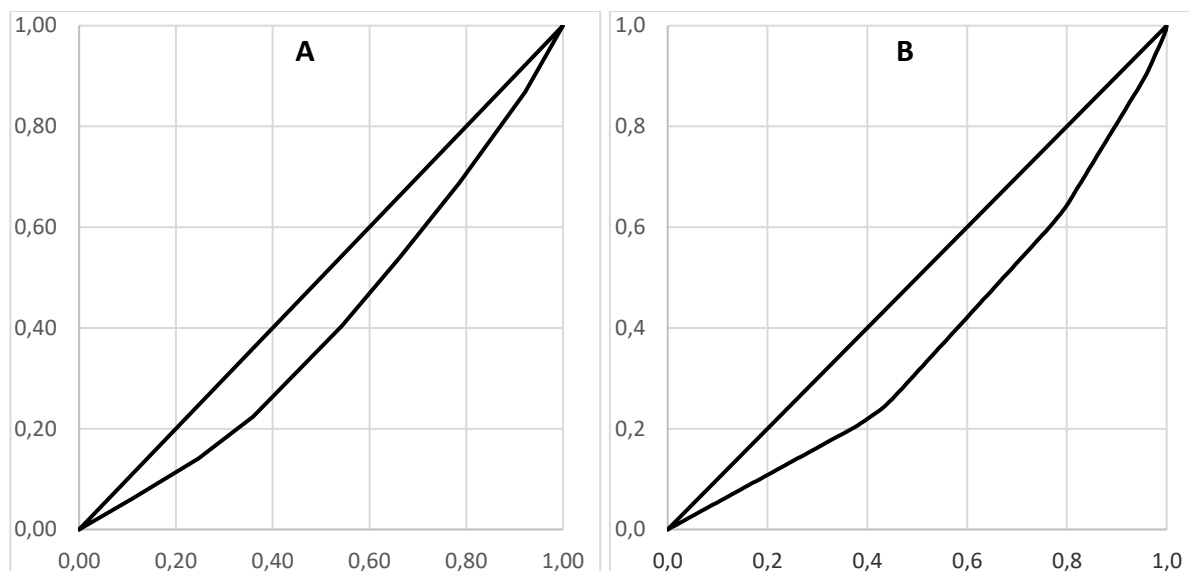
atrybutowej przechowywane będą dane zarówno odnośnie jednostek odniesienia jak i analizowanej warstwy punktowej, która umożliwi automatyczne obliczenie liczby punktów w każdej jednostce,

- zliczenie częstości wystąpienia punktów i/lub zsumowanie ich wag w każdej jednostce odniesienia oraz obliczenie powierzchni jednostek odniesienia (między innymi za pomocą złączenia przestrzennego lub statystyki sumarycznej w programie GIS),
- wyeksportowanie tabeli atrybutów jednostek odniesienia do Excel'a,
- policzenie udziałów liczby miejscowości/budynków/ludności itp. oraz powierzchni względem całości,
- uszeregowanie malejące danych na podstawie ilorazu udziału powierzchni i udziału badanej cechy,
- utworzenie szeregów skumulowanych dla powierzchni jednostek i badanej wartości danego zjawiska,
- utworzenie wykresu przedstawiającego krzywą koncentracji Lorenza na podstawie szeregów skumulowanych powierzchni i badanej cechy,
- policzenie wskaźnika Giniego zgodnie ze wzorem:
$$G(y) = \frac{\sum_{i=1}^n (2i - n - 1)y_i}{n^2 \bar{y}}$$
- przejście do oprogramowania GIS i utworzenie przedziałów wartości procentowych badanej cechy na podstawie metody kwantyli³; wybrano metodę kwintyli, czyli podzielono zbiorowość na pięć części, w każdej z nich było 20% obserwacji. Dla każdego kwintyla obliczono procentową sumę zajmowanej przez nich powierzchni,
- utworzenie mapy przedstawiającej koncentrację badanego zjawiska oraz utworzenie odpowiedniej, dwuczęściowej legendy pokazującej procentowy rozkład zjawiska względem procentowego udziału zajmowanej powierzchni.

Jako pierwsze do analizy koncentracji sieci osadniczej przyjęto za jednostki odniesienia granice administracyjne gmin. Przyjmując podział powierzchni powiatu na jednostki administracyjne niższego rzędu jakimi są gminy, wartość wskaźnika Giniego wynosi 0,19, co wskazuje na sytuację bliską równomiernemu rozmieszczeniu miejscowości w gminach (bardzo słaba koncentracja). Procedurę powtórzono dla siatki kwadratów. Wskaźnik G dla siatki kwadratów o boku 2,5 km jest nieznacznie wyższy i wynosi 0,25, co również oznacza słabą koncentrację, jednak pokazuje, że zastosowanie mniejszej i regularnej jednostki

³ Przedziały w tej metodzie są wyznaczone w ten sposób, aby w każdym znajdowała się jednakowa liczebność obserwacji. Najczęściej dzieli się zbiorowość na cztery (kwartyle), pięć (kwintyle) lub dziesięć części (percentyle).

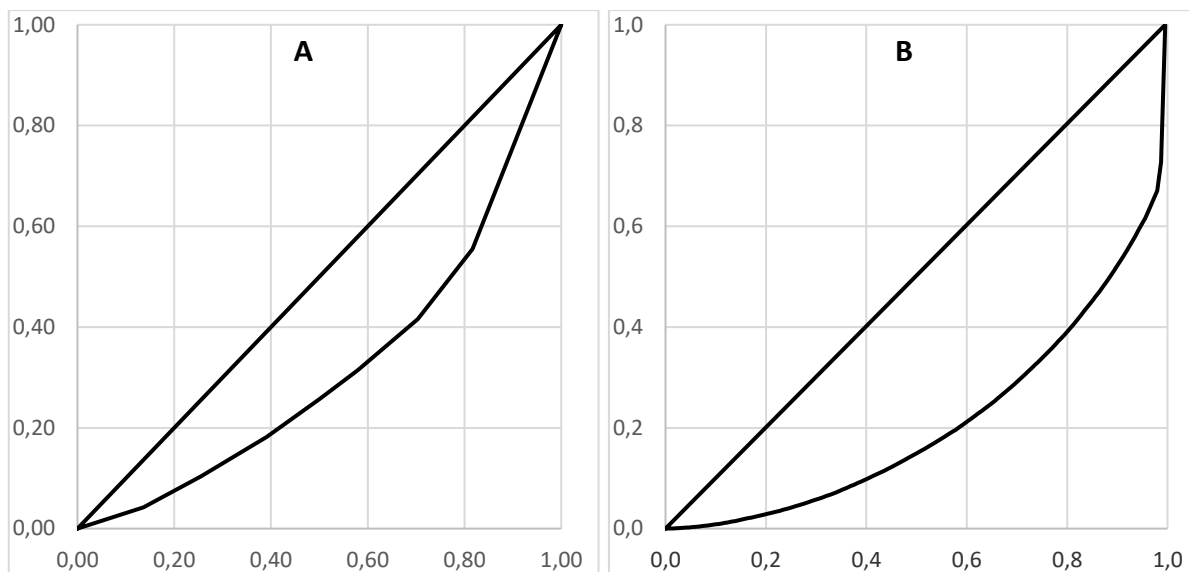
odniesienia wpływa na wzrost wskaźnika koncentracji. Różnica ta widoczna jest również na wykresach prezentujących krzywe koncentracji Lorenza (Rysunek 52), gdzie pole pomiędzy krzywą koncentracji a linią równomiernego podziału w przypadku siatki kwadratów jest nieco większe.



Rysunek 52. Krzywe koncentracji Lorenza dla liczby miejscowości powiatu opoczyńskiego według A) gmin, B) siatki kwadratów

Źródło: opracowanie własne

Oprócz zbadania koncentracji miejscowości w dwóch rodzajach jednostek przestrzennych, w ten sam sposób zbadano koncentrację miejscowości z wagą, czyli z uwzględnieniem liczby ludności w każdej z nich. Do każdej miejscowości przypisano liczbę mieszkańców według rejestrów mieszkańców z Urzędów Gmin na rok 2019 i następnie je zsumowano w obrębie jednostek odniesienia. Wskaźnik Giniego w tym przypadku wzrósł ponad dwukrotnie i dla gmin wyniósł 0,42 a dla siatki kwadratów – 0,6.

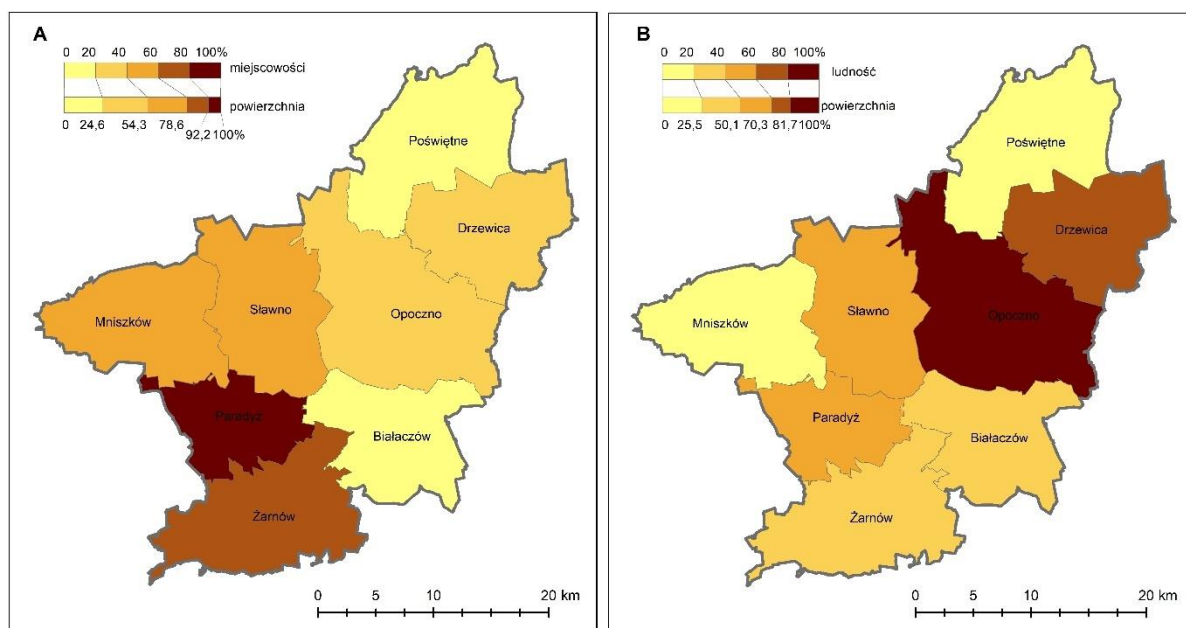


Rysunek 53. Krzywe koncentracji Lorenza dla liczby ludności miejscowości powiatu opoczyńskiego według A) gmin, B) siatki kwadratów

Źródło: opracowanie własne

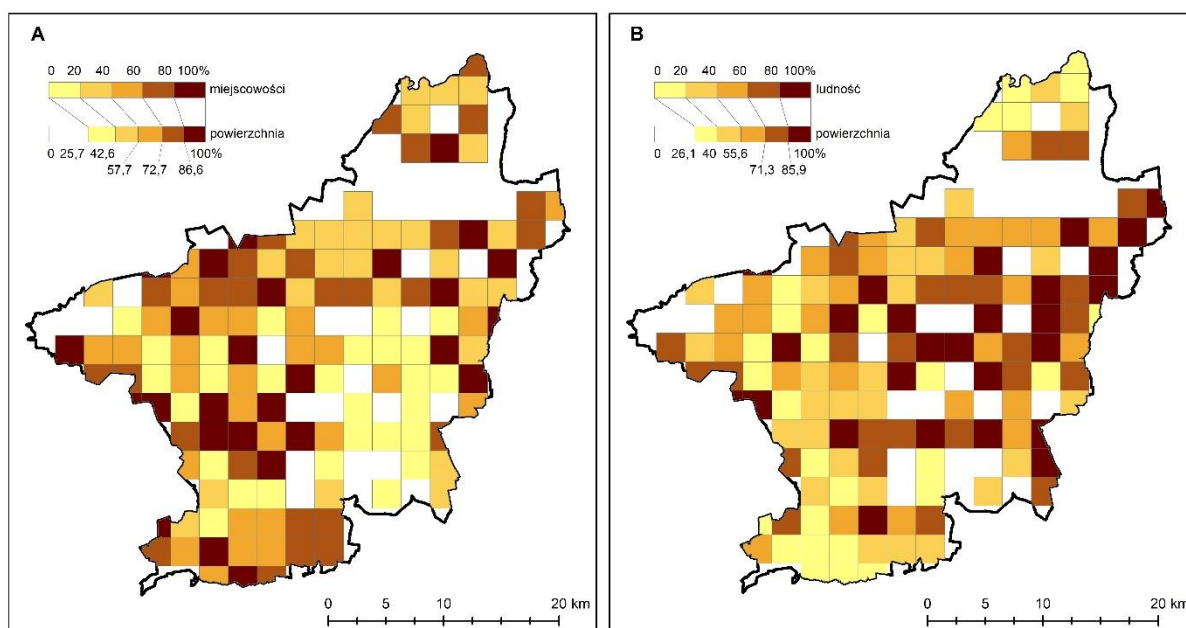
Wartość wskaźnika Giniego świadczy o tym, że pomimo tego, że miejscowości są rozmieszczone prawie równomiernie na obszarze powiatu, to liczba mieszkańców jest zdecydowanie skoncentrowana. Różnice pomiędzy koncentracją bez wagi a z wagą, można zauważyć także na krzywych koncentracji Lorenza, które w porównaniu do krzywych koncentracji miejscowości są bardziej wybrzuszone (szczególnie w przypadku siatki kwadratów) (Rysunek 53).

Ale dopiero kartogram prezentujący wyniki koncentracji (Rysunek 54) pozwala na jej przestrzenną analizę. Przy wyborze gmin jako jednostek podziału, największa koncentracja miejscowości występuje na południu powiatu: w gminie Paradyż a następnie w sąsiadującej gminie Żarnów – 40% wsi znajduje się na 21,4% powierzchni powiatu. Zupełnie inaczej wygląda mapa przedstawiająca koncentrację ludności. Największą koncentracją ludności charakteryzują się centralne i wschodnie obszary powiatu – miejsko-wiejska gmina Opoczno oraz sąsiadująca z nią miejsko-wiejska gmina Drzewica. Najmniejsza koncentracja miejscowości występuje w północnej i południowo-wschodniej części powiatu, głównie w gminie Poświętne i Białaczów, które oddziela od siebie w przeważającej części gmina Opoczno. Najmniejsza koncentracja ludności występuje w pojedynczych gminach na północy i zachodzie powiatu – są to odpowiednio gminy Poświętne i Mniszków (Rysunek 54).



Rysunek 54. Koncentracja miejscowości (A) i ludności (B) powiatu opoczyńskiego na podstawie gmin za pomocą metody Lorenza
Źródło: opracowanie własne

Procedurę powtórzono dla podziału geometrycznego na siatkę kwadratów o boku 2,5 km. W tym przypadku nie w każdym kwadracie odnotowano występowanie miejscowości, z tego powodu część kwadratów ma kolor biały. Widoczne jest zróżnicowanie koncentracji, gdyż siatka kwadratów nie uwzględnia podziałów administracyjnych i bardziej precyzyjnie oddaje rozmieszczenie miejscowości. Największa koncentracja miejscowości widoczna jest w południowo-zachodniej i wschodniej części powiatu. Najmniejsza zaś widoczna jest w centralnej części powiatu, głównie w okolicach gminy Białaczów. Z kolei w przypadku koncentracji ludności największa koncentracja widoczna jest w centralnej i wschodniej części powiatu, a najmniejsza w jego północno-wschodniej oraz południowo-zachodniej części (gdzie występuje duża koncentracja niewielkich miejscowości z małą liczbą mieszkańców). W przypadku koncentracji ludności wyraźnie zaznaczają się miasta oraz miejscowości gminne i inne duże wsie, w których zamieszkuje najwięcej osób. Można zauważyć zbliżony obraz koncentracji miejscowości i ludności na podstawie siatki kwadratów do koncentracji na podstawie gmin (Rysunek 55).



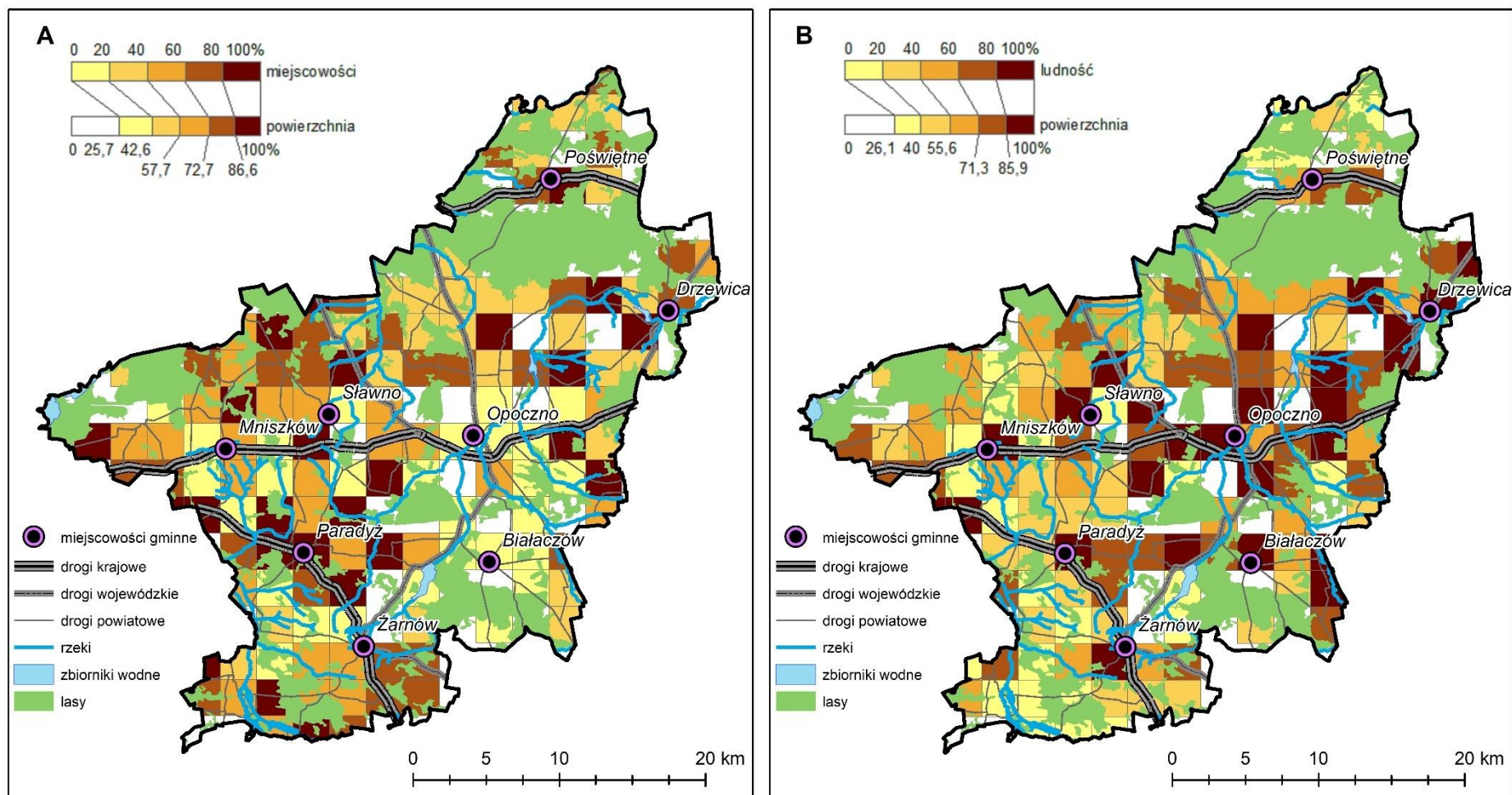
Rysunek 55. Koncentracja miejscowości (A) i ludności (B) powiatu opoczyńskiego na podstawie siatki kwadratów za pomocą metody Lorenza
Źródło: opracowanie własne

Puste pola oznaczają brak miejscowości w danej jednostce odniesienia, które zajmowały nieco ponad 25% powierzchni powiatu opoczyńskiego (niewielka różnica w tej wartości pomiędzy miejscowościami a ludnością wynika z faktu, że dla jednej miejscowości wg danych z rejestru mieszkańców na 2019 r. nie została przypisana ani jedna zamieszkująca ją osoba, stąd odsetek pustych pól w przypadku koncentracji ludności jest większy). Tylko podział na geometryczne jednostki odniesienia pozwolił na wskazanie obszarów, na których brak było elementów sieci osadniczej. W przypadku, gdy jednostką podstawową jest podział administracyjny, jest to niemożliwe. W celu pogłębienia analizy koncentracji sieci osadniczej postanowiono odnieść ją do środowiska geograficznego powiatu, a w szczególności występowania: lasów, rzek i dróg. W tym celu wykorzystano reprezentujące je warstwy wektorowe z BDOT10k.

Największy wpływ na takie rozmieszczenie i koncentrację osadnictwa w powiecie opoczyńskim mają lasy. Największe obszary pustych pól na północy powiatu reprezentują lasy na terenie gmin Poświętne i Opoczno a także w niewielkiej części w gminie Sławno, które są częścią Spalskiego Parku Krajobrazowego (Rysunek 56). Drugi duży obszar bez osadnictwa znajduje się w zachodnim krańcu powiatu, na terenie gminy Mniszków oraz Sławno. Jest to teren Sulejowskiego Parku Krajobrazowego, który składa się z lasów oraz części Zalewu Sulejowskiego. Inny duży obszar, na którym nie ma osad stanowią lasy Rezerwatu Przyrody „Białaczów”. Jeśli chodzi o rzeki to nie można zauważyć związku pomiędzy ich przebiegiem

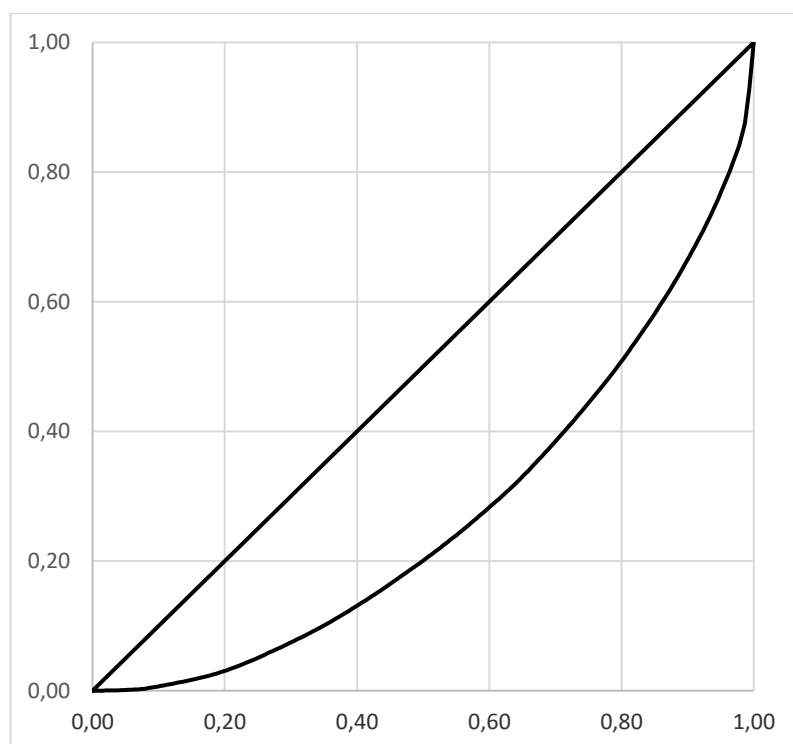
a koncentracją sieci osadniczej. W przypadku głównych dróg związek taki można dostrzec. Jest on widoczny między innymi przy drodze krajowej łączącej miejscowości Mniszków i Opoczno czy Paradyż i Żarnów. Taką zależność zauważyć można również przy drogach powiatowych, jak np. pomiędzy miejscowościami Paradyż i Białaczów (Rysunek 56).

Sposób postępowania ma obok zalet również niedociągnięcia wynikające z generalizacji powierzchni badanych miejscowości do punktu. W pobliżu miasta Opoczno, białe kwadraty mogą występować z dwóch powodów: przyjętego parametru boku (2,5 km) kwadratu, który powoduje, że dla osadnictwa wiejskiego wartość ta jest odpowiednia, ale dla miast za mała. Granice administracyjne Opoczna mają powierzchnię ponad 4 razy większą od powierzchni jednego kwadratu. Oznacza to, że puste pola kwadratów nie oznaczają braku osadnictwa tylko jego generalizację. Drugim powodem występowania pustych kwadratów w pobliżu Opoczna mogą być miejscowości włączone administracyjnie w granice miasta, które nie są widoczne w danych jako oddzielne punkty reprezentujące dawne wsie (Rysunek 56).



Rysunek 56. Koncentracja miejscowości (A) i ludności (B) powiatu opoczyńskiego na tle wybranych elementów środowiska geograficznego
Źródła: opracowanie własne

Wyniki koncentracji sieci osadniczej uzyskane na podstawie zgeneralizowanej reprezentacji miejscowości w postaci punktów, oddawały zgeneralizowany przestrzenny obraz koncentracji. Z tego powodu wartość współczynnika koncentracji i jego przestrzenna wizualizacja mogła nie oddawać rzeczywistych prawidłowości. W badaniach w skali powiatu można spróbować jeszcze innego podejścia. Zdecydowano się zbadać dodatkowo koncentrację budynków mieszkalnych w siatce kwadratów. Należy zaznaczyć, że budynki na mapie mają rzeczywiste położenie w postaci punktów a nie są wagą dla punktu reprezentującego miejscowość, jak w przypadku ludności. Ta wartość pozwoli na uwzględnienie rzeczywistych obszarów zamieszkałych przez mieszkańców powiatu.



Rysunek 57. Krzywa koncentracji Lorenza dla liczby budynków mieszkalnych powiatu opoczyńskiego dla siatki kwadratów
Źródło: opracowanie własne

Wartość wskaźnika Giniego dla budynków mieszkalnych wyniosła 0,5, co świadczy o większej koncentracji budynków mieszkalnych względem koncentracji miejscowości reprezentowanych przez punkty a mniejszy względem koncentracji miejscowości reprezentowanych przez punkty z wagą (liczba ludności). Wskaźnik ten dla takich samych jednostek odniesienia w przypadku miejscowości wynosił 0,25 a w przypadku liczby ludności tych miejscowości 0,6. Widać to także na krzywej Lorenza, która w tym przypadku jest dość mocno wybrzuszona (Rysunek 57). Na większą koncentrację ludności i budynków wpływ mają głównie miasto Opoczno a także pozostałe miejscowości gminne. Porównując Rysunek 56 i Rysunek 58, wyraźnie widać różnice i wpływ jaki na koncentrację miały przyjęte założenia, w których punkty reprezentujące

miejsowości były zgeneralizowane i miały wagę (liczbę ludności) a punkty reprezentujące budynki miały rzeczywistą lokalizację ale nie miały wagi. Każdy budynek był traktowany jednakowo, to znaczy nie przyznano budynkom wag odnośnie ich powierzchni czy liczby kondygnacji, a w wymienionych wcześniej dużych miejscowościach, głównie w Opocznie, znajduje się dużo budynków wielorodzinnych, wielokondygnacyjnych, które zamieszkuje duża liczba mieszkańców. Średnia liczba kondygnacji dla wszystkich budynków mieszkalnych powiatu opoczyńskiego wynosi 1,88, przy czym maksymalna liczba kondygnacji to 5, która występuje tylko w Opocznie i Drzewicy. Miasta te charakteryzują się także największą liczbą budynków mieszkalnych oraz największą zajmowaną przez nie powierzchnią. To właśnie dla nich średnia liczba kondygnacji budynku przekracza 2 (Tabela 15). Wśród 20 miejscowości największych pod względem liczby budynków, znajduje się 6 z 8 miejscowości gminnych (brakuje Poświętnego, które zajęło 21. pozycję oraz Sławna znajdującego się na 52. pozycji). Połowa z pierwszej 20-tki miejscowości jest położona w gminach Opoczno i Drzewica, a na wyróżnienie zasługują także miejscowości z gminy Białaczów. Z kolei wśród 20 miejscowości z najmniejszą liczbą budynków mieszkalnych wyróżniają się szczególnie miejscowości z gminy Żarnów – 8 miejscowości (Tabela 15). Do miejscowości z najmniejszą średnią powierzchnią budynku mieszkalnego zaliczyć można wiele małych miejscowości położonych w atrakcyjnym położeniu krajoznawczym, w okolicy lasów i rzek, stanowiących obecnie miejscowości letniskowe z charakterystyczną zabudową niewielkich sezonowych domków służących głównie jako miejsce zamieszkania w okresie wakacyjnym. Są to miejscowości takie jak Zarzęcin, Siedlów, Dąbie, Afryka czy Malenie.

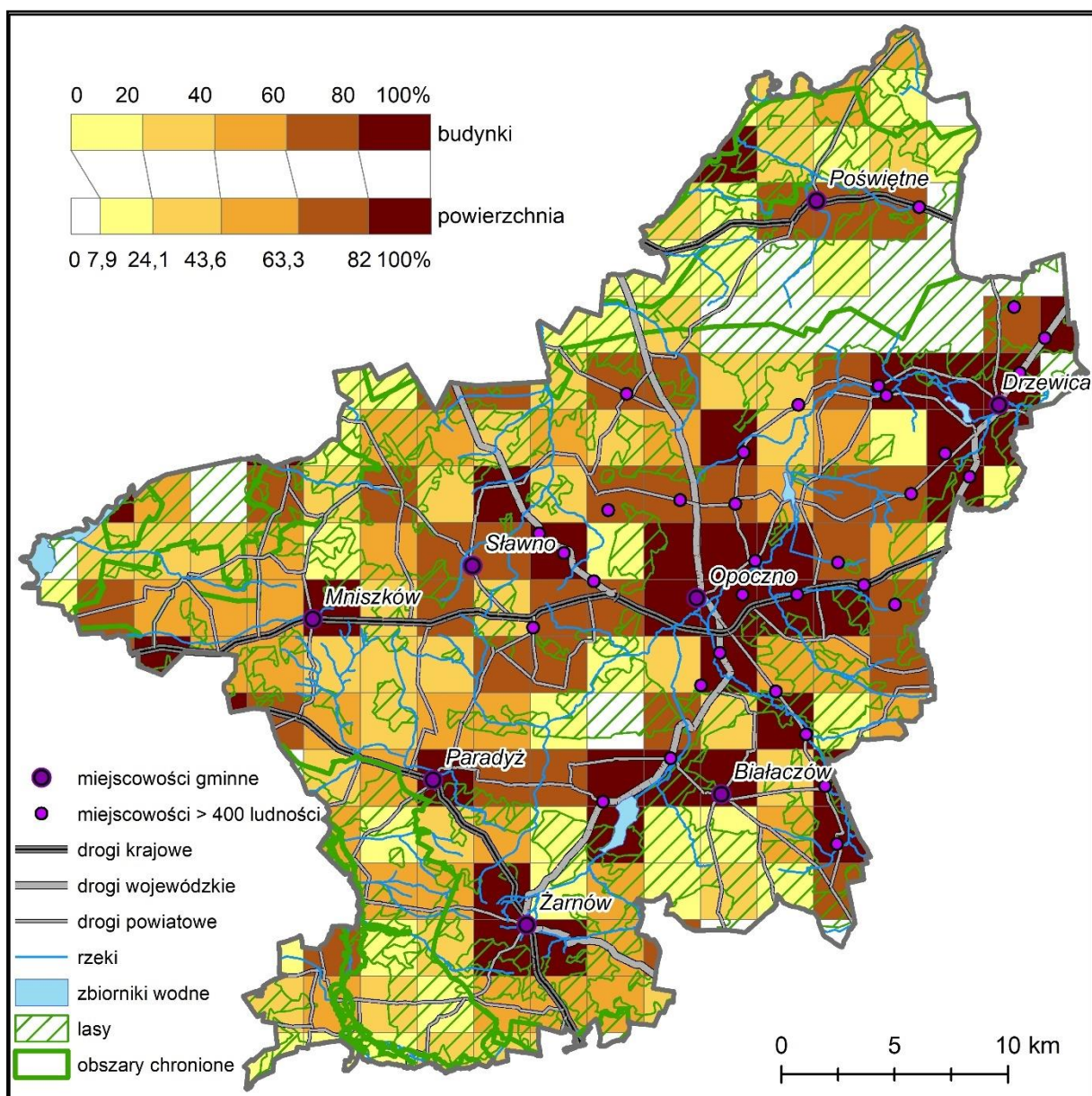
Tabela 15. Parametry powierzchni i liczby kondygnacji budynków mieszkalnych dla
wybranych miejscowości powiatu opoczyńskiego

nr	nazwa	nazwa gminy	liczba budynków	średnia liczba kondygnacji	minimalna liczba kondygnacji	maksymalna liczba kondygnacji	średnia powierzchnia budynku [m ²]	suma powierzchni budynków [m]
1	Opoczno	Opoczno	3247	2,09	1	5	122,10	396466,30
2	Drzewica	Drzewica	780	2,02	1	5	113,50	88533,88
3	Żarnów	Żarnów	440	1,87	1	3	110,37	48561,25
4	Białaczów	Białaczów	391	1,81	1	3	96,90	37888,83
5	Wola Zależna	Opoczno	332	1,88	1	2	115,11	38215,41
6	Zarzęcin	Mniszków	321	1,36	1	3	65,51	21029,57
7	Skronina	Białaczów	286	1,84	1	2	105,56	30191,00
8	Brzustowiec	Drzewica	279	1,75	1	2	104,73	29218,64
9	Bielowice	Opoczno	275	1,94	1	3	115,21	31683,61
10	Ogonowice	Opoczno	261	1,93	1	3	100,93	26341,50
11	Miedzna Murowana	Żarnów	239	1,85	1	2	96,30	23015,84
12	Paradyż	Paradyż	232	1,95	1	3	109,90	25495,67
13	Mniszków	Mniszków	226	2,00	1	3	115,35	26069,96
14	Dzielna	Opoczno	216	1,95	1	3	111,48	24080,61
15	Radzice Duże	Drzewica	209	1,84	1	3	102,86	21496,97
16	Miedzna Drewniana	Białaczów	197	1,87	1	2	101,53	20002,16
17	Petrykozy	Białaczów	197	1,86	1	2	107,87	21249,56
18	Kraśnica	Opoczno	196	1,89	1	3	110,04	21568,63
19	Ostrów	Opoczno	195	1,92	1	2	108,40	21137,49
20	Gawrony	Sławno	192	1,93	1	3	111,63	21433,40
1	Holendry Grabowskie	Mniszków	1	2,00	2	2	84,27	84,27
2	Brzuśnia	Opoczno	2	2,00	2	2	117,73	235,47
3	Pomyków	Poświętne	4	2,00	2	2	100,17	400,68
4	Kamieniec	Żarnów	5	1,60	1	2	125,19	625,96
5	Stasin	Paradyż	5	2,00	2	2	94,91	474,53
6	Wydraków	Mniszków	5	2,00	2	2	92,80	463,98
7	Podgaj	Paradyż	9	1,78	1	2	100,92	908,26
8	Poreba	Żarnów	9	1,78	1	2	98,52	886,72
9	Dąbie	Żarnów	10	1,80	1	2	76,43	764,34
10	Sokołów	Paradyż	10	1,90	1	3	96,79	967,88
11	Olszewice	Sławno	12	1,67	1	2	73,96	887,57
12	Widuch	Żarnów	12	1,92	1	2	87,73	1052,80
13	Ruszenice-Kolonia	Żarnów	13	2,00	2	2	101,81	1323,51
14	Syski	Mniszków	13	1,77	1	2	129,21	1679,70
15	Wólka Dobromirowa	Opoczno	13	1,69	1	2	74,67	970,67
16	Adamów	Paradyż	15	1,80	1	2	115,08	1726,18
17	Afryka	Żarnów	15	1,80	1	2	78,56	1178,44
18	Skumros	Żarnów	15	1,73	1	2	77,42	1161,35
19	Żdźary	Drzewica	15	1,80	1	2	89,60	1343,95
20	Ławki	Żarnów	16	1,81	1	2	97,55	1560,81

Źródło: opracowanie własne wg danych BDOT10k w 2019 r.

Mapa koncentracji rozmieszczenia budynków mieszkalnych (Rysunek 58) jest podobna do mapy koncentracji ludności (Rysunek 55). Można łatwo zauważyć, że miejscowości z większą liczbą mieszkańców posiadają także większą liczbę budynków mieszkalnych, co jest oczywiste i zrozumiałe. Dzięki większej szczegółowości danych i zejściu do poziomu budynków ograniczona została liczba pustych oczek siatki. Miejscowości w powiecie opoczyńskim jest 228, na które składa się łącznie 22909 budynków mieszkalnych. Rozmieszczenie tych budynków w lepszym stopniu pokazuje faktyczną koncentrację osadnictwa w tym regionie. Miejscowości bowiem są tutaj reprezentowane przez liczbę budynków, które zamieszkuje określona liczba mieszkańców a nie przez tylko jeden punkt określający daną miejscowość. Wybór punktów do badań zależy więc głównie od skali badania a także specyfiki tematu.

Doskonale sytuację tę ilustruje porównanie mapy koncentracji budynków z mapą koncentracji miejscowości czy ludności dla miast, w tym głównie dla Opoczna. Są to obszary o dużej koncentracji budynków mieszkalnych i ludności, jednak w skali osiedli są reprezentowane przez pojedyncze punkty, tak jak inne miejscowości o dużo mniejszej liczbie mieszkańców. Koncentracja osadnictwa na terenie powiatu opoczyńskiego jest zatem silnie związana z występującymi tam dwoma miastami, w zdecydowanym stopniu z Opoczmem. To ono wraz z silnie rozwijającą się strefą podmiejską powoduje znaczną dominację osadnictwa w tej części regionu. Wyróżniają się także mocno miejscowości gminne, które także zamieszkuje duża liczba ludności. Są to bowiem lokalne centra administracyjne, handlowe i usługowe a także miejsca z większą liczbą miejsc pracy, z lepszym połączeniem transportowym, dostępnością edukacyjną i zdrowotną. Na koncentrację osadnictwa spośród elementów środowiska przyrodniczego największy wpływ ma rozmieszczenie lasów i wszelakich form ochrony przyrody (parki krajobrazowe, obszary Natura 2000, rezerваты przyrody itp.). Doskonale widoczne jest to w północnej części obszaru, gdzie znajduje się pas z bardzo małą koncentracją osadnictwa, a także w mniejszym stopniu obszary na południu i zachodniej części powiatu. Lasy gminy Poświętne na północy powiatu należą do Spalskiego Parku Krajobrazowego, natomiast gminy Mniszków na zachodzie należą do Sulejowskiego Parku Krajobrazowego. Na terenach w centralnej i wschodniej części powiatu występują zdecydowanie mniejsze kompleksy leśne, które także w mniejszym stopniu mają wpływ na kształtowanie osadnictwa. Nie można zauważyć wyraźnego związku pomiędzy koncentracją osadnictwa a rozmieszczeniem rzek i ukształtowaniem rzeźby terenu. Większość obszaru powiatu to tereny użytkowane rolniczo, pomimo dość niekorzystnych warunków glebowych. W granicach powiatu nie ma mianowicie gleb I i II klasy, a gleby klasy III i IV, należące do gleb organicznych, występują głównie w dolinach rzek Czarnej, Popławki i Wąglanki. Dominują gleby słabej jakości – klasy: IV a i IV b oraz V (Program Ochrony Środowiska dla Powiatu Opoczyńskiego na lata 2020-2023 z perspektywą do roku 2027, 2020). Widoczne powiązanie koncentracji osadnictwa można natomiast dostrzec z rozmieszczeniem głównych dróg, zarówno tych krajowych, jak droga krajowa nr 12 relacji: Sieradz – Piotrków Trybunalski – Opoczno – Radom, nr 74 relacji Sulejów – Żarnów – Kielce i nr 48 relacji Tomaszów Mazowiecki – Inowódz – Odrzywół oraz wojewódzkich, m. in. droga nr 726 (Rawa Mazowiecka – Radom) czy nr 713 (Łódź – Tomaszów Mazowiecki – Opoczno), ale także powiatowych, co doskonale widać w pasie pomiędzy miejscowościami Paradyż a Białaczów (są to drogi powiatowe 3116E i 3123E) (Rysunek 58).



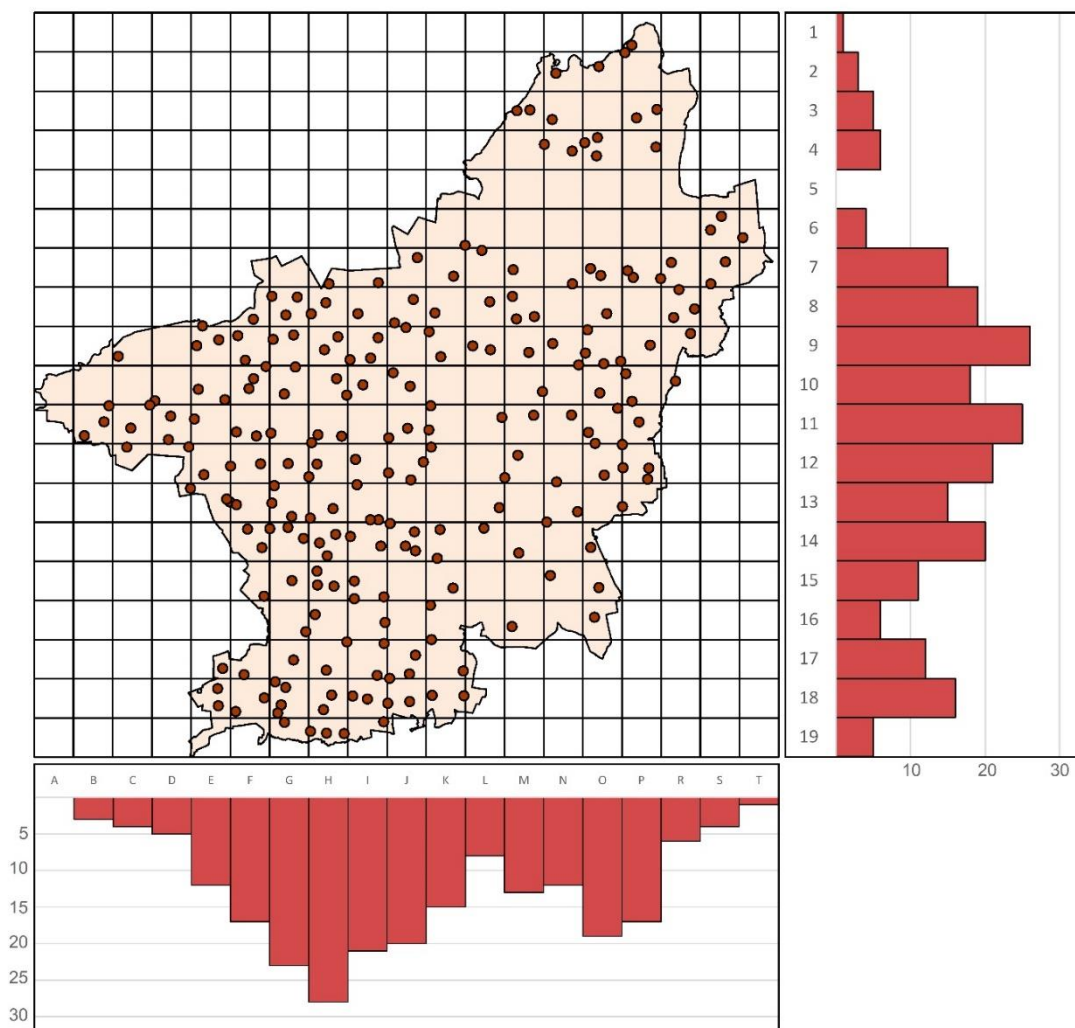
Rysunek 58. Koncentracja budynków mieszkalnych na tle wybranych elementów środowiska geograficznego
Źródło: opracowanie własne

Wskaźnik koncentracji przestrzennej C

Szczegółowy opis głównych założeń metody przedstawiony jest w rozdziale 1.4. Wskaźnik koncentracji przestrzennej C został wykonany z wykorzystaniem programu ArcMap, w którym zrobiono pierwsze obliczenia oraz stworzono mapę koncentracji oraz MS Excel, gdzie obliczono wariancje, wskaźnik koncentracji C, wskaźniki asymetrii i kurtozy oraz wykonano histogramy rozkładów brzegowych. Procedurę działań związanych z wykorzystaniem danej metody można podzielić na kilka etapów:

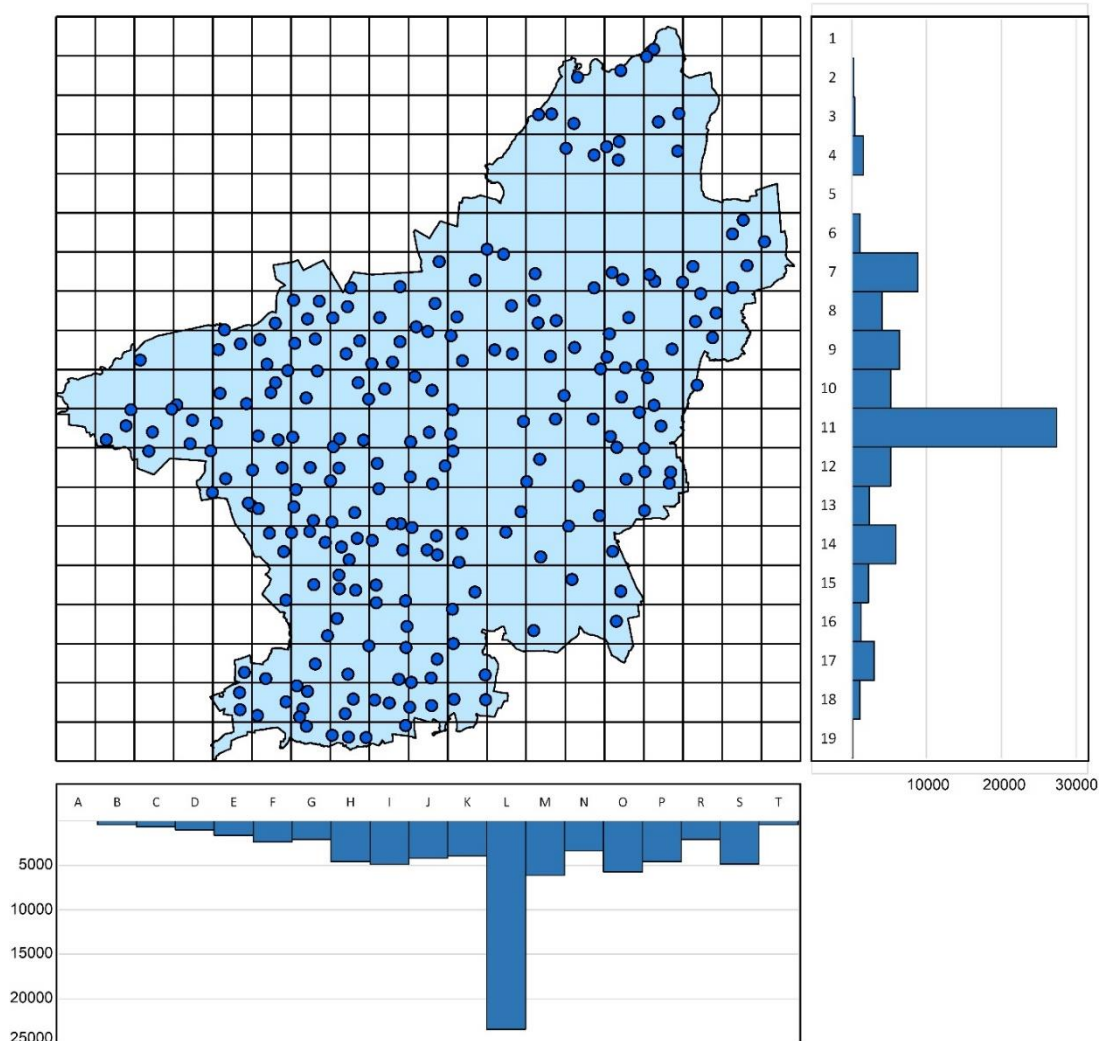
- dane w postaci punktów (tutaj: miejscowości i budynki mieszkalne) pokrywamy siatką kwadratów o określonym rozmiarze (rozmiar oczka siatki w tej pracy został ustalony na 2,5 x 2,5 km); krok ten można wykonać z poziomu aplikacji ArcMap, wykorzystując narzędzie 'Create Fishnet', które tworzy taką siatkę jako warstwę shp. tworząc prostokąt ograniczający zbiór punktów,
- dokonujemy przecięcia utworzonej warstwy z siatką kwadratów z analizowanymi punktami,
- zliczamy częstość wystąpienia punktów (miejscowości, budynki) lub sumę wartości (liczba ludności) w poszczególnych wierszach i kolumnach siatki,
- tak przygotowaną tabelę eksportujemy i otwieramy w programie MS Excel; uzyskane sumy brzegowe w postaci szeregów statystycznych zostają poddane bowiem dalszej analizie - oblicza się średnią i wariancję każdego szeregu statystycznego Sx^2 , Sy^2 , a także współczynnik asymetrii i kurtozy; analiza tych wszystkich parametrów i porównanie ich z rozkładem normalnym wraz z analizą wskaźnika koncentracji C pozwala na dokładną interpretację zjawiska.

Wskaźnik C początkowo został wykorzystany do zbadania koncentracji miejscowości oraz ludności w powiecie opoczyńskim. W obu przypadkach wskaźnik C był bardzo mały i świadczy o małej koncentracji obu zjawisk (Tabela 16). W przypadku miejscowości histogram rozkładów brzegowych pokazuje dość małe zróżnicowanie ich liczby. W osi poziomej bardzo dobrze zaznaczają się lasy Spalskiego Parku Krajobrazowego, tworzące lukę na histogramie. Największe nagromadzenie miejscowości widoczne jest w centralnej części osi poziomej oraz w zachodniej części osi pionowej (miejscowości gmin Żarnów, Paradyż, Mniszków i Sławno) (Rysunek 59).



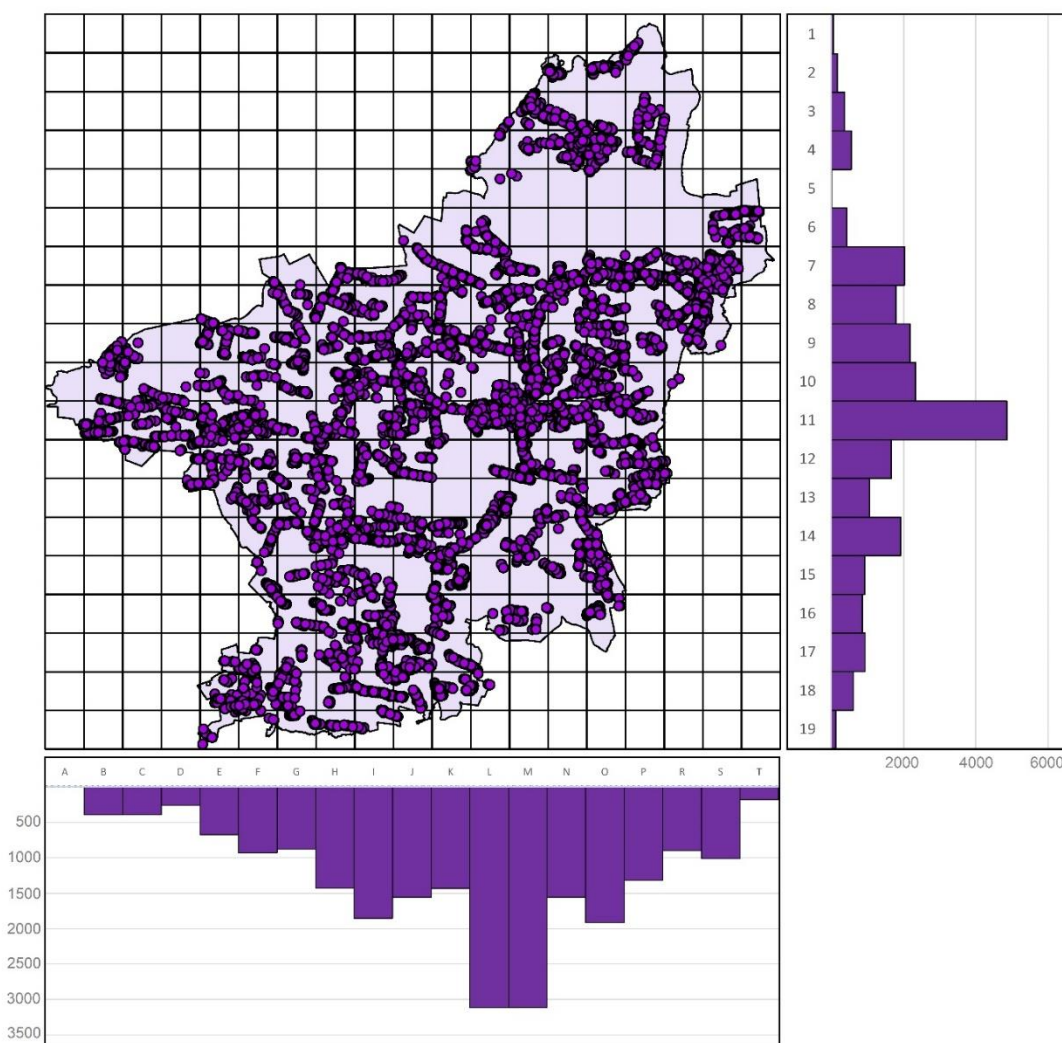
Rysunek 59. Histogram rozkładów brzegowych miejscowości powiatu opoczyńskiego
Źródło: opracowanie własne

W przypadku ludności, histogram rozkładów brzegowych jest bardziej zróżnicowany i wyraźnie przedstawia dominującą rolę miasta Opoczno zarówno na osi poziomej jak i na osi pionowej. W porównaniu z tym miastem, reszta miejscowości wydaje się mieć dużo mniejsze znaczenie, co wynika z ewidentnej dominacji liczby ludności miasta. Na osi poziomej daje się także zauważyć wyróżniające się miasto Drzewica (Rysunek 60).



Rysunek 60. Histogram rozkładów brzegowych ludności powiatu opoczyńskiego w 2019 r.
Źródło: opracowanie własne

W celu pełniejszej interpretacji zjawiska koncentracji osadnictwa na terenie powiatu opoczyńskiego, analogicznie do analiz przy pomocy metody Lorenza, obliczono również koncentrację wskaźnikiem C dla budynków mieszkalnych powiatu opoczyńskiego. Podobnie jak dla miejscowości i ludności, wartość wskaźnika C była bardzo mała, co może świadczyć o bardzo małej koncentracji budynków (Tabela 16). Histogram rozkładów brzegowych dla budynków mieszkalnych jest bardziej zróżnicowany od histogramu rozkładów brzegowych dla miejscowości ale w mniejszym stopniu niż dla liczby ludności. Na obu osiach zdecydowanie wyróżnia się miasto Opoczno, ale nie jest ono tak dominujące jak w przypadku koncentracji ludności (Rysunek 60). Podobnie jak w pozostałych przypadkach, na osi poziomej bardzo dobrze widoczny jest także charakterystyczny, pozbawiony osadnictwa, pas lasów Spalskiego Parku Krajobrazowego (Rysunek 61).



Rysunek 61. Histogram rozkładów brzegowych budynków mieszkalnych powiatu opoczyńskiego w 2019 r.
Źródło: opracowanie własne

Pełny obraz koncentracji obu zjawisk daje analiza wskaźników statystycznych i odniesienie ich do rozkładu normalnego, dla którego wartości współczynnika asymetrii i kurtozy wynoszą 0 (Jażdżewska, 1999) (Tabela 16). Zaprezentowane rozkłady znacznie odbiegają od rozkładu normalnego, szczególnie w przypadku koncentracji ludności. Wartości współczynnika asymetrii dla trzech badanych elementów są dodatnie i wskazują na asymetrię prawostronną, przy czym jest ona najsilniejsza w przypadku ludności. Świadczy to o tym, że więcej wartości jest poniżej średniej danego zbioru.

Tabela 16. Parametry histogramów brzegowych miejscowości i ludności powiatu opoczyńskiego w 2019 r.

parametry podział		średnia	wariancja	współczynnik		
				asymetrii	kurtozy	koncentracji C
miejscowości	poziom	12	63,6842	0,1491	-1,2517	0,007864238
	pion	12	63,4737	0,1929	-1,0033	
ludność	poziom	4030,79	36360394,8	2,9861	12,1228	0,0000000164
	pion	4030,79	24452967,01	3,0797	13,0704	
budynki mieszkalne	poziom	1205,79	1300047,745	1,6124	4,2708	0,0000004924
	pion	1205,79	730738,7978	0,8134	0,6016	

Źródło: opracowanie własne

Współczynnik kurtozy jest miarą koncentracji wyników i kształtu ich rozkładu. Współczynnik ten wyjaśnia jaki jest rozrzut wartości wokół średniej. W przypadku miejscowości wartości kurtozy są ujemne, co oznacza bardziej spłaszczony kształt rozkładu i mniejszą koncentrację. Natomiast w przypadku ludności i budynków mieszkalnych wartości kurtozy są dodatnie. Szczególnie widoczne jest to dla liczby ludności, gdzie wartości kurtozy dla obu osi są wysokie i porównywalne. Rozkład tej cechy przyjmuje wysmukły kształt i oznacza dużą koncentrację wartości wokół średniej. W przypadku budynków mieszkalnych, większe wartości kurtozy widoczne są na osi poziomej, co widoczne jest także na histogramie (Rysunek 61). Z porównania histogramów brzegowych i ich różnych własności wynika, że rozmieszczenie miejscowości jest mało skoncentrowane a ich rozkład jest bardziej zbliżony do rozkładu normalnego. Większe zróżnicowanie i koncentracja widoczna jest w przypadku budynków mieszkalnych, natomiast największe - dla liczby ludności, gdzie wyraźnie zaznacza się ludność miasta Opoczna.

Biorąc pod uwagę analizę histogramów rozkładów brzegowych wszystkich badanych cech a także współczynników statystycznych zauważyć można pewną nieścisłość pomiędzy wynikami wskaźnika koncentracji C a pozostałymi parametrami. Według wskaźnika C, który policzono na podstawie wzoru Kostrubca, jako odwrotności sumy wariancji rozkładów masy brzegowej dla każdego szeregu statystycznego i jego interpretacji, koncentracja każdej z badanych cech jest bardzo mała, gdyż wskaźnik jest bliski 0, co nie potwierdza analiza histogramów rozkładów brzegowych. Wynik wskaźnika w każdym przypadku jest bardzo mały, jednak największy jest dla miejscowości, co świadczyłoby, że ich koncentracja jest większa od koncentracji budynków czy liczby ludności, co w żaden sposób nie odpowiada pozostałym analizom. Czym większe wartości liczbowe badanego zjawiska, tym większa

będzie również wariancja z tych danych, co przy podstawieniu do wzoru da efekt odwrotny. Zdaniem Autorki wzór ten wymaga udoskonalenia i poprawy, gdyż w jej opinii nie opisuje zjawiska w sposób prawidłowy. Wskaźnik ten jest również opisany innym wzorem, który wyniki przedstawia od 0 do 100%, przy czym 100% oznacza maksymalną koncentrację. Wzór ten wymieniony jest w podrozdziale 2.4. odnośnie metod badań. Oprócz sumy wariancji potrzebne są do jego obliczenia także: liczba klas dłuższego rozkładu brzegowego oraz liczba badanych obiektów. Wykorzystując ten wzór dla obliczenia wskaźnika C dla miejscowości koncentracja ma wartość na poziomie 93,8%, co z kolei świadczyłoby o bardzo wysokiej koncentracji zjawiska, co nie jest potwierdzone pozostałymi analizami. Zdaniem Autorki wzór na liczenie wskaźnika C wymaga głębszej dyskusji i udoskonalenia, ze względu na to, że metoda jest bardzo ciekawa, a w obecnej formie wyniki mogą wprowadzać badacza w błąd. Jest to wskaźnik, który obliczenia opiera głównie na średniej, stąd jest często nazywany jako wskaźnik koncentracji z uwzględnieniem lokalizacji obiektów. Oprócz średniej arytmetycznej i wariancji, ważnym współczynnikiem pokazującym koncentrację wokół średniej jest kurtoza, stąd Autorka stawia pytanie, czy nie powinien on się również znaleźć we wzorze. Wyprowadzenie wzoru na wskaźnik C umieszczone w pracy B. Kostrubca (1972) jest skomplikowane i ponowne przyjrzenie się tej procedurze wymaga głębszej wiedzy matematycznej. Po dyskusji na temat współczynnika C Autorka proponuje jego modyfikację i przedstawia nowy wzór obliczania wskaźnika – proponuje, aby oznaczyć go jako C_P . Modyfikacja wzoru prezentującego koncentrację w wartościach procentowych (0-100%) oparta jest na własnościach szeregów rozkładów brzegowych takich jak: średnia, wariancja, kurtoza oraz liczba klas dłuższego rozkładu brzegowego:

$$C_P = \left(1 - \frac{2k(S_{x^2} + S_{y^2})}{m * \bar{x} * |K_x + K_y|} \right) * 100\%$$

gdzie:

C_P = próbny wskaźnik koncentracji C,

k = liczba klas dłuższego rozkładu brzegowego,

S_{x^2}, S_{y^2} = wariancje rozkładów masy brzegowej szeregów na współrzędnej X i Y,

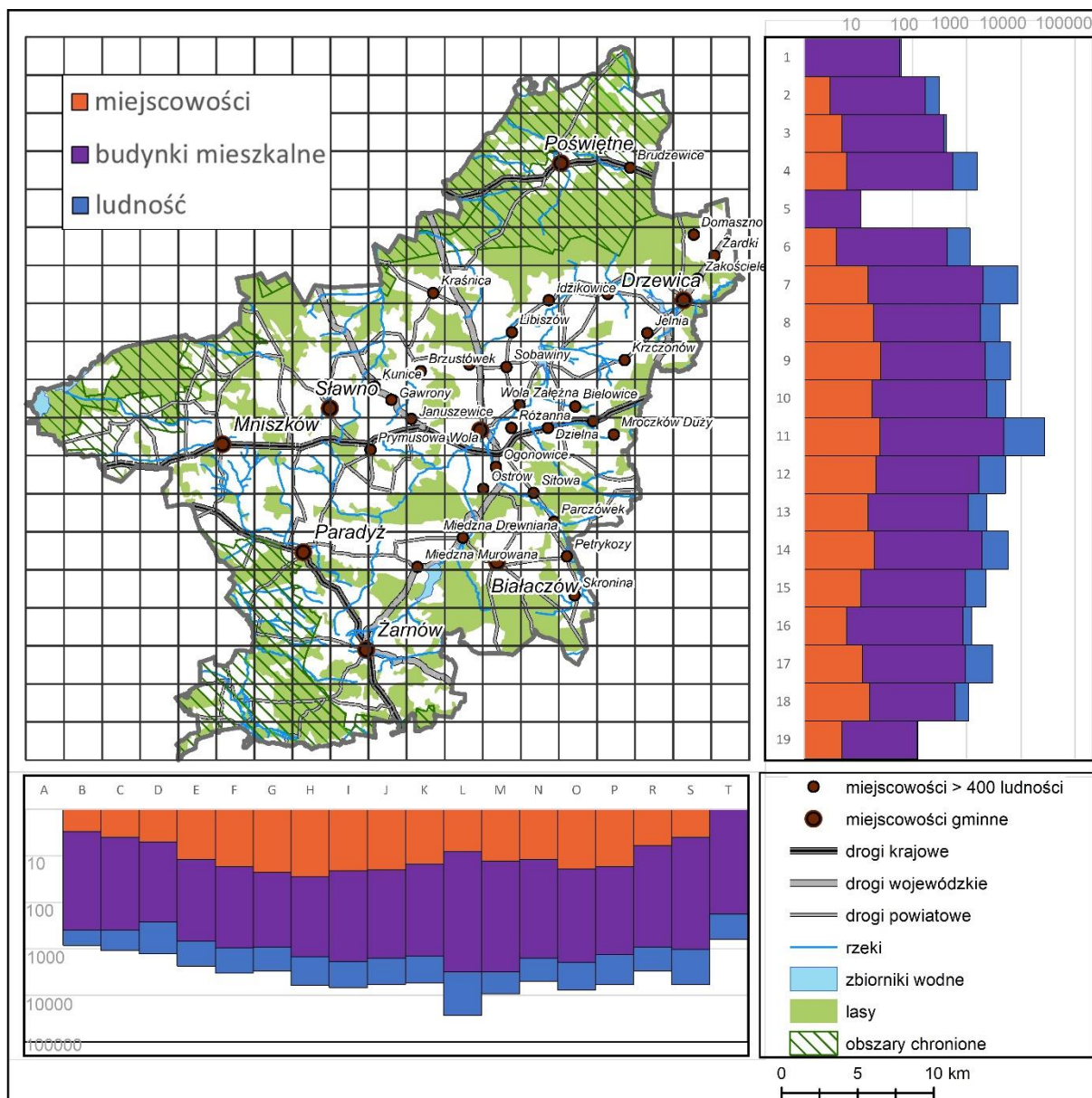
m = liczba badanych obiektów,

$\bar{x}$ = średnia arytmetyczna,

K_x, K_y = kurtoza rozkładów masy brzegowej szeregów na współrzędnej X i Y.

Dla tak zapisanego wzoru wynik próbnego wskaźnika koncentracji przestrzennej C wynosi odpowiednio dla miejscowości, ludności i budynków mieszkalnych: 21,7%, 70,3%, 69,9%. Wartości te w lepszym stopniu odpowiadają interpretacji pozostałych wskaźników i analizie histogramów, gdzie widoczna jest bardzo mała koncentracja miejscowości i wysoka koncentracja liczby ludności tych miejscowości. Wyniki te są również porównywalne do wyników koncentracji metodą Lorenza, gdzie wskaźnik Giniego wynosił odpowiednio: 0,25, 0,6 i 0,5 i choć wartości są inne, ze względu na różne metody obliczeń to pokazują podobną interpretację tego samego zjawiska.

Histogramy rozkładów brzegowych dla wszystkich badanych cech pokazują zróżnicowanie osadnictwa na terenie powiatu, podobnie do koncentracji wyznaczonej za pomocą metody Lorenza. Najmniejsza koncentracja występuje dla miejscowości. Nieco więcej osobno wydzielonych administracyjnie wsi występuje w południowo-zachodniej części badanego obszaru (głównie na obszarze gminy Żarnów, gdzie mamy do czynienia z dużą liczbą niewielkich miejscowości) a także w centralnej części powiatu – w gminie Opoczno. Są to jednocześnie obszary najstarszego osadnictwa – w okolicach Żarnowa i Opoczna (więcej informacji w rozdziale 3.3. Rys historyczny i kulturowy). Z kolei w przypadku budynków mieszkalnych i ludności wyraźnie zaznacza się (zarówno na osi poziomej jak i pionowej) miasto Opoczno. Większą koncentrację dla tych dwóch cech zaobserwować można dla centralnej (poziomo) i wschodniej (pionowo) części powiatu, na co oprócz miast wpływ mają pozostałe duże miejscowości, głównie gmin Opoczno, Sławno i Białaczów. To właśnie w tych okolicach występują wszystkie wsie powyżej 400 mieszkańców, które w skali powiatu opoczyńskiego, uznane zostały przez Autorkę za miejscowości duże. Najslabiej rozwinięte osadnictwo występuje na północy powiatu, co głównie powiązane jest z występowaniem w tym rejonie dużej powierzchni lasów, w tym lasów należących do Spalskiego Parku Krajobrazowego. W mniejszym stopniu lasy mają także wpływ na koncentrację osadnictwa na zachodnich i południowych obrzeżach regionu. Analiza histogramów rozkładów brzegowych nie pozwala na jasne zdefiniowanie związku pomiędzy kształtowaniem się osadnictwa a pozostałymi czynnikami przyrodniczymi, infrastrukturalnymi czy historycznymi (Rysunek 62).



Rysunek 62. Histogram rozkładów brzegowych dla miejscowości, budynków mieszkalnych i ludności powiatu opoczyńskiego w 2019 r. na tle wybranych elementów środowiska geograficznego

Źródło: opracowanie własne

Entropia Shannona

Założenia i szczegółowy opis metody entropii Shannona został przedstawiony w rozdziale 1.4. Entropię Shannona zastosowano w badaniach rozkładu miejscowości oraz ludności powiatu opoczyńskiego a także budynków mieszkalnych. Obszar powiatu pokryto siatką kwadratów o boku 2,5 km i następnie zliczono w każdej kratce: w pierwszej kolejności liczbę punktów reprezentujących miejscowości i następnie ich liczbę ludności. Drugim etapem było obliczenie proporcji występowania każdej cechy zgodnie ze wzorem:

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

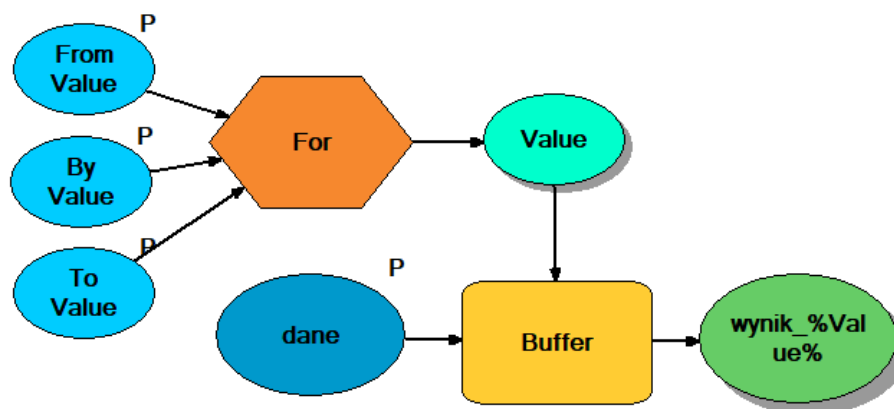
oraz w dalszej kolejności pomnożenie otrzymanych wartości z wartością logarytmu z odwrotności proporcji. W ten sposób otrzymano wartości cząstkowe entropii dla każdego kwadratu siatki. Po zsumowaniu wszystkich wartości cząstkowych otrzymano wynik entropii dla miejscowości i liczby ludności.

Oprogramowanie ArcGIS nie posiada w swoich zasobach narzędzia do obliczania tego wskaźnika, dlatego należało stworzyć własne. Obliczenia wykonano w programie ArcMap 10.4.1. z wykorzystaniem Model Buildera (MB) - graficznego interfejsu umożliwiającego budowanie modeli poprzez tworzenie ich schematu blokowego. Każdy taki schemat składa się z bloków przedstawiających dane, narzędzia, wyniki i połączenia między nimi. Każdy element schematu posiada własną reprezentację graficzną (Rysunek 63).



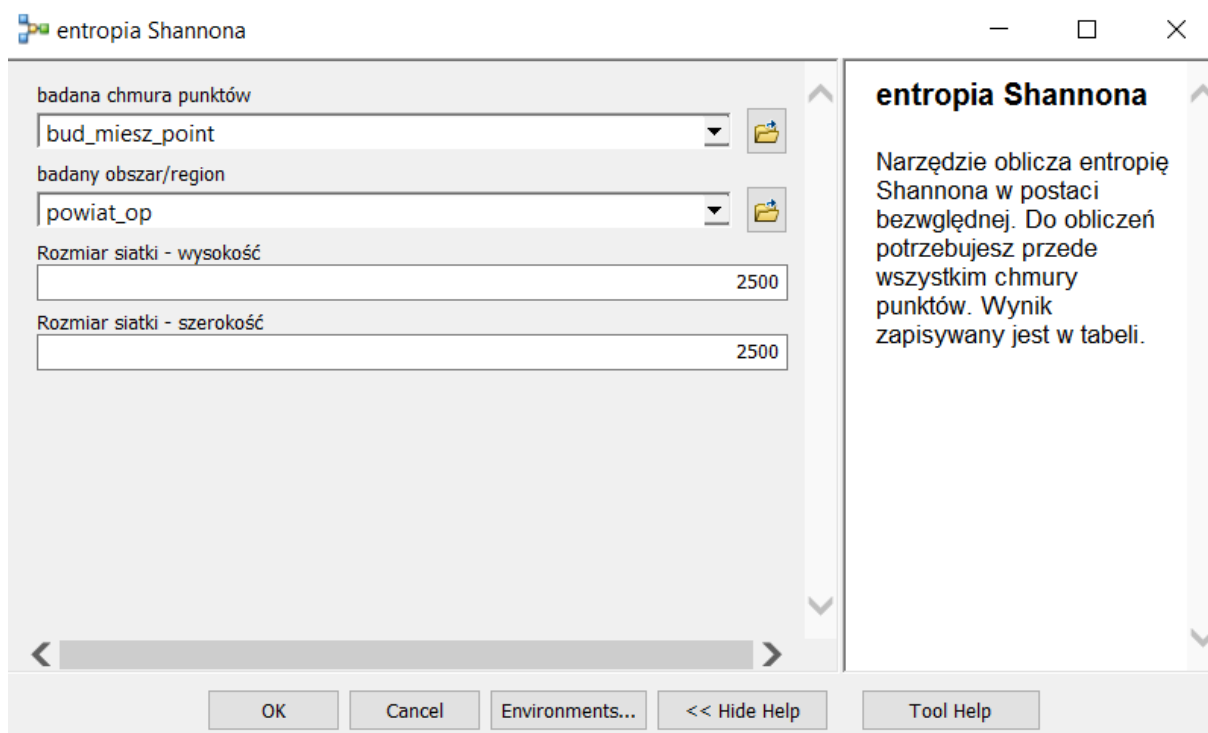
Rysunek 63. Podstawowe bloki schematu modelowania w Model Builder
Źródło: opracowanie własne

Modele są zapisywane w utworzonym przez użytkownika Toolboxie (własnej skrzynce narzędziowej), który może się znajdować w dowolnym katalogu lub w geobazie. Oprócz narzędzi dostępnych w różnych skrzynkach i zestawach narzędzi ArcGIS, użytkownik może korzystać również z narzędzi wbudowanych specjalnie w Model Buildera, może tworzyć zmienne, parametry, dodawać operacje warunkowe, etykiety a także tworzyć modele z wykorzystaniem różnych typów iteracji umożliwiających powtarzanie wykonania modelu lub jakiejś jego części, takich jak pętla *for* i *while*, czy iterowanie po różnych typach zbiorów danych, np. po klasach obiektów, plikach czy po rekordach tabeli atrybutów.



Rysunek 64. Przykład narzędzia wykorzystującego pętlę *for* wraz ze zmiennymi oznaczonymi jako parametry modelu
Źródło: opracowanie własne

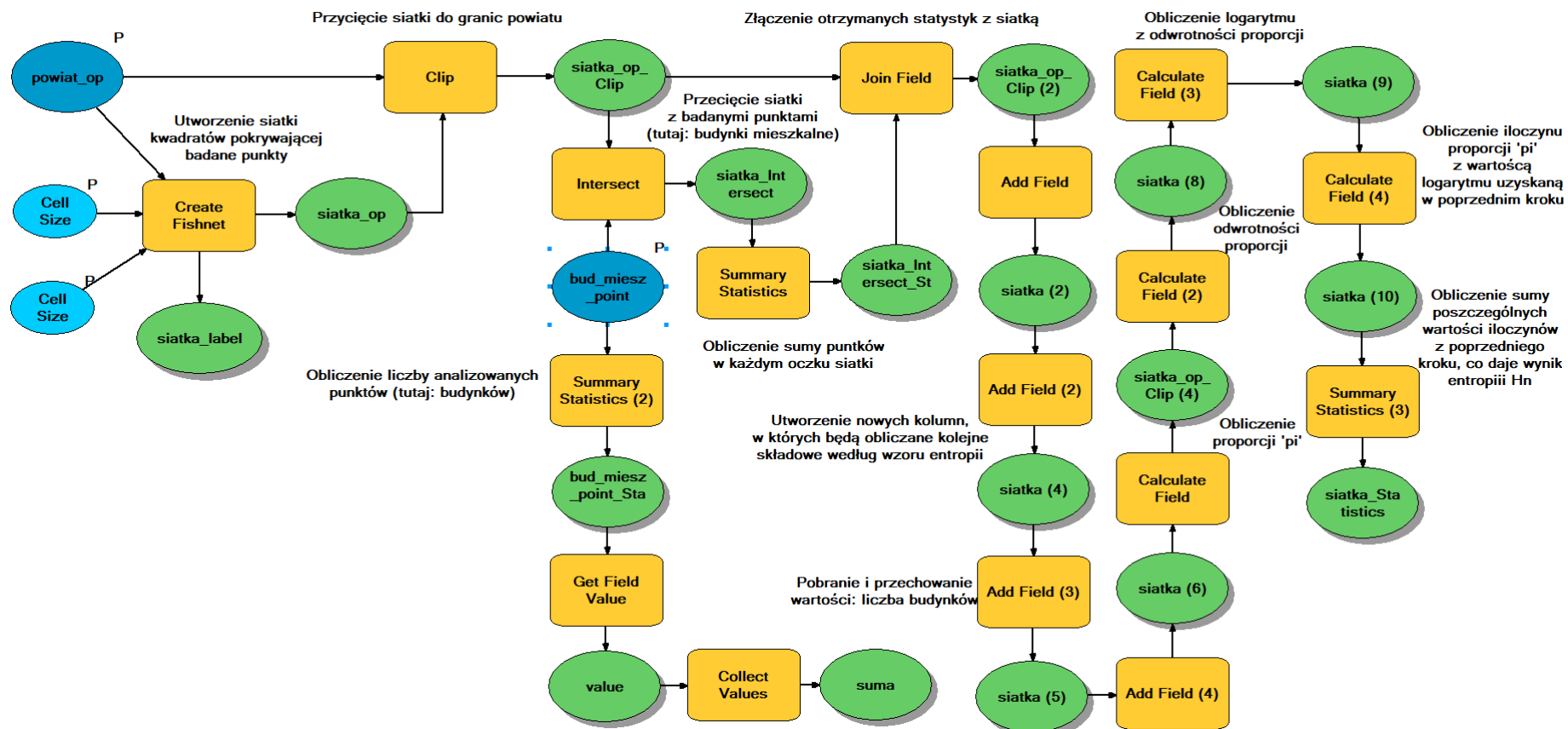
Wykorzystując modelowanie za pomocą Model Buildera stworzono narzędzie do obliczania entropii Shannona. W ten sposób procedurę dla różnego rodzaju danych punktowych można wykonać z poziomu utworzonego narzędzia bez konieczności obliczania poszczególnych składowych wzoru. W celu jego wykorzystania w utworzonym narzędziu należy wskazać warstwę badanej chmury punktów, warstwę z obszarem badań oraz rozmiar oczka siatki (Rysunek 65).



Rysunek 65. Widok narzędzia wykonanego w Model Builderze obliczającego entropię Shannona
Źródło: opracowanie własne

Poszczególne procedury wraz z wykorzystanymi w tym celu narzędziami są umieszczone „wewnątrz” modelu, a użytkownik nie musi wykonywać pojedynczych operacji, wystarczy, że wybierze dane i wpisze rozmiar oczka siatki. Schemat modelu wraz z opisem poszczególnych jego części dla przykładowej analizy przedstawia Rysunek 66. Tworzenie modeli jest szczególnie przydatne, jeśli jakąś metodę, procedurę lub działanie chcemy wykorzystać kilkakrotnie a wykonywanie poszczególnych jego części jest pracochłonne i czasochłonne. W takiej sytuacji model znacznie usprawnia pracę i przyspiesza wykonywanie analiz. Użytkownik zaś nie musi za każdym razem wykonywać serii działań pamiętając o odpowiedniej sekwencji i kolejności ich wykonywania, o ustalonych, niezmiennych parametrach, czy o składowych równania matematycznego, tak jak w przypadku entropii (Rysunek 66).

Dla przypomnienia entropia H_n może przyjmować wartości od 0, co oznacza maksymalną koncentrację zjawiska (odwrotnie do dwóch pozostałych metod) do wartości równej $\log n$, oznaczającej maksymalne regularne rozproszenie zjawiska (takie samo w każdej jednostce). Entropię można również przedstawić w postaci względnej H'_n , która wtedy przyjmuje wartości z zakresu 0-1 (0 – maksymalna koncentracja, 1 – maksymalne rozproszenie) (Thomas, 1981). W przypadku 228 miejscowości powiatu opoczyńskiego, dla wybranej siatki kwadratów o boku 2,5 km, entropia H_n wynosi 2,08, przy czym $\log n = 2,32$, co świadczy o dużym rozproszeniu punktów. Taki sam wniosek można wysnuć po wyliczeniu entropii względnej H'_n , która wynosi aż 0,89. Nieco mniejsze wartości entropii bezwzględnej i względnej otrzymano dla danych o liczbie ludności miejscowości powiatu. W tym przypadku H_n wynosi 1,68, a H'_n 0,72, co świadczy o większej koncentracji ludności względem rozmieszczenia miejscowości, jednak w dalszym ciągu wartość wskazuje na rozproszenie liczby ludności. Ciekawa byłaby analiza koncentracji zjawiska i jej zróżnicowanie w granicach powiatu, bowiem sama wartość entropii nie przedstawia zjawiska w pełni. Niestety wśród wad metody B. Kostrubiec (1972) wymienia brak możliwości wyznaczenia obszarów cząstkowych o zróżnicowanej koncentracji punktów a także brak możliwości kartograficznego przedstawienia wyników.



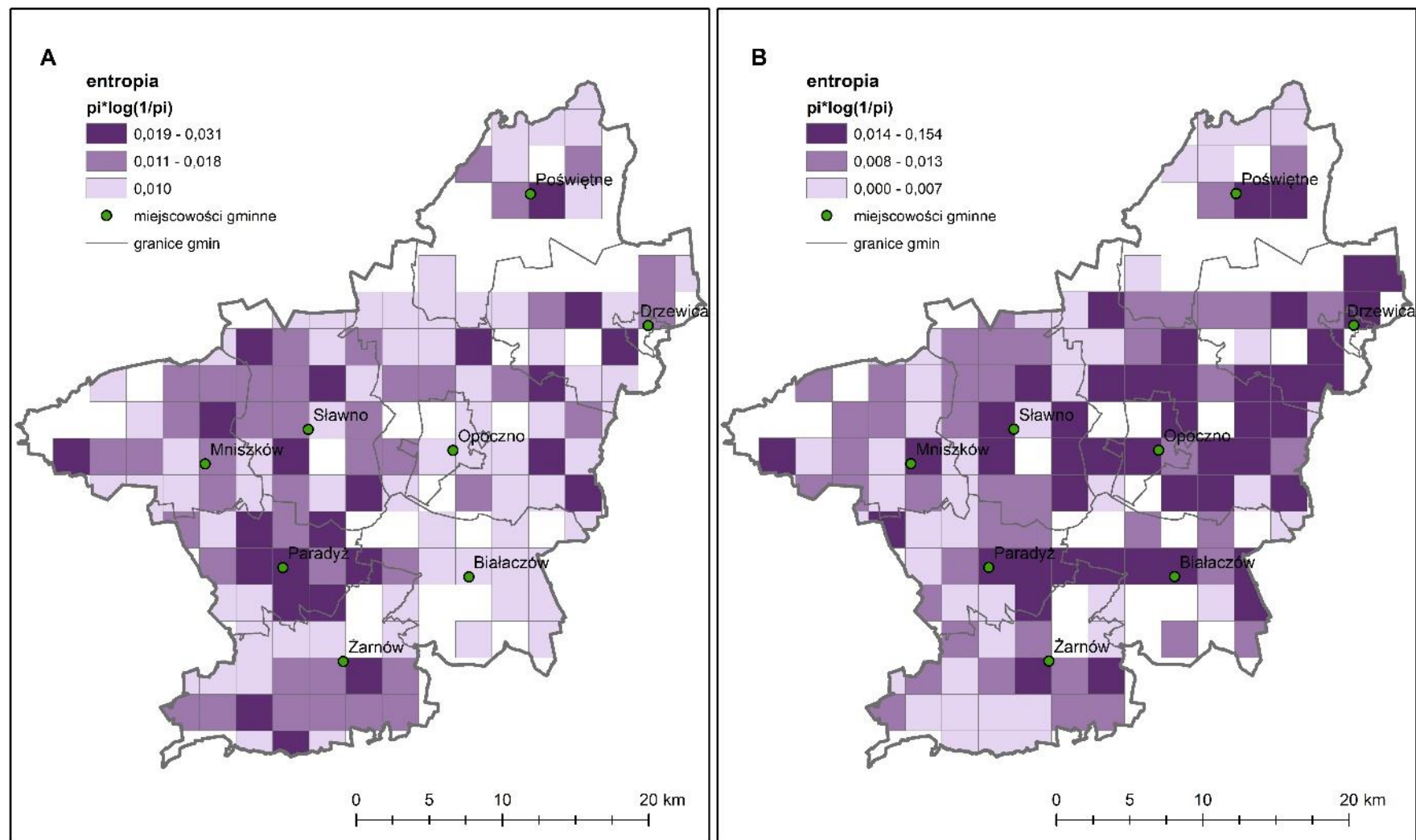
Rysunek 66. Narzędzie do obliczania entropii wykonane w aplikacji Model Builder

Źródło: opracowanie własne

Autorka zdecydowała się podjąć trud zaproponowania sposobu przedstawienia wyników entropii na mapie. Uznała, że skoro łączny wynik entropii to suma wartości częściowych otrzymanych dla poszczególnych oczek siatki to może warto byłoby pokazać te wyniki na mapie. Zaproponowano prezentację kartograficzną wyników częściowych entropii (H_c) na kartogramie, gdzie zaprezentowano wyniki obliczeń dla każdej jednostki przestrzennej, zgodnie ze wzorem:

$$H_c = p_i \log \left(\frac{1}{p_i} \right)$$

Do prezentacji wybrano metodę podziału na klasy według kwantyli (metody równolicznych przedziałów), tak aby móc porównać w pewnym stopniu wyniki z mapą koncentracji Lorenza, która wykorzystuje tę samą metodę klasyfikacji (Rysunek 67). W przypadku liczby miejscowości większe wartości entropii widoczne są w zachodniej części powiatu, głównie na obszarze gminy Paradyż, Sławno i Żarnów a także w pojedynczych jednostkach przy granicy gmin Opoczno i Drzewica (Rysunek 67 A). W drugim wariancie, gdzie badana była liczba ludności, większymi wartościami entropii charakteryzują się wschodnie i centralne części powiatu, głównie obszary gmin, w których znajdują się miasta – gminy Opoczno i Drzewica a także tereny gminy Sławno. Większe wartości entropii zauważyć można również w okolicach miejscowości pełniących funkcje administracyjne gmin oraz charakterystyczny pas miejscowości między Paradyżem a Białaczowem (Rysunek 67 B). W badanych dotychczas cechach można zauważyć podobne zróżnicowanie wartości entropii do wartości koncentracji Lorenza (Rysunek 55), co może świadczyć o słuszności zaproponowanej przez Autorkę kartograficznej metody reprezentacji entropii.



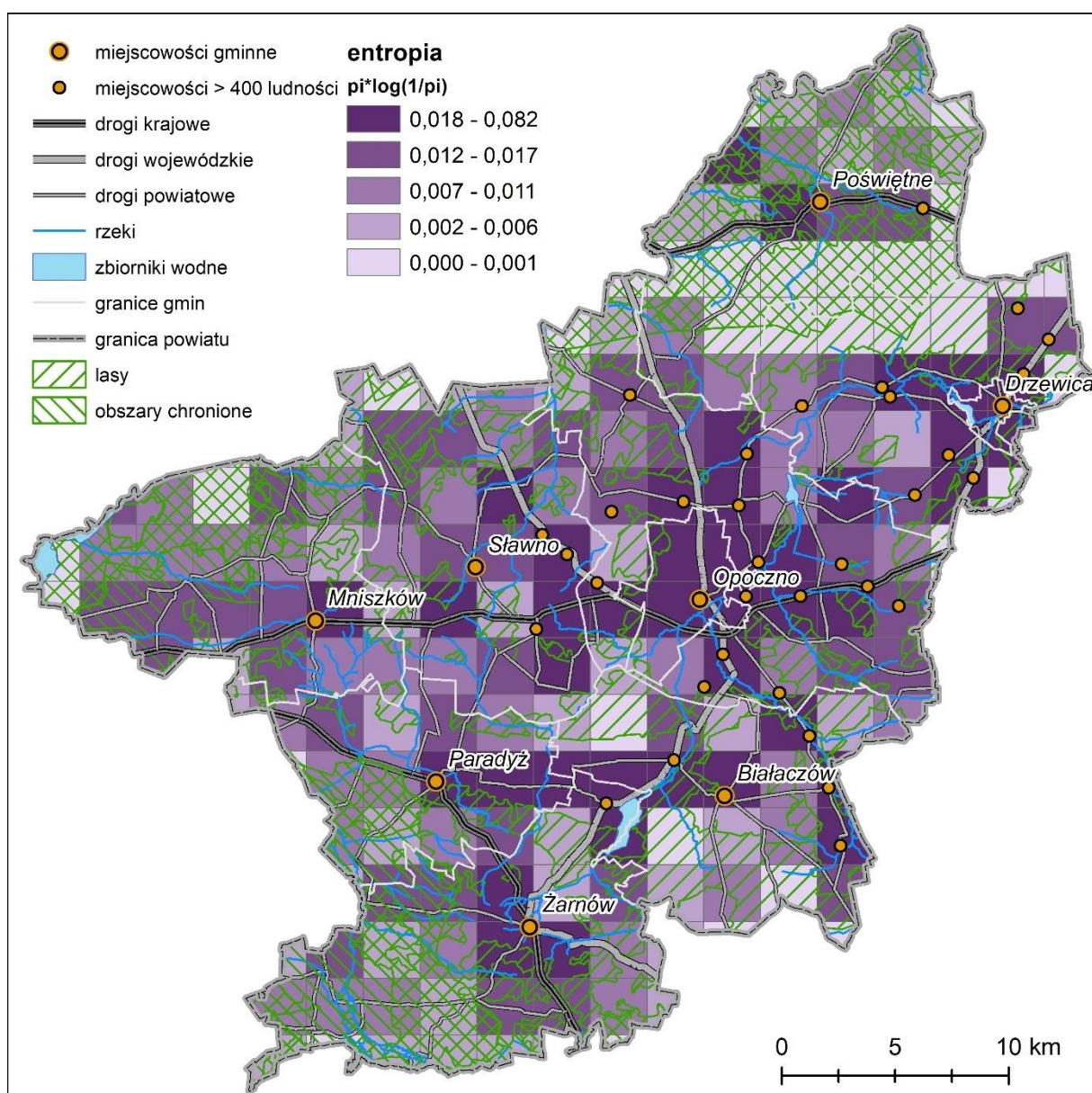
Rysunek 67. Entropie cząstkowe w poszczególnych kwadratach dla miejscowości (A) i liczby ludności (B)

Źródło: opracowanie własne

Dla pełnego obrazu i porównania metod oraz koncentracji zjawisk, analogicznie do poprzednich metod, obliczono także wskaźnik entropii dla budynków mieszkalnych. Entropia bezwzględna wyniosła 2,039, natomiast wartość entropii względnej to 0,88. Wynik ten świadczy o dużym rozproszeniu punktów reprezentujących budynki mieszkalne i jest bardzo zbliżony do wyniku entropii dla miejscowości. W każdej z analizowanych metod, choć wyniki są bardzo od siebie różne to pokazują ogólną tendencję do najmniejszej koncentracji miejscowości i największej koncentracji liczby ludności. Odmienne wartości koncentracji pomiędzy analizowanymi metodami wynikają z różnych założeń i sposobów obliczania koncentracji. Pomimo różnic w wynikach wartości koncentracji w skali powiatu, obraz rozmieszczenia wartości cząstkowych koncentracji jest bardzo podobny, szczególnie w przypadku metody Lorenza i entropii Shannona. Dla budynków mieszkalnych obraz ten jest niemalże identyczny (Rysunek 58, Rysunek 68). Dużą koncentracją budynków mieszkalnych charakteryzuje się głównie centralna i wschodnia część powiatu, którą zamieszkuje największa część ludności – to na tych terenach zlokalizowane są wszystkie miejscowości powyżej 400 mieszkańców. Największe wartości entropii cząstkowych występują na obszarze miast i ich suburbiach a także w miejscowościach gminnych. Wyraźnie zaznacza się tutaj także charakterystyczny pas kwadratów o wysokich wartościach entropii pomiędzy miejscowościami Paradyż i Białaczów, na co wpływ mają oprócz rozmiarów samych wspomnianych miejscowości, położone wzdłuż dróg powiatowych 3116E i 3123E rozległe i duże miejscowości Miedzna Drewniana i Miedzna Murowana oraz szereg mniejszych wsi takich jak Wielka Wola, Daleszewice, Stawowice, Żelazowice czy Radwan (Rysunek 68). Obszary o mniejszych wartościach entropii cząstkowych to, tak jak pokazują pozostałe metody, głównie obszary leśne, w tym największe powierzchniowo lasy na północy powiatu, głównie na terenie gminy Poświętne, a także w mniejszym stopniu lasy na południu powiatu (w południowej części gminy Żarnów i Białaczów) oraz na zachodnich obrzeżach gminy Mniszków. Wymienione wyżej duże kompleksy leśne w większości są również terenami parków krajobrazowych (Spalskiego i Sulejowskiego), rezerwatów przyrody a także obszarów chronionego krajobrazu, przy czym największy, pokrywający dużą część gminy Żarnów i Paradyż to Piliczański Obszar Chronionego Krajobrazu, przez który przepływa rzeka Czarna (Rysunek 68).

Podsumowując, wartości entropii dla miejscowości, ludności i budynków mieszkalnych wskazują na rozproszenie osadnictwa powiatu opoczyńskiego. Dla miejscowości wartości koncentracji każdej z analizowanych metod są porównywalne. Większe rozbieżności pomiędzy metodami widać w przypadku liczby ludności i budynków mieszkalnych, co może wynikać z różnych założeń, na których oparte są obliczenia. Mapy koncentracji przedstawiają

zjawiska bardzo podobnie (entropia Shannona i metoda Lorenza), co może świadczyć o udanej próbie prezentacji kartograficznej entropii, co dotychczas nie było podejmowane w literaturze. Największą koncentracją (różnie rozumianą i przyjmującą różne wartości liczbowe) we wszystkich analizowanych metodach charakteryzuje się liczba ludności, co jest konsekwencją przyporządkowania jej liczby do punktu reprezentującego miejscowość. W przyszłości można by zaproponować przyporządkowanie danych o ludności do punktów adresowych, można jednak przypuszczać, że wartość koncentracji byłaby zbliżona do koncentracji obliczanej dla budynków mieszkalnych.



Rysunek 68. Entropie cząstkowe w poszczególnych kwadratach dla budynków mieszkalnych na tle wybranych elementów środowiska geograficznego

Źródło: opracowanie własne

5.2. Sieć osadnicza powiatu opoczyńskiego w ujęciu grafowym

Metody grafowe mogą być odpowiednimi dla badania sieci osadniczej, gdyż jak zauważyła Jażdżewska (2008) str. 172 „przedmiotem badań sieci osadniczej mogą być zarówno węzły, jak i linie a także te dwa elementy jednocześnie”. Definicja sieci osadniczej zaproponowana przez Autorkę także zwraca uwagę zarówno na jednostki osadnicze w postaci punktów jak i na powiązania między nimi. Z tego powodu podjęto próbę wykorzystania metod grafowych do analizy badanej sieci w odniesieniu do powiązań bezpośrednich oraz pośrednich.

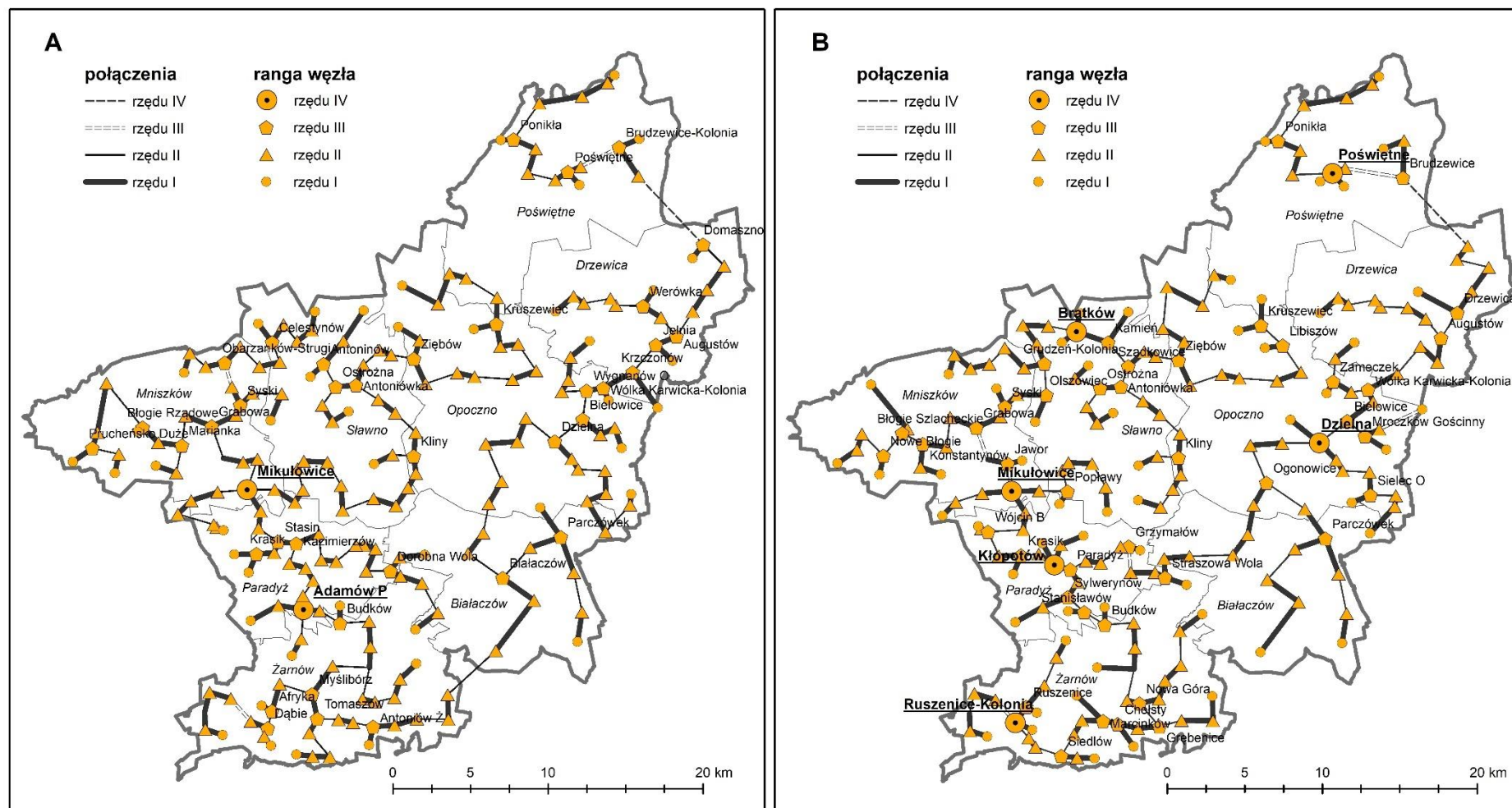
Grafy najkrótszych połączeń z wykorzystaniem dendrytu wrocławskiego

Szczegółowy opis głównych założeń metody przedstawiony jest w rozdziale 1.4. Metodę dendrytu wrocławskiego zastosowano do zbadania połączeń pomiędzy miejscowościami powiatu opoczyńskiego. Postępowanie przeprowadzono w dwóch wariantach. Pierwszy sposób odnosił się do zastosowania tradycyjnej metody dendrytu wrocławskiego i wyznaczono odległości w linii prostej pomiędzy najbliższymi miejscowościami a drugi sposób polegał na wykorzystaniu sieci drogowej przy obliczaniu najkrótszej odległości między punktami. Proces wykonywania dendrytu wrocławskiego dla pierwszego, tradycyjnego ujęcia podzielić można na kilka etapów:

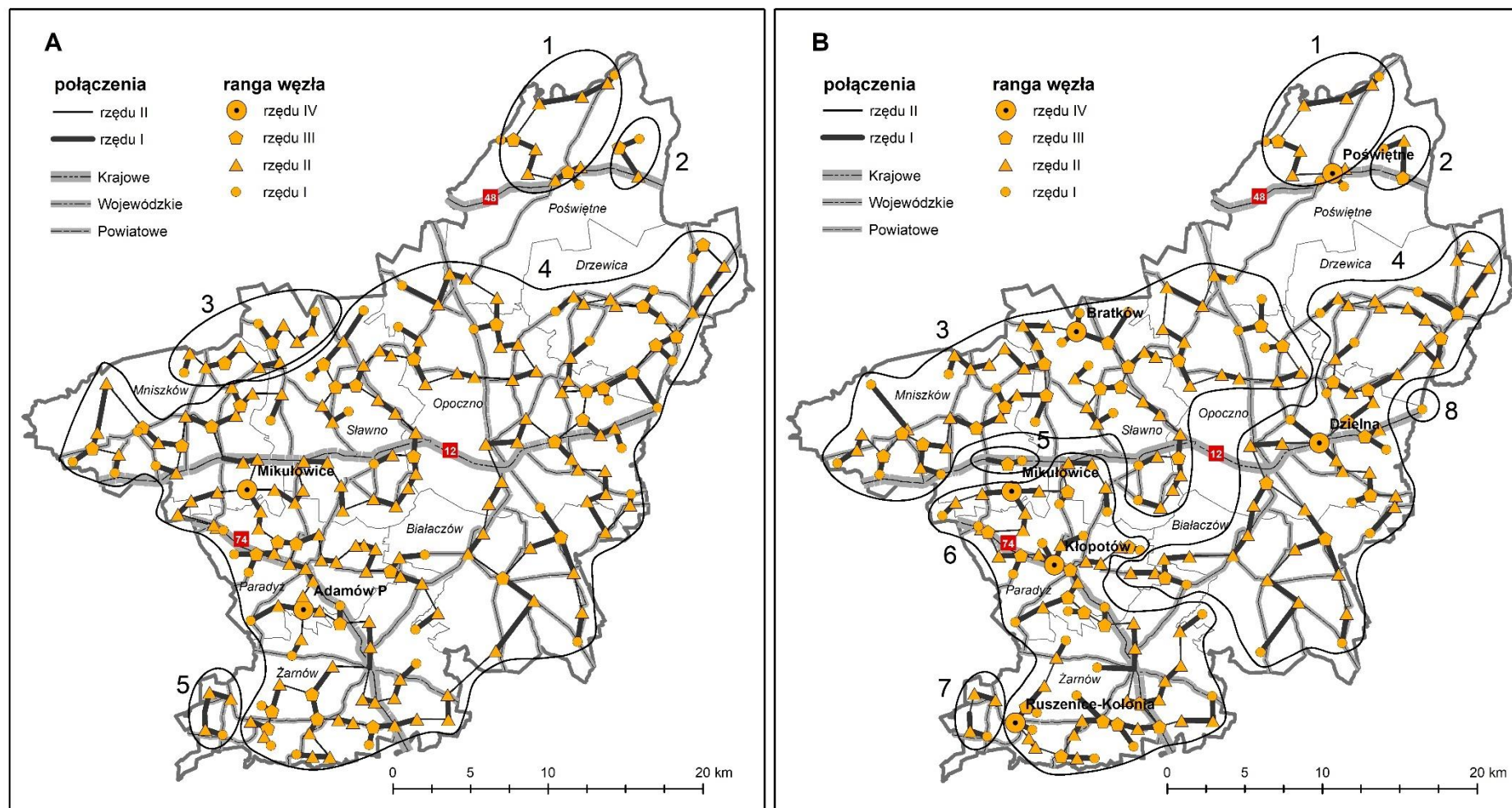
- wykorzystano różne narzędzia programu ArcMap 10.4.1., takie jak *Generate Near Table*, za pomocą którego utworzona zostaje tabela, w której zapisywane są najbliższe obiekty dla wskazanej warstwy; użytkownik może tu także wskazać liczbę najbliższych sąsiadów, jakie program ma mu znaleźć,
- za pomocą narzędzia *Generate Near Table* obliczono sąsiadów pierwszego stopnia na warstwie z miejscowościami,
- utworzono kopię warstwy miejscowości a następnie w obu warstwach dodano pola i obliczono współrzędne punktów x i y,
- do pierwszej warstwy dołączono tabelę z wynikami sąsiedztwa, a następnie dołączono także drugą warstwę z miejscowościami na podstawie kolumn *NearFID – FID*,
- w oparciu o tak powstałą warstwę wygenerowano połączenia między najbliższymi punktami w postaci linii za pomocą narzędzia *XY To Line*,
- procedurę następnie powtórzono dla sąsiadów kolejnych stopni sąsiedztwa do osiągnięcia grafu spójnego, usuwając połączenia zbędne (tworzące cykle grafu).

Drugi sposób polegał na obliczeniu odległości pomiędzy badanymi punktami z uwzględnieniem sieci drogowej z BDOT10k. Za pomocą narzędzia analiz sieciowych

programu ArcGIS – *OD Cost Matrix* wyznaczono najbliższych sąsiadów rzędu pierwszego i kolejnie następnych rzędów zgodnie z procedurą dendrytu wrocławskiego. Usunięto powtarzające się i zbędne połączenia w celu uzyskania spójnego grafu. Celem było porównanie dwóch odległości (euklidesowej w linii prostej i odległości po sieci dróg). Na Rysunek 69 przedstawiono dendryty dla obu wariantów, gdzie zróżnicowano połączenia różnych rzędów oraz rangi węzłów. W obu przypadkach dendryt okazał się spójny po zastosowaniu połączeń czwartego rzędu, a dokładnie jednego połączenia – w obu przypadkach było to połączenie pomiędzy miejscowościami Brudzewice z gminy Poświętne oraz Domaszno z gminy Drzewica. Było to jednocześnie najdłuższe połączenie w dendrycie (blisko 6,1 km w linii prostej i 7,3 km z uwzględnieniem sieci drogowej), które połączyło obszary gminy Poświętne z resztą miejscowości. Połączeń trzeciego rzędu było tylko kilka: w przypadku podstawowej wersji dendrytu były to 3 połączenia (Skórkowice – Ruszenice-Kolonia, Obarzanków-Strugi – Zajączków, Brudzewice-Kolonia – Małoszyce) (Rysunek 69).



Rysunek 69. Dendryt wrocławski miejscowości powiatu opoczyńskiego z wykorzystaniem odległości w linii prostej (A) oraz po sieci drogowej (B)
Źródło: opracowanie własne



Rysunek 70. Skupienia miejscowości powstałe z połączeń I i II rzędu w dendrycie po linii prostej (A) i po sieci drogowej (B)
Źródło: opracowanie własne

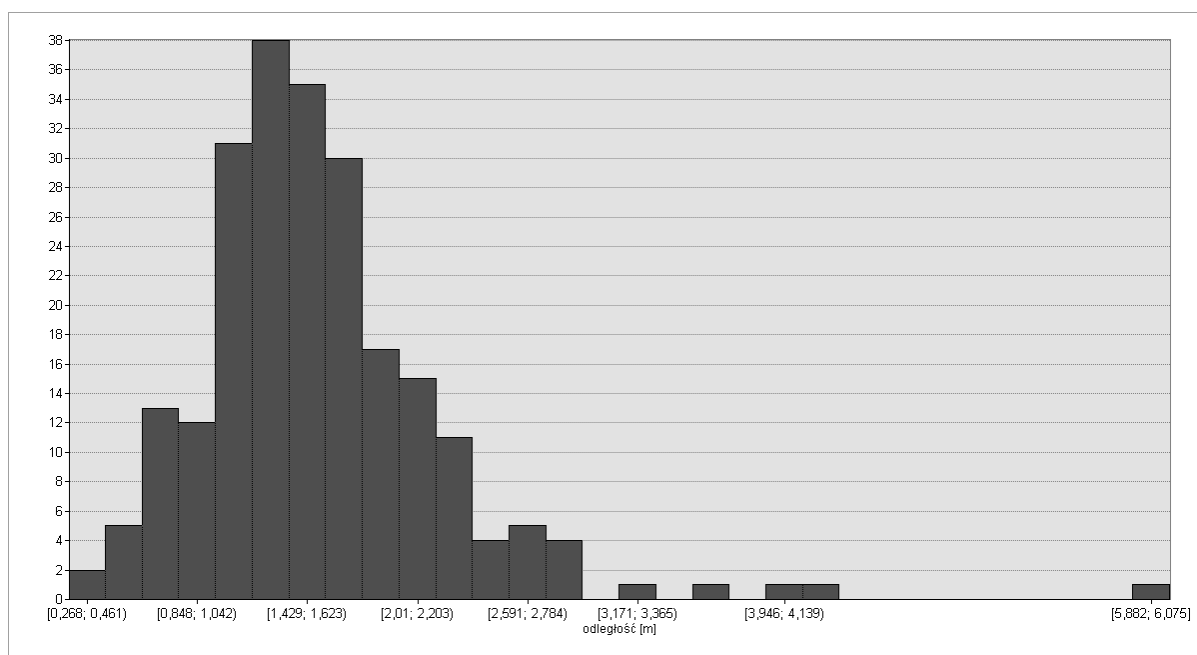
Bez połączeń trzeciego i czwartego rzędu dendryt rozpadł się na 5 skupień, przy czym jedna duża część zawiera połączenia większości miejscowości, dwie części znajdują się na północy powiatu, w gminie Poświętne, której miejscowości są najbardziej odizolowane od reszty miejscowości, jedna część to cztery wsie w południowo-zachodniej części gminy Żarnów oraz skupienie kilku miejscowości na północnej granicy gmin Mniszków i Sławno. W przypadku dendrytu uwzględniającego sieć drogową połączeń 3 rzędu jest 6: Skórkowice – Ruszenice-Kolonia, Jawor – Mikułowice, Grabowa – Mniszków, Grzymałów – Stawowice, Kraszków – Brzuśnia, Małoszyce – Brudzewice (Rysunek 70). W tym wariantcie po odrzuceniu połączeń trzeciego i czwartego rzędu powstaje osiem skupień: trzy duże, cztery małe oraz jedno zawierające tylko jedną miejscowość – Kraszków (gmina Opoczno). Jedno duże skupienie łączy większość miejscowości gmin Mniszków, Sławno i Opoczno, drugie – miejscowości gmin Paradyż i Żarnów, trzecie – miejscowości gmin Drzewica, Opoczno i Białaczów. Cztery pozostałe części to małe skupienia kilku czy kilkunastu wsi: dwa na terenie gminy Poświętne, jedno w południowo-zachodniej części gminy Żarnów oraz skupienie wsi Mniszków, Jawor i Jawor-Kolonia (Rysunek 70). Można zauważyć związek pomiędzy niektórymi skupieniami a siecią drogową, głównie dróg krajowych i wojewódzkich oraz powiatowych. Widoczny jest takowy związek w skupieniu miejscowości gmin Żarnów i Paradyż a drogą krajową nr 74 (Piotrków Trybunalski – Kielce) czy w połączeniach przy drodze krajowej nr 12 (Rysunek 70).

Tabela 17. Cechy dendrytu wrocławskiego miejscowości powiatu opoczyńskiego

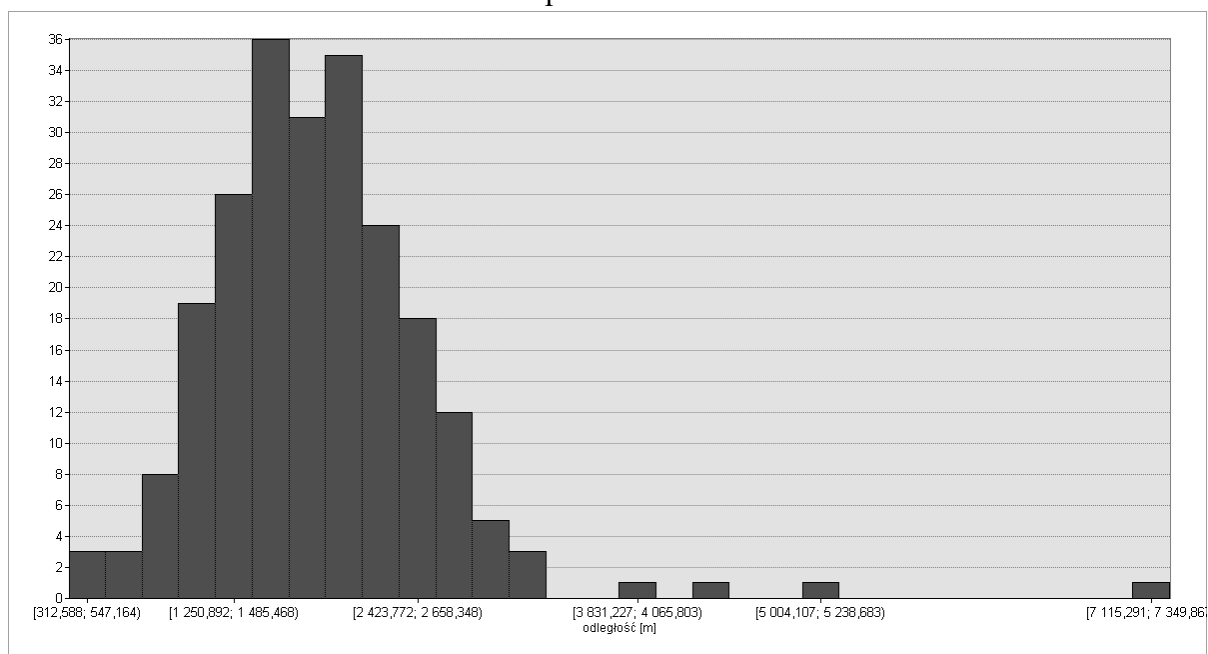
dendryt	linia prosta	sieć drogową
długość dendrytu	360,4 km	435,1 km
krawędzie o długości < 1km	30	14
krawędzie o długości 1-2 km	153	119
krawędzie o długości 2-3 km	39	84
krawędzie o długości > 3 km	5	10
średnia odległość	1587,72 m	1916,73 m
minimalna odległość	267,69 m	312,59 m
maksymalna odległość	6075,11 m	7349,87 m
odchylenie standardowe	658,47	747,6
skośność	2,1	2,23
kurtoza	10,37	13,06

Źródło: opracowanie własne

W przypadku sieci drogowej dendryt okazał się być dłuższy o niecałe 75 km. Większe są również wszystkie pozostałe cechy takie jak minimalna, maksymalna i średnia odległość (Tabela 17). W obu przypadkach liczba odcinków łączących punkty zbioru miejscowości wynosiła 227. Rozkład długości krawędzi obu dendrytów wskazuje na ich prawostronną asymetrię a wartości kurtozy wskazują na dużą koncentrację wartości wokół średniej (Tabela 17, Rysunek 71, Rysunek 72).



Rysunek 71. Rozkład długości krawędzi w dendrycie wrocławskim (w linii prostej)
Źródło: opracowanie własne



Rysunek 72. Rozkład długości krawędzi w dendrycie wrocławskim (po sieci drogowej)
Źródło: opracowanie własne

W obu wariantach dendrytu wrocławskiego rozpiętego na miejscowościach powiatu opoczyńskiego dominują odległości w przedziale 1-2 km, przy czym zdecydowanie więcej jest ich w przypadku dendrytu podstawowego. W przypadku dendrytu wrocławskiego utworzonego na podstawie połączeń po sieci drogowej, odległości pomiędzy punktami są większe, dlatego zdecydowanie więcej niż w linii prostej jest połączeń z przedziału odległości 2-3 km a mniej odległości poniżej 1 km (Rysunek 71, Rysunek 72). W tym momencie należy przypomnieć konieczność dobrego doboru danych do analizy sieci osadniczej z wykorzystaniem metod grafowych. Zaprezentowana w rozdziale 4 dyskusja nad jakością danych z różnych źródeł i wynikający z niej wybór danych miał rzeczywisty wpływ na wyniki, gdyż – przypomnijmy – różnice w reprezentacji miejscowości w postaci punktów były niekiedy znaczące (Rysunek 33, Tabela 4) i wyszukanie najbliższego sąsiada mogło nie być wiarygodne i różnić się od uzyskanych wyników w przypadku użycia innego źródła danych. Wybór sposobu konstrukcji dendrytu wrocławskiego zależy od kilku czynników. Pierwszym i już wymienionym wyżej argumentem jest dostępność i jakość posiadanych danych, co ma szczególne znaczenie przy konstrukcji dendrytu na podstawie sieci drogowej. Poprawność wykonanych obliczeń w dużej mierze zależy od jakości posiadanych danych, gdzie szczególnie ważnym kryterium jest spójność sieci. Brak spójności, czyli istnienie fragmentów sieci niepołączonych z resztą, może powodować błędne wyniki, gdyż wykluczeniu ulegają niektóre części sieci. Istotnym kryterium jest także skala badań, co przekłada się także z jednej strony na oczekiwaną dokładność wyników (im większa skala tym spodziewana większa dokładność), a z drugiej strony na konieczność pozyskania odpowiednich danych (czym większy obszar tym większy rozmiar danych, więcej możliwych błędów i prób ich naprawiania oraz czasochłonny proces analiz). Wybór sposobu postępowania przy konstrukcji dendrytu zależy również od charakteru, tematu i szczegółowości oczekiwanych wyników. W celu przedstawienia ogólnych prawidłowości w zupełności wystarcza tradycyjne podejście odległości euklidesowych. Badanie z użyciem odległości po sieci drogowej będzie bardziej przydatne dla małych obszarów, dużej skali badań oraz w tematach, w których ważne są połączenia transportowe.

Tabela 18. Ranga miejscowości a jej funkcja administracyjna

ranga wierzchołka	miejscowości pełniące funkcje administracyjne		pozostałe miejscowości		razem	
	w linii prostej	po sieci drogowej	w linii prostej	po sieci drogowej	w linii prostej	po sieci drogowej
4	0	1	2	5	2	6
3	3	3	35	40	38	43
2	5	4	139	118	144	122
1	0	0	44	57	44	57

Źródło: opracowanie własne

Tabela 19. Ranga miejscowości a liczba jej mieszkańców

ranga wierzcholka		liczba mieszkańców							
		0-50	51-100	101-300	301-500	501-1000	1001-5000	20897- m.Opoczno	razem
		% miejscowości							
w linii prostej	4	50	0	50	0	0	0	0	100
	3	15,8	21,1	28,9	18,4	10,5	5,3	0	100
	2	12,5	17,4	41	20,1	7,6	0,7	0,7	100
	1	22,7	18,2	36,3	20,5	2,3	0	0	100
po sieci drogowej	4	33,3	0	33,3	16,7	16,7	0	0	100
	3	11,6	25,6	32,5	16,3	9,3	4,7	0	100
	2	13,9	15,6	40,2	20,5	8,2	0,8	0,8	100
	1	19,3	19,3	38,6	21	1,8	0	0	100

Źródło: opracowanie własne

Podjęto próbę sprawdzenia czy ranga wierzchołka ma związek z wielkością miejscowości oraz ich rangą administracyjną. W tym celu wykorzystano tabelę korelacji (Tabela 18, Tabela 19). W dendrycie wykonanym metodą standardową dwie miejscowości posiadają rangę czwartego rzędu i nie są to wsie z funkcją administracyjną. W przypadku dendrytu wykonanego z uwzględnieniem sieci drogowej takich miejscowości jest sześć i tylko jedna (Poświętne) jest siedzibą gminy (Rysunek 69). Nie można dostrzec związku pomiędzy rangą miejscowości a jej funkcją administracyjną, co potwierdza również wartość współczynnika korelacji liniowej Pearsona (Ręklewski, 2020) wynosząca -0,06147. Najwięcej miejscowości gminnych posiada rangę 2 lub 3 (Tabela 18). Podobnie ranga miejscowości nie ma związku z jej wielkością mierzoną liczbą mieszkańców (współczynnik korelacji wynosi -0,01583). Miejscowości o rangach 4 i 3 są głównie miejscowościami małymi (poniżej 300 mieszkańców dla dendrytu w wersji podstawowej). W przypadku dendrytu po sieci drogowej dwie miejscowości rzędu 4 liczą ponad 300 mieszkańców. Miasto Opoczno w obu przypadkach posiadało rangę rzędu 2, z kolei miasto Drzewica w dendrycie po linii prostej miało rangę rzędu 2 a po sieci drogowej awansowało do rangi rzędu 3. Najwięcej małych miejscowości (poniżej 500 mieszkańców) posiada rangę rzędu 1 (Tabela 19). Wyniki analizy zależności potwierdzają obserwacje Jażdżewskiej (2008) prowadzone dla całej miejskiej sieci osadniczej w Polsce.

W następnym kroku procedurę dendrytu wrocławskiego wykonano dla miejscowości pełniących wybrane funkcje o dużym, w przeświadczeniu Autorki, znaczeniu dla wiejskiej sieci osadniczej, zgodnie z przyjętą definicją sieci osadniczej, w której Autorka zwraca uwagę na bezpośrednie i pośrednie powiązania między jednostkami osadniczymi, między innymi administracyjne, społeczne, kulturalne, religijne, edukacyjne i finansowe. Zdecydowano się zastosować tradycyjne podejście (w odległościach euklidesowych) głównie ze względu na charakter posiadanych danych – nie posługiwano się konkretnymi lokalizacjami obiektów, a ograniczono się do skali miejscowości. Poza tym, głównym założeniem analizy było przedstawienie schematycznych połączeń między jednostkami reprezentującymi określone funkcje, gdzie faktyczna odległość po sieci drogowej nie jest na tyle istotna.

Zgodnie z powyższym do dalszych badań wybrano następujące kategorie:

- szkoły podstawowe,
- szkoły ponadpodstawowe,
- przedszkola,
- ośrodki podstawowej opieki zdrowotnej,
- apteki,
- banki,

- jednostki ochotniczej straży pożarnej,
- kościoły.

Do ważnych kategorii usług, pełniących funkcję wyższego rzędu, Autorka zalicza także szpitale, sądy oraz komisariaty policji, jednak ze względu na ich niewielką liczbę nie zostały one uwzględnione w metodzie minimalnego drzewa rozpinającego. Na terenie powiatu istnieje tylko jeden szpital - SP ZOZ Szpital Powiatowy im. Edmunda Biernackiego w Opocznie, jeden sąd – Sąd Rejonowy w Opocznie i 3 jednostki policji – Komenda Powiatowa Policji w Opocznie, Komisariat Policji w Paradyżu oraz Posterunek Policji w Drzewicy. Usługi te są rozmieszczone w gminach o największej koncentracji ludności (wg koncentracji Lorenza), odpowiednio w gminie Opoczno, Drzewica a następnie Paradyż, gdzie z kolei występuje największa koncentracja miejscowości (Rysunek 54).

Spośród wybranych obiektów najliczniej reprezentowane są jednostki ochotniczej straży pożarnej, których na terenie powiatu opoczyńskiego jest 61 zlokalizowanych w 60 miejscowościach (w Opocznie są dwie jednostki straży pożarnej), najmniej jest z kolei banków (13) ulokowanych w 8 miejscowościach, dokładnie w miejscowościach gminnych. Najmniej liczną reprezentację w liczbie miejscowości posiadają szkoły ponadpodstawowe, które znajdują się tylko w 6 miejscowościach. Spośród wszystkich analizowanych obiektów najbardziej równomiernie pod względem liczby danego rodzaju funkcji w stosunku do liczby miejscowości będących ich siedzibą charakteryzują się jednostki OSP, kościoły i szkoły podstawowe, gdzie z każdego typu obiektów więcej niż 1 występuje tylko w Opocznie. Opoczno najbardziej dominuje w liczbie aptek (16) oraz przedszkoli (13) (Tabela 20).

Tabela 20. Liczba obiektów i ich siedzib w wybranych kategoriach w powiecie opoczyńskim

rodzaj obiektu	liczba obiektów	liczba miejscowości
szkoły podstawowe	48	44
szkoły ponadpodstawowe	30	6
przedszkola	27	15
jednostki POZ	18	13
apteki	30	11
banki	13	8
kościoły	25	23
jednostki OSP	61	60

Źródło: opracowanie własne

Dla połowy badanych przypadków dendryt okazał się być spójny po zastosowaniu połączeń rzędu III, dla trzech typów po zastosowaniu połączeń rzędu II, natomiast w przypadku szkół ponadpodstawowych dendryt okazał się być spójny po połączeniu I rzędu. W przypadku węzłów, węzły czwartego rzędu występują tylko pojedynczo dla kościołów – Sołek i jednostek OSP – Sławno. Większość węzłów w każdym analizowanym rodzaju kategorii jest rzędu 2. Łączna długość dendrytu liczona jako suma wszystkich połączeń (krawędzi grafu) jest największa w przypadku dendrytu rozpiętego na miejscowościach reprezentujących siedziby jednostek OSP, natomiast najmniejsza w przypadku szkół ponadpodstawowych. Różnica pomiędzy długościami tych dwóch dendrytów wynosi aż 133,9 km, co świadczy o bardzo zróżnicowanej dostępności różnych typów usług. Minimalna długość krawędzi różni się pomiędzy 1,5 km dla szkół podstawowych i jednostek OSP a 7,3 km dla szkół ponadpodstawowych i 7,4 km dla banków. Maksymalna długość krawędzi wynosi od 6,7 km dla jednostek OSP do 15,8 km dla banków. Średnia długość krawędzi waha się od 3,1 km dla jednostek OSP i 3,8 km dla szkół podstawowych do 9,9 km dla szkół ponadpodstawowych i 10,1 km dla banków. Warto zwrócić uwagę na średnie długości krawędzi dla ośrodków POZ i aptek, które są bardzo do siebie zbliżone i wynoszą odpowiednio 7,2 km i 7,7 km, co świadczy o lepszej dostępności ośrodków POZ i ich bardziej równomiernym rozmieszczeniu (Rysunek 73, Tabela 21).

Analiza dendrytów najkrótszych połączeń pokazuje zróżnicowaną dostępność wybranych przez Autorkę kategorii obiektów, pełniących jedne z ważniejszych funkcji dla mieszkańców, szczególnie mieszkańców obszarów wiejskich. Zdecydowanie najlepszą dostępnością i najbardziej równomiernym rozmieszczeniem charakteryzują się jednostki ochotniczej straży pożarnej, które swoje siedziby posiadają w mniej niż co czwartej miejscowości powiatu opoczyńskiego. Jednostki te posiadają swoje budynki, które często pełnią także dodatkowe funkcje i role. Często służą mieszkańcom jako miejsce spotkań, zebrań, wyborów czy innych okoliczności, zarówno tych oficjalnych o charakterze administracyjnym czy informacyjnym jak i spotkań prywatnych dla miejscowej ludności. Bywają to sale wynajmowane na różnego rodzaju uroczystości rodzinne, takie jak komunie czy chrzciny.

Dość równomiernie rozmieszczone są również szkoły podstawowe, co jest wynikiem pewnych uregulowań prawnych związanych z obowiązkiem nauki i obowiązkiem szkolnym. Zgodnie z art. 35 ust. 1 i 2 ustawy o prawie oświatowym (Ustawa z dnia 14 grudnia 2016 r. Prawo oświatowe, Dz. U. z 2021 r. poz. 1082) nauka jest obowiązkowa do ukończenia 18. roku życia, a obowiązek szkolny dziecka rozpoczyna się z początkiem roku szkolnego w roku kalendarzowym, w którym dziecko kończy 7 lat oraz trwa do ukończenia szkoły podstawowej,

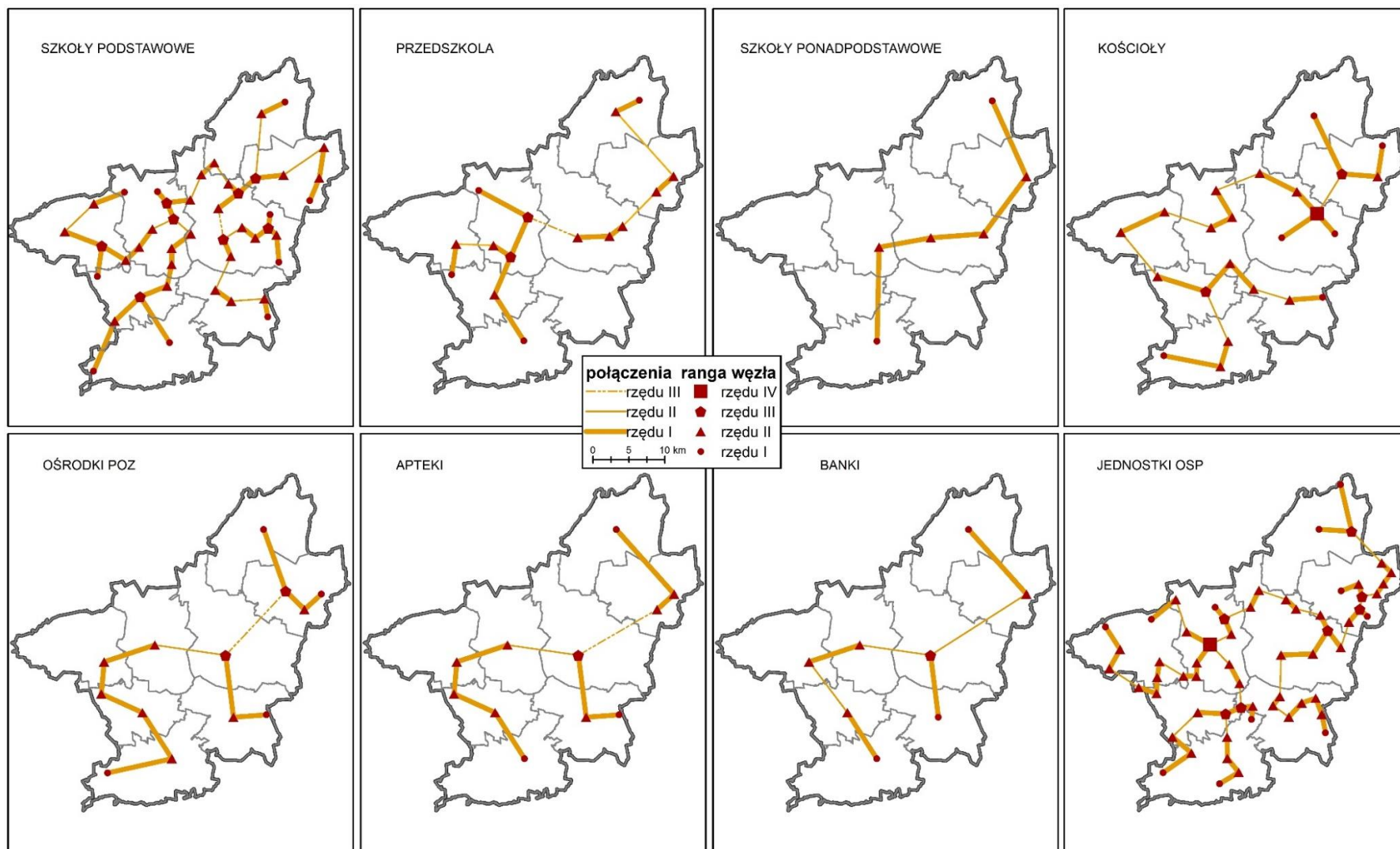
nie dłużej jednak niż do ukończenia 18. roku życia. Sieć publicznych szkół podstawowych powinna zatem być utworzona w taki sposób, aby umożliwić wszystkim dzieciom spełnianie obowiązku szkolnego. Gorszą dostępnością charakteryzują się przedszkola, szczególnie dostępne w dłuższym wymiarze godzin i dla dzieci poniżej 5 roku życia, bowiem często w szkołach podstawowych tworzone są oddziały dla dzieci 5-letnich przy oddziałach zerowych. Przedszkola dla młodszych dzieci nie są aż tak popularne na obszarach wiejskich, szczególnie takich wyludniających się, peryferyjnych, przeżywających kryzys demograficzny, czego powodem jest mała liczba dzieci w wieku przedszkolnym na obszarach wiejskich, a także ciągle utrzymującym się w wielu domach schematem zajmowania się dziećmi przez babcie czy dziadków, którzy często utrzymują się z pracy w gospodarstwie rolnym. Tutaj znacząco wyróżnia się miasto Opoczno, gdzie takich przedszkoli jest 13, w tym 2 prywatne. Korzystają z nich nie tylko mieszkańcy Opoczna i terenów podmiejskich ale także dzieci osób pracujących w Opocznie lub okolicy. Najgorszym dostępem z grupy obiektów edukacyjnych charakteryzują się szkoły ponadpodstawowe, które ulokowane są w 6 miejscowościach. Najwięcej szkół, o największym zróżnicowaniu i najszerzej ofercie edukacyjnej, a co za tym idzie i o największej liczbie uczniów znajduje się w Opocznie. W pozostałych 5 miejscowościach są to raczej pojedyncze szkoły o ograniczonej ofercie, głównie nastawione na kształcenie zawodowe w technikach i szkołach branżowych. Alternatywą dla młodzieży są szkoły ponadpodstawowe rozmieszczone poza powiatem, gdyż tutaj często odległość do szkoły odgrywa już mniejsze znaczenie niż na niższych szczeblach edukacji. Najszerszą ofertę dla uczniów kierują szkoły z okolicznych miast, takich jak Piotrków Trybunalski, Tomaszów Mazowiecki czy Końskie.

Dobrym rozmieszczeniem charakteryzują się także kościoły (w tych badaniach są brane pod uwagę tylko te kościoły, które są siedzibą parafii). Dodatkowo istnieją również mniejsze kościoły lub kaplice, które nie stanowią odrębnej parafii, ale w których odbywają się także niektóre nabożeństwa i msze święte. Przykładem mogą być tutaj kościół w Zdyszewicach w gminie Żarnów czy kaplica w Przyłęku w gminie Paradyż.

Dla wielu typów analizowanych usług zauważyć można, że występują głównie w miastach i miejscowościach gminnych, przy czym często w miastach, a w badanym przypadku głównie w Opocznie widać ich większe nagromadzenie. Bardzo dobrze widoczne jest to dla ośrodków POZ, aptek oraz banków. Ośrodki POZ pełnią chyba jedną z ważniejszych funkcji, ze względu na to, że ich dobra dostępność ma wpływ nie tylko na komfort życia, ale i na zdrowie i życie mieszkańców. Są to bowiem często miejsca tak zwanej pierwszej pomocy, diagnozy itp. Liczba punktów POZ w powiecie opoczyńskim nie jest duża – 18, przy czym 5

przychodni znajduje się w Opocznie. W pozostałych miejscowościach są to pojedyncze ośrodki zdrowia, często z ograniczoną dostępnością czasową oraz z ograniczoną liczbowo kadram medyczną, które mają pod opieką bardzo dużą liczbę pacjentów, stąd wątpliwa czasami może być również jakość świadczonych usług. Nieco lepiej wygląda sytuacja w przypadku liczby istniejących aptek, jednak gorzej prezentuje się w przypadku ich rozmieszczenia, ponieważ większość z aptek znajduje się w Opocznie (16).

Idealnym przykładem rozmieszczenia usług wyższego rzędu w miejscowościach pełniących funkcje administracyjne są oddziały banków, które znajdują się wyłącznie w miejscowościach gminnych. Bardzo często są to banki spółdzielcze, z których korzysta bardzo duża część mieszkańców wsi. Pomocą dla mieszkańców są w tej kwestii poczty i punkty pocztowe umieszczane w niektórych sklepach spożywczych a także postęp technologiczny i coraz bardziej powszechnie dostępna i doceniana, szczególnie przez ludzi młodszych, bankowość elektroniczna i mobilna. Niektóre z usług dostępne są tylko w mieście powiatowym, takie jak choćby szpital czy sąd lub są reprezentowane bardzo nielicznie jak np. posterunki policji (Opoczno, Drzewica, Paradyż). Podobnie jest także w przypadku oferty kulturalnej, gdzie głównym ośrodkiem jest miasto Opoczno i działający w nim Miejski Dom Kultury, w którym umieszczone jest także niewielkie kino, którego oferta jest okazjonalna i sporadyczna. Odbywają się tu również czasami koncerty czy spektakle. W Opocznie znajduje się również kryta pływalnia, wiele restauracji a także dwugwiazdkowy hotel Park.



Rysunek 73. Dendryty najkrótszych połączeń pomiędzy miejscowościami reprezentującymi wybrane kategorie usług w powiecie opoczyńskim
Źródło: opracowanie własne

Tabela 21. Podstawowe cechy dendrytów dla wybranych kategorii obiektów powiatu opoczyńskiego

DENDRYT	SZKOŁY PODSTAWOWE	PRZEDSZKOLA	SZKOŁY PONADPODSTAWOWE	KOŚCIOŁY	OŚRODKI POZ	APTEKI	BANKI	JEDNOSTKI OSP
długość dendrytu	163,5 km	79,6 km	49,4 km	126,6 km	86,6 km	77,1 km	70,5 km	183,3 km
minimalna długość krawędzi	1,5 km	2,3 km	7,3 km	3,3 km	3,2 km	3,2 km	7,4 km	1,5 km
maksymalna długość krawędzi	9,0 km	12,1 km	13,1 km	8,9 km	12,3 km	12,7 km	15,8 km	6,7 km
średnia długość krawędzi	3,8 km	5,7 km	9,9 km	5,8 km	7,2 km	7,7 km	10,1 km	3,1 km
odchylenie standardowe długości krawędzi	1,6 km	2,5 km	2,3 km	1,5 km	2,7 km	3,0 km	2,8 km	1,2 km
liczba połączeń:	43	14	5	22	12	10	7	59
1 rzędu	32	10	5	16	10	8	4	42
2 rzędu	10	3	0	6	1	1	3	17
3 rzędu	1	1	0	0	1	1	0	0
4 rzędu	0	0	0	0	0	0	0	0
liczba węzłów:	44	15	6	23	13	11	8	60
1 rzędu	10	4	2	6	4	3	3	11
2 rzędu	26	9	4	14	7	7	4	41
3 rzędu	8	2	0	2	2	1	1	7
4 rzędu	0	0	0	1	0	0	0	1

Źródło: opracowanie własne

Grafy przynależności i najbliższych połączeń do wybranych usług użyteczności publicznej

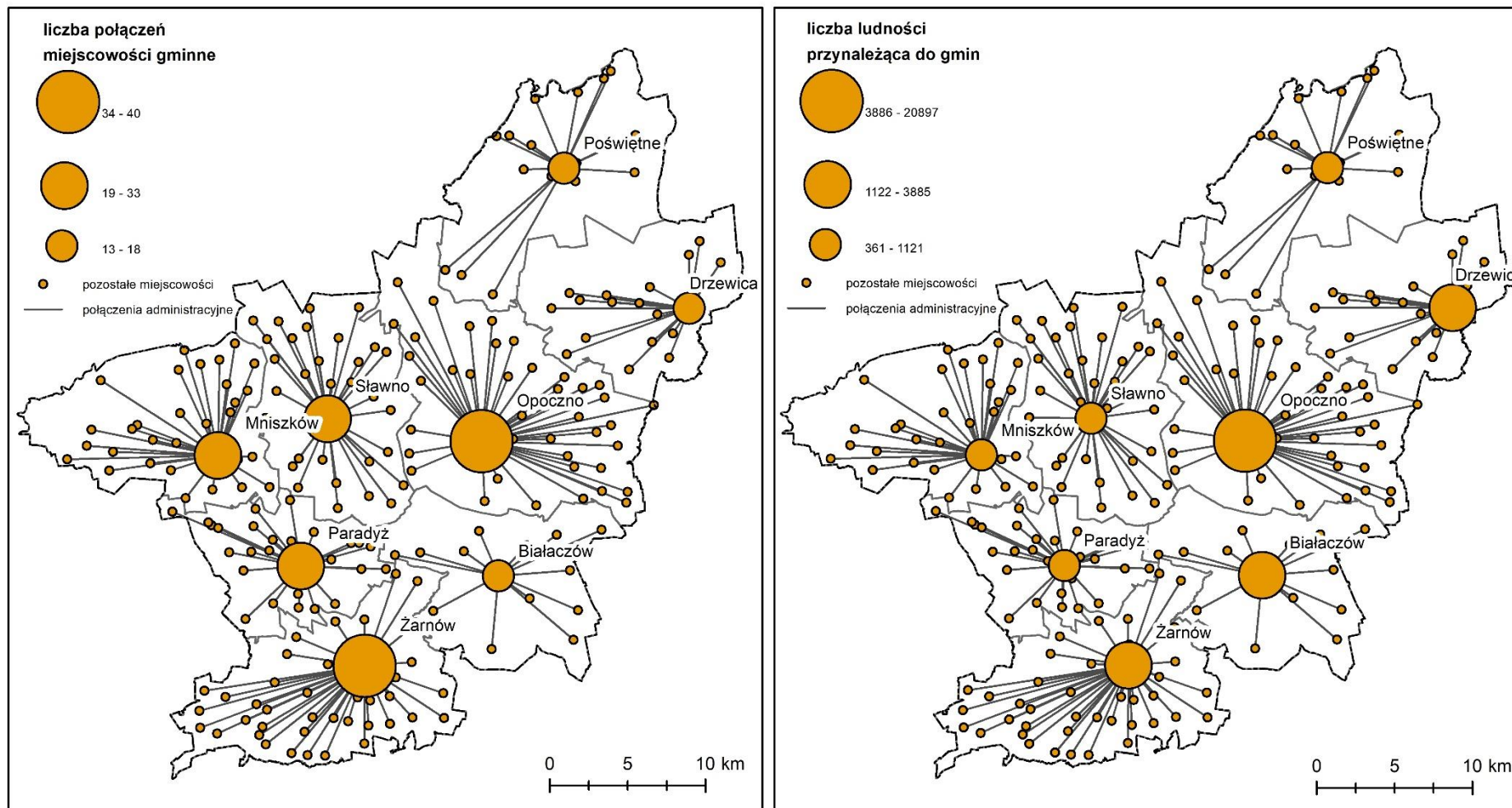
Kolejnym zagadnieniem jest ocena rozmieszczenia różnych typów usług w kontekście ich przynależności do jednostek administracyjnych i parafii a także ocena ich dostępności oraz wyznaczenie rejonów obsługi jednostek posiadających obiekt o określonej funkcji. Teoria Christallera odnosi się głównie do miast, a wsie przedstawia jako osiedla im podległe, jednak w tym opracowaniu Autorka proponuje sprawdzenie jej założeń na głównie wiejskiej sieci osadniczej powiatu opoczyńskiego. Zgodnie z omawianą teorią to miasto znajdowało się w centrum regionu i stanowiło miejsce centralne najwyższego rzędu posiadając największy zakres obsługi. Osiedla z funkcjami niższego rzędu posiadały mniejsze zakresy. Miejsca centralne na danym poziomie obsługują obszar rynkowy zawierający szereg jednostek niższego poziomu, bowiem czym bardziej rzadka funkcja tym obszar obsługi takiego miejsca jest większy. Christaller zwracał uwagę na racjonalność wyboru dóbr i usług przez człowieka jako minimalizację kosztów, będących funkcją przebytej odległości, stąd odległość jest kluczowym czynnikiem przy wyborze określonych dóbr. Założenia tej teorii opierają się na idealnie rozmieszczonych miejscach centralnych z równomiernie rozłożonymi obszarami obsługi, jednak rzeczywiste zasięgi zależą od wielu czynników, w tym od rozkładu i gęstości ludności (Rozdział 2.3). Wyniki przedstawiono za pomocą grafu wykonanego przy użyciu narzędzia analiz sieciowych programu ArcMap 10.4.1 *New OD Cost Matrix*. Narzędzie to w oparciu o utworzony zestaw danych sieciowych tworzy macierz kosztów pomiędzy obiektami początkowymi (*origins*) i obiektami docelowymi (*destinations*). Jako koszt przyjęto tutaj odległość i wybrano, aby program wyszukiwał tylko jedno miejsce docelowe. Pomimo tego, że odległość liczona jest po sieci drogowej wskazano, aby połączenia między punktami początkowymi a docelowymi zaprezentowane zostały w linii prostej, stąd grafy przyjmują postać drzewa, czyli są grafami prostymi i spójnymi, gdzie nie ma krawędzi wielokrotnych i pętli oraz gdzie dwa dowolne wierzchołki można połączyć drogą. W tym wypadku, w przeciwieństwie do poprzednio tworzonych dendrytów, zdecydowano się na uwzględnienie odległości po sieci drogowej, ze względu na odniesienie do dostępności wybranych usług, która często wiąże się z komunikacją i transportem. Autorka chciała w bardziej dokładny sposób zaprezentować długości krawędzi grafu oraz najbliższe jednostki docelowe na podstawie rzeczywistych połączeń drogowych. Dodatkowo przy wyborze rodzaju połączeń podparto się zaletami i możliwościami analiz sieciowych programu ArcGIS, które w dużej mierze wspierają tego typu badania.

Na początku zaprezentowano połączenia administracyjne rzędu gminnego, gdyż mamy tu do czynienia tylko z jednym miastem powiatowym – Opoczno, które stanowi dla powiatu opoczyńskiego miejsce centralne najwyższego rzędu i posiada największy zakres obsługi, ponieważ podlegają mu pozostałe 227 miejscowości (Rysunek 74). Połączenia te są jednocześnie liniami łączącymi miejscowość z najbliższą miejscowością gminną, tworząc ich rzeczywiste obszary obsługi. Wszystkie miejscowości najbliżej mają właśnie do urzędu gminy, w której są położone, co może świadczyć o dobrym rozmieszczeniu miejscowości gminnych w sieci osadniczej powiatu opoczyńskiego, co wpisuje się w założenia teorii miejsc centralnych, pomimo przyjęcia przez Christallera możliwości deformacji układów miejsc centralnych przez podział administracyjny. Stopień wierzchołka, rozumiany jako liczba krawędzi z niego wychodzących lub liczba krawędzi z przypisaną im wagą (liczba ludności) może świadczyć o randze danej miejscowości w sieci osadniczej. Najwyższe stopnie wierzchołków grafu, rozumiane jako liczba połączeń administracyjnych mają Opoczno i Żarnów (40), z kolei najniższy stopień wierzchołka posiadają Białaczów, Poświętne i Drzewica. Wyznaczono również rangę wierzchołków na podstawie liczby mieszkańców. Otóż, najwyższą rangą wierzchołka charakteryzuje się miasto Opoczno, a następnie Drzewica, Żarnów i Białaczów a najniższą posiada Poświętne, które obsługuje jednocześnie najmniejszą liczbę miejscowości. Można zauważyć słabą korelację dodatnią pomiędzy liczbą krawędzi a liczbą ludności danej gminy (0,46) a także pomiędzy liczbą krawędzi a liczbą ludności samej miejscowości gminnej (0,43). Jest to spowodowane szczególnie rozdrobnieniem osadnictwa na południu powiatu, głównie w gminach Żarnów i Paradyż, w których istnieje wiele wsi z małą liczbą mieszkańców. Suma długości wszystkich krawędzi jest największa dla gminy Opoczno, a najmniejsza dla gminy Białaczów. Najdłuższa krawędź i największa średnia długość krawędzi występuje w gminie Opoczno (Tabela 22).

Tabela 22. Charakterystyka długości krawędzi grafu przedstawiającego powiązania administracyjne

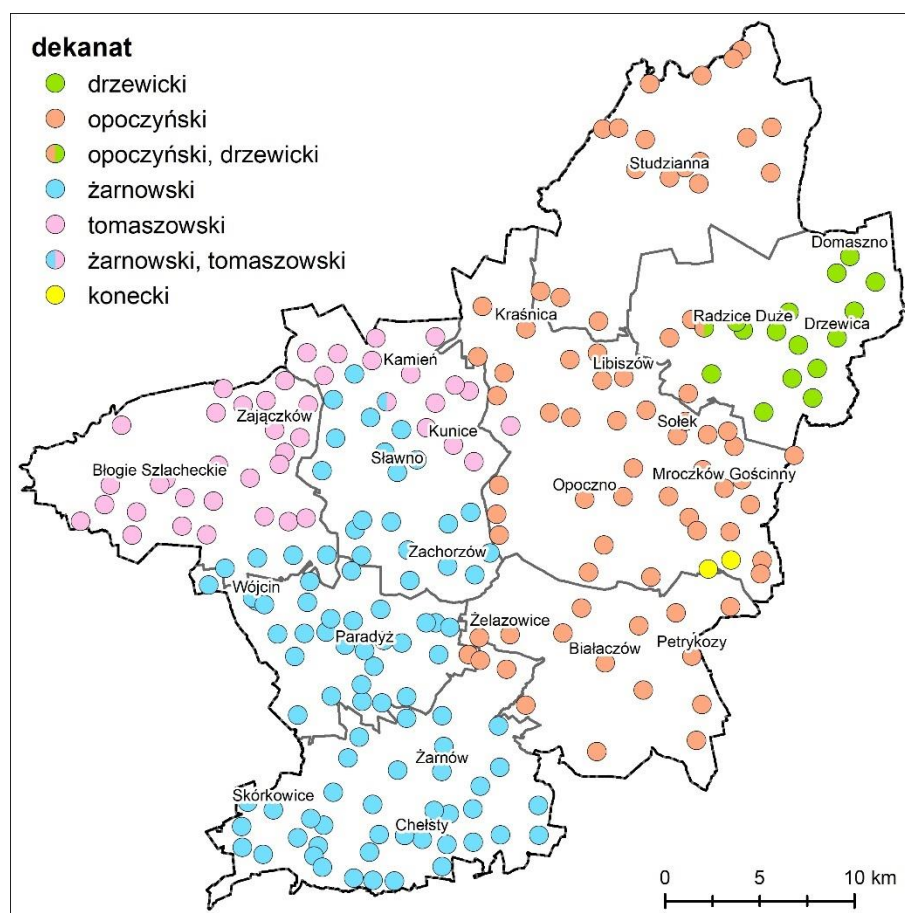
gmina	liczba krawędzi	liczba ludności w gminie	liczba ludności w siedzibie gminy	minimalna długość (km)	maksymalna długość (km)	średnia długość (km)	suma długości (km)
Białaczów	13	5785	1122	2,47	7,26	4,68	60,85
Drzewica	18	10656	3885	1,68	8,84	4,70	84,58
Mniszków	30	4723	673	1,31	9,70	5,04	151,18
Opoczno	40	34062	20897	2,04	11,53	6,73	269,26
Paradyż	29	4368	700	0,95	8,95	3,67	106,44
Poświętne	17	3242	361	0,87	10,06	4,82	82,08
Sławno	33	7785	451	1,21	7,92	4,68	154,45
Żarnów	40	5964	1126	1,35	11,31	5,61	224,57

Zródło: opracowanie własne



Rysunek 74. Połączenia administracyjne i liczba ludności gmin wyrażone stopniem wierzchołka grafu
Źródło: opracowanie własne

Kolejny graf przedstawia przynależność miejscowości do parafii. Pokazane zostały również miejscowości spoza powiatu należące do parafii, których kościół mieści się w powiecie opoczyńskim a także lokalizacje kościołów parafialnych, które znajdują się poza granicami powiatu, a do których należą miejscowości znajdujące się wewnątrz powiatu. Dla porównania pokazane zostały najbliższe parafie powiatu opoczyńskiego dla każdej z miejscowości (Rysunek 76). Miejscowości powiatu opoczyńskiego należą do 5 dekanatów i 27 parafii diecezji radomskiej, w tym do 23 z powiatu opoczyńskiego. Te 4 dodatkowe parafie to Bedlno, Machory, Sulejów i Smardzewice (Rysunek 75, Rysunek 76). Najwięcej miejscowości należy do dekanatu żarnowskiego (93) – są to głównie wsie gmin Żarnów, Paradyż i częściowo Sławno i opoczyńskiego (77) – gminy Białaczów, Opoczno i Poświętne, natomiast najmniej, bo zaledwie dwie miejscowości należą do dekanatu koneckiego. Miejscowości powiatu opoczyńskiego (woj. łódzkie) nie tylko należą do różnych dekanatów ale też do diecezji radomskiej (metropolia częstochowska), co wskazuje, że podział kościelny nie ma związku z podziałem administracyjnym świeckim.



Rysunek 75. Przynależność miejscowości powiatu opoczyńskiego do dekanatów diecezji radomskiej na tle podziału administracyjnego

Źródło: opracowanie własne

Największą parafią pod względem liczby miejscowości, przedstawioną na grafie za pomocą stopni wierzchołków jako liczba powiązań ‘miejscowość – parafia’ jest parafia w Paradyżu, która oprócz miejscowości, w której znajduje się kościół parafialny obejmuje 19 osiedli oraz parafia Skórkowice, która obejmuje 18 miejscowości. Najmniejszą parafią jest Domaszno, które liczy tylko jedną miejscowość. Kolejnymi najmniejszymi parafiami znajdującymi się w powiecie opoczyńskim są Mroczków Gościnny, Kamień, Radzice i Żelazowice. 12 miejscowości należy do parafii spoza powiatu opoczyńskiego. Suma wszystkich krawędzi grafu jest najdłuższa dla parafii Opoczno, gdzie średnio krawędź mierzy 4,9 km, z kolei najkrótsza jest dla parafii Mroczków Gościnny, przy średniej długości krawędzi 1,32 km (Tabela 23).

Tabela 23. Charakterystyka krawędzi grafu przedstawiającego przynależność do parafii

parafia	liczba krawędzi	minimalna długość (km)	maksymalna długość (km)	średnia długość (km)	suma długości (km)
Bedlno	3	2,28	4,10	3,29	9,88
Białaczów	7	2,47	6,34	3,83	26,81
Błogie Szlacheckie	12	0,42	6,86	3,36	40,28
Chełsty	7	0,96	6,34	3,98	27,84
Drzewica	9	1,68	5,51	3,08	27,71
Kamień	3	2,16	2,64	2,39	7,16
Kraśnica	6	2,11	3,86	2,76	16,59
Kunice	6	1,40	4,20	2,65	15,89
Libiszów	8	1,15	4,72	2,71	21,66
Machory	3	2,24	3,32	2,63	7,89
Mroczków Gościnny	2	1,03	1,62	1,32	2,65
Opoczno	15	2,04	7,88	4,74	71,06
Paradyż	19	0,95	5,80	3,02	57,43
Petrykozy	9	2,44	7,72	4,90	44,10
Radzice Duże	4	0,55	2,86	1,81	7,24
Skórkowice	18	1,42	5,20	2,91	52,39
Sławno	15	1,21	5,66	3,52	52,80
Smardzewice	3	4,61	6,10	5,52	16,57
Sołek	6	0,87	5,87	2,73	16,37
Studzianna	14	0,96	7,75	4,16	58,28
Sulejów	3	1,97	3,87	3,09	9,28
Wójcin	13	0,27	4,46	2,62	34,10
Zachorzów	2	1,50	2,33	1,92	3,84
Zajączków	11	1,29	4,94	2,77	30,45
Żarnów	13	1,35	4,42	2,96	38,52
Żelazowice	4	1,64	2,45	2,00	8,02

Źródło: opracowanie własne

Nie wdając się w dyskusję nad podziałem administracyjnym kościoła katolickiego, należy zauważyć, że nie zawsze kościół parafialny jest zlokalizowany najbliżej. Są sytuacje, gdy

wierni mają w bliższej odległości inny kościół. Dlatego postanowiono, sprawdzić jak to wygląda w powiecie opoczyńskim. Specyfika tej funkcji powoduje w tym wypadku rozbieżności z teorią miejsc centralnych i deformację typowego układu centralności, która nie zawsze znajduje swoje odzwierciedlenie w rozmieszczeniu parafii. Analizując dla porównania graf połączeń pomiędzy miejscowościami a najbliższą, niekoniecznie własną, parafią, najwyższy stopień wierzchołka grafu posiada w dalszym ciągu miejscowość Paradyż a także Zajączków oraz Studzianna, natomiast najniższy Domaszno oraz dalej Sołek i Opoczno. Suma wszystkich krawędzi grafu najdłuższa jest dla parafii Studzianna, Zajączków i Paradyż, z kolei najkrótsza dla parafii Domaszno a następnie Sołek. Największa średnia długość krawędzi została odnotowana dla grafu parafii Studzianna, a najmniejsza dla grafu parafii Domaszno. Najmniejsza długość krawędzi występuje w przypadku grafu parafii Wójcin (0,27 km), a największa wynosi 7,75 km i jest to krawędź grafu parafii Studzianna (Tabela 24).

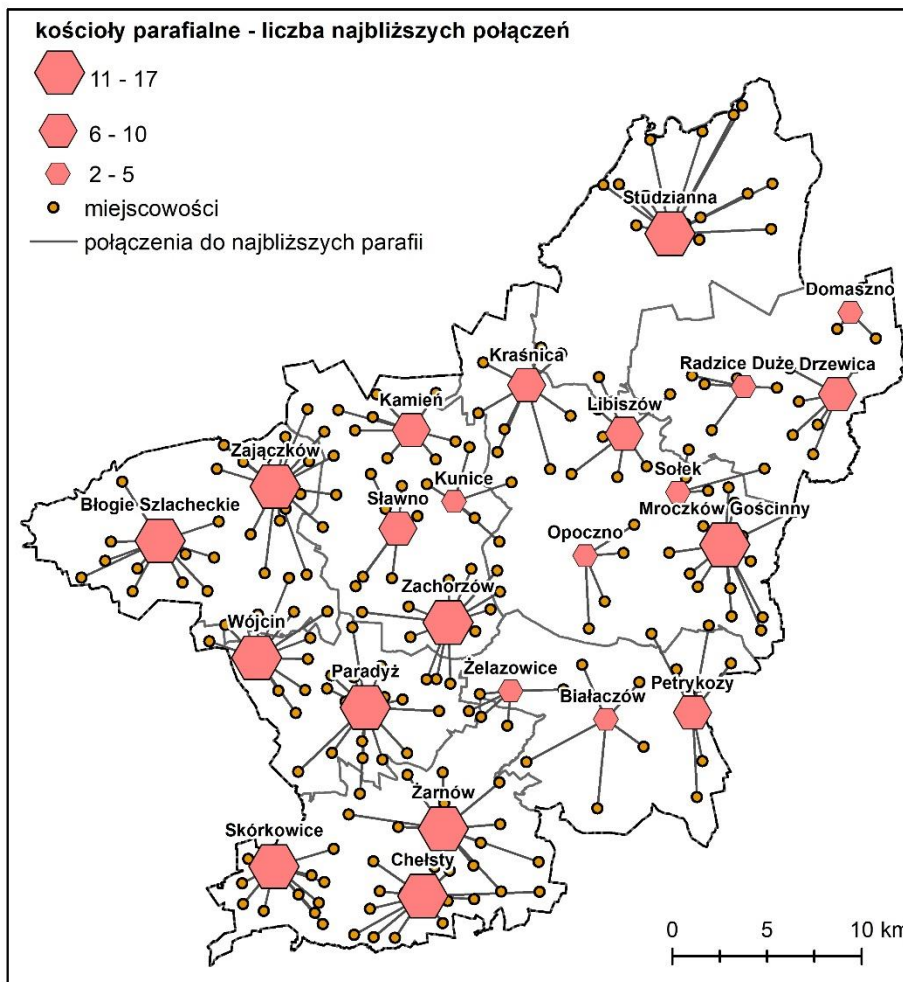
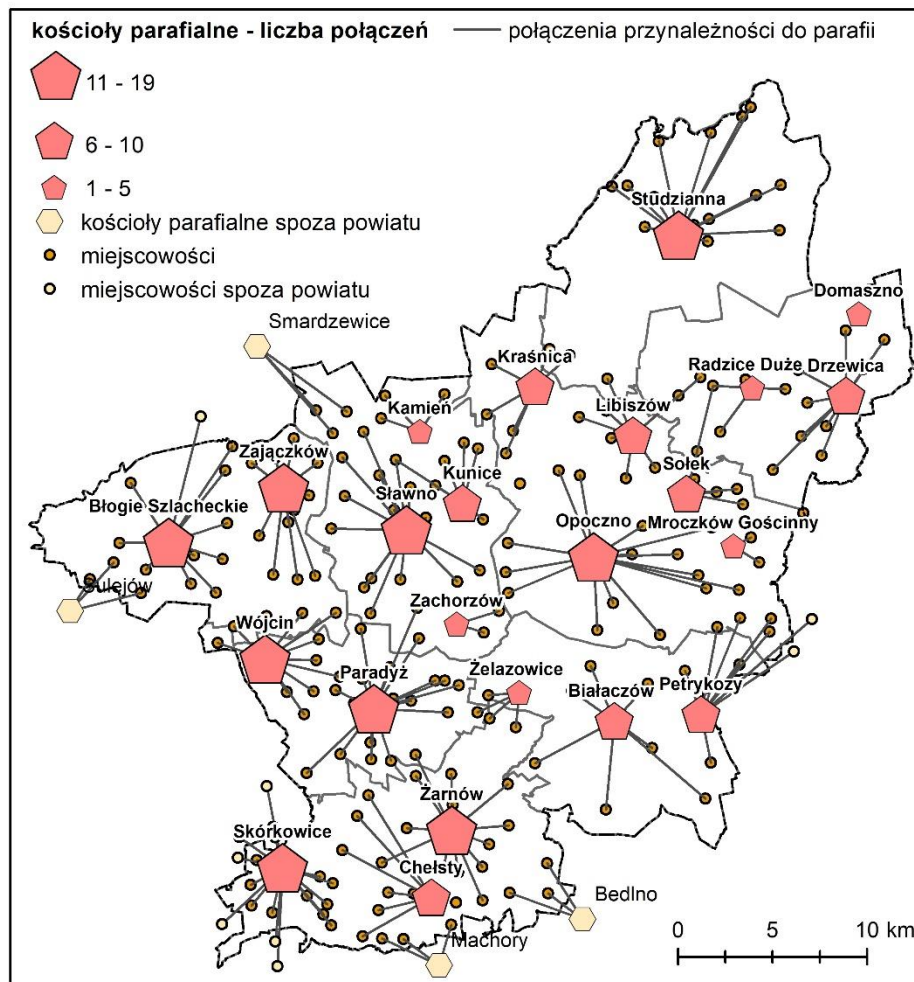
Tabela 24. Charakterystyka krawędzi grafu połączeń do najbliższej parafii

parafia	liczba krawędzi	minimalna długość (km)	maksymalna długość (km)	średnia długość (km)	suma długości (km)
Białaczów	5	2,47	4,76	3,55	17,74
Błogie Szlacheckie	12	0,42	4,61	2,77	33,28
Chełsty	13	0,96	6,16	2,70	35,14
Domaszno	2	1,12	1,93	1,52	3,05
Drzewica	6	1,68	3,43	2,53	15,19
Kamień	8	1,96	4,01	2,57	20,54
Kraśnica	8	2,11	4,61	3,00	24,02
Kunice	5	1,40	3,21	2,50	12,50
Libiszów	7	1,15	3,51	2,49	17,44
Mroczków Gościnny	13	1,03	4,91	2,84	36,92
Opoczno	4	2,04	3,86	2,90	11,60
Paradyż	17	0,95	4,90	2,66	45,25
Petrykozy	6	2,44	4,71	3,70	22,21
Radzice Duże	5	0,55	2,86	2,01	10,03
Skórkowice	11	1,42	3,99	2,61	28,70
Sławno	7	1,21	3,78	2,50	17,49
Sołek	4	0,87	4,73	2,37	9,50
Studzianna	14	0,96	7,75	4,16	58,28
Wójcin	13	0,27	4,53	2,66	34,59
Zachorzów	12	1,50	4,59	2,88	34,61
Zajączków	17	1,29	4,94	2,98	50,60
Żarnów	11	1,35	5,34	3,32	36,55
Żelazowice	5	1,64	2,80	2,16	10,81

Źródło: opracowanie własne

Najmniejsze różnice pomiędzy rangą parafii wynikającą z faktycznej przynależności miejscowości do parafii a parafią położoną najbliżej danej miejscowości wykazują parafie Studzianna, Błogie oraz Wójcin a także Paradyż. Największe różnice widoczne są w parafii Opoczno, dla której różnica stopnia wierzchołka wynosi aż 11 na korzyść rzeczywistego podziału na parafie. Z punktu widzenia dostępności do najbliższej parafii zdecydowanie zyskują tutaj parafie takie jak Mroczków i Zachorzów, które przejmują większość miejscowości parafii Opoczno, a także wyróżnia się parafia Zajęczków, która dzięki dogodnemu położeniu, jest najbliższym kościołem dla 17 miejscowości (Rysunek 76). Na uwagę zasługuje tutaj zjawisko zacierania się granic administracyjnych, które w tym wypadku nie są tak znaczące, co widać zarówno na poziomie gminnym jak i powiatowym, a także przynależność do parafii nie zawsze związana jest z położeniem najbliższego kościoła. Może to być interesujący problem do dalszych rozważań, a mianowicie czy mieszkańcy tych miejscowości wybierają do praktyk religijnych najbliższą czy własną parafię. Badania na temat administracji kościelnej czy dostępności parafii są na tym obszarze o tyle ważne, że mieszkańcy powiatu opoczyńskiego i całej diecezji radomskiej wykazują się dużą religijnością, na co wskazują dane Instytutu Statystyki Kościoła Katolickiego, takie jak odsetek katolików uczęszczających na niedzielą Eucharystię w odniesieniu do ogólnej liczby zobowiązanych czy odsetek katolików przyjmujących Komunię Świętą w trakcie niedzielnej Eucharystii w odniesieniu do ogólnej liczby zobowiązanych (<https://www.gis-expert.pl/mapy-religijnosci-polakow>, dostęp: 12.08.2023).

W dalszym etapie badań zdecydowano się wykonać grafy najkrótszych połączeń po sieci drogowej do pozostałych wybranych kategorii obiektów przedstawionych wcześniej na dendrytach najkrótszych połączeń. Uznano, że w przypadku analizowanych usług oraz obszaru badań jakim są głównie obszary wiejskie, najlepszą metodą pokazania powiązań będzie metoda najmniejszej odległości, gdyż to właśnie dystans, rozumiany jako odległość po sieci drogowej w km, jest w tym przypadku głównym czynnikiem wyboru i dostępności określonej jednostki zarówno edukacyjnej (szkoły podstawowe i przedszkola) jak i opieki zdrowotnej (ośrodki POZ i apteki). Należy zwrócić uwagę, że w opisywanym postępowaniu, dla każdego typu usług każda jednostka osadnicza, w której znajduje się dany obiekt była uwzględniana tak samo, to znaczy nie brano pod uwagę liczby badanych usług znajdujących się w danej miejscowości (te informacje zostały wykorzystane w kolejnym podrozdziale rozprawy) tylko możliwość z ich korzystania.



Rysunek 76. Graf przynależności do parafii oraz połączeń do najbliższej parafii na tle podziału administracyjnego na gminy w roku 2021
Źródło: opracowanie własne

W pierwszej kolejności utworzono najbliższe połączenia po sieci drogowej pomiędzy każdą miejscowością a miejscowością, w której znajduje się szkoła podstawowa i dalej przedszkole. W analizach nie uwzględniono żłobków, gdyż tego typu placówki znajdują się tylko w Opocznie i jest ich niewiele (4 według stanu na 2021 r.). Dla przypomnienia, w powiecie opoczyńskim znajduje się 48 szkół podstawowych zlokalizowanych w 44 miejscowościach (Tabela 20). Przyjęto założenie, że to właśnie najbliższa szkoła jest tą najczęściej wybieraną przez mieszkańców powiatu opoczyńskiego. Zgodnie z przepisami ustawy o prawie oświatowym (Ustawa z dnia 14 grudnia 2016 r. Prawo oświatowe, Dz. U. z 2021 r. poz. 1082), a konkretnie na podstawie art. 39 ust. 5 rada gminy ustala plan sieci publicznych szkół podstawowych prowadzonych przez gminę, a także określa granice obwodów publicznych szkół podstawowych, z wyjątkiem specjalnych, mających siedzibę na obszarze gminy. W przypadku publicznych szkół podstawowych prowadzonych przez inne organy, określenie granic ich obwodów następuje w uzgodnieniu z tymi organami. Wyznaczone obwody nie stanowią punktu wiążącego z wyborem miejsca nauki. Zgodnie z art. 133 ust. 1 i 2 ustawy o prawie oświatowym (Ustawa z dnia 14 grudnia 2016 r. Prawo oświatowe, Dz. U. z 2021 r. poz. 1082) do klasy I publicznej szkoły podstawowej, której ustalono obwód, przyjmuje się na podstawie zgłoszenia rodziców dzieci i młodzież zamieszkałe w tym obwodzie, jednak kandydaci zamieszkali poza obwodem publicznej szkoły podstawowej mogą być przyjęci do klasy I po przeprowadzeniu postępowania rekrutacyjnego, jeżeli dana publiczna szkoła podstawowa nadal dysponuje wolnymi miejscami. Ze względu na pogarszającą się sytuację demograficzną wielu obszarów powiatu opoczyńskiego, szczególnie wiejskich, przejawiającą się często propozycjami zamknięcia niektórych placówek, dostępność wolnych miejsc nie jest problemem. Odległość do szkoły podstawowej jest ważnym czynnikiem przy procedurze wyboru placówki, a o wadze tego kryterium mówią również przepisy ustawy o prawie oświatowym (Ustawa z dnia 14 grudnia 2016 r. Prawo oświatowe, Dz. U. z 2021 r. poz. 1082), które wprost wskazują na odległości jakich nie powinna przekraczać droga dziecka z domu do szkoły. W myśl art. 9 ust. 2 odległość ta nie powinna przekraczać 3 km dla uczniów klas I–IV szkół podstawowych oraz 4 km dla starszych uczniów. W przypadku, kiedy odległość ta jest większa, gmina ma obowiązek zapewnić bezpłatny transport i opiekę w czasie przewozu dziecka albo zwrot kosztów przejazdu.

Najwyższym stopniem wierzchołka grafu dla szkół podstawowych charakteryzuje się Żarnów, który w swojej strefie najbliższych połączeń ma aż 22 miejscowości. Na drugim miejscu są szkoły w Paradyżu i Klewie (po 12 miejscowości). Opoczno, jako jedyna miejscowość, która posiada więcej niż 1 szkołę (5) jest miastem, w którym uczą się przeważnie

dzieci i młodzież mieszkająca w Opocznie. Jediną miejscowością, poza samym miastem, która jest położona najbliżej opoczyńskich szkół jest wieś Różanna (Rysunek 77). Suma wszystkich krawędzi grafu jest największa dla gminy Żarnów, a najmniejsza dla miast Opoczno i Drzewicy. Największa średnia długość krawędzi jest widoczna w przypadku gminy Żarnów (tutaj występuje także najdłuższa krawędź grafu), z kolei najmniejszą średnią długością krawędzi charakteryzują się obszary wiejskie gminy Opoczno i Drzewica (Tabela 25). Na podstawie analizy stopni wierzchołków oraz parametrów długości krawędzi grafu można stwierdzić, że gorszą dostępnością do szkół podstawowych charakteryzują się głównie obszary na południu i zachodzie powiatu, głównie obszar gminy Żarnów. Znajdują się tu tylko 2 szkoły podstawowe, do których najbliżej mają łącznie uczniowie 34 wsi. To tutaj występują również średnio najdłuższe połączenia – 3,74 km oraz maksymalne - 7,13 km. Najmniejsze stopnie wierzchołka grafu oraz średnio najkrótsze krawędzie występują w wiejskich częściach gmin Opoczno i Drzewica oraz w gminie Sławno, co w badanym zjawisku oznacza lepszą dostępność do szkół (Rysunek 77, Tabela 25). Bardziej powszechny charakter tego typu funkcji (w porównaniu do funkcji administracyjnej) powoduje, że zakresy obsługi poszczególnych miejsc centralnych niższego rzędu, jakimi są miejscowości, w których znajdują się szkoły podstawowe, są mniejsze. W większości zakresy te należą do zakresów funkcji wyższego rzędu jakimi są gminy, jednak są od tej sytuacji wyjątki (Rysunek 77).

Tabela 25. Charakterystyka krawędzi grafu najbliższych połączeń do szkół podstawowych w podziale na gminy

gmina	liczba krawędzi	minimalna odległość (km)	maksymalna odległość (km)	średnia odległość (km)	suma odległości (km)
Białaczów	9	1,63	4,71	2,94	26,47
Drzewica-miasto	3	1,68	2,87	2,21	6,63
Drzewica-obszar wiejski	10	0,55	3,15	1,80	18,02
Mniszków	26	0,42	5,02	2,41	62,58
Opoczno-miasto	1	2,04	2,04	2,04	2,04
Opoczno-obszar wiejski	29	1,03	3,20	1,79	51,85
Paradyż	31	0,27	4,49	2,21	68,36
Poświętne	14	0,87	4,95	2,88	40,37
Sławno	27	0,63	3,98	2,00	53,98
Żarnów	34	1,10	7,13	3,74	127,25

Źródło: opracowanie własne

W przypadku przedszkoli zasady rekrutacji są podobne dla szkół podstawowych. Zgodnie z art. 31 ust. 1 ustawy o prawie oświatowym (Ustawa z dnia 14 grudnia 2016 r. Prawo oświatowe, Dz. U. z 2021 r. poz. 1082) wychowanie przedszkolne obejmuje dzieci od początku roku szkolnego w roku kalendarzowym, w którym dziecko kończy 3 lata, do końca roku

szkolnego w roku kalendarzowym, w którym dziecko kończy 7 lat. Wychowanie przedszkolne jest realizowane w przedszkolach, oddziałach przedszkolnych w szkołach podstawowych oraz w innych formach wychowania przedszkolnego. W myśl art. 131 ust. 1 do publicznego przedszkola, oddziału przedszkolnego w publicznej szkole podstawowej lub publicznej innej formy wychowania przedszkolnego przyjmuje się kandydatów zamieszkałych na obszarze danej gminy. W przypadku, kiedy liczba kandydatów jest większa niż liczba miejsc przeprowadza się postępowanie rekrutacyjne w oparciu o kryteria wymienione w art. 131 ust. 2. Art. 131 ust. 7 mówi jednak, że kandydaci zamieszkali poza obszarem danej gminy mogą być przyjęci do publicznego przedszkola lub innych form wychowania przedszkolnego na terenie tej gminy, jeżeli po przeprowadzeniu postępowania rekrutacyjnego dana gmina nadal dysponuje wolnymi miejscami. Ustawa o prawie oświatowym (Ustawa z dnia 14 grudnia 2016 r. Prawo oświatowe, Dz. U. z 2021 r. poz. 1082) wskazuje w art. 32 ust. 1 i 3, że to rada gminy ustala sieć prowadzonych przez gminę publicznych przedszkoli i oddziałów przedszkolnych w szkołach podstawowych, która powinna być zorganizowana w taki sposób, aby zapewniać dzieciom zamieszkałym na obszarze gminy, możliwość korzystania z wychowania przedszkolnego. Odległość do tego typu placówki nie powinna przekroczyć 3 km, w przeciwnym razie gmina jest zobowiązana zapewnić bezpłatny transport i opiekę w czasie przewozu lub zwrócić koszty dojazdu (analogicznie jak w przypadku szkół podstawowych).

Przedszkola są zlokalizowane w mniejszej liczbie miejscowości niż w przypadku szkół podstawowych – 27 przedszkoli w 15 miejscowościach, gdyż są to bardziej rzadkie funkcje, stąd ich obszary obsługi są większe (Tabela 20). Tutaj, najwyższym stopniem wierzchołka grafu charakteryzuje się także Żarnów, do którego najbliższej ma aż 41 miejscowości powiatu. W dalszej kolejności są Paradyż (24), Mniszków i Kunice (po 20). Opoczno znajduje się na 4. miejscu, do którego najbliższej ma 17 miejscowości, jednak należy pamiętać, że przez zdecydowanie dominującą liczbę mieszkańców jest to obszar, w którym przedszkola są w większości przeznaczone dla mieszkańców samego miasta. Mieści się w nim bowiem aż 13 przedszkoli, a we wszystkich pozostałych miejscowościach mamy do czynienia tylko z jedną tego typu placówką. Najniższym stopniem wierzchołka grafu cechuje się wieś Brudzewice – Kolonia (4) oraz miasto Drzewica (6) (Rysunek 77). Suma długości wszystkich krawędzi grafu jest największa dla gminy Żarnów, natomiast najmniejsza dla miasta Drzewicy. Największa średnia długość krawędzi występuje dla miasta Opoczno – 6,17 km, co w rzeczywistości może być wartością jeszcze większą, ponieważ mimo tego, że przedszkola opoczyńskie służą głównie mieszkańcom Opoczna i terenów podmiejskich to często są także wybierane przez osoby mieszkające dużo dalej, jednak pracujące w Opocznie, dla których jest to najlepsze rozwiązanie

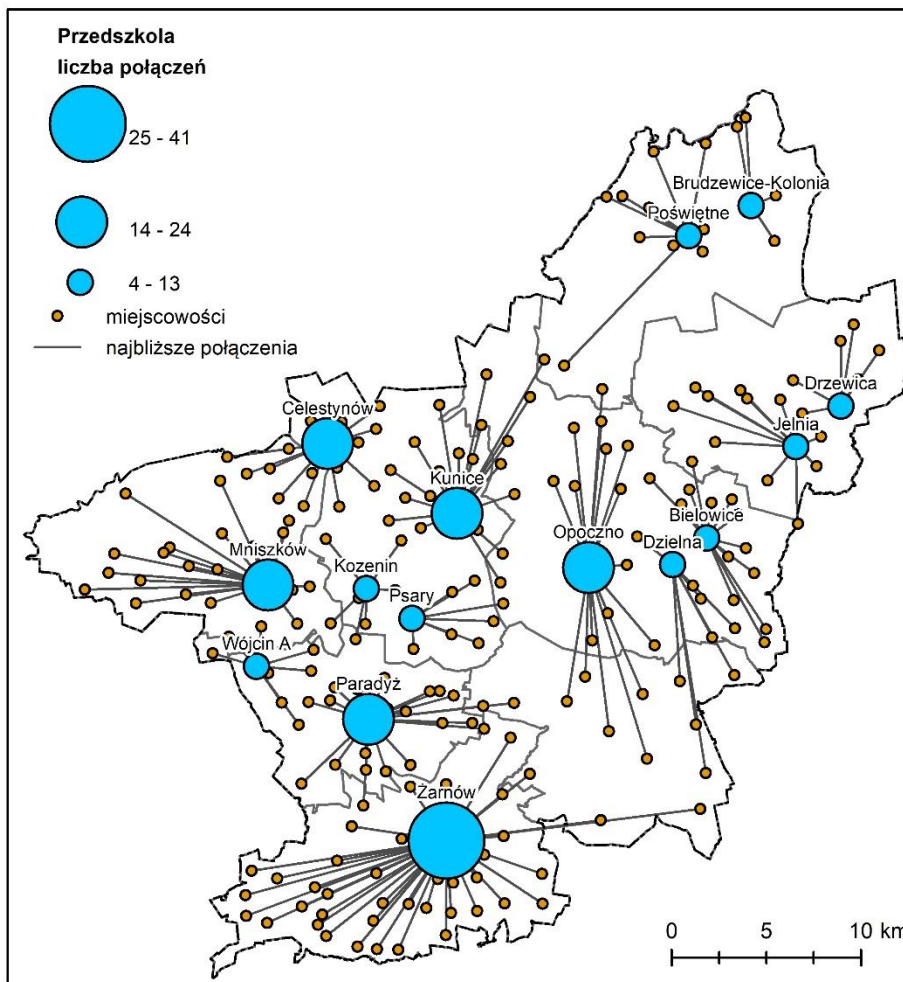
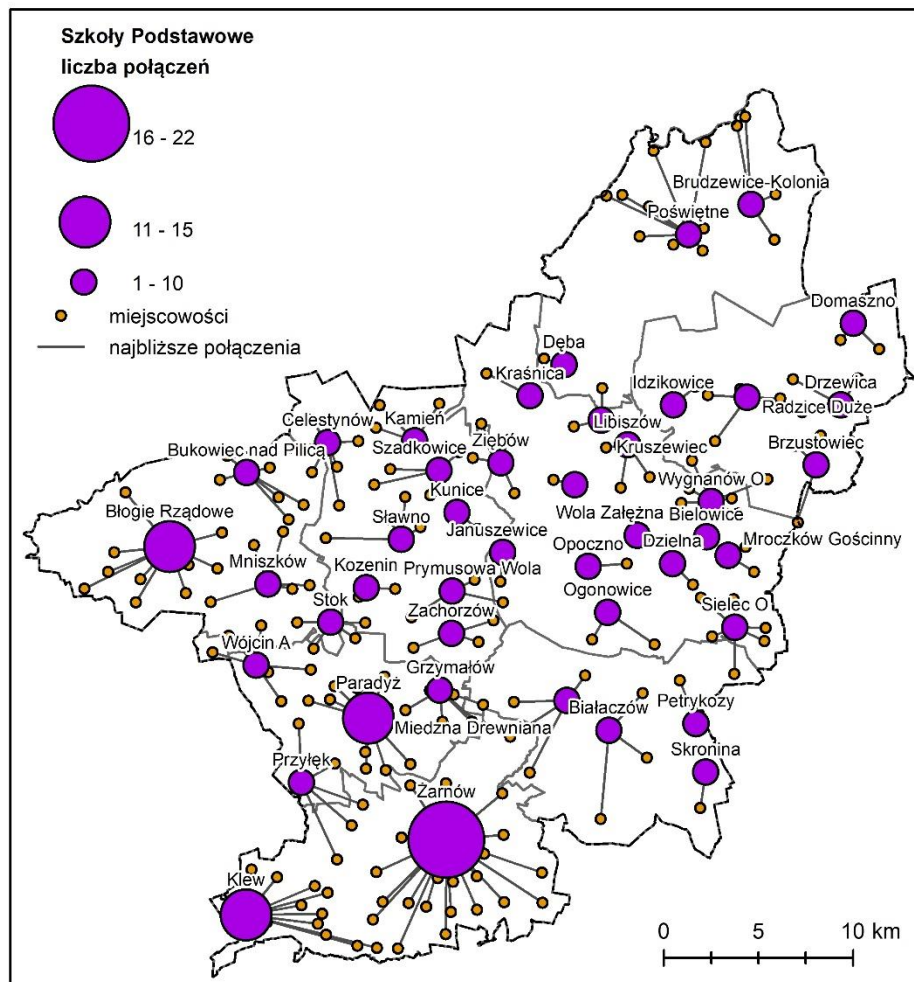
poprzez powiązanie dojazdu do pracy z dowozem dziecka do przedszkola, szczególnie, że istnieją tu dwa przedszkola prywatne oferujące dłuższy czas opieki i więcej zajęć dodatkowych. Najmniejszą średnią długością krawędzi charakteryzuje się z kolei miasto Drzewica. Najkrótsza krawędź grafu znajduje się w gminie Paradyż – 0,27 km, podobnie do poprzednich analiz, a najdłuższa w gminie Żarnów – 13,52 km (Tabela 26). Liczba krawędzi wszystkich wierzchołków grafu w podziale na gminy największa jest dla gminy Sławno a następnie dla gminy Żarnów, jednak po przeliczeniu liczby krawędzi przez liczbę przedszkoli zdecydowanie negatywnie wyróżnia się gmina Żarnów (Tabela 26).

Tabela 26. Charakterystyka krawędzi grafu najbliższych połączeń do przedszkoli w podziale na gminy

gmina	liczba krawędzi	liczba krawędzi/ przedszkole	minimalna odległość (km)	maksymalna odległość (km)	średnia odległość (km)	suma odległości (km)
Białaczów	0	0	0	0	0	0
Drzewica-miasto	6	6	1,68	4,36	3,00	18,00
Drzewica-obszar wiejski	11	11	1,43	6,82	3,85	42,32
Mniszków	20	20	1,31	9,70	4,98	99,58
Opoczno-miasto	17	1,3	2,04	10,56	6,17	104,95
Opoczno-obszar wiejski	22	11	1,51	11,14	4,10	90,10
Paradyż	33	16,5	0,27	7,74	3,09	101,87
Poświętne	14	7	0,87	9,50	3,48	48,77
Sławno	49	12,25	0,63	9,34	3,36	164,80
Żarnów	41	41	1,35	13,52	5,88	240,95

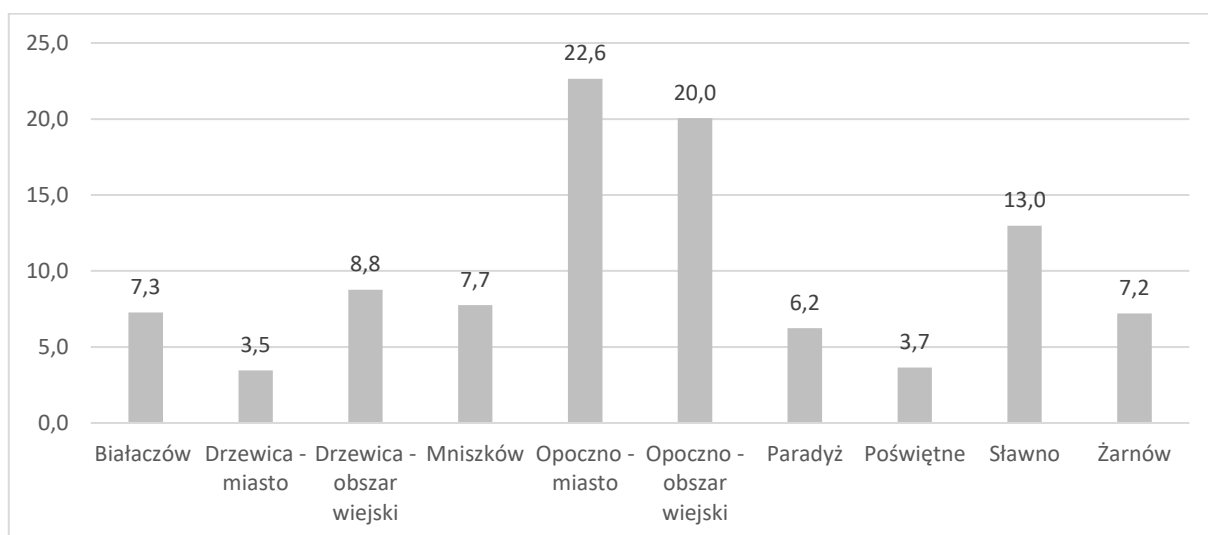
Źródło: opracowanie własne

Analizując rozmieszczenie przedszkoli, stopnie wierzchołków grafu oraz długości krawędzi można zauważyć, że najgorszą dostępnością charakteryzują się obszary gminy Białaczów, w której nie ma ani jednego przedszkola oraz gminy Żarnów, gdzie jest jedno przedszkole, do którego najbliższej mają mieszkańcy aż 41 miejscowości (z gminy Żarnów i Białaczów). Trudno jednoznacznie wyjaśnić dlaczego na obszarach tych gmin dostępność jest najmniejsza. Najważniejszą, według Autorki, kwestią wyjaśniającą taką sytuację powinno być małe zapotrzebowanie na tego typu usługi, dlatego porównano liczbę dzieci w wieku przedszkolnym w gminie (od 3 do 6 roku życia wg przepisów ustawy Prawo Oświatowe, Dz. U. z 2021 r. poz. 1082), według danych GUS dla 2021 r. oraz ich udział w liczbie dzieci w wieku przedszkolnym całego powiatu (Rysunek 78).



Rysunek 77. Graf najbliższych połączeń do szkół podstawowych i przedszkoli na tle podziału administracyjnego na gminy w roku 2021
Źródło: opracowanie własne

Analiza nie wyjaśniła jednak rozmieszczenia przedszkoli, gdyż wartości te w wyznaczonych gminach nie są ani skrajnie małe ani odstające od pozostałych gmin powiatu. Najmniejszym udziałem dzieci w wieku przedszkolnym charakteryzuje się bowiem miasto Drzewica oraz gmina Poświętne, natomiast największymi zarówno miasto Opoczno jak obszar wiejski tej gminy. Wysoki wskaźnik posiada także gmina Sławno. Zauważyć można zatem, zarówno w gminie Opoczno jak i Sławno, dodatni związek pomiędzy liczbą dzieci w wieku przedszkolnym a liczbą przedszkoli. W pozostałych gminach nie można dostrzec takiej zależności (Rysunek 78). Oczywiście wpływ na faktyczną sytuację mają również wielkość placówki czy liczba pracowników. Gorszą dostępność przedszkoli (w tym brak przedszkoli w gminie Białaczów) można próbować również tłumaczyć funkcjonowaniem większej liczby szkół podstawowych (w gminie Białaczów - 4) (Rysunek 77), które mogą prowadzić oddziały przedszkolne dla dzieci (głównie starszych w wieku 5-6 lat), co z pewnością rekompensuje w pewien sposób gorszy dostęp do przedszkoli.



Rysunek 78. Udział dzieci w wieku przedszkolnym w gminach w odniesieniu do całego powiatu opoczyńskiego w 2021 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS z 2021

Ostatnią analizowaną kategorią usług są jednostki opieki zdrowotnej rozumiane jako ośrodki podstawowej opieki zdrowotnej (POZ) i apteki. W przypadku ośrodków POZ ich zakresy obsługi są mniejsze od zakresów miejscowości gminnych. Te mniejsze zakresy wchodzi w większości w rzeczywiste zakresy obsługi gmin (największy wyjątek dotyczy gminy Opoczno) (Rysunek 79). Najwyższy stopień wierzchołka posiada miejscowość Sławno, co oznacza, że 36 miejscowości ma najbliżej do punktu POZ znajdującego się w tej wsi. Na drugim miejscu plasuje się Mniszków. Najniższym stopniem wierzchołka charakteryzują się miejscowości gminy Drzewica (Drzewica, Jelnia i Radzice Duże) oraz Białaczów (Białaczów i Petrykozy) (Rysunek 79). Największa suma długości wszystkich krawędzi występuje w grafach gminy Mniszków, natomiast najkrótsza w mieście Drzewicy. Średnia długość krawędzi grafu waha się od 3 km w Drzewicy do 5,05 km w Mniszkowie. Najkrótsza krawędź występuje w gminie Paradyż a najdłuższa w gminie Poświętne (Tabela 27). Na podstawie powyżej przedstawionych parametrów można stwierdzić, że najgorszą dostępnością charakteryzują się zachodnie i północno-zachodnie części powiatu – gminy Mniszków, Sławno, Opoczno i Poświętne. W tych gminach placówki POZ znajdują się tylko w ich miejscowościach gminnych, w tym w Opocznie takich jednostek jest 5, w Mniszkowie 2 a w dwóch pozostałych po 1, stąd faktyczna dostępność, szczególnie w przypadku Opoczna może być nieco lepsza. Najlepszą dostępnością charakteryzuje się gmina Drzewica, w której ośrodki POZ znajdują się w trzech miejscowościach, co powoduje, że są one również najbliższymi jednostkami dla miejscowości z północno-wschodnich części gminy Opoczno. Podobna sytuacja występuje w gminie Białaczów. Ośrodek POZ w Petrykozach stanowi z kolei najbliższy punkt dla miejscowości w południowo-wschodniej części gminy Opoczno. Wraz ze zniesieniem rejonizacji przychodni POZ i możliwością zmiany deklaracji ośrodka, to często odległość stanowi najważniejszy czynnik wyboru placówki. Oczywiście istotne są tu również czynniki takie jak wyposażenie jednostki w kadrę medyczną, dostępność w ciągu tygodnia a także bliskość apteki itp. Istnieją bowiem przychodnie, które nie są czynne codziennie, jak np. ośrodek zdrowia w Skórkowicach, w którym pracuje jeden lekarz i jedna pielęgniarka i który jest czynny dwa razy w tygodniu po kilka godzin. Pomimo takich trudnych warunków przychodnia nadal funkcjonuje i ma pacjentów, głównie ze względu na dużą odległość do następnych najbliższych punktów POZ – Żarnowa i Paradyża. W wielu miejscach powiatu opoczyńskiego dostępność tak kluczowych usług, jak ośrodki POZ, nie jest wystarczająca, szczególnie jeśli odniesiemy ją do dostępności pieszej, dla której średnie odległości w granicach 3-10 km są istotnie duże. Oznacza to, że dla niektórych grup mieszkańców jednostki POZ mogą być wręcz całkowicie niedostępne. Należy jednak zaznaczyć, że

mieszkańcy mogą korzystać z przychodni poza powiatem, gdyż nie obowiązuje rejonizacja, ale nie były one przedmiotem analiz. Według badań na temat dostępności POZ na obszarach wiejskich w Polsce, powiat opoczyński jako teren na granicy województw: łódzkiego, mazowieckiego i świętokrzyskiego wykazuje się słabszym dostępem do podstawowej opieki zdrowotnej. Średnia odległość wiejskiej miejscowości statystycznej do najbliższego punktu POZ w Polsce wynosi średnio 5 km (Lechowski i Jasion, 2021). Spośród gmin powiatu opoczyńskiego podobny wynik uzyskała gmina Sławno i Mniszków, a większe średnie odległości można zauważyć w gminie Opoczno (Tabela 27).

Tabela 27. Charakterystyka krawędzi grafu najbliższych połączeń do ośrodków POZ w podziale na gminy

gmina	liczba krawędzi	minimalna odległość (km)	maksymalna odległość (km)	średnia odległość (km)	suma odległości (km)
Białaczów	18	2,44	6,86	4,30	77,43
Drzewica-miasto	6	1,68	4,36	3,00	18,00
Drzewica-obszar wiejski	19	0,55	7,67	3,95	75,01
Mniszków	28	1,31	9,70	5,05	141,39
Opoczno-miasto	23	2,04	9,52	5,47	125,89
Paradyż	33	0,27	6,14	3,03	99,86
Poświętne	16	0,87	10,06	4,55	72,78
Sławno	36	1,21	9,86	4,99	179,56
Żarnów	36	1,35	6,46	3,58	129,00

Źródło: opracowanie własne

Czy zatem dostępność aptek uzupełnia niedobory jednostek POZ? Odpowiedź nie jest jednoznaczna. W dużej mierze lokalizacja aptek pokrywa się z lokalizacją punktów POZ, co nie poprawia dostępności do usług zdrowotnych obszarów w pewnym sensie wykluczonych i niedostępnych. Zakresy obsługi tych dwóch funkcji są niemal identyczne. Najwyższym stopniem wierzchołka grafu charakteryzuje się miejscowość Żarnów i Sławno – to do nich najbliżej mają mieszkańcy łącznie 73 miejscowości. Najniższy stopień wierzchołka grafu posiada z kolei miasto Drzewica. Do Opoczna najbliżej mają mieszkańcy 25 miejscowości (Rysunek 79). Należy wziąć pod uwagę również fakt, że w mieście tym znajduje się ponad połowa wszystkich aptek znajdujących się w granicach powiatu opoczyńskiego – 16, przy czym w większości pozostałych miejscowości jest zwykle jedna apteka. To tutaj działają także dyżurami apteki całodobowe. Opoczno często bywa nazywane miastem aptek, gdyż ich liczba w odniesieniu do innych rodzajów usług jest wyróżniająca. Wpływ na rozwój sieci aptek w tym miejscu może mieć ranga miasta w sieci osadniczej regionu. To tutaj znajduje się szpital powiatowy, a także ośrodki administracji zarówno gminnej jak i powiatowej, a także

największa liczba ośrodków POZ, szkół podstawowych i przedszkoli. W przypadku aptek doskonale widoczna jest wiodąca rola miejscowości gminnych oraz miasta powiatowego. Suma długości krawędzi grafów jest największa dla gminy Żarnów, a najmniejsza dla miasta Drzewicy. Średnia długość krawędzi waha się od 3 km dla miasta Drzewicy do 5,65 km dla miasta Opoczno, podobnie jak w przypadku ośrodków POZ. Najkrótsza krawędź, podobnie jak w poprzednich analizach, znajduje się w gminie Paradyż (pomiędzy miejscowościami Wójcin A i Wójcin) a najdłuższa w gminie Żarnów (pomiędzy miejscowościami Klew i Żarnów) (Tabela 28).

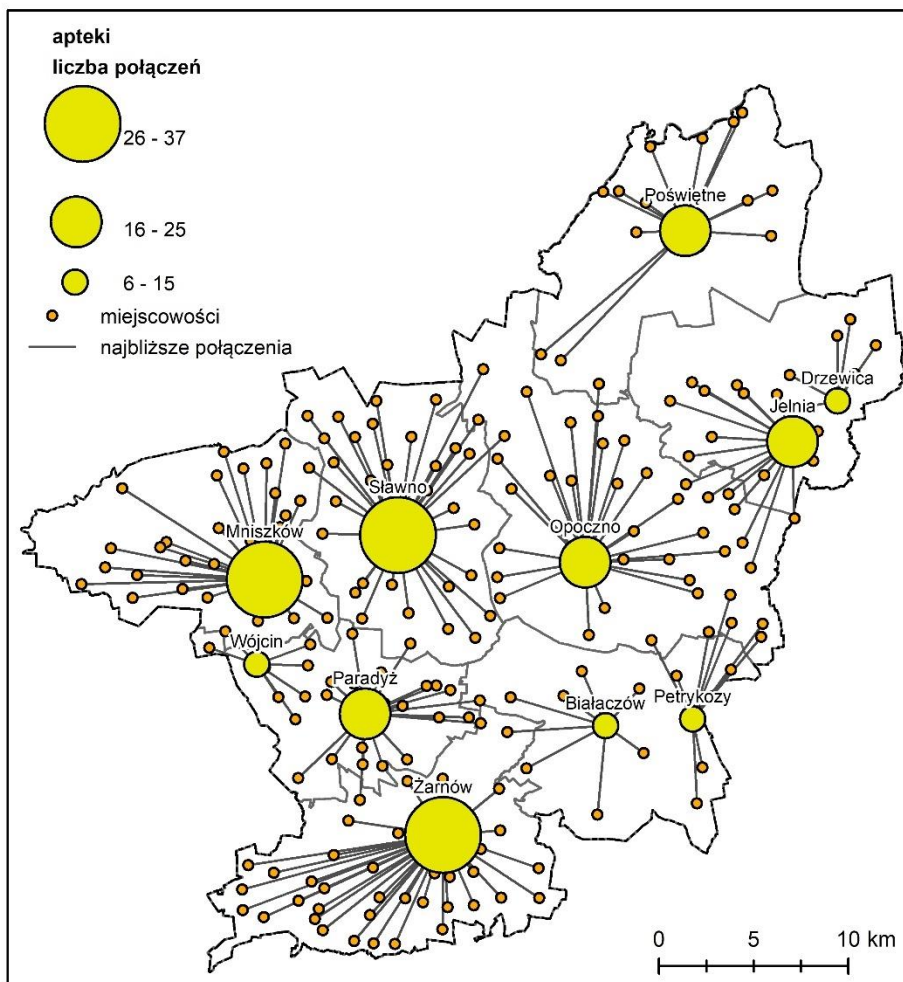
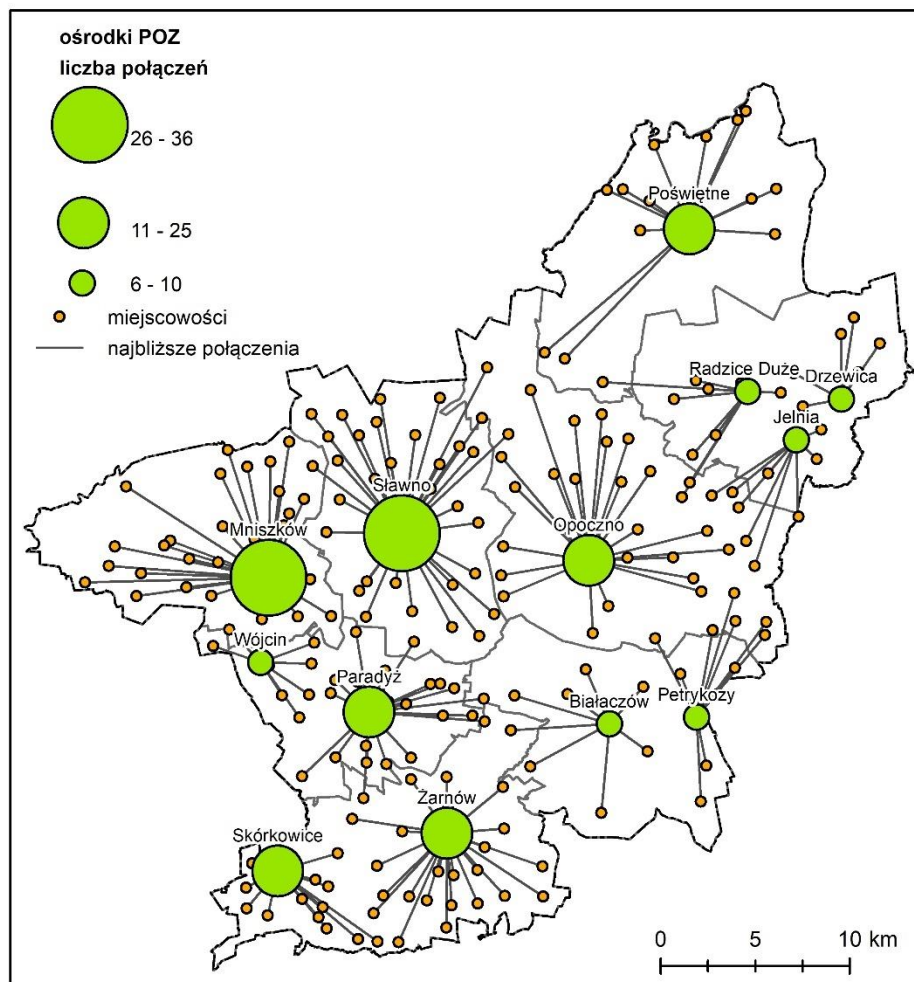
Tabela 28. Charakterystyka krawędzi grafu najbliższych połączeń do aptek w podziale na gminy

gmina	liczba krawędzi	minimalna odległość (km)	maksymalna odległość (km)	średnia odległość (km)	suma odległości (km)
Białaczów	18	2,44	6,86	4,30	77,43
Drzewica-miasto	6	1,68	4,36	3,00	18,00
Drzewica-obszar wiejski	18	1,43	7,02	4,52	81,39
Mniszków	28	1,31	9,70	5,05	141,39
Opoczno-miasto	25	2,04	9,52	5,65	141,29
Paradyż	33	0,27	6,14	3,03	99,86
Poświętne	16	0,87	10,06	4,55	72,78
Sławno	36	1,21	9,86	4,99	179,56
Żarnów	37	1,35	11,31	5,60	207,16

Źródło: opracowanie własne

Analiza rozmieszczenia aptek oraz właściwości grafów, to znaczy stopni wierzchołków oraz parametrów długości krawędzi, pozwala na stwierdzenie, że podobnie, jak w przypadku ośrodków podstawowej opieki zdrowotnej, najgorzej dostępne pod tym kątem są południowe i zachodnie części powiatu, głównie obszary gmin Żarnów oraz Mniszków i Sławno, o czym świadczą wysokie stopnie wierzchołków dla miejscowości, w których znajdują się apteki oraz długie krawędzie grafu, które pokazują, że wiele miejscowości jest oddalonych od aptek o znaczne odległości (maksymalnie o ponad 11 km). Z kolei najlepsza dostępność wyrażona przez niskie stopnie wierzchołków grafu oraz niewielkie długości krawędzi występuje głównie w gminie Drzewica, a także Białaczów. Pomimo tego, że w całym powiecie opoczyńskim zlokalizowanych jest więcej aptek niż ośrodków POZ (30 aptek, 18 ośrodków POZ), to ich rozmieszczenie względem całego powiatu jest gorsze, gdyż ponad połowa z nich znajduje się w Opocznie, co nie poprawia dostępności pozostałych obszarów. Punkty POZ znajdują się w większej liczbie miejscowości, przez co dostępność do nich jest lepsza, co nie zmienia faktu, że nie jest to dostępność zadowalająca.

W każdej analizowanej kategorii funkcji zdecydowanie wyróżniają się miejscowości gminne, które są głównymi siedzibami najważniejszych usług w regionie, tworząc miejsca centralne wyższego rzędu (zaraz po głównym mieście powiatowym). Poszczególne miejscowości (oprócz miejscowości gminnych), w których znajdują się pojedyncze usługi według badanych kategorii stanowią miejsca niższego rzędu o zróżnicowanych zakresach obsługi, często zawierających się w zakresach obsługi gmin. Nie zawsze są to jednak miejscowości, które spełniają kryterium najmniejszej odległości i równomierności podziałów, co doskonale widać między innymi na przykładzie przedszkoli, gdzie w gminie Białaczów nie ma ani jednego tego typu obiektu. Największym wyjątkiem są parafie, które posiadają własne obszary obsługi, często w ogóle niezwiązane z podziałem administracyjnym i najbardziej wyłamują się z założeń teorii Christallera. Wyznaczone zakresy dla miejsc centralnych wyższego rzędu, jakimi w powiecie opoczyńskim są miejscowości gminne, z reguły są zgodne z kryterium najbliższej odległości, związanej z racjonalnością wyboru i minimalizacją kosztów podróży i transportu. Każda z miejscowości gminnych oprócz funkcji wyższego rzędu posiada także funkcje rzędów niższych. Hierarchia osiedli ze względu na ich wielkość a także liczbę i kolejność posiadanych funkcji przedstawiona została w następnym podrozdziale.



Rysunek 79. Graf najbliższych połączeń do ośrodków POZ i aptek na tle podziału administracyjnego na gminy w roku 2021
Źródło: opracowanie własne

5.3. Hierarchizacja sieci osadniczej powiatu opoczyńskiego

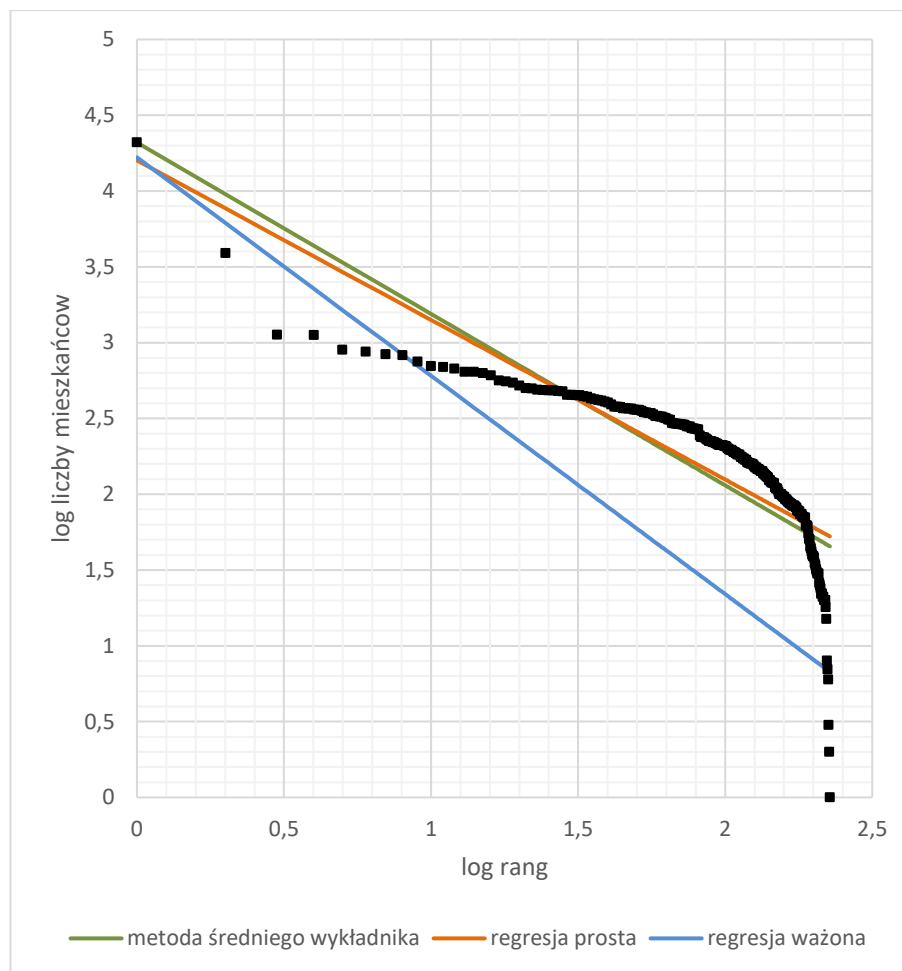
Hierarchia osiedli na podstawie liczby mieszkańców zgodnie z regułą Zipfa

Reguła Zipfa jest w literaturze wykorzystywana głównie do hierarchizacji miejskich jednostek osadniczych. Główne założenia i problemy związane z częścią metodyczną oraz zastosowaniem reguły Zipfa w badaniach innych autorów zostały szerzej omówione w rozdziale 1.4. Ze względu na brak odnalezionych przez Autorkę badań wykorzystujących regułę Zipfa do hierarchizacji osiedli wiejskich, podjęto próbę jej zastosowania w badaniach sieci osadniczej powiatu opoczyńskiego, która składa się z 226 wsi i 2 miast. Ze względu na istnienie różnych metod aproksymacji punktów, które są wykorzystywane w badaniach naukowych, w tym także z zakresu geografii osadnictwa, Autorka zdecydowała się wykorzystać trzy najbardziej popularne metody: metodę średniego wykładnika, metodę regresji prostej i regresji ważonej, w celu porównania wyników i wybrania najlepszej metody. Było to szczególnie istotne ze względu na badany obszar, na którym znajdują się głównie wsie, gdyż reguła Zipfa wykorzystywana jest przeważnie do badań hierarchii osiedli miejskich. Obliczeń dokonano w programie Statistica i MS Excel. W pierwszej kolejności wszystkie trzy metody wykorzystano do obliczenia wykładnika kontrastu i wyznaczenia równania prostej aproksymującej punkty dla wszystkich miejscowości powiatu opoczyńskiego. Wykładnik kontrastu, zarówno w równaniu regresji prostej ($\alpha = -133,6$), regresji ważonej ($\alpha = -124,8$) jak i metodzie średniego wykładnika ($\alpha = -131,5$), był większy od 1 ($|\alpha| > 1$), co wskazuje na nadmiar koncentracji ludności w dużych osiedlach, na co duży wpływ ma samo miasto Opoczno, które zamieszkuje 20897 ludzi wg danych z 2019 r., co stanowi około 27,3% mieszkańców całego powiatu. Łącznie dwa miasta - Opoczno i Drzewicę zamieszkuje około 32,4% ludności powiatu (Tabela 29).

Tabela 29. Równania aproksymujące układy punktów na wykresie wielkości-kolejności

metoda	równanie	
	z miastami	bez miast
regresja prosta	$\log L_j = 4,2024 - 1,0527 \log j$	$\log L_j = 3,9569 - 0,9315 \log j$
regresja ważona	$\log L_j = 4,2223 - 1,4406 \log j$	$\log L_j = 3,0694 - 0,2661 \log j$
średniego wykładnika	$\log L_j = 4,3201 - 1,1307 \log j$	$\log L_j = 3,0515 - 0,432 \log j$

Źródło: opracowanie własne



Rysunek 80. Krzywa kolejności-wielkości wszystkich miejscowości powiatu opoczyńskiego w 2019 r.

Źródło: opracowanie własne

Jednym ze sposobów dających możliwość oceny zastosowania określonej metody do aproksymacji punktów jest sprawdzenie dopasowania wyznaczonych prostych do punktów na wykresie (Rysunek 80) poprzez porównanie wartości sumy kwadratów odchyłek teoretycznej od rzeczywistej liczby mieszkańców jednostek osadniczych. Najmniejsze wartości, a co za tym idzie, najlepsze dopasowanie prostej uzyskano dla regresji ważonej ($3,81E+07$), zdecydowanie gorszy wynik widoczny jest dla regresji prostej ($7,30E+07$), natomiast największe wartości odnotowano dla metody średniego wykładnika ($8,43E+07$). Oprócz tego, reguła K. Zipfa ma także zastosowanie do wyznaczenia teoretycznej liczby mieszkańców oraz porównania jej z wartością rzeczywistą, gdzie do obliczeń wykorzystuje się równania prostej aproksymującej punkty na wykresie. Należy pamiętać, że metoda średniego wykładnika nie może być wykorzystywana w takich obliczeniach, ze względu na to, że na jej podstawie nie można oszacować liczby mieszkańców największej jednostki osadniczej, stąd do rachunków wzięte zostały wyłącznie metody regresji, zarówno prostej jak i ważonej (Tabela 30).

Tabela 30. Rzeczywista i teoretyczna liczba mieszkańców 10 największych miejscowości powiatu opoczyńskiego w 2019 r.

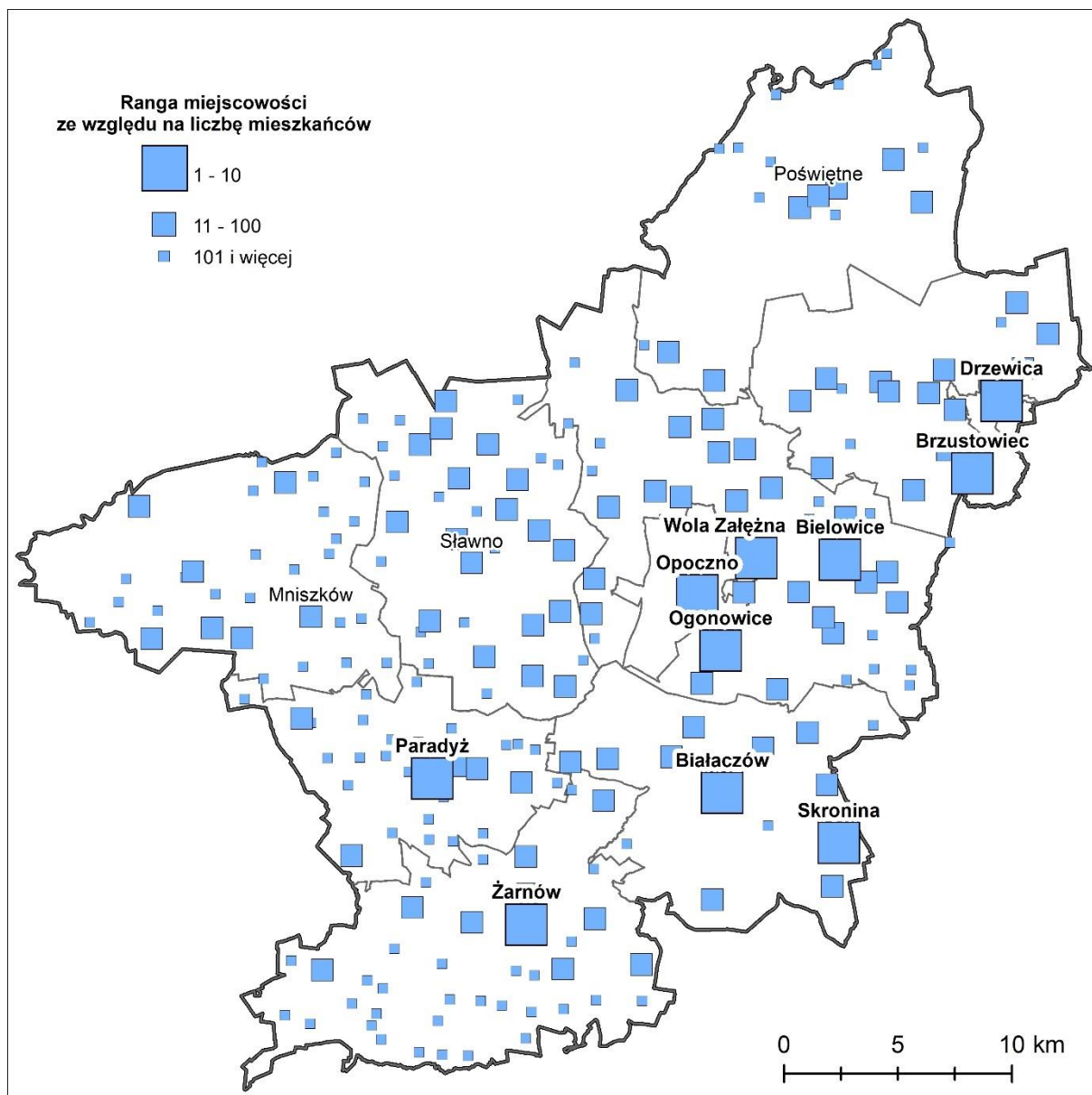
miejscowość	liczba mieszkańców			względne odchylenie wielkości teoretycznych (%)	
	rzeczywista	teoretyczna		regresja prosta	regresja ważona
		regresja prosta	regresja ważona		
Opoczno	20897	15936	16682	-23,7	-20,2
Drzewica	3885	7682	6146	97,7	58,2
Żarnów	1126	5013	3427	345,2	204,4
Białaczów	1122	3703	2264	230,0	101,8
Bielowice	896	2928	1642	226,8	83,3
Wola Załęzna	872	2417	1263	177,2	44,8
Ogonowice	838	2055	1011	145,2	20,6
Skronina	825	1785	834	116,4	1,1
Brzustowiec	750	1577	704	110,3	-6,1
Paradyż	700	1412	605	101,7	-13,6

Źródło: opracowanie własne

Teoretyczna liczba mieszkańców miejscowości powiatu opoczyńskiego oszacowana za pomocą regresji prostej i ważonej różni się od rzeczywistej liczby ludności. Ze względu na dużą liczbę miejscowości, analizie zostało poddanych 10 największych jednostek osadniczych (Tabela 30). Różnice te są szczególnie duże w przypadku szacunków dla regresji prostej, których wartości w większości przypadków są przeszacowane o ponad 100%, a największa różnica widoczna jest dla Żarnowa (liczba ludności większa o 3887, co daje przeszacowanie o 345,2%). W przypadku regresji ważonej różnice te są dużo mniejsze. Największe przeszacowanie wartości widoczne jest również dla Żarnowa (o 204,4%), natomiast najmniejsze dla wsi Skronina (tylko o 9 osób, czyli o nieco ponad 1%). Niedoszacowanie liczby mieszkańców w obu regresjach widoczne jest dla Opoczna i są to wartości porównywalne. W regresji ważonej dodatkowo mamy do czynienia z niewielkim niedoszacowaniem liczby ludności dla wsi Brzustowiec i Paradyż (Tabela 30). Największy wpływ na błędy szacunkowe

ma zdecydowanie wyróżniającą się liczba mieszkańców Opoczna, która w największym stopniu zaburza dalsze obliczenia. Wartości znacznie odbiegają od rzeczywistych, co jest szczególnie widoczne dla Żarnowa, czyli trzeciej pod względem liczby mieszkańców miejscowości powiatu opoczyńskiego, gdzie następuje największy, dość nagły spadek liczby ludności w porównaniu z Opoczmem. Przedstawione wartości teoretycznej liczby mieszkańców wskazują na lepsze dopasowanie metody regresji ważonej. Regresja prosta nie jest przez Autorkę polecana do szacowania liczby mieszkańców, ponieważ uzyskane wartości zdecydowanie różnią się od rzeczywistych.

Rangi miejscowości przedstawione na mapie pozwalają z kolei na analizę zjawiska w sposób przestrzenny. Wielkość symboli kartograficznych prezentujących rangi jednostek osadniczych została ustalona na podstawie skali logarytmicznej (Rysunek 81). Dziesięć największych miejscowości powiatu opoczyńskiego znajduje się na terenie pięciu gmin, w tym najwięcej w gminie Opoczno. Są to, oprócz samego miasta, wsie takie jak: Bielowice, Wola Załączna i Ogonowice. Wyróżniają się także gminy Drzewica i Białaczów, w których znajdują się po dwie największe miejscowości powiatu, odpowiednio: miasto Drzewica i wieś Brzustowiec oraz wsie Białaczów i Skronina. Pozostałe dwie największe wsie to Żarnów i Paradyż, które są miejscowościami gminnymi. Jak widać, nie wszystkie miejscowości pełniące funkcję jednostek o funkcji administracyjnej są miejscowościami największymi w skali całego powiatu a nawet gminy. Mniszków, jako miejscowość gminna, posiada rangę nr 12 i jest to jednocześnie największa miejscowość tej gminy. Sławno, w skali wszystkich miejscowości powiatu posiada rangę nr 29, natomiast nie jest to największa miejscowość gminy Sławno, bowiem zdecydowanie większa jest wieś Gawrony, która w skali powiatu ma rangę nr 11. Najmniejszą miejscowością gminną w powiecie jest Poświętne z rangą 49. W skali swojej gminy Poświętne znajduje się na 3. miejscu pod względem liczby mieszkańców, po Brudzewicach (ranga nr 20) i Dębie (ranga nr 42). Największe nagromadzenie dużych miejscowości widoczne jest zatem we wschodniej części powiatu opoczyńskiego, w gminach Drzewica, Białaczów i Opoczno, dla których średnia ranga miejscowości wynosi odpowiednio: 61, 62 i 83, natomiast najwięcej miejscowości z najmniejszą rangą (ponad 100) znajduje się w południowej i zachodniej części powiatu - gminy Żarnów, Paradyż i Mniszków, ze średnią rangą miejscowości na poziomie odpowiednio: 151, 144 i 138 (Rysunek 81).

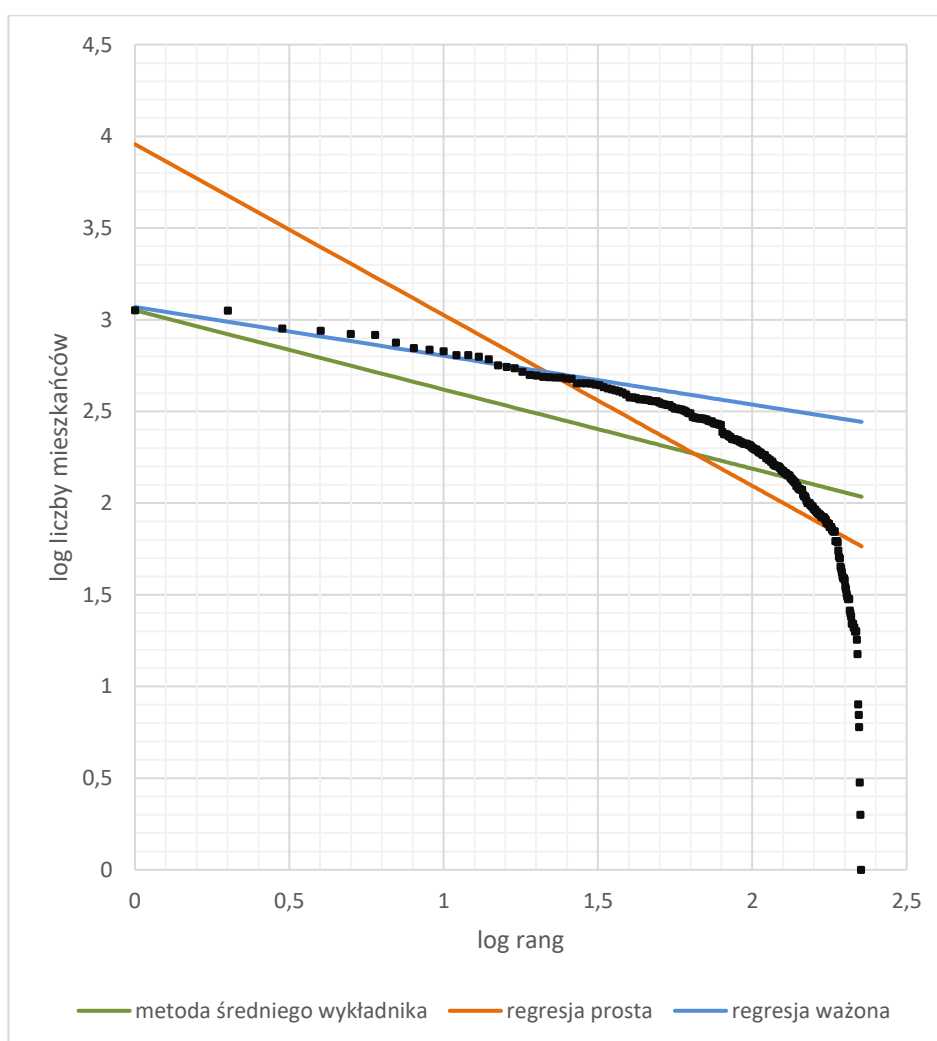


Rysunek 81. Miejscowości powiatu opoczyńskiego według rangi wyznaczonej na podstawie liczby mieszkańców w 2019 r.

Źródło: opracowanie własne

Kolejnym zagadnieniem w regule wielkości-kolejności jest wyznaczenie punktu przełamania na wykresie Zipfa. Zgodnie z propozycją D. Sokołowskiego (2001), punktem tym może być punkt przecięcia prostych regresji (prostej i ważonej). W analizowanym układzie punktów dwie proste przecinają się już na początku, zaraz po pierwszej miejscowości jaką jest miasto Opoczno (Rysunek 80). Może to wynikać z bardzo dużych dysproporcji pomiędzy liczbą mieszkańców wszystkich jednostek osadniczych, szczególnie zaburzoną właśnie liczbą mieszkańców miasta Opoczno. Ze względu na ten fakt zdecydowano się przeprowadzić całą procedurę ponownie dla samej wiejskiej sieci osadniczej powiatu opoczyńskiego, odrzucając dwa miasta – Opoczno i Drzewicę. Stąd, po uwzględnieniu 226 wsi badanego powiatu,

otrzymano nowe proste aproksymujące ten układ punktów. Ponowne obliczenia wykonano z uwzględnieniem trzech, wcześniej wymienionych metod aproksymacji. Wykładnik kontrastu, zarówno w równaniu regresji prostej ($\alpha = -137$), regresji ważonej ($\alpha = -165$) jak i metodzie średniego wykładnika ($\alpha = -156,6$) był tutaj z kolei mniejszy od 1 ($|a| < 1$), co wskazuje na koncentrację ludności w małych jednostkach osadniczych (Tabela 29). Dla danych z pominięciem miast, najlepsze dopasowanie prostych do punktów na wykresie (na podstawie porównania wartości sumy kwadratów odchyłeń teoretycznej od rzeczywistej liczby mieszkańców) daje metoda średniego wykładnika ($2,84E+06$), a następnie regresji ważonej ($2,09E+07$). Najgorsze dopasowanie prostej uzyskano dla regresji prostej ($8,89E+07$) (Rysunek 82).



Rysunek 82. Krzywa kolejności-wielkości wsi powiatu opoczyńskiego w 2019 r.
Źródło: opracowanie własne

Kolejnie, analogicznie do pierwszej analizy dotyczącej wszystkich miejscowości, porównano teoretyczne wartości liczby ludności uzyskane na podstawie regresji prostej i ważonej

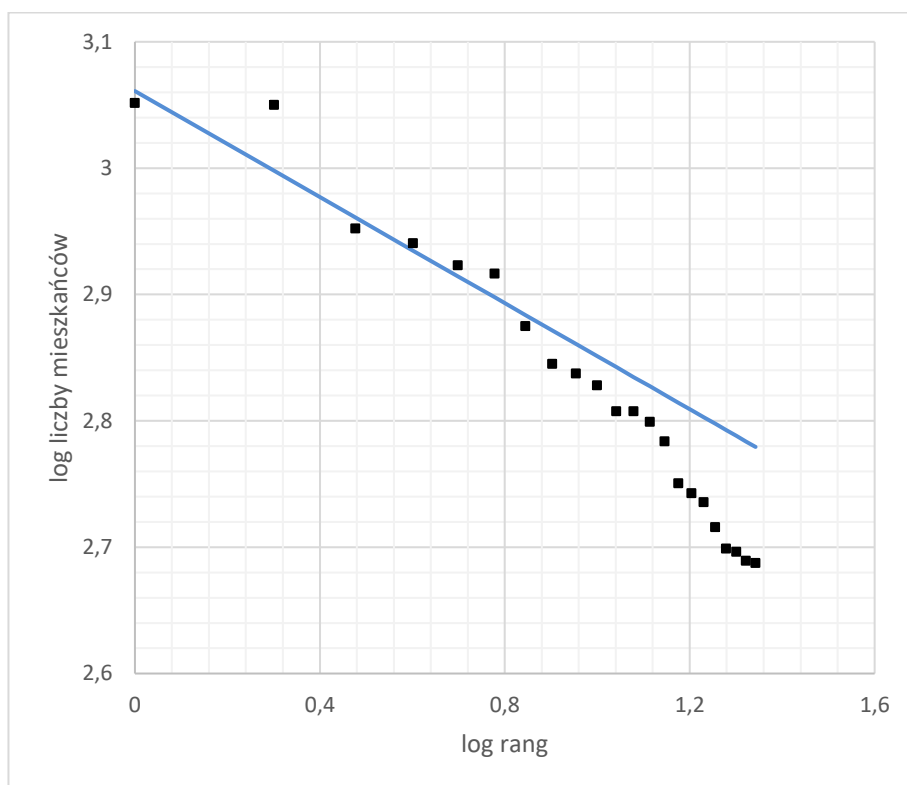
z rzeczywistą liczbą ludności i wyniki pokazano dla dziesięciu pierwszych rang. Oczywiście oszacowane wartości różnią się od rzeczywistych, przy czym dla regresji prostej różnice te są dużo większe, co potwierdza fakt, że metoda ta nie jest przydatna do szacowania liczby ludności (dla Żarnowa wartości te są przeszacowane aż o ponad 700%). Zdecydowanie mniejsze odchylenie wielkości teoretycznych od rzeczywistych widoczne jest dla regresji ważonej, które oscylują w granicach 10%. Najmniejsze niedoszacowanie liczby mieszkańców widoczne jest w tym przypadku dla wsi Bielowice (20 osób, co daje 2,2%), natomiast największe dla Białaczowa (146 osób, co daje 13%). Uzyskane wartości teoretyczne potwierdzają, że metoda regresji ważonej najlepiej oddaje rzeczywistą liczbę ludności, stąd można z powodzeniem ją stosować w tego typu badaniach.

Tabela 31. Rzeczywista i teoretyczna liczba mieszkańców 10 największych wsi powiatu opoczyńskiego w 2019 r.

miejscowość	liczba mieszkańców			względne odchylenie wielkości teoretycznych (%)	
	rzeczywista	teoretyczna		regresja prosta	regresja ważona
		regresja prosta	regresja ważona		
Żarnów	1126	9055	1173	704,2	4,2
Białaczów	1122	4748	976	323,1	-13,0
Bielowice	896	3254	876	263,2	-2,2
Wola Załężna	872	2489	811	185,5	-7,0
Ogonowice	838	2022	765	141,3	-8,8
Skronina	825	1706	728	106,8	-11,7
Brzustowiec	750	1478	699	97,1	-6,8
Paradyż	700	1305	675	86,5	-3,6
Gawrony	688	1170	654	70,0	-5,0
Mniszków	673	1060	636	57,5	-5,5

Źródło: opracowanie własne

Następnie na podstawie wykresu krzywej Zipfa (Rysunek 82) i prostych wykreślonych na podstawie równań aproksymujących układ punktów (Tabela 29) wyznaczono punkt przełamania. Tak jak w poprzednim przykładzie jest to punkt przecięcia dwóch prostych: regresji prostej i ważonej. W analizowanym układzie sieci wsi punkt ten reprezentowany jest przez wieś o randze 22 – Miedzna Murowana, którą zamieszkuje 487 osób. Skoro reguła Zipfa przestaje obowiązywać poniżej punktu przełamania, stąd w dalszej kolejności wyznaczono równanie regresji ważonej dla pierwszych 22 wsi w powiecie opoczyńskim. Równanie prostej ma postać: $\log L_j = 3,0610 - 0,2098 \log j$, a kąt $\alpha = -168,2$ (Rysunek 83).



Rysunek 83. Wykres wielkości-kolejności 22 największych wsi powiatu opoczyńskiego w 2019 r. dla regresji ważonej
Źródło: opracowanie własne

Na podstawie wyznaczonego równania obliczono następnie teoretyczną liczbę mieszkańców 10 największych wsi powiatu opoczyńskiego i porównano ją z rzeczywistą liczbą ludności (Tabela 32). Uzyskane wartości różnią się od rzeczywistych, jednak różnice te nie są duże i wahają się pomiędzy 12 (Wola Załęzna) a 127 (Białaczów) osób. Uzyskane wielkości równania regresji ważonej dla 22 wsi są bardziej zbliżone do rzeczywistych niż wielkości wyznaczone na podstawie równania regresji ważonej dla wszystkich wsi, co może potwierdzać słuszność wykonania analizy do podzbioru wiejskich jednostek osadniczych wybranego po wyznaczeniu punktu przełamania.

Tabela 32. Rzeczywista i teoretyczna liczba mieszkańców 10 największych wsi powiatu opoczyńskiego według wykresu regresji ważonej dla 22 miejscowości

miejscowość	liczba ludności		odchylenie wielkości teoretycznych	
	rzeczywista	teoretyczna	bezwzględne	względne (%)
Żarnów	1126	1151	25	2,2
Białaczów	1122	995	-127	-11,3
Bielowice	896	914	18	2,0
Wola Załęzna	872	860	-12	-1,3
Ogonowice	838	821	-17	-2,0
Skronina	825	790	-35	-4,2
Brzustowiec	750	765	15	2,0
Paradyż	700	744	44	6,3
Gawrony	688	726	38	5,5
Mniszków	673	710	37	5,5

Źródło: opracowanie własne

Reguła Zipfa, jako metoda wykorzystywana głównie do hierarchizacji miejskiej sieci osadniczej, w niniejszej pracy zastosowana została w badaniach osiedli wiejskich. Z pewnością dobrze nadaje się ona do pokazania rangi jednostek osadniczych na mapie. W przypadku doboru prostej aproksymującej układ punktów, podobnie jak w innych opracowaniach, np. I. Jażdżewskiej (2006a) czy D. Sokołowskiego (2001), najlepiej sprawdziła się tutaj metoda regresji ważonej (zarówno dla danych z uwzględnieniem miast jak i samych wsi), a także metoda średniego wykładnika (dla wiejskiej sieci osadniczej). Interpretacja wykładnika kontrastu także potwierdza słuszność wyboru tej metody badań. Zwrócił on uwagę na ogólną prawidłowość, że dla całej sieci osadniczej mamy do czynienia z nadmiarem koncentracji ludności w dużych osiedlach, co jest spowodowane liczbą mieszkańców Opoczna, natomiast dla wiejskiej sieci osadniczej z koncentracją ludności w małych osiedlach. Przypomnijmy bowiem, że na 226 wsi powiatu opoczyńskiego aż 163 zamieszkuje mniej niż 300 mieszkańców, z czego blisko 47% to miejscowości bardzo małe, liczące poniżej 100 mieszkańców. Największy odsetek ludności mieszka w miastach powiatu, natomiast najmniejszy w miejscowościach poniżej 100 mieszkańców, które względem całej sieci osadniczej stanowią 33,3% (Tabela 33). Fakt ten z pewnością wpłynął na wyznaczenie punktu przełamania, który ze względu na duże rozbieżności pomiędzy liczbą ludności wsi i dużą liczbę małych jednostek osadniczych, został osiągnięty już na 22. randze, co może wskazywać, że

reguła Zipfa nie obowiązuje dla kolejnych miejscowości. Świadczy to o mało rozwiniętej sieci osadniczej regionu oraz o rozdrobnieniu i rozproszeniu osadnictwa, co jest także ważnym wnioskiem w charakterystyce obszaru. Pokazuje wagę i znaczenie najważniejszych miejscowości pod względem liczby mieszkańców, co może mieć także wpływ na funkcje i rangi jednostek w innym zakresie. Wskazuje także na to, że bardzo duża część osiedli pełni niewielką rolę w sieci osadniczej. W przyszłych badaniach warto uwagi byłoby porównanie rang miejscowości w czasie, co mogłoby być jedną z analiz dotyczących rozwoju regionu, który przez swoje peryferyjne położenie i rolniczy, tradycyjny, wiejski charakter przechodzi obecnie wiele niekorzystnych przemian, głównie demograficznych.

Tabela 33. Charakterystyka sieci osadniczej powiatu opoczyńskiego ze względu na liczbę miejscowości i ich mieszkańców w 2019 r.

typ jednostki	liczba mieszkańców	miejscowości		ludność	
		liczba	udział %	liczba	udział %
miasta	3885-20897	2	0,9	24782	32,4
wsie	701-1126	7	3,1	6429	8,4
	501-700	11	4,8	6763	8,8
	301-500	45	19,7	17766	23,2
	101-300	87	38,2	16671	21,8
	100 i mniej	76	33,3	4174	5,4
razem		228	100%	76585	100%

Źródło: opracowanie własne

Teoretyczne wielkości liczby mieszkańców dla 10. największych miejscowości wyznaczone za pomocą metody regresji ważonej, która w tym przypadku dała najlepsze efekty, różnią się od rzeczywistej liczby ludności, jednak różnice te nie są duże, szczególnie dla równania prostej dla podzbioru wsi wyznaczonego przez punkt przełamania. Pomimo tego Autorka rekomenduje wykorzystanie reguły Zipfa w badaniach wiejskiej sieci osadniczej (z wykluczeniem miast), szczególnie z wykorzystaniem metody regresji ważonej, która jest przydatna zarówno w dopasowaniu prostej aproksymującej układ punktów jak i do szacowania liczby mieszkańców. Z jej pomocą można pokazać hierarchię jednostek w sieci osadniczej a także wskazać ogólne prawidłowości koncentracji ludności w regionie, co może być przydatne także do dalszych analiz rang miejscowości pod kątem pełnionych przez nie funkcji i dostępności najważniejszych usług.

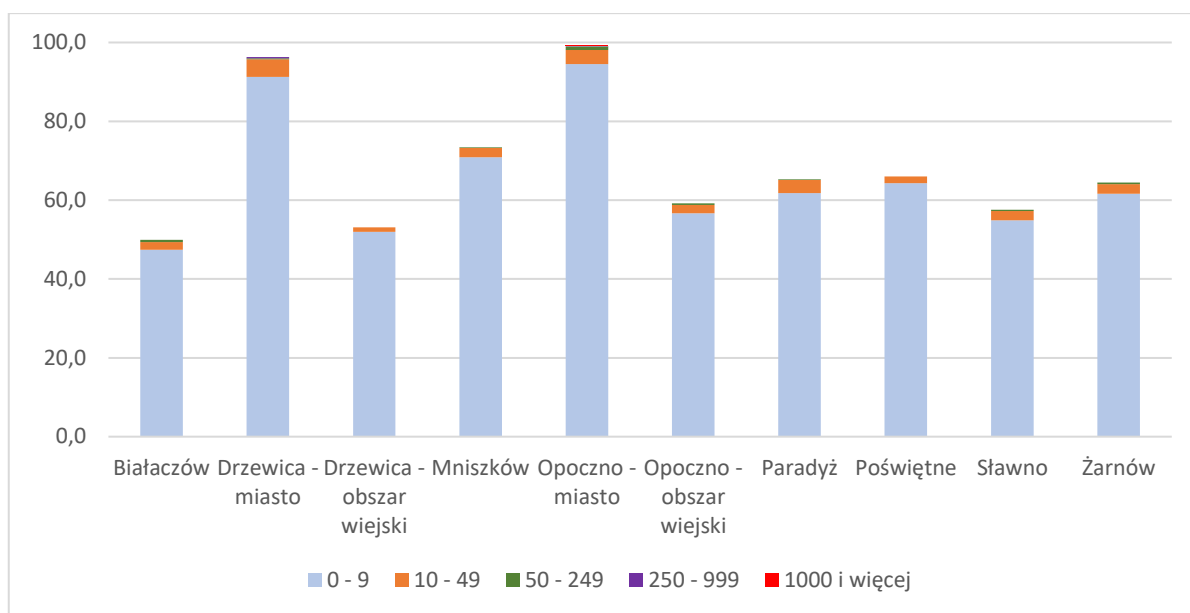
Hierarchia osiedli na podstawie pełnionych funkcji

Hierarchia osiedli nie jest związana wyłącznie z ich wielkością wyrażoną liczbą mieszkańców. Zgodnie z teorią miejsc centralnych Christallera (Rozdział 2.3), oprócz liczby osiedli, ich wielkości i rozmieszczenia ważna jest także ich funkcja. Koncepcja ta bazuje na relacjach hierarchicznych, gdzie podstawowym założeniem organizacji osadnictwa jest centralność, która wraz ze wzrostem liczby mieszkańców powoduje wzrost rangi osiedla, co w konsekwencji może prowadzić do umiastowienia jednostek wiejskich. Zróżnicowanie funkcjonalne stanowi istotę nadawania rang osiedlom. Szeroko rozumiane pojęcie funkcjonalizmu było i nadal jest jednym z głównych problemów badawczych geografii wsi i geografii osadnictwa, pomimo tego, że pierwotnie stosowane było głównie w zakresie geografii miast. Na pojęcie to składa się szereg teorii zmierzających między innymi do analizy funkcji osiedli wiejskich. Badania prowadzone były w różnym kontekście, w tym zmierzającym do wyznaczenia typologii osiedli wiejskich, gdzie posługiwano się trzema zasadniczymi koncepcjami ze względu na typ: wyposażenia osiedla w instytucje i urządzenia, struktury społeczno-zawodowej mieszkańców lub struktury funkcjonalnej (Wójcik, 2019). Współczesna wieś nie jest zwykle obszarem monofunkcyjnym. Oprócz tradycyjnego rolniczego charakteru wsi pojawiają się nowe aktywności ludności wiejskiej i nowe formy użytkowania terenu, które są źródłem powstawania różnych funkcji zaspokajających potrzeby miejscowej ludności (Czapiewska, 2021, 2019). Istnieje wiele różnych podziałów funkcji obszarów wiejskich, które opierają się na różnorodnych kryteriach. Najogólniej funkcje te dzielone są na dwie zasadnicze grupy: funkcje naturalne (przyrodnicze, krajobrazowe i ekologiczne) oraz funkcje antropogeniczne (osadnictwo, zabudowa, infrastruktura, działalność gospodarcza, sfera społeczna czy kulturowa itd.) (Niedzielski, 2015). Funkcje obszarów wiejskich mocno się zmieniają, idąc w kierunku tworzenia przestrzeni wielofunkcyjnych, często bardzo wyspecjalizowanych. Wielofunkcyjny rozwój definiowany jest jako umiejętne wkomponowanie w przestrzeń wsi nowych funkcji pozarolniczych, nie tylko związanych z pozarolniczymi miejscami pracy. Przez funkcje rozumie się główne działalności społeczno-gospodarcze, przyrodnicze i kulturowe, które tworząc wspólną całość mają zapewnić lokalny rozwój. Największy wpływ na ekonomiczny wymiar rozwoju ma sektor usług, który wykorzystuje w dużej mierze endogeniczny potencjał tych obszarów (Czapiewska, 2021, 2019).

Na podstawie tych fundamentalnych wartości Autorka zdecydowała się podjąć próbę wyznaczenia rang osiedlom powiatu opoczyńskiego na podstawie najważniejszych, jej

zdaniem, funkcji pełnionych przez jednostki osadnicze. Wiejska sieć osadnicza z pewnością różni się w tej kwestii od miast a o randze danego osiedla w sieci decyduje wiele zmiennych. Ze względu na złożoność tego problemu Autorka zdecydowała się zaproponować kilka najważniejszych z punktu widzenia mieszkańca wsi typów usług, które znajdują się na obszarach wiejskich i mogą świadczyć o randze osiedla, co podkreśliła również w definicji sformułowanej w rozdziale 2.4. Przegląd definicji sieci osadniczej. W definicji tej Autorka podkreśla znaczenie pośrednich powiązań między jednostkami osadniczymi o charakterze administracyjnym, społecznym, kulturalnym, religijnym, edukacyjnym czy finansowym. Pomysł na wybór kategorii obiektów zgodnych z przyjętą definicją podparty został również popularną obecnie koncepcją miasta 15-minutowego, w której zdefiniowane zostały najważniejsze usługi niezbędne do życia mieszkańca miasta, podzielone na kilka głównych grup: mieszkanie, praca, handel, opieka zdrowotna, edukacja i rozrywka. Podstawowym założeniem tej koncepcji jest organizacja przestrzeni miejskiej w sposób, który umożliwia realizację najważniejszych, codziennych czynności w trakcie podróży, której czas nie przekracza 15 minut (Kubicki, 2021; Moreno i in., 2021). Choć powody opracowania tej koncepcji nie są związane z tematyką niniejszej rozprawy, to jednak główne kategorie usług ważnych z punktu widzenia mieszkańca miasta są bardzo podobne do punktu widzenia mieszkańca wsi. Ze względu na tematykę dysertacji a także szereg modyfikacji samej koncepcji i stosowania jej w coraz to nowszych wersjach, przyjmując różne parametry a także wykorzystując ją w różnych tematach (Balletto i in., 2021; Ferrer-Ortiz i in., 2022; Jasion, 2023; Kubicki, 2021; Moreno i in., 2021) zdecydowano się przyjąć zaproponowane w niej główne grupy usług świadczące o jakości życia ludzi. Usługi te pogrupowane zostały w kilka kategorii. Ze względu na specyfikę obszarów wiejskich, szczególnie takich położonych peryferyjnie, oddalonych od dużych ośrodków miejskich i głównych węzłów drogowych, w przeważającej mierze rolniczych, jakim są tereny powiatu opoczyńskiego pominięto kilka ważnych usług z punktu widzenia mieszkańca miasta, takich jak np. usługi należące do kategorii rozrywka. Ze względu na brak szczegółowych, aktualnych, przestrzennych danych odnośnie różnych kategorii usług na obszarach wiejskich, zakres tematyczny również został okrojony. Autorka zdecydowała się nie uwzględniać tutaj również kategorii „praca”, w której powinno znaleźć się rozmieszczenie miejsc pracy, jednak ze względu na złożoność tej kwestii a także brak ogólnodostępnych przestrzennych danych odnośnie konkretnych lokalizacji podmiotów gospodarczych względem pojedynczych miejscowości uznano, że ta kategoria wraz z danymi dotyczącymi dojazdów do pracy powinna stanowić odrębną analizę. Dane na temat lokalizacji podmiotów gospodarczych udostępnione są za pomocą wyszukiwarki REGON

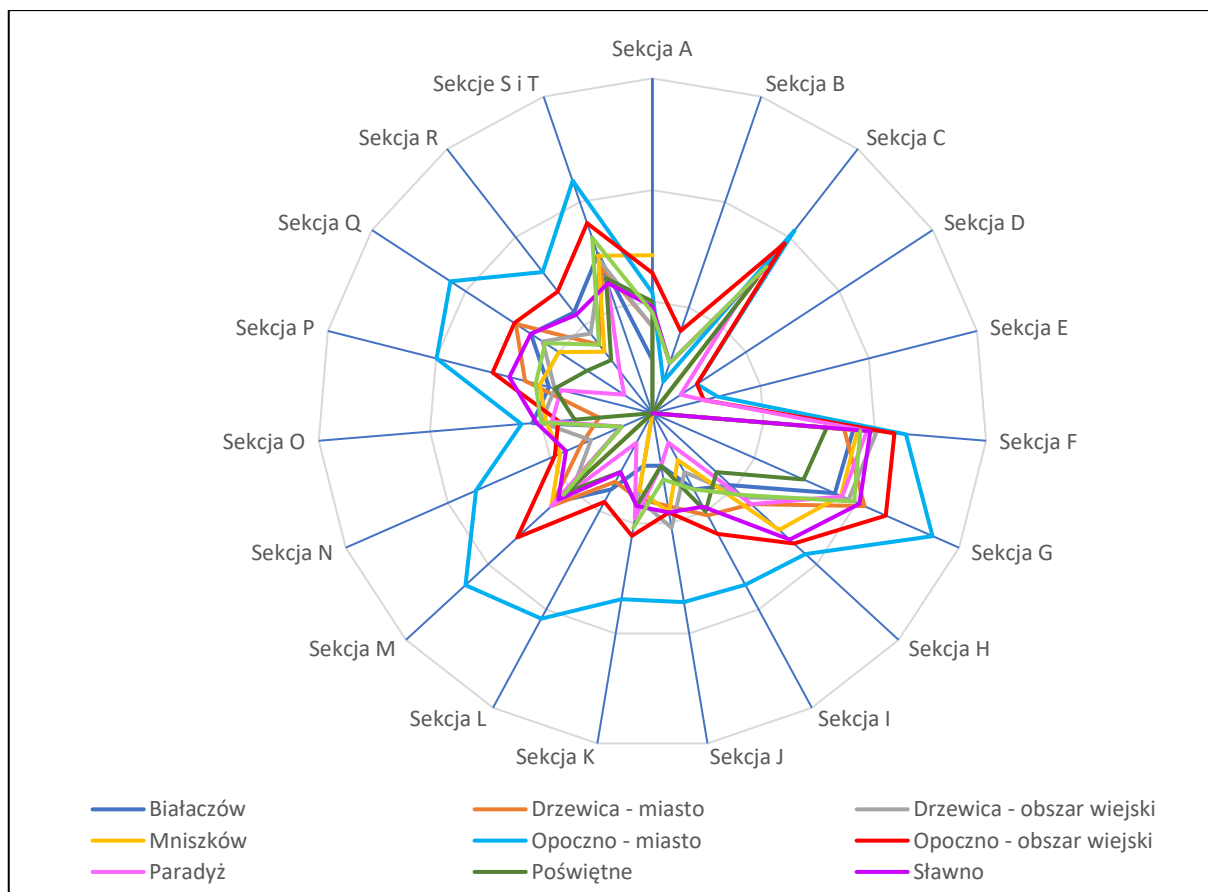
(<https://wyszukiwarkaregon.stat.gov.pl/appBIR/index.aspx>, 12.06.2023), która pozwala na przeszukiwanie bazy danych na podstawie adresu – należy podać województwo, powiat, gminę a także konkretną miejscowość. Uzyskiwany wykaz nie może zostać wyeksportowany lub zapisany w edytowalnym pliku tekstowym lub kalkulacyjnym. Wykaz ten można jedynie przeglądać na stronie internetowej lub wydrukować. Ze względu na ogromną liczbę wpisów dla całego powiatu przepisywanie danych ręcznie byłoby czynnością bardzo pracochłonną i czasochłonną, tym bardziej, że niektóre wpisy posiadają adnotację o skreśleniu z REGON, którą należałoby pomijać. Dostępna usługa API Web service rejestru REGON (BIR1/API) nie posiada funkcjonalności przeszukiwania zbioru danych po lokalizacji. Usługa sieciowa BIR1 pozwala wyszukiwać podmioty wyłącznie wg identyfikatora REGON, NIP lub KRS. Istnieje usługa "off-line" wyszukiwania danych według niemal dowolnego kryterium (<https://bip.stat.gov.pl/dzialalnosc-statystyki-publicznej/rejestr-regon/zasady-udostepniania-danych-z-rejestru/>, 12.06.2023), która jest odpłatna dla podmiotów, które nie są administracją państwową lub samorządową. Ze względu na brak powszechnie dostępnych, bezpłatnych danych w skali miejscowości, udostępnianych w postaci danych przestrzennych lub edytowalnych danych tekstowych, w tym miejscu pominięto szczegółową analizę miejsc pracy w skali jednostek osadniczych oraz przedstawiono jedynie ilustracyjnie ten aspekt w odniesieniu do gmin, gdzie pokazano wskaźnik dotyczący liczby podmiotów gospodarki narodowej wg klas wielkości na 1000 mieszkańców (Rysunek 84). Najwięcej podmiotów gospodarczych w odniesieniu do liczby ludności znajduje się w miastach powiatu opoczyńskiego (Opoczno – 99,1, Drzewica – 96,3), z kolei najmniej w gminie Białaczów. Wszędzie zdecydowanie dominują niewielkie podmioty, które zatrudniają poniżej 10 pracowników. Dużych firm, zatrudniających powyżej 250 osób, jest w całym powiecie opoczyńskim niewiele i znajdują się one wyłącznie w miastach, przy czym te, które zatrudniają powyżej 1000 osób tylko w Opocznie (wskaźnik = 0,1).



Rysunek 84. Podmioty gospodarki narodowej wg klas wielkości na 1000 mieszkańców w gminach w 2021 r.

Źródło: opracowanie własne w oparciu o dane z Banku Danych Lokalnych GUS, 2021.

Dodatkowo zaprezentowano liczbę podmiotów gospodarczych w gminach w podziale na sekcje PKD (Polska Klasyfikacji Działalności) (Rysunek 85). Wykres dla każdej gminy wskazuje na dominację sekcji G, która w dużej mierze związana jest przede wszystkim z handlem, a także F, czyli budownictwem, a następnie C – przetwórstwem przemysłowym. W odniesieniu do rolniczego charakteru powiatu, mało jest przedsiębiorstw zaliczonych do sekcji A, związanych z rolnictwem, leśnictwem, łowiectwem i rybactwem. Wynikać może to z faktu posiadania przez rolników głównie indywidualnych, niewielkich gospodarstw rolnych, które nie zatrudniają pracowników i nie stanowią osobnych podmiotów gospodarczych. Wskazuje to na mało rozwinięty i tradycyjny sektor rolnictwa. W każdej z sekcji dominują podmioty gospodarcze zarejestrowane na terenie miasta Opoczna. Wśród obszarów wiejskich najbardziej aktywnymi gospodarczo pod względem liczby zarejestrowanych podmiotów gospodarczych są obszary podmiejskie - gmina wiejska Opoczno, a także gmina Sławno, Żarnów i Mniszków. Dane z GUS w przeliczeniu do gmin mogą stanowić wstęp do oceny aktywności gospodarczej regionu, jednak nie zostały wykorzystane do wyznaczenia hierarchii funkcjonalnej sieci osadniczej.



Rysunek 85. Podmioty gospodarcze wg sekcji PKD dla gmin w 2021 r.

Opis sekcji: A - Rolnictwo, leśnictwo, łowiectwo i rybactwo, B - Górnictwo i wydobywanie, C - Przetwórstwo przemysłowe, D - Wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną, gaz, parę wodną, gorącą wodę i powietrze do układów klimatyzacyjnych, E - Dostawa wody; gospodarowanie ściekami i odpadami oraz działalność związana z rekultywacją, F - Budownictwo, G - Handel hurtowy i detaliczny; naprawa pojazdów samochodowych, włączając motocykle, H - Transport i gospodarka magazynowa, I - Działalność związana z zakwaterowaniem i usługami gastronomicznymi, J - Informacja i komunikacja, K - Działalność finansowa i ubezpieczeniowa, L - Działalność związana z obsługą rynku nieruchomości, M - Działalność profesjonalna, naukowa i techniczna, N - Działalność w zakresie usług administrowania i działalność wspierająca, O - Administracja publiczna i obrona narodowa; obowiązkowe zabezpieczenia społeczne, P - Edukacja, Q - Opieka zdrowotna i pomoc społeczna, R - Działalność związana z kulturą, rozrywką i rekreacją, S - Pozostała działalność usługowa, T - Gospodarstwa domowe zatrudniające pracowników; gospodarstwa domowe produkujące wyroby i świadczące usługi na własne potrzeby.

Źródło: opracowanie własne na podstawie Banku Danych Lokalnych GUS, 2021.

Do dalszych badań zmierzających do ustalenia rangi miejscowości na podstawie pełnionych przez nią funkcji wybrano kilkanaście typów usług, częściowo omówionych w rozdziale 5.2. (Tabela 34). Proces pozyskania danych został opisany w rozdziale 1.3. w części Dane na temat wybranych typów usług.

Tabela 34. Główne typy usług wykorzystane do hierarchizacji funkcjonalnej miejscowości powiatu opoczyńskiego w podziale na kategorie

Kategoria	Typ usługi	Liczba obiektów	Liczba miejscowości
administracja świecka i kościelna	urzędy miast i gmin	8	8
	parafie rzymskokatolickie	25	23
opieka zdrowotna i jednostki ratownicze	ośrodki podstawowej opieki zdrowotnej	18	13
	apteki	30	11
	jednostki ochotniczej straży pożarnej	61	60
	posterunki policji	3	3
edukacja	przedszkola	27	15
	szkoły podstawowe	48	44
	szkoły ponadpodstawowe	30	6
handel i usługi bankowe	markety wielkopowierzchniowe	24	9
	banki	13	8
	stacje benzynowe	22	12

Źródło: opracowanie własne

O randze jednostki w sieci osadniczej, według Autorki, decydować może w dużej mierze znajdujący się w niej urząd miasta czy gminy, co świadczy o pełnionej przez nią funkcji administracyjnej. Jest to jedna z najważniejszych funkcji, jaką może dane osiedle posiadać, to głównie z nią powiązane są pozostałe kategorie. W urzędzie miasta/gminy miejscowa ludność załatwia większość podstawowych spraw formalnych, urzędowych związanych z posiadaniem gospodarstw rolnym, pracą, domem oraz wieloma innymi sprawami (podatki, opłaty za śmieci, wodę, kanalizację, pozwolenia na budowę, plany zagospodarowania przestrzennego), funkcjonują tam urzędy stanu cywilnego czy gminne ośrodki pomocy społecznej a także stanowią one akty prawa miejscowego. Urzędy te są najczęściej lokowane w miejscowościach, które stanowią lokalne centra administracyjne, handlowe i usługowe. Są to, zgodnie z teorią Christallera, omówione także pod względem zakresów obsługi w rozdziale 5.2., lokalne miejsca centralne wyższego rzędu. Administracja szczebla powiatowego znajduje się w Opocznie, które jest miejscem centralnym najwyższego rzędu w powiecie i jest reprezentowana przez Starostwo Powiatowe. Znajdują się tutaj także inne urzędy i instytucje takie jak Zakład Ubezpieczeń Społecznych, Kasa Rolniczego Ubezpieczenia Społecznego, a także Sąd Rejonowy. Administracja kościelna rozumiana jest w tym przypadku przez Autorkę jako parafie Kościoła

rzymskokatolickiego, gdyż na terenie powiatu nie ma żadnych świątyń innych religii. Kościół jest bardzo ważną instytucją, z którą związana jest przeważająca część mieszkańców powiatu, zarówno przez codzienne czy niedzielne i świąteczne nabożeństwa a także sakramenty święte. Oprócz wymiaru religijnego jest to także miejsce najczęstszych spotkań mieszkańców całej parafii, w pewnym sensie miejsce integracji oraz wspólnego celebrowania ważnych wydarzeń. Duże znaczenie religii i Kościoła w świadomości mieszkańców, potwierdzone także danymi Instytutu Statystyki Kościoła Katolickiego (<https://www.gis-expert.pl/mapy-religijnosci-polakow>, 12.08.2023), może zatem świadczyć o wyższej randze osiedla, w którym znajduje się kościół.

Kolejna kategoria związana jest z dość szeroko pojętą opieką ratowniczą, w tym bezpośrednio zdrowotną. Do tej grupy Autorka przede wszystkim zaliczyła ośrodki podstawowej opieki zdrowotnej i apteki a także przedstawicieli służb mundurowych: jednostki ochotniczej straży pożarnej i policję. W całym powiecie znajduje się tylko jeden szpital, który jest ulokowany w Opocznie. Niewiele jest również komisariatów policji: Opoczno, Drzewica i Paradyż. Należy wspomnieć, że funkcje te jako funkcje wyższego rzędu, mimo niewielkiej liczby są ulokowane na obszarach o największej koncentracji ludności (Rysunek 54, Rysunek 55). Ośrodki POZ i apteki są najczęściej zlokalizowane w miejscowościach gminnych. Najwięcej jest jednostek ochotniczej straży pożarnej, które znajdują się w 60 miejscowościach powiatu (Tabela 34), tworząc dość regularne zakresy obsługi. Są to funkcje powszechnie występujące na obszarach wiejskich jak również jednostki o najszerszym polu działania, bowiem nie służą tylko gaszeniu pożarów, ale stanowią nieocenioną pomoc przy wypadkach, klęskach żywiołowych a także w wielu innych dziedzinach życia. Dzięki dużej liczbie jednostek i ich odpowiedniemu rozmieszczeniu względem miejscowości to właśnie one często udzielają pomocy jako pierwsze. Jednostki OSP związane są również z innymi aktywnościami mieszkańców danych miejscowości i okolic, bowiem najczęściej posiadają one budynki nazywane remizami strażackimi, które często oprócz pomieszczeń przeznaczonych na sprzęt, samochody i zaplecze dla strażaków posiadają pomieszczenia służące lokalnej społeczności jako miejsca spotkań, zebrań, wyborów a także bywają wynajmowane na uroczystości rodzinne czy towarzyskie. Miejscowość, w której znajduje się jednostka OSP zyskuje więc wyższe miejsce w hierarchii zarówno dzięki swej podstawowej jak i dodatkowej funkcji. W kategorii „edukacja” znalazły się wszystkie jednostki oświatowe od poziomu przedszkolnego (gdyż żłobki znajdują się tylko w miastach), przez podstawowy do ponadpodstawowego. Oczywistym jest, że najwięcej jest szkół podstawowych, co wynika wprost z przepisów prawa oświatowego odnośnie sieci publicznych szkół podstawowych (Ustawa z dnia 14 grudnia 2016 r. Prawo

oświatowe, Dz. U. z 2021 r. poz. 1082). Z kolei najmniej jest miejscowości, w których znajdują się szkoły ponadpodstawowe (Tabela 34), ze względu na ich nieobowiązkowy charakter, a co za tym idzie pełnią funkcję wyższego rzędu. Ostatnia kategoria, która została przez Autorkę nazwana „handel i usługi finansowe” zawiera głównie sklepy wielkopowierzchniowe, stacje benzynowe i banki. W przypadku sklepów, Autorka chciała wyróżnić miejscowości, w których znajdują się markety z asortymentem żywnościowym i nieżywnościowym częstego zakupu, znanych sieci sklepów, pracujących w systemie samoobsługowym (GUS, Pojęcia stosowane w statystyce publicznej 16.06.2023r.), o szerokim asortymencie i dłuższych godzinach otwarcia. Ze względu na to, że w wielu wsiach znajdują się lokalne małe sklepy spożywcze lub mini markety, nie zostały one uwzględnione w analizach po pierwsze ze względu na ich dość powszechny charakter i mało wyróżniającą funkcję niskiego rzędu a także na trudności w pozyskaniu tego typu danych. Duży market lub supermarket zlokalizowany w danej miejscowości przyciąga do niej klientów z okolicznych osiedli, przez co jego ranga w sieci osadniczej rośnie. Stacje benzynowe to kolejne punkty, które zostały wymienione również dzięki swojej wyróżniającej się funkcji i niewielkiej liczbie. Są to nie tylko miejsca służące tankowaniu paliwa, ale także robieniu drobnych zakupów, czy korzystaniu z oferty gastronomicznej. Ostatnim typem wziętym pod uwagę w analizach są banki, bowiem według Autorki pełnią one na obszarach wiejskich ważną funkcję. Oprócz prowadzenia kont bankowych i obsługi kredytów są także często miejscem wykonywania różnych opłat, rachunków itp. Duża część mieszkańców korzysta w ofert banków spółdzielczych, które są najczęściej występującym typem banku na tym terenie. Jednostki te znajdują się wyłącznie w miejscowościach gminnych, co także podkreśla ich duże znaczenie. Usługi bankowości elektronicznej, karty płatnicze i bankomaty nie są tak powszechne i często wykorzystywane na tych obszarach. Duża część lokalnej ludności wiejskiej korzysta bowiem nadal z tradycyjnej formy obsługi konta bankowego. W działaniach tych banki wspierane są przez poczty i punkty pocztowe, jednak przez ich mniejsze znaczenie nie zostały uwzględnione w tej rozprawie.

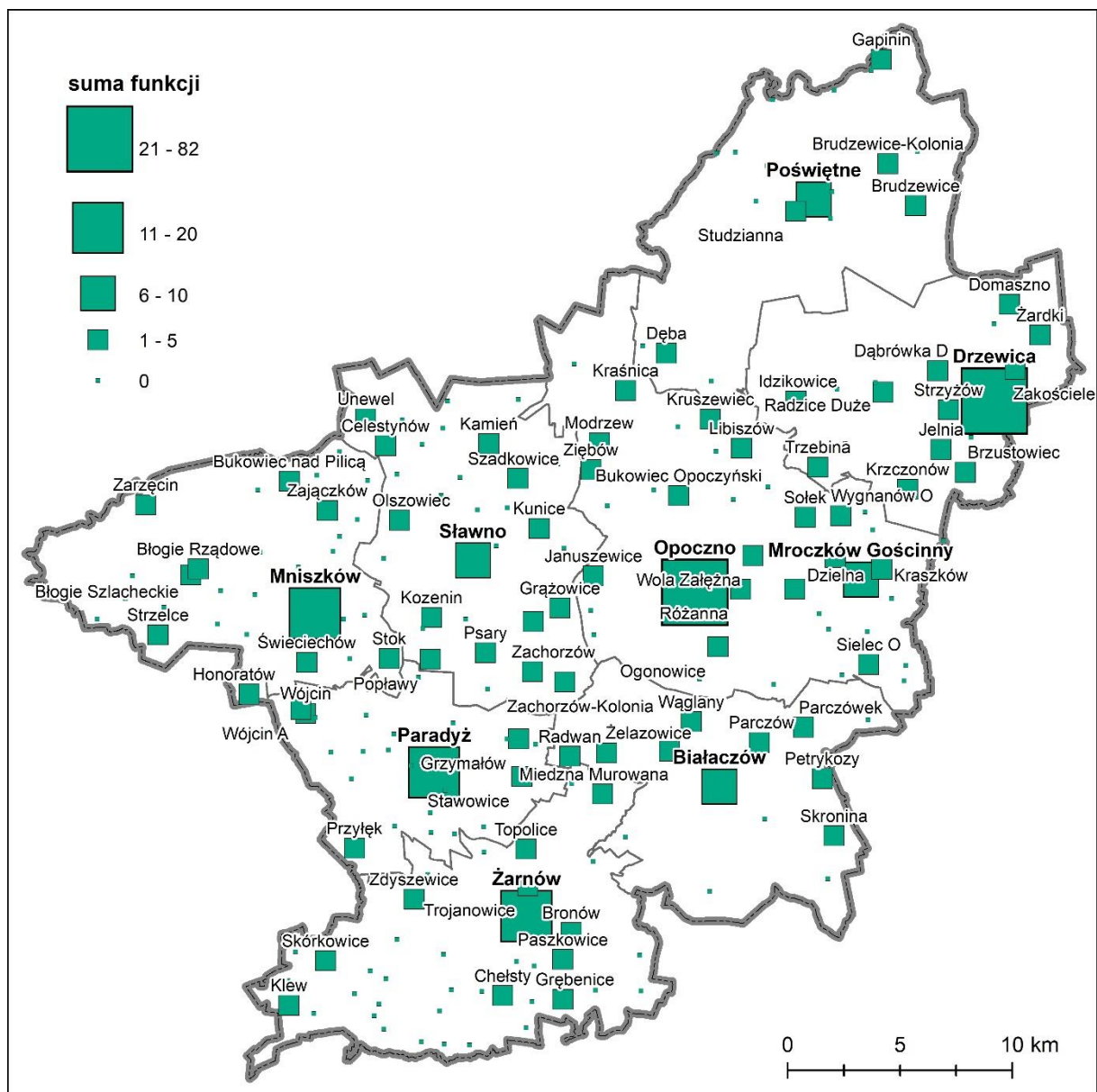
Na podstawie wybranych typów usług przypisanych do czterech kategorii (Tabela 34) wyznaczono rangi miejscowości w oparciu o metodę punktową. Metoda ta należy do grupy metod wielokryterialnej oceny jakości obiektu i pozwala na ocenę dowolnego obiektu według przyjętej listy kryteriów. Kryteria te mogą mieć przypisaną wagę a następnie liczbę punktów. Ostatecznie sumuje się punkty przyznane obiektom w ramach poszczególnych kryteriów. Główną zaletą tej metody jest jej prostota i wielokryterialność, natomiast do wad zalicza się subiektywizm przy doborze punktów (Jasion i in., 2022; Szyran-Resiak, 2016). W celu jego uniknięcia Autorka zdecydowała się przyznawać punkty tożsame z łączną liczbą wszystkich

typów usług w danej miejscowości. Stąd, jeśli w osiedlu A były przykładowo: 2 przychodnie POZ, 3 apteki, 1 szkoła podstawowa, 1 sklep i 1 jedna jednostka OSP to osiedle A uzyskało łącznie 8 punktów. Ponad połowa wszystkich miejscowości powiatu opoczyńskiego nie uzyskała ani jednego punktu (142 wsie), co oznacza, że w ich obrębie nie znajduje się żaden z analizowanych typów obiektów usługowych, przez co miejscowości nie pełnią żadnej z analizowanych funkcji i są, zgodnie z hierarchią miejsc centralnych, jednostkami podległymi. Z kolei pod względem sumy punktów zdecydowanie dominuje Opoczno (82 pkt), które jest największym i najważniejszym miejscem centralnym. Na drugim miejscu znajduje się Drzewica, jednak uzyskana przez to miasto wartość punktowa jest prawie 4-krotnie niższa (21 pkt). Uzyskane wyniki porównano także z liczbą mieszkańców tych miejscowości. Ponad 20 tys. mieszkańców powiatu mieszka w miejscowościach, w których nie znajduje się żadna z prezentowanych funkcji (Tabela 35, Rysunek 86). W celu sprawdzenia związku pomiędzy liczbą mieszkańców a pełnionymi funkcjami obliczono dla wymienionych wyżej danych współczynnik korelacji liniowej Pearsona (Ręklewski, 2020), który wyniósł aż 0,95. Świadczy to o dużej korelacji dodatniej, która oznacza, że czym więcej punktów, a co za tym idzie więcej różnych typów usług tym większa liczba mieszkańców danej miejscowości. Potwierdza to znaczenie wielkości danego osiedla, co jest zgodne z teorią miejsc centralnych Christallera - duże miejsca centralne oferują więcej funkcji. Oprócz miast wyróżniają się głównie miejscowości gminne, w których widać szczególne nagromadzenie różnych typów usług. Są to, jak potwierdzają niniejsze badania, miejscowości stanowiące lokalne centra administracyjne, handlowe i usługowe, dzięki czemu można próbować nazywać je lokalnymi centrami rozwoju i miejscami centralnymi wyższego rzędu, pomimo tego, że oficjalnie są w większości osiedlami wiejskimi (Rysunek 86).

Tabela 35. Statystyki punktowe dla miejscowości na podstawie sumy funkcji osiedli

Suma punktów	Liczba miejscowości	Łączna liczba mieszkańców
21-82	2	24782
11-20	3	2499
5-10	4	2418
1-5	77	26396
0	142	20490

Źródło: opracowanie własne



Rysunek 86. Suma funkcji poszczególnych miejscowości powiatu opoczyńskiego w 2021 r.
Źródło: opracowanie własne

W dalszej części zdecydowano się przełożyć obliczoną punktację na rangi. Rangi te nadano w programie Statistica, podobnie jak przy regule Zipfa, jednak tutaj wartością decydującą o numerze rangi była suma pełnionych funkcji posortowana w kolejności od największej do najmniejszej. W przypadku, kiedy kilka miejscowości uzyskało taką samą liczbę punktów zastosowano rangi wiązane na podstawie średniej z rang powtórzonych (Rysunek 87). Dla zmiennych w postaci rang (miejscowości ze względu na liczbę mieszkańców i ze względu na pełnione funkcje) obliczono współczynnik korelacji rang Spearmana, który jest niższy od współczynnika korelacji Pearsona obliczonego dla danych pierwotnych i wynosi 0,61, co również wskazuje na wysoką korelację dodatnią (Ręklewski, 2020). W trzech największych miejscowościach powiatu (Opoczno, Drzewica i Żarnów) znajduje się także

najwięcej różnych typów usług i dla tych osiedli ranga jest taka sama w obu badanych przypadkach (Tabela 36). Dla pozostałych wsi rangi różnią się. Ze względu na funkcje wyrażnie wyróżniają się wszystkie miejscowości gminne. Zaznacza się tu administracyjny charakter jednostki i jego wpływ na rangę miejscowości w sieci osadniczej, co nie zawsze idzie w parze z jej wielkością mierzoną liczbą mieszkańców. Oprócz miejscowości gminnych duże znaczenie pod względem rozmieszczenia różnych typów usług uzyskały miejscowości takie jak: Mroczków Gościnny, Petrykozy, Radzice Duże, Jelnia, Kunice i Wójcin. Biorąc pod uwagę założenie, że pod względem hierarchii w sieci osadniczej ważna jest zarówno wielkość jednostki jak i pełnione przez nią funkcje, rozumiane tu jako rozmieszczenie różnego rodzaju typów usług, Autorka zdecydowała się połączyć obie cechy i na ich podstawie wyznaczyć rangę osiedli powiatu opoczyńskiego. Ze względu na charakter danych (rangi – dane w skali porządkowej) niewłaściwe byłoby uśrednienie rang obu zmiennych. Wartości pierwotne nie są również odpowiednie do obliczenia średniej czy sumy ze względu na różne przedziały danych i brak możliwości ich bezpośredniego powiązania. Ze względu na to Autorka zdecydowała się wykorzystać do tego celu wskaźnik syntetyczny Perkala, który w różnego rodzaju badaniach stosowany jest właśnie do wielocechowego opisu zjawiska. Wskaźnik ten jest średnią wskaźników cząstkowych, które są wyrażone w postaci zmiennych standaryzowanych. Podstawowym warunkiem stosowania tego wskaźnika syntetycznego decydującego o poprawnej interpretacji merytorycznej jest założenie dodatniej korelacji między wskaźnikami cząstkowymi, co jest również spełnione w niniejszych badaniach (współczynnik korelacji liniowej Pearsona = 0,95, współczynnik korelacji rang Spearmana = 0,61). Wskaźnik ten obliczany jest według wzoru:

$$W_i = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^p z_{ij}$$

gdzie: W_i – wskaźnik syntetyczny Perkala, p - liczba wskaźników cząstkowych, z_{ij} - standaryzowana wartość wskaźnika cząstkowego j dla obiektu i (Czyż, 2016; Malkowski, 2007). Zgodnie ze wzorem, dane pierwotne, tzn. liczbę mieszkańców i sumę funkcji poddano procesowi standaryzacji, tak, aby przekształcić dwie różne zmienne o nieporównywalnych miarach w jedną porównywalną miarę statystyczną. Standaryzacji dokonuje się zgodnie ze wzorem:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j}$$

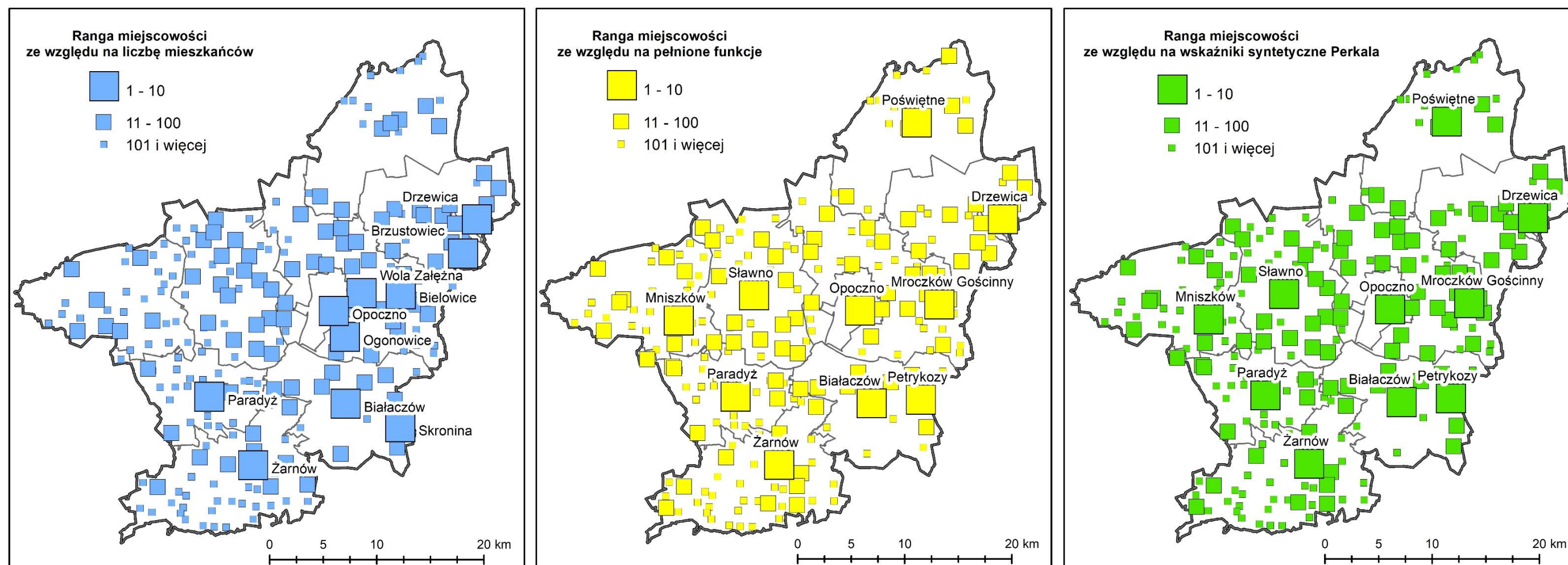
gdzie: z_{ij} - zmienna standaryzowana, x_{ij} - wartość zmiennej j dla obiektu i , $\bar{x}_j$ – średnia wartość zmiennej j , s_j – odchylenie standardowe zmiennej j (Czyż, 2016; Malkowski, 2007).

Dane poddano procesowi standaryzacji w programie Statistica i następnie obliczono wskaźniki syntetyczne dla każdej miejscowości. Na podstawie uzyskanych wskaźników, posortowanych od wartości największych do najmniejszych, przypisano rangi miejscowościom (Rysunek 87). Tabela 36 przedstawia dwadzieścia pierwszych miejscowości pod względem najwyższej rangi ze względu na wskaźniki Perkala. Wśród wymienionych jednostek w pierwszej dziesiątce znajdują się wszystkie miejscowości gminne, co potwierdza ich ważne miejsce w hierarchii sieci osadniczej powiatu opoczyńskiego jako miejsca centralne wyższego rzędu. Pierwsze trzy miejscowości mają takie same rangi według każdego z kryteriów. Wśród pozostałych znajdują się miejscowości, które swoją pozycję zawdzięczają głównie liczbie ludności (Białaczów, Bielowice, Ogonowice, Skronina czy Brzustowiec), a niektóre przede wszystkim wyposażeniu w różnego rodzaju obiekty usługowe (Paradyż, Mniszków, Mroczków Gościnny, Sławno, Poświętne czy Wójcin).

Tabela 36. Rangi miejscowości wyznaczone na podstawie sumy standaryzowanych wartości liczby mieszkańców i pełnionych funkcji

miejscowość	ranga ze względu na liczbę mieszkańców	ranga ze względu na pełnione funkcje	ranga ze względu na wskaźniki syntetyczne Perkala
Opoczno	1	1	1
Drzewica	2	2	2
Żarnów	3	3	3
Paradyż	10	4	4
Mniszków	12	5	5
Białaczów	4	8,5	6
Mroczków Gościnny	25	6,5	7
Sławno	29	6,5	8
Poświętne	49	8,5	9
Petrykozy	22	10	10
Radzice Duże	15	12,5	11
Skronina	8	19,5	12
Jelnia	18	12,5	13
Bielowice	5	33	14
Kunice	38	12,5	15
Kraśnica	13	19,5	16
Dzielna	16	19,5	17
Wójcin	46	12,5	18
Ogonowice	7	33	19
Brzustowiec	9	33	20

Źródło: opracowanie własne



Rysunek 87. Rangi miejscowości na podstawie liczby mieszkańców oraz liczby pełnionych funkcji

Źródło: opracowanie własne

Ze względu na różnorodność funkcji wybranych do analizy Autorka postanowiła sprawdzić, czy istnieją miejscowości specjalizujące się w określonych rodzajach funkcji i czy ich rozmieszczenie jest równomierne. W tym celu zsumowano punkty przydzielone każdej miejscowości ze względu na liczbę znajdujących się w niej różnych obiektów usługowych w ramach poszczególnych kategorii zgodnie podziałem ujętym w Tabeli 34, takich jak:

- administracja świecka i kościelna,
- opieka zdrowotna i jednostki ratownicze,
- edukacja,
- handel i usługi bankowe.

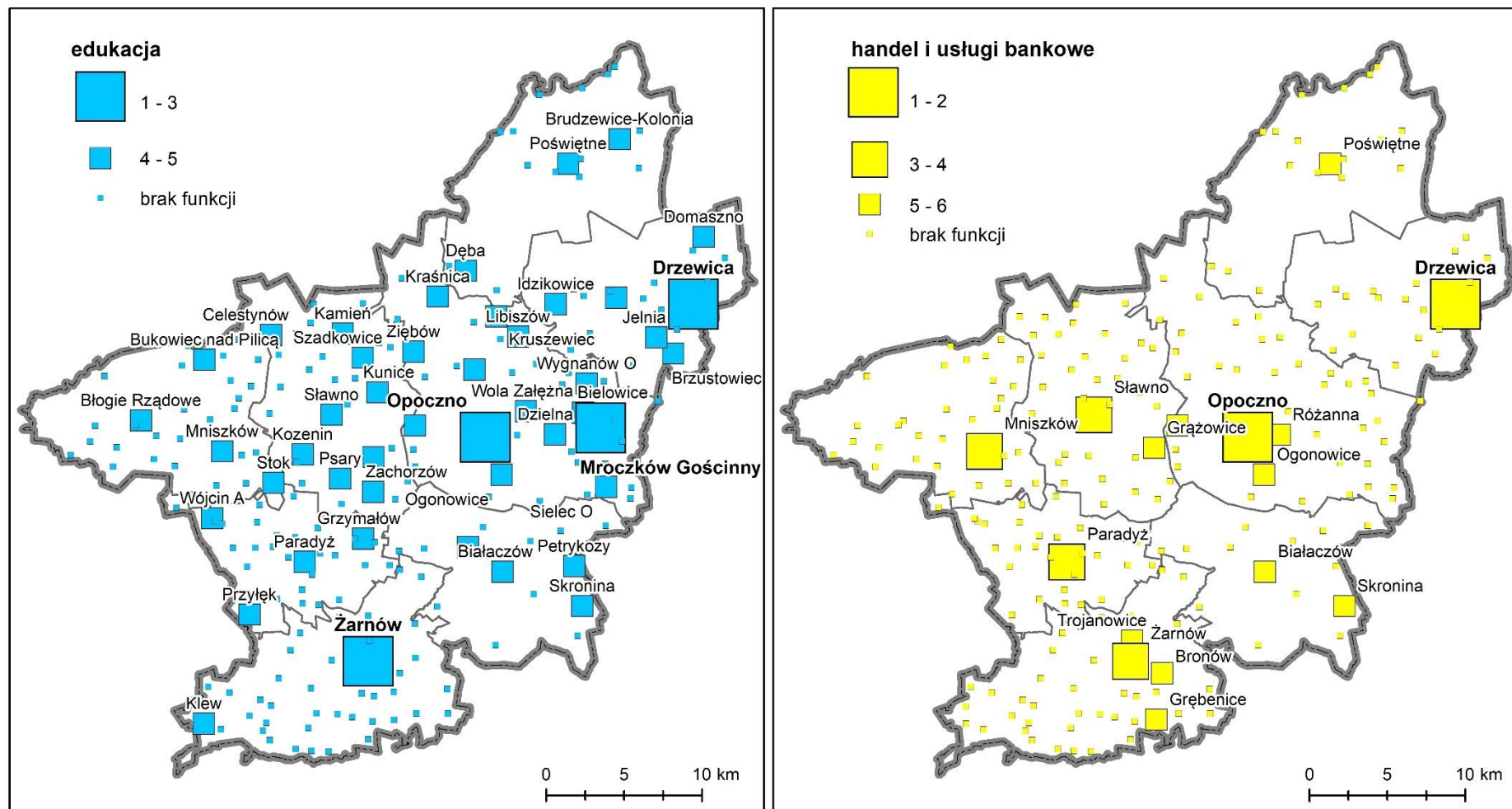
W przypadku administracji świeckiej i kościelnej maksymalnie wyznaczona ranga miejscowości to 3, ponieważ aż 203 miejscowości nie posiada ani urzędu gminy ani kościoła. Najwyższą rangą charakteryzuje się Opoczno, ponieważ oprócz urzędu miasta i gminy na jego terenie znajdują się 3 kościoły. Drugie miejsce, które oznacza, że miejscowość jest siedzibą urzędu miasta/gminy a także parafii zajmuje 5 miejscowości: Białaczów, Drzewica, Opoczno, Paradyż, Sławno i Żarnów. Miejscowości o randze 3 jest 19 i są to jednostki, które są albo siedzibą urzędu gminy albo parafii. Osiedla o rangach 1-3 są rozmieszczone dość równomiernie względem granic powiatu, co wynika wprost z charakteru pełnionych przez nie funkcji, przy czym rangi 1 i 2 należą do miejscowości gminnych, kolejny raz wskazując na ich wysoką rangę i centralne położenie (Rysunek 88). W przypadku drugiej analizowanej kategorii dotyczącej opieki zdrowotnej (przychodnie POZ i apteki) i jednostek ratowniczych (jednostki OSP i policji) większa liczba miejscowości ma nadaną rangę (od 1 do 7) - żadnego obiektu z tej kategorii nie posiada 168 osiedli. Taka liczba wsi mająca rangę w tej kategorii wynika głównie z rozmieszczenia jednostek ochotniczej straży pożarnej, których w skali powiatu jest najwięcej spośród wszystkich badanych usług. Najwyższe rangi posiadają Opoczno, Drzewica oraz Paradyż. Oprócz miejscowości gminnych, wyróżniają się także Jelnia (gmina Drzewica), Petrykozy (gmina Białaczów) i Wójcin (gmina Paradyż) (Rysunek 88). Najwięcej miejscowości posiadających rangi w tej kategorii znajduje się w gminie Drzewica i Sławno, a najmniej w gminie Poświętne i Paradyż, jednak w odniesieniu do sieci osadniczej gmin największy udział procentowy miejscowości pełniących funkcje z badanej kategorii wśród wszystkich miejscowości poszczególnych gmin zyskują Białaczów i Drzewica, a najmniejszy w dalszym ciągu gminy Poświętne i Paradyż. Biorąc z kolei pod uwagę liczbę ludności tych miejscowości odniesionych do liczby mieszkańców całej gminy to największy ich odsetek odnotowano w gminie Drzewica oraz Białaczów, natomiast najmniejszy w gminie Poświętne, Mniszków oraz Sławno (Tabela 37).

Tabela 37. Charakterystyka miejscowości posiadających rangę w kategorii administracja świecka i kościelna oraz opieka zdrowotna i jednostki ratownicze względem gmin w 2021 r.

gmina	liczba miejscowości posiadających rangę	liczba wszystkich miejscowości gminy	liczba mieszkańców miejscowości posiadających rangę	liczba mieszkańców gminy	odsetek miejscowości	odsetek ludności
Białaczów	9	14	4758	5785	64,3	82,2
Drzewica	11	19	8765	10656	57,9	82,3
Mniszków	7	31	1883	4723	22,6	39,9
Opoczno	8	41	23788	34062	19,5	69,8
Paradyż	5	30	1773	4368	16,7	40,6
Poświętne	3	18	943	3242	16,7	29,1
Sławno	10	34	3112	7785	29,4	40,0
Żarnów	7	41	2808	5964	17,1	47,1

Źródło: opracowanie własne

W kategorii edukacja ranga została wyznaczona dla 46 miejscowości, co oznacza, że posiadają one co najmniej jedno przedszkole, szkołę podstawową lub szkołę ponadpodstawową. Rangi w tej kategorii mieszczą się w przedziale od 1 do 5. Najwyższą rangą charakteryzuje się niezmiennie miasto Opoczno, a na drugim miejscu tym razem znalazły się dwie miejscowości: Żarnów oraz Mroczków Gościnny, natomiast Drzewica uplasowała się na 3. pozycji. Są to miejscowości, w których występuje co najmniej jedna szkoła ponadpodstawowa. Rangi 4 i 5 prezentują miejscowości, które nie posiadają szkoły ponadpodstawowej. Wszystkie miejscowości gminne posiadają rangę, jednak szczególnie w tej kategorii wyróżniają się tylko Opoczno, Żarnów i Drzewica. Na uwagę zasługuje tutaj miejscowość Mroczków Gościnny w gminie Opoczno, który swoją pozycję zawdzięcza głównie występowaniu szkół ponadpodstawowych wchodzących w skład Powiatowego Centrum Kształcenia Zawodowego i Ustawicznego oferującego naukę dla młodzieży zarówno w liceum, technikum i szkołach branżowych a także kształcenie osób dorosłych zarówno zawodowe jak i licealne. W tej miejscowości, jako jedynej z pierwszego przedziału rang, nie ma za to ani jednego przedszkola (Rysunek 89). Analizując rozmieszczenie miejscowości posiadających rangę w kategorii edukacja można dostrzec ich niedobór na południu powiatu, najmniejszy udział takich miejscowości widoczny jest w gminie Żarnów, a wartość ta zdecydowanie negatywnie wyróżnia się wśród wszystkich gmin powiatu. Największy odsetek miejscowości z rangą w kategorii edukacja odnotowano w gminie Opoczno i Drzewica. Podobnie jest w przypadku liczby mieszkańców tych osiedli. Największy odsetek ludności widoczny jest w gminie Opoczno i Drzewica, a najmniejszy w gminie Żarnów (Tabela 38).



Rysunek 89. Rangi miejscowości powiatu opoczyńskiego według kategorii edukacja oraz handel i usługi bankowe w 2021 r.

Źródło: opracowanie własne

Tabela 38. Charakterystyka miejscowości posiadających rangę w kategorii edukacja względem gmin w 2021 r.

gmina	liczba miejscowości posiadających rangę	liczba wszystkich miejscowości gminy	liczba mieszkańców miejscowości posiadających rangę	liczba mieszkańców gminy	odsetek miejscowości	odsetek ludności
Białaczów	4	14	3007	5785	28,6	52,0
Drzewica	6	19	6746	10656	31,6	63,3
Mniszków	4	31	1426	4723	12,9	30,2
Opoczno	14	41	27484	34062	34,1	80,7
Paradyż	4	30	1277	4368	13,3	29,2
Poświętne	3	18	945	3242	16,7	29,1
Sławno	9	34	2837	7785	26,5	36,4
Żarnów	2	41	1327	5964	4,9	22,3

Źródło: opracowanie własne

Ostatnią analizowaną kategorią jest handel i usługi bankowe, na którą wliczają się markety, banki i stacje benzynowe. Miejscowości pełniących takie funkcje jest zaledwie 16, co oznacza, że usługi te są skupione i występują głównie w miastach i pozostałych miejscowościach gminnych, na co szczególny wpływ ma rozmieszczenie banków, które występują tylko w tych miejscowościach oraz dużych marketów, które w tych osiedlach występują w większej liczbie. Najwyższą rangą charakteryzuje się Opoczno, a następnie Drzewica, co potwierdza duże znaczenie miast również w tej kategorii. Miejscowości z rangą 5 i 6, oznaczających występowanie w nich jednego lub dwóch obiektów spośród badanej grupy usług, oprócz dwóch miejscowości gminnych – Poświętne i Białaczowa znajdują się głównie w gminie Żarnów i Opoczno, przy czym w pierwszej z nich swoją rangę zawdzięczają głównie stacjom benzynowym (Trojanowice, Grębenice, Bronów), natomiast w drugiej marketom (Januszewice, Ogonowice, Różanna). Poza tym, zauważyć można oczywisty związek pomiędzy lokalizacją stacji benzynowych a przebiegiem dróg krajowych (nr 12 – Mniszków, Grążowice, Opoczno, nr 74 – Paradyż, Trojanowice, Grębenice, Bronów) (Rysunek 89). Rzadsze i bardziej skoncentrowane występowanie usług z tej kategorii świadczy o większej specjalizacji tych funkcji i w dużym stopniu wynika z lokowania tego typu obiektów na podstawie zasad rynkowych i rentowności inwestycji a także popytu na określone usługi.

W każdej z analizowanych kategorii wysokie rangi posiadają głównie miasta oraz wsie gminne. Najliczniejszą reprezentację spośród wszystkich miejscowości powiatu posiadają obiekty z kategorii opieka zdrowotna i jednostki ratownicze (głównie dzięki liczemu i równomiernemu występowaniu jednostek OSP). W tej kategorii, oprócz jednostek gminnych, szczególnie wyróżniają się osiedla gmin Drzewica oraz Białaczów, w tym głównie wsie Jelnia i Petrykozy. Drugą pod względem liczby miejscowości posiadających rangę jest kategoria

edukacja, co jest w dużej mierze związane z lokalizacją szkół podstawowych, które są rozmieszczone dość równomiernie na obszarze powiatu, co wynika głównie z przepisów ustawy o prawie oświatowym (Ustawa z dnia 14 grudnia 2016 r. Prawo oświatowe, Dz. U. z 2021 r. poz. 1082). W tej kategorii na wyróżnienie pod względem rangi osiedla oprócz miast zasługują Żarnów oraz nieposiadająca wysokiej rangi w innych kategoriach wieś Mroczków Gościnny. Najmniej licznie reprezentowane są usługi z kategorii handel i usługi bankowe, głównie dzięki ich dość specjalistycznej funkcji. Należy jednak pamiętać, że w analizach uwzględnione zostały jedynie duże markety spożywczo-przemysłowe kilku znanych sieci handlowych. W rzeczywistości mniejszych sklepów spożywczych jest na badanym obszarze zdecydowanie więcej, jednak ich zasięg oraz, co za tym idzie, znaczenie nie jest w większości tak duże w skali powiatu jak w przypadku dużych sklepów, dlatego obiekty te nie zostały włączone do badań. Problem tkwił tutaj także w pozyskaniu tego typu danych. Kategorią, w której analizowane obiekty są rozmieszczone najbardziej równomiernie jest administracja świecka i kościelna, w której oprócz miejscowości gminnych wyróżniają się parafie Kościoła rzymskokatolickiego.

Zgodnie z teorią miejsc centralnych, osiedla dzieli się na osiedla będące w centrum jako strefy wpływów oraz te będące im funkcjonalnie podległe czy peryferyjne (w pierwotnym założeniu był to podział na miasta jako jednostki centralne i wsie jako jednostki podległe, jednak Autorka proponuje przeniesienie założeń teorii na grunt wiejskiej sieci osadniczej). Miejsce w hierarchii sieci osadniczej zależy od charakteru dóbr i usług oferowanych przez jednostkę osadniczą. Duże znaczenie w każdej badanej kategorii odgrywają miasta i wsie gminne powiatu opoczyńskiego, które pełnią rolę miejsc centralnych wyższego rzędu, ze względu na miejsce w hierarchii sieci osadniczej jak i na ich rozmieszczenie względem powiatu oraz zasięgi obsługi (szerzej w rozdziale 5.2). Najwyższą rangą charakteryzuje się w każdym przypadku Opoczno, które jako miasto powiatowe pełni większość najważniejszych funkcji i stanowi główne miejsce powiatu, zgodne z podziałem administracyjnym, przewidzianym także jako jeden z powodów deformacji układów miejsc centralnych. Pomimo tego, że Opoczno nie jest zlokalizowane w idealnym centrum powiatu biorąc pod uwagę jego powierzchnię i granice, to można przyjąć, że pod względem koncentracji ludności (jako jednego z dodatkowych kryteriów teorii), jest to miejsce centralne powiatu opoczyńskiego (Rysunek 54). Zgodnie z teorią na pozycję i rangę osiedla w sieci osadniczej, oprócz pełnionych funkcji wpływ ma także liczba mieszkańców, gdyż ośrodki większe oferują zwykle więcej różnorodnych dóbr i usług, co potwierdziły również współczynniki korelacji.

Podsumowanie

Przedmiotem badań rozprawy były dane, metody badań i charakterystyka wiejskiej sieci osadniczej na przykładzie powiatu opoczyńskiego. Część merytoryczna rozprawy podzielona została na trzy główne etapy, zgodne z zaproponowanym na początku przez Autorkę schematem postępowania badawczego, mianowicie na dane, metody oraz analizy i wyniki (Rysunek 2). Schemat ten został stworzony w oparciu o model Systemu Informacji Geograficznej zaproponowany przez R. Tomlinsona (2008), który prezentuje poszczególne komponenty GIS (Rysunek 1). Badania przeprowadzone w ramach dysertacji są, w opinii Autorki, badaniami interdyscyplinarnymi, które łączą metody i zakres tematyczny badań geografii osadnictwa i geoinformacji. Takie połączenie zaznaczone zostało już w tytule rozprawy, który obejmuje: analizę geoinformacyjną, sieć osadniczą i powiat opoczyński. Zgodnie z przytoczonymi w pracy definicjami słów ‘analiza’ i ‘geoinformacja’ Autorka przyjęła, że analiza geoinformacyjna jest badaniem zjawiska, w tym przypadku sieci osadniczej powiatu opoczyńskiego, w oparciu o elementy systemów informacji geograficznej w kontekście nowych możliwości interpretacji. Głównym celem dysertacji była zatem implementacja danych przestrzennych i metod badań sieci osadniczej do Systemów Informacji Geograficznej w celu przyspieszenia wykonywania poszczególnych operacji, wdrożenia nowych propozycji rozwiązań, uatrakcyjnienia prezentacji wizualnej wyników a także wprowadzenia nowych możliwości obliczeniowych. W powiązaniu z powyższym wyznaczono drugi główny cel pracy jakim było stworzenie propozycji modelu badań sieci osadniczej z wykorzystaniem Systemów Informacji Geograficznej. W realizacji tych głównych celów rozprawy pomocne były wyodrębnione cele szczegółowe, które opierały się na stworzonym przez Autorkę schemacie postępowania badawczego (Rysunek 2).

Pierwszy cel szczegółowy zgodny z pierwszym etapem badań (Rysunek 2) dotyczył porównania i oceny różnych źródeł danych niezbędnych do analiz sieci osadniczej. Cel ten zrealizowano głównie w rozdziale 4 niniejszej dysertacji. Analizy danych dokonano w trzech etapach zaprezentowanych na rysunku 30. Zwracano także szczególną uwagę na błędy pozyskiwanych z różnych źródeł danych geograficznych wymienione na rysunku 31. Rozważania na temat danych podzielono na pięć podrozdziałów dotyczących głównych grup danych, mianowicie na miejscowości, budynki, sieć drogową, siedliska oraz liczbę mieszkańców. Każdą z grup omówiono w podobny sposób z uwzględnieniem specyfiki konkretnego rodzaju danych na przykładzie sieci osadniczej powiatu opoczyńskiego. W pierwszej kolejności tych rozważań skupiono się na pozyskaniu danych. Omówiono źródła

danych gromadzących odpowiednie zasoby a także przedstawiono sposób i możliwości ich pozyskania. Następnie porównano dane pochodzące z różnych źródeł, skupiając się na ich odpowiedniej selekcji i czyszczeniu a w następnej kolejności na poprawieniu i dostosowaniu do dalszych analiz. Analizę podzielono na część geometryczną danych (sposób zapisu, reprezentację geometryczną, błędy położenia, błędy topologiczne) a także na część atrybutową. Szczegółowe porównanie danych przedstawiono odpowiednio w tabelach 3, 7, 10, 13 i 14. Na końcu dokonano ich oceny i próby rekomendacji źródeł danych najlepszych z punktu widzenia badań sieci osadniczej.

Dane o miejscowościach zostały pozyskane z Państwowego Rejestru Nazw Geograficznych, Bazy Danych Obiektów Ogólnogeograficznych, Bazy Danych Obiektów Topograficznych oraz OpenStreetMap. Dane te w wymienionych bazach danych różnią się liczebnością, szczegółowością danych atrybutowych a także sposobem i dokładnością reprezentacji przestrzennej (Tabela 3). Zwrócono uwagę na kilka problemów, między innymi na aktualność danych, który jest jednym z głównych problemów w badaniach naukowych. W przypadku miejscowości aktualność danych nie ma istotnego znaczenia, gdyż zmiany granic miejscowości a co za tym idzie punktów je reprezentujących nie odbywają się często. Liczba miejscowości powiatu opoczyńskiego pomiędzy analizowanymi bazami danych różni się, a powstałe największe różnice w bazie OSM wynikają z ich nieprawidłowego zaklasyfikowania. Zauważono także problem danych błędnie zapisanych oraz niekompletnych, głównie dla nazw miejscowości i ich rodzajów, szczególnie widoczny w przypadku danych OSM. Istotnym problemem były niespójności i błędy w określeniu lokalizacji jednostek osadniczych. Punkty reprezentujące te same miejscowości w różnych bazach danych nie pokrywały się. Za najlepsze pod względem badań sieci osadniczej uznano dane pochodzące z PRNG, które cechowały się największym odzwierciedleniem obszarów zabudowy mieszkaniowej. Największe różnice pod względem położenia geograficznego punktów reprezentujących miejscowości w odniesieniu do PRNG odnotowano w BDOO, natomiast najmniejsze w OSM. Różnice w lokalizacji punktów wynikają w dużej mierze z przyjętych różnych metod reprezentacji punktów, źródeł danych, skali, dla jakiej dane są przygotowane, a także od czynnika ludzkiego. Najczęściej punkty były umieszczane w obszarach głównych skrzyżowań lub w różnie rozumianym centrum miejscowości, gdzie zwykle były to obszary zabudowy, ale również lasy czy zbiorniki wodne. Wybór odpowiedniego źródła danych może więc mieć wpływ na uzyskane wyniki, stąd w badaniach osadniczych Autorka proponuje wykorzystywać dane, których lokalizacja najlepiej odzwierciedla badane zjawisko, tutaj obszary zabudowane, zamieszkane przez człowieka.

Dane dotyczące budynków powiatu opoczyńskiego zostały pozyskane z Bazy Danych Obiektów Topograficznych i z OpenStreetMap. Dodatkowo wykorzystano punkty adresowe z Państwowego Rejestru Granic. Dane te różnią się liczebnością obiektów, ich klasyfikacją, zawartością atrybutów a także aktualnością (Tabela 4). Do dalszych analiz, ze względu na tematykę rozprawy, wybrano budynki mieszkalne. Za najbardziej odpowiednie do tego typu badań uznane zostały budynki mieszkalne z BDOT10k ze względu na ich najlepszą reprezentację pod względem ilościowym jak i jakościowym. W pozostałych bazach, głównie w bazie OSM, największe problemy związane były z niekompletnością i niedokładnością danych oraz danymi błędnymi. W przypadku danych OSM problemy te w dużej mierze wynikały z braku lub niewłaściwej klasyfikacji danych, co jest spowodowane brakiem jednoznacznych zasad wstawiania i tagowania danych a także brakiem odpowiedniej kontroli wprowadzanych danych. Pod względem geometrii powierzchni i kształtu większym podobieństwem między danymi z BDOT10k i OSM cechowały się budynki duże, o prostych kształtach, takie jak bloki mieszkalne czy zakłady produkcyjne. Gorzej wpasowały się z kolei budynki małe, o bardziej skomplikowanych kształtach, których krawędzie są gorzej widoczne z ortofotomapy. Potwierdziła to również analiza wierzchołków poligonów, których łączna liczba jest zdecydowanie większa w BDOT10k. Badania te wskazały, że budynki z BDOT10k przedstawiają bardziej dokładny kształt, przy czym budynki z OSM są bardziej zgeneralizowane, co przekłada się również na ich większą powierzchnię. Reasumując, bardziej dokładną i wiarygodną bazą danych zawierającą dane o budynkach jest BDOT10k. W analizie budynków największy problem dotyczył niekompletności danych opisowych i geometrycznych oraz ich niedokładność a także dane brakujące. Utrudnienia w analizie budynków i porównaniu danych pomiędzy bazami spowodowane były także różnie przyjętymi klasyfikacjami oraz reprezentacjami geometrycznymi danych (powierzchniowe i punktowe).

Sieć drogowa została pozyskana z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k), Bazy Danych Obiektów Ogólnogeograficznych (BDOO) i z OpenStreetMapy. W ocenie i porównaniu wymienionych baz danych największe trudności sprawiły różnice w klasyfikacji dróg. Bazy BDOT10k i BDOO jako urzędowe bazy danych posiadają ujednolicone i oficjalne kategorie zarządzania dróg. Klasyfikacja dróg w OSM różni się od urzędowej klasyfikacji dróg w Polsce, ponadto informacje te wpisywane są do bazy w wyniku interpretacji ortofotomapy i wiedzy użytkownika. Największe różnice zaczynały się od kategorii dróg powiatowych. Należy także dodać, że najbardziej szczegółowa i najdłuższa sieć drogowa powiatu opoczyńskiego ujęta była w BDOT10k, a najbardziej zgeneralizowana w BDOO (ze względu na charakter i skalę opracowania danych). Uwidocznili się tu zatem także

problem skali danych oraz ich niekompletności. Wykonana kontrola topologiczna danych wykazała błędy w sieci drogowej każdej z warstw, przy czym najwięcej błędów dotyczyło odcinków dróg niepołączonych z resztą sieci drogowej, które najliczniej wykryto w bazie OSM. Przed użyciem danych w analizach sieciowych konieczna jest wcześniejsza poprawa wykrytych błędów topologicznych. Brak spójności sieci może generować bowiem błędy w analizach i prezentować nieprawidłowe wyniki, które w konsekwencji mogą prowadzić do błędnych wniosków. W badanym przykładzie powiatu opoczyńskiego najbardziej dokładne i wiarygodne dane na temat sieci drogowej ujęte są w BDOT10k, głównie dzięki dużej liczbie danych atrybutowych oraz przyjęciu oficjalnych klasyfikacji, a także ze względu na dużą poprawność topologiczną danych. Dla badań dotyczących większych obszarów, takich jak np. kraj, wystarczające mogą się okazać drogi z OSM, szczególnie jeśli chodzi o łatwość ich pozyskania. Z kolei w badaniach, gdzie nie jest wymagana duża szczegółowość danych wystarczające okazać się mogą dane z BDOO. W badaniach osadniczych obszarów wiejskich mniejsze znaczenie odgrywać może aktualność danych, gdyż nie są to obszary, które przechodzą częste i intensywne przeobrażenia sieci drogowej.

Dane dotyczące siedlisk, czyli konkretnie obszarów zabudowy mieszkaniowej pozyskano z Bazy Danych Obiektów Ogólnogeograficznych, Bazy Danych Obiektów Topograficznych, Openstreetmap a także z Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa. Obszary te w każdej z wymienionych baz danych wyglądały podobnie dla skali 1:350 000. Największe różnice widoczne były dla danych z OSM, które były rozlokowane głównie w północno-wschodniej części powiatu opoczyńskiego. Różnice widoczne były także dla danych z BDOO, gdzie ze względu na skalę danych i ich generalizację, powierzchnia pojedynczego wydzielenia była dużo większa niż w pozostałych bazach. Najbardziej podobne do siebie (zarówno pod względem powierzchni tych obszarów jak i przebiegu ich granic) były dane pokrycia terenu (PTZB) z BDOT10k i dane z ARiMR. Istotnym problemem, oprócz niekompletności danych, były różne sposoby klasyfikacji i zasad wydzielenia obszarów zabudowanych. Kolejnym problemem była różna aktualność danych. W przypadku badań dla dużych obszarów, takich jak kraj, wystarczające mogą okazać się już dane obszarów zabudowy mieszkaniowej z BDOO, z kolei dla mniejszych obszarów (np. dla gminy czy powiatu) lepsze będą dane z BDOT10k (warstwy z kategorii pokrycie terenu lub kompleksy użytkowania terenu - w zależności od przyjętych kryteriów), a także siedliska z bazy danych ARiMR. Dane OSM mogą okazać się przydatne, jednak wyłącznie dla miejsc, w których takie dane zostały wprowadzone, co jest szczególnie rzadkie na obszarach wiejskich. Należy mieć też na uwadze otwartość danych i sposób ich pozyskiwania, gdyż dane z BDOO, BDOT10k i OSM są

powszechnie dostępne i można je pobrać w dowolnym czasie, natomiast dane z ARiMR są danymi, o które trzeba wnioskować do odpowiedniego oddziału instytucji i czekać na ich udostępnienie, co w niektórych przypadkach może być dużą wadą. Dane ARiMR wydają się być wiarygodne w odniesieniu do obszarów wiejskich, jednak nie są odpowiednie dla badań dotyczących miast. Są to bowiem dane pochodzące z wniosków o przyznanie dotacji dla rolników. Dane te w większości są często aktualizowane, jednak nie odbywa się to równocześnie dla wszystkich obszarów, co może powodować różnego rodzaju trudności w analizie.

W przypadku danych o liczbie mieszkańców napotkano istotny problem wynikający ze szczegółowości wymaganych danych. Takie dane są powszechnie dostępne i udostępniane przez Główny Urząd Statystyczny dla jednostek administracyjnych, gdzie najniższym poziomem są gminy. W niniejszej rozprawie zdecydowano się wykorzystać dane o liczbie ludności w odniesieniu do pojedynczych miejscowości, a tego typu dane nie są powszechnie dostępne. Takie wykazy udostępniane są zwykle jako efekt narodowych spisów powszechnych, jednak jak wiadomo, nie odbywają się one często. W roku 2023 dostępne są takie dane z Narodowego Spisu Powszechnego Ludności i Mieszkań z 2021 r., które są udostępniane w odniesieniu do miejscowości statystycznych a także w siatce kilometrowej. W momencie rozpoczynania badań tego typu dane nie były dostępne, co skłoniło Autorkę do podjęcia prób ich pozyskania z innych źródeł. Były to rejestry mieszkańców z urzędów gmin oraz rejestr PESEL. Proces pozyskiwania tych danych wiązał się z koniecznością wystosowania wniosków do odpowiednich instytucji. W przypadku rejestrów mieszkańców były to wnioski o udzielenie informacji publicznej skierowane do wszystkich urzędów gmin i miast na terenie powiatu opoczyńskiego, a w przypadku rejestru PESEL był to wniosek do Ministerstwa Cyfryzacji. Dane z bazy PESEL zostały udostępnione w postaci wykazu w edytowalnym arkuszu kalkulacyjnym zawierającym liczbę ludności w odniesieniu do konkretnego adresu wraz z podziałem na płeć i wiek w przedziałach 4-letnich. Dane z rejestrów mieszkańców w większości udostępnione zostały w dokumentach nieedytowalnych, często w postaci zeskanowanych plików pdf, które należało przepisać. Dane o liczbie ludności dotyczyły tu konkretnych miejscowości i przedstawiały liczbę ludności ogółem (bez podziału na płeć i wiek). Liczba mieszkańców w poszczególnych miejscowościach różni się pomiędzy badanymi źródłami danych. Przeważnie liczba ta jest większa w bazie PESEL. Częściowo różnice te mogą wynikać z zasad tworzenia i aktualizacji danych w obu rejestrach a także z niewielkich różnic pomiędzy datą pozyskania danych. Dane z bazy PESEL zostały pozyskane według stanu na kwiecień 2019 r. natomiast dane z rejestru mieszkańców według stanu na

31.12.2019 roku. Wybór danych do badań zależy głównie od celu i tematu badań, obszaru badań, szczegółowości analiz a także od rodzaju wykorzystywanych metod badawczych. Pomimo tego, że tego typu dane są wykorzystywane w badaniach naukowych wielu różnych dyscyplin, to pozyskanie danych w odniesieniu do niższego poziomu niż gminy jest utrudnione i wymaga złożenia odpowiednich wniosków do różnych instytucji, a następnie oczekiwania na udostępnienie danych i ich odpowiedniego przetworzenie czy przepisania. Obecnie pomocne mogą być dane z NSP 2021, jednak należy pamiętać, że nie będą one corocznie aktualizowane, a w kolejnych latach mogą stanowić źródło do różnego rodzaju szacunków i porównań.

Dane stanowią jedną z głównych części badań naukowych i analizy geoinformacyjnej różnych zjawisk. Są o tyle istotne, że mają wpływ na wszystkie kolejne etapy procesu badań i analiz. Błędne, niedokładne bądź niepełne dane mogą prowadzić do błędnych wyników i wniosków. Sam proces pozyskiwania i przetwarzania danych zajmuje dużo miejsca i czasu w pracy badawczej przedstawicieli różnych dyscyplin naukowych, szczególnie w geografii. Zwrócenie uwagi na tą część postępowania badawczego związane jest głównie z coraz większą liczbą danych i ich otwartym i powszechnym dostępem. Ogromny wzrost liczby danych powoduje także pojawiający się chaos i trudności w odróżnieniu danych o dobrej jakości, dokładności i rzetelności. Problem ten jest jednym z tematów, którymi zajmuje się geoinformacja, szczególnie związana z naukami geograficznymi. Dane geograficzne ze względu na swoją specyfikę i podział na część geometryczną i opisową wymagają szczególnej analizy, która zwykle powinna być przeprowadzana w trzech głównych etapach przedstawionych na rysunku 30. Ważne jest przez kogo dane są udostępniane, przez kogo są tworzone i sprawdzane, na jakich zasadach są pozyskiwane, jaka jest skala, aktualność i źródła danych a także w jaki sposób dane są udostępniane, w jakiej postaci i w jakim formacie. Większość danych geograficznych charakteryzuje się bezpłatnym i otwartym dostępem, jednak niektóre typy danych są ciągle niedostępne w takiej postaci, dlatego ich pozyskanie jest dodatkowo pracochłonne i czasochłonne. Zbyt duża liczba otwartych i powszechnie dostępnych danych powoduje z kolei konieczność dokonania wyboru, których danych użyć w badaniach. Wybór ten powinien być poprzedzony odpowiednią analizą, czyszczeniem i selekcją danych zgodnie z celem i charakterem badań. Ważne są tu przydatność danych, eliminacja nadmiaru danych lub konieczność uzupełnienia ich niedoboru lub przyjęcia świadomych ograniczeń analiz. W trakcie prowadzenia analizy danych niezbędnych do przeprowadzenia badań sieci osadniczej napotkano szereg problemów, głównie problemy z różną klasyfikacją danych, skalą i sposobem ich pozyskiwania. Problemem były często także dane niekompletne lub niedokładne (zarówno pod względem geometrycznym jak i atrybutowym). Wśród danych

geometrycznych najczęstszym błędem były błędy położenia geograficznego i błędy topologiczne, natomiast wśród danych atrybutowych niekompletność danych i różnice w liczbie i szczegółowości informacji opisowych a także ich aktualność. Jedną z najbardziej przydatnych baz danych zawierającą większość danych na temat sieci osadniczej jest BDOT10k. Na uwagę zasługuje ilość i jakość danych zarówno geometrycznych jak i opisowych. Nie zauważono tutaj również dużych różnic pomiędzy jakością i liczbą danych dotyczących miast i wsi. Szczegółowość danych jest dużą zaletą, szczególnie w przypadku badań dotyczących niewielkich obszarów, co z kolei może być wadą dla badań w mniejszej skali, ze względu na rozmiar danych. Dla danych w skali powiatu Autorka szczególnie rekomenduje wykorzystanie jej dla danych dotyczących budynków, sieci drogowej i siedlisk, a także dla miejscowości, gdzie jednak według Autorki lepszą bazą jest PRNG. Dane OSM nie stanowią najlepszego źródła danych dla badań sieci osadniczej, szczególnie w dużej skali i na obszarach wiejskich, głównie ze względu na niekompletność danych oraz błędne klasyfikacje danych. W przypadku bazy OSM, spośród wszystkich badanych typów danych, najlepsze wyniki uzyskała sieć drogowa. Dane BDOO ze względu na dużą generalizację danych nie są zalecane do badań w dużej skali, takiej jak skala powiatu. Cenne mogą jednak okazać się dla badań dotyczących całego kraju. W wielu przypadkach pomocne stają się bazy danych różnych instytucji, których pozyskanie często wiąże się z koniecznością złożenia wniosków i oczekiwania na udostępnienie. W przypadku badań, które trwają przez dłuższy czas problemem może być zmiana przepisów czy zasad udostępniania danych w okresie prowadzenia analiz. W przypadku niniejszej dysertacji Autorka zmierzyła się z tym problemem. W momencie pozyskiwania danych obowiązywały inne rozporządzenia i specyfikacje dotyczących określonych baz, takich jak PRNG, PRG, BDOT10k i BDOO niż w momencie ich wykorzystania w badaniach. Stąd charakterystyka danych wykonana została na podstawie aktów prawnych obowiązujących w momencie pobrania danych, natomiast wszelkie definicje wzięto z aktualnych dokumentów. Najważniejsze różnice pomiędzy badanymi aktami prawnymi zostały wskazane w tekście oraz w załącznikach, co również stanowi cenne źródło do dalszych analiz.

Drugi i trzeci cel szczegółowy zgodny z drugim i częściowo z trzecim etapem postępowania badawczego (Rysunek 2) dotyczył porównania i oceny metod badań sieci osadniczej najpierw na podstawie literatury a później po zastosowaniu wybranych, zaimplementowanych do GIS metod badań i ich przetestowaniu na sieci osadniczej powiatu opoczyńskiego. Wybierając określone metody badawcze należało rozpocząć od tego, co chcemy zbadać, sprawdzić, wyjaśnić oraz w jakim celu to robimy i na podstawie jakich założeń.

W przypadku rozmieszczenia, kształtowania i rozwoju osadnictwa wiejskiego najważniejszymi teoriami próbującymi wyjaśnić zasady i mechanizmy działające w sieci osadniczej danych regionów jest teoria miejsc centralnych Christallera i Löschera, teoria bazy ekonomicznej a także model układu liniowego i model sieciowy. W dużym uproszczeniu teoria miejsc centralnych pomaga zrozumieć zróżnicowanie przestrzenne osadnictwa, hierarchię miejsc centralnych i rozkład funkcji w danej przestrzeni geograficznej. Pomimo swoich licznych ograniczeń nadal stanowi ważny punkt odniesienia w badaniach nad rozmieszczeniem ludności, funkcji i sieci osadniczej. Ze względu na różnorodność rzeczywistego świata i jego złożoność, w miarę rozwoju nauk społecznych i postępu technologicznego, badacze starają się łączyć zalety tej teorii z nowymi, bardziej realistycznymi danymi i modelami, tak aby lepiej oddać rzeczywisty rozwój sieci osadniczej. Modelem, który jest często traktowany jako alternatywa, uzupełnienie lub rozszerzenie teorii miejsc centralnych jest model sieciowy. Model miejsc centralnych skupia się na centralności, czyli na roli określonych miejsc jako głównych ośrodków funkcji i usług, natomiast model sieciowy koncentruje się na węzłowości, co oznacza, że wiele jednostek osadniczych pełni istotne role jako węzły komunikacyjne lub usługowe, współpracujące ze sobą. Model miejsc centralnych zakłada, że większe osiedla, głównie miasta pełnią bardziej znaczące role, a ich znaczenie rośnie w hierarchii. Model sieciowy jest bardziej neutralny pod względem rozmiaru jednostek, co oznacza, że mniejsze osiedla również mogą pełnić istotne funkcje i współpracować z większymi. Model miejsc centralnych ma tendencję do tworzenia hierarchii, natomiast model sieciowy jest bardziej elastyczny i promuje komplementarność między jednostkami. Podsumowując, model sieciowy stawia nacisk na elastyczność, komplementarność i współpracę między osiedlami, co może lepiej odpowiadać współczesnym warunkom ekonomicznym i społecznym, jednak w opinii Autorki dotyczy głównie miast. W przypadku wiejskiej sieci osadniczej większe znaczenie odgrywa tradycyjny układ hierarchiczny i występowanie miejsc o charakterze centralnym. Oba modele mają swoje wady i zalety i z pewnością we współczesnym świecie nie można zastosować założeń tylko jednego z nich, zarówno w badaniach miast jak i wsi. Oczywistym jest, że ani jeden ani drugi model nie wyjaśniają w pełni zasad kształtowania i rozwoju sieci osadniczej i wymagają uzupełniania w wielu kwestiach innymi modelami i koncepcjami, często zaczerpniętymi z innych dyscyplin czy dziedzin nauki, takich jak np. koncepcji wielofunkcyjnego rozwoju wsi czy idei miasta 15-minutowego. Sieć osadniczą można badać w różnym kontekście i w związku z tym za pomocą różnych metod, które Autorka podzieliła w niniejszej dysertacji na 3 główne grupy: metody badań koncentracji, metody grafowe i metody hierarchiczne. Należy zaznaczyć, że zaproponowane przez Autorkę metody nie

stanowią wyłącznego i skończonego zbioru a przedstawiona lista jest listą otwartą i przygotowaną do dalszego rozwijania i uzupełniania. Propozycja Autorki wynika wprost z głównych teorii i koncepcji rozwoju osadnictwa oraz teorii pokrewnych, takich jak teorii miejsc centralnych, modelu sieciowego czy w pewnym zakresie teorii bazy ekonomicznej a także odwołań do współczesnych koncepcji wielofunkcyjnego rozwoju wsi czy idei miasta 15-minutowego. Pierwszą grupą omówionych metod były metody badań koncentracji sieci osadniczej. W tej grupie znalazło się najwięcej różnego rodzaju metod, najliczniej reprezentowanych w literaturze przedmiotu. Spośród wielu przedstawicieli tej grupy metod Autorka wybrała najciekawsze, najbardziej znane i najważniejsze, jej zdaniem, metody badań przydatne w badaniach koncentracji sieci osadniczej. Co ważne, większość metod z tej grupy nie jest przeznaczona specjalnie i wyłącznie badaniom sieci osadniczej, a może być także stosowana w wielu innych dziedzinach i badaniach zjawisk natury zarówno społeczno-ekonomicznej jak i przyrodniczej. W rozprawie omówione zostały metoda najbliższego sąsiada, wskaźnik skumulowanej koncentracji oparty na krzywej Lorenza, wskaźnik koncentracji przestrzennej C Kostrubca i entropia Shannona. Wśród wymienionych metod każda opiera się na podobnych założeniach, jednak różnią się one sposobem obliczeń i zasadami postępowania. Metoda najbliższego sąsiada, jako jedyna z wymienionych, nie odnosi się bezpośrednio do powierzchni analizowanego obszaru, więc nie wymusza na badaczu dokonywania podziału na wewnętrzne jednostki odniesienia. W tej metodzie kluczowa jest odległość topograficzna oraz pomiar średniej odległości pomiędzy każdym punktem a jego najbliższym sąsiadem a następnie określenie odchylenia od rozkładu punktów w stosunku do teoretycznego rozkładu losowego. Ograniczeniem metody jest brak uwzględnienia wielkości jednostki osadniczej a także problem nazywany efektem krawędzi, który próbuje się w różny sposób kompensować. Kolejną metodą jest wskaźnik Giniego oraz krzywa koncentracji Lorenza, które powinny być analizowane łącznie wraz z przedstawieniem zjawiska na mapie. Złożoność różnych form przedstawienia koncentracji za pomocą tej metody stanowi z jednej strony zaletę a z drugiej strony wadę. Zaletą jest przedstawienie koncentracji zjawiska w sposób szczegółowy, wielowymiarowy i pełny – pozwala bowiem na interpretację koncentracji całej sieci osadniczej regionu a także na zróżnicowanie przestrzenne tej koncentracji w granicach badanego obszaru. Złożoność ta może być także wadą przez konieczność obliczania i tworzenia trzech części osobno: wskaźnik Giniego i krzywa koncentracji możliwe są do wykonania w arkuszu kalkulacyjnym, natomiast do map koncentracji niezbędne jest użycie oprogramowania GIS, co wiąże się z czasochłonnością i pracochłonnością tej metody. W przeciwieństwie do poprzedniej metody, w badaniu koncentracji Lorenza konieczne jest

podzielenie analizowanego obszaru na wybrane jednostki odniesienia, które mogą być zarówno naturalne jak i sztuczne, najczęściej wykorzystuje się podział administracyjny lub regularną siatkę kwadratów. W tym kontekście uwiadcza się problem zmiennej jednostki odniesienia i jej wpływu na uzyskane wyniki. Nieporównywalność wyników opartych na różnych polach odniesienia oraz problem wielkości jednostki odniesienia mogą być rekompensowane analizą zjawiska jednocześnie za pomocą wskaźnika Giniego, krzywej koncentracji Lorenza oraz map przedstawiających udziały zjawiska w układzie przestrzennym, które pozwalają lepiej zrozumieć rozmieszczenie zmiennych w przestrzeni. Zmienne te zwykle są prezentowane w postaci punktów, którym można nadać wagę, np. w postaci liczby mieszkańców. Procedury związane z tą metodą zostały powtórzone kilkakrotnie dla danych punktowych bez wagi: miejscowości i budynki oraz dla danych punktowych z wagą: miejscowości z przypisaną liczbą ludności a także dla różnych jednostek odniesienia: w podziale na gminy oraz w podziale na siatkę kwadratów o boku 2,5 km. Analizy pokazują, że metoda ta jest przydatna do badania koncentracji zarówno dla danych z przypisaną wagą jak i dla samego rozkładu punktów, jednak należy mieć świadomość, że dane w postaci punktów są często generalizacją danego zjawiska, o czym należy pamiętać przy interpretacji wskaźnika a szczególnie w przypadku interpretacji map koncentracji. Rozmiar jednostki odniesienia ma duży wpływ na uzyskane wyniki. W przypadku badania koncentracji jednostek osadniczych powiatu opoczyńskiego, tylko podział na geometryczne i dużo mniejsze jednostki odniesienia niż gminy, pozwolił na wskazanie obszarów, na których brak było elementów sieci osadniczej, stąd wybór odpowiednich pól podstawowych jest niezmiernie istotny i powinien być każdorazowo ustalony na podstawie charakterystyki zjawiska oraz wielkości i specyfiki badanego obszaru a także w zależności od skali badań. Świadomość generalizacji powierzchni badanych miejscowości do punktu ma tu o tyle duże znaczenie, że należy mieć na uwadze, że w badanym przykładzie, w pobliżu Opoczna, puste oczka siatki nie muszą oznaczać braku osadnictwa w tym obszarze a jego generalizację. Mogą występować z dwóch powodów: przyjętego parametru boku kwadratu (2,5 km), który dla danych w skali miast jest wartością nieodpowiednią (granice administracyjne Opoczna mają powierzchnię ponad 4 razy większą od powierzchni jednego kwadratu), oraz z faktu, że w pobliżu Opoczna mogły istnieć miejscowości, które są obecnie włączone administracyjnie w granice miasta i nie są reprezentowane przez oddzielne punkty. Kolejnym wskaźnikiem, już zdecydowanie rzadziej wykorzystywanym w badaniach różnych zjawisk, w tym osadniczych, jest wskaźnik koncentracji przestrzennej C. Jest on używany do analizy koncentracji lub rozproszenia elementów na określonym obszarze. Za jego pomocą interpretuje się losowe rozmieszczenie

obiektów jako jedno z pośrednich stadiów między skupieniem a rozproszeniem. Do obliczeń wymagane są dane w postaci punktów, które następnie należy pokryć siatką kwadratów o określonym rozmiarze. Dane te mogą także posiadać swoje wagi. Tak, jak w poprzedniej metodzie, wskaźnik ten bazuje więc na jednostkach odniesienia, jednak wyłącznie sztucznych i regularnych, jakimi są kwadraty. Podobnie jak w koncentracji Lorenza, rozmiar takiego oczka siatki może mieć wpływ na uzyskane wyniki, głównie na generalizację wyników, szczególnie widoczną na mapie koncentracji i histogramach rozkładów brzegowych. Wskaźnik ten opiera się bowiem głównie na analizie histogramów szeregów statystycznych powstałych przez zliczenie częstości/sumy wag punktów reprezentujących określone zjawisko w poszczególnych wierszach i kolumnach. Na podstawie rozkładów brzegowych dokonuje się analizy statystycznej histogramów w celu porównania wyników, takich jak średnia, wariancja, odchylenie standardowe, kurtoza czy asymetria, z rozkładem normalnym. Dopiero łączna analiza wskaźnika, mapy oraz histogramów rozkładów brzegowych daje pełny obraz koncentracji badanego zjawiska. Autorka w dysertacji poddaje dyskusji sam wzór obliczania wskaźnika koncentracji wyprowadzony przez Kostrubca. Po szeregu badań i obliczeń na wielu różnych przykładach, nie tylko odnośnie sieci osadniczej powiatu opoczyńskiego, wartość wskaźnika zwykle nie odpowiadała wynikom analizy statystycznej histogramów rozkładów brzegowych. Wskaźnik ten jako odwrotność sumy wariancji rozkładów masy brzegowej szeregów statystycznych zwykle jako wartość mała, bliska zeru, wskazywał na rozproszenie obiektów. Z kolei modyfikacja wzoru do wyznaczenia wartości procentowych, gdzie 100% oznacza maksymalną koncentrację wskazywał w większości na bardzo dużą koncentrację obiektów. Biorąc pod uwagę powyższe niespójności Autorka zaproponowała własną modyfikację wzoru włączając do obliczeń kurtozę rozkładów masy brzegowej szeregów na współrzędnej X i Y. Wyniki wskaźnika obliczonego za pomocą tej modyfikacji wzoru w lepszym stopniu oddają koncentrację analizowanych zmiennych i są zbliżone do wyników koncentracji Lorenza. Autorka ma świadomość, że zaproponowany wzór wymaga wielu badań i prób matematycznego udowodnienia, jednak w jej opinii, metoda jest na tyle ciekawa, że warto podjąć próbę usystematyzowania obliczeń i prowadzenia dalszych badań w tym zakresie. Przedstawiona metoda nie jest dostępna do wykonania z poziomu gotowych narzędzi w oprogramowaniu GIS. Wymaga połączenia obliczeń i konstrukcji histogramów z przedstawieniem zjawiska na mapie. Procedura wykonania tego typu map wymaga dużej szczegółowości i dokładności, tak aby mapa idealnie pokrywała się z histogramami rozkładów brzegowych. Wykorzystanie wskaźnika koncentracji przestrzennej C może być ciekawe dla badań przestrzenno-czasowych, gdzie nałożenie na siebie histogramów z różnych okresów

może pokazywać zmiany badanego zjawiska w czasie i przestrzeni. Ostatnią metodą z grupy metod koncentracji była entropia Shannona, która definiowana jest jako miara nieuporządkowania, chaosu, i losowości. Pochodzi z grupy metod probabilistycznych i jest szeroko wykorzystywana w wielu dziedzinach nauki. Przekładając ją na język geografii osadnictwa jest miarą organizacji przestrzennej obszaru i mówi o proporcjonalności rozkładu zjawiska. Podobnie do metody koncentracji Lorenza wymaga podzielenia badanego obszaru na pola podstawowe, którymi mogą być zarówno jednostki sztuczne jak i naturalne, regularne i nieregularne – to od badacza zależy wybór pól odniesienia, co wiąże się również z problemem zmiennych jednostek odniesienia i pamiętaniu o ich wpływie na uzyskane wyniki. Entropia Shannona nie jest zbyt często stosowana w badaniach koncentracji sieci osadniczej, być może przez teoretyczny brak możliwości prezentacji kartograficznej wyników, co było wymieniane w literaturze jako jedna z głównych wad metody. Autorka po przeprowadzeniu dokładnych obliczeń zdecydowała się, po pierwsze, wykonać narzędzie w programie ArcGIS, które ma za zadanie obliczyć wskaźnik entropii, a po drugie, zaproponować kartograficzną prezentację wyników zjawiska. Biorąc pod uwagę, że wskaźnik entropii dla badanego obszaru jest sumą wartości częściowych wzoru otrzymanych dla poszczególnych pól odniesienia, uznano, że wartości te jako wskaźniki częściowe mogą zostać zaprezentowane na kartogramie, przedstawiając zróżnicowanie przestrzenne koncentracji w obrębie badanego obszaru. Do prezentacji wybrano metodę podziału na klasy według kwantyli (metody równolicznych przedziałów), podobnie do map koncentracji Lorenza. Narzędzie do obliczania entropii Shannona stworzono z wykorzystaniem Model Buildera. Narzędzie to automatyzuje obliczenia związane z entropią Shannona dla różnych rodzajów danych punktowych. Może znacząco ułatwić analizę przestrzenną, ze względu na to, że użytkownik będzie mógł przeprowadzać badania entropii Shannona dla różnych zbiorów danych punktowych bez konieczności wykonywania obliczeń ręcznie. Narzędzie umożliwia zaimportowanie danych punktowych oraz warstwy z obszarem badań za pomocą interfejsu graficznego narzędzia w ArcToolboxie. Oprócz tego, użytkownik musi dokonać wyboru rozmiaru oczka siatki, które będzie używane do podziału obszaru badań. Rozmiar ten powinien być dostosowany do potrzeb konkretnego badania. Po wczytaniu danych i określeniu parametrów, narzędzie przeprowadza obliczenia entropii Shannona zgodnie ze wzorem dla każdej jednostki podstawowej na obszarze badań. Wyniki częściowej entropii zapisane w tabeli atrybutów siatki kwadratów można następnie zaprezentować na mapie za pomocą kartogramu a sumując je użytkownik otrzymuje wartość entropii Shannona dla całego badanego obszaru. Stworzenie narzędzia do automatyzacji analizy entropii Shannona może znacząco ułatwić pracę badawczą i analityczną.

Podsumowując metody badania koncentracji, wszystkie dały podobne wyniki pomimo różnych wzorów i zasad. W większości metody te wymagają podziału obszaru badań na jednostki odniesienia, co jest z jednej strony wadą, ze względu na konieczność wyboru jednostek i ich rozmiarów i konieczności uwzględnienia tego typu ograniczeń w interpretacji wyników, a z drugiej strony zaletą ze względu na możliwość prezentacji wyników na mapach w celu przedstawienia zróżnicowania przestrzennego koncentracji zjawiska. Metody te mogą być stosowane w badaniach koncentracji różnych zjawisk, nie tylko osadniczych. Wszystkie metody odnoszą się do analizy danych punktowych. Metoda najbliższego sąsiada jest prosta i szybka do wykonania w programie ArcGIS ze względu na wbudowane narzędzie, które oblicza i podaje wyniki w postaci raportu. Wadą tej metody jest brak możliwości pokazania zróżnicowania przestrzennego koncentracji. Po utworzeniu przez Autorkę narzędzia do obliczenia entropii Shannona, metoda ta jest również prosta i szybka w użyciu i pozwala na prezentację wyników na mapie. Zaletą jest także dowolność w wyborze pól podstawowych, podobnie do metody Lorenza. Koncentracja w oparciu o metodę Lorenza jest jedną z najczęściej wykorzystywanych metod, jednak obliczenie wskaźnika Giniego, konstrukcja krzywej Lorenza oraz wykonanie map koncentracji wraz ze stworzeniem odpowiedniej legendy jest czynnością pracochłonną, gdyż prace najlepiej wykonać częściowo w arkuszu kalkulacyjnym, a częściowo w programie GIS. Poprawna konstrukcja przedziałów w legendzie zarówno dla badanej zmiennej jak i dla powierzchni nie należy do czynności szybkich, prostych i automatycznych. Możliwość analizy zjawiska za pomocą trzech wariantów (wskaźnik, krzywa i mapa) daje z kolei większe możliwości interpretacji. Najtrudniejszą w tej chwili metodą wydaje się być wskaźnik koncentracji przestrzennej C , ze względu na podjętą dyskusję nad wzorem, a także nad koniecznością wykonania mapy wraz z histogramami rozkładów brzegowych oraz z analizą statystyczną tych histogramów. Być może ze względu na dość skomplikowaną procedurę tworzenia materiałów kartograficznych, a także problemów z interpretacją wyników obliczeń według dotychczasowego wzoru, metoda ta nie jest często wykorzystywana w badaniach. Wskaźnik ten wykorzystywany jest rzadko i głównie przez badaczy polskich, trudno odnaleźć jego zastosowanie w badaniach zagranicznych naukowców. Różnice w wynikach między różnymi metodami analizy niekoniecznie oznaczają, że jedna z metod jest lepsza od drugiej. Każda z metod może być użyteczna w określonych kontekstach i dla określonych celów. Ważne jest, aby wybrać metodę, która najlepiej odpowiada konkretnemu badaniu i dostarcza odpowiedzi na konkretne pytania badawcze. Świadomość założeń i ograniczeń każdej metody jest kluczowa przy interpretacji wyników.

Oprócz rozmieszczenia osiedli ważna jest także ich ranga oraz pełniona funkcja. Tego typu analizy wykonać można z uwzględnieniem różnego rodzaju metod, w tym metod grafowych, spośród których często wykorzystywana jest metoda dendrytu wrocławskiego, inaczej nazywana dendrytem najkrótszych połączeń czy minimalnym drzewem rozpinającym. Dendryt, jako graf reprezentujący połączenia między punktami osadniczymi, składa się z węzłów i krawędzi. Liczba krawędzi w dendrycie może dostarczać informacje na temat stopnia rozbudowania sieci osadniczej, z kolei ranga węzła zależy od liczby krawędzi z niego wychodzących. Długość dendrytu jest miarą służącą określeniu stopnia rozproszenia sieci osadniczej. Dendryt może pomóc zrozumieć strukturę układu przestrzennego, wskazując, czy istnieją główne osi komunikacyjne lub centralne punkty w sieci osadniczej. Analiza dendrytu może pomóc w ocenie spójności sieci osadniczej. Spójna sieć ma dobrze połączone osady, podczas gdy niespójna sieć może wymagać dodatkowej infrastruktury lub poprawy połączeń. Warto pamiętać, że dendryt najkrótszych połączeń zakłada połączenia w linii prostej, co nie zawsze odzwierciedla rzeczywiste powiązania, szczególnie na terenach o urozmaiconej rzeźbie terenu. Dlatego analizę dendrytu warto uzupełniać o dane dotyczące rzeczywistych połączeń drogowych czy infrastruktury. Metodę dendrytu zastosowano do zbadania połączeń pomiędzy miejscowościami powiatu opoczyńskiego. Postępowanie przeprowadzono w dwóch wariantach. Pierwszy sposób odnosił się do zastosowania tradycyjnej metody konstrukcji dendrytu (odległości w linii prostej pomiędzy najbliższymi miejscowościami) a drugi sposób polegał na wykorzystaniu sieci drogowej przy obliczaniu najkrótszej odległości między punktami. Oba warianty przeprowadzono w programie ArcGIS. Pierwszy, tradycyjny sposób wymagał zastosowania kilku narzędzi w celu znalezienia najbliższych sąsiadów danych miejscowości a następnie ich połączenia linią. Działania w programie utrudniała konieczność wykonywania analiz po kolei dla najbliższych sąsiadów dalszych stopni i usuwania połączeń zbędnych, tworzących cykle. Drugi sposób przeprowadzony został w oparciu o narzędzia z grupy analiz sieciowych na wcześniej utworzonym zestawie sieci drogowej z BDOT10k. Wyniki oczywiście różniły się dla obu wariantów, jednak nie zmieniły ogólnej charakterystyki sieci osadniczej. Połączenia (krawędzie) dla wariantu w oparciu o sieć drogową z reguły były dłuższe, a także można było wydzielić więcej skupień w sieci osadniczej powiatu. Wybór sposobu konstrukcji dendrytu wrocławskiego w badaniach zależy od wielu czynników i wymaga przemyślanej decyzji. Kluczowe znaczenie ma jakość posiadanych danych. Dla konstrukcji dendrytu opartego na sieci drogowej, istotne jest, aby mieć dostęp do dokładnych i spójnych danych dotyczących infrastruktury drogowej. Nieprawidłowości w sieci mogą wpłynąć na błędne wyniki analizy dendrytu. Zawsze warto zacząć od zdefiniowania celu

badania: analiza połączeń transportowych, struktury osadniczej, koncentracji ludności itp. Różne cele mogą wymagać różnych metod konstrukcji dendrytu. Niezmiennie istotna jest także skala badań oraz, co często jest z nią związane, dokładność badań. Trzeba także zwrócić uwagę na kompromis między dokładnością a efektywnością. Bardziej zaawansowane metody mogą być bardziej dokładne, ale również bardziej czasochłonne i wymagające. Dla niektórych badań może wystarczyć prostsza ale bardziej efektywna metoda. Tradycyjne podejście oparte na odległościach euklidesowych jest przydatne w wielu badaniach i może dostarczyć ogólnych informacji na temat sieci osadniczej. Jednak analiza z użyciem odległości po sieci drogowej (lub innym rodzajem sieci, na przykład sieci komunikacyjnej) jest bardziej zaawansowaną metodą i może dostarczyć bardziej precyzyjnych wyników, zwłaszcza w przypadku badań, gdzie ważne są połączenia transportowe a także badania dostępności określonych dóbr czy usług. Dzięki systemom informacji geograficznej badania z uwzględnieniem analiz sieciowych stały się dostępne i są powszechnie wykorzystywane. W wielu programach GIS, w tym w ArcGIS, stworzone są całe pakiety/moduły/dodatki zawierające szereg narzędzi stworzonych do analiz sieciowych z uwzględnieniem zestawu danych sieciowych, co znacznie usprawnia analizy i pozwala na wybranie wielu dodatkowych kryteriów i wariantów, przez co analizy te stają się coraz bardziej dokładne i wiarygodne.

Inne rodzaje grafów także są wykorzystywane w badaniach sieci osadniczej, gdzie krawędziami mogą być między innymi połączenia komunikacyjne, powiązania dotyczące przepływu osób, towarów, informacji a także powiązania administracyjne, religijne, kulturowe i inne. Tego typu grafy wykorzystane zostały w badaniach przynależności i najbliższych połączeń do wybranych usług użyteczności publicznej. Grafy takie miały na celu wyznaczenie zakresów obsługi miejsc pełniących określone funkcje próbując jednocześnie wytypować miejscowości o charakterze miejsc centralnych. Do konstrukcji tego typu grafów użyto narzędzia z grupy analiz sieciowych programu ArcMap - *New OD Cost Matrix*. Grafy te miały postać drzewa prezentującego koszty podróży między punktami początkowymi a docelowymi na sieci drogowej. Kosztem była tutaj odległość, a program wyszukiwał tylko jedno miejsce docelowe. Autorka chciała dokładniej przedstawić długości krawędzi grafu oraz najbliższe jednostki docelowe na podstawie rzeczywistych połączeń drogowych. Wybór tego rodzaju połączeń opierał się na chęci zbadania dostępności usług, które związane są z komunikacją i transportem. Tego typu grafy utworzone zostały dla zależności administracyjnych, kościelnych, edukacyjnych i zdrowotnych próbując wyznaczyć zakresy obsługi danej kategorii oraz ocenić dostępność określonych usług na obszarach wiejskich powiatu opoczyńskiego. Dla każdej kategorii obliczane były liczba i długości krawędzi grafu a także rangi wierzchołków.

Dane te oprócz analizy materiałów kartograficznych z naniesionymi grafami przynależności stanowiły cenne źródło oceny zakresów obsługi miejscowości pełniących określone funkcje a także oceny dostępności wybranych usług w kontekście nierówności przestrzennych. Analiza grafów pozwoliła na wyłonienie miejsc o charakterze centralnym a także obszarów peryferyjnych i wykluczonych.

Ostatnia grupa badanych metod związana była z hierarchią jednostek osadniczych. Ranga miejscowości związana jest z próbą stworzenia hierarchii osiedli, która zgodnie z teorią miejsc centralnych stanowi podstawę kształtowania osadnictwa danego regionu. Co ważne, hierarchię tę wyznacza się ze względu na wielkość osiedli rozumianą przez liczbę ich mieszkańców ale także ze względu na liczbę i kolejność posiadanych przez nie funkcji. W tym miejscu Autorka pochyliła się nad próbą konstrukcji tego typu hierarchii w oparciu o te dwa kryteria. W przypadku liczby mieszkańców jedną z najbardziej popularnych, najprostszych i najczęściej stosowanych metod jest reguła wielkości-kolejności G. K. Zipfa. Kwestią wymagającą głębszej analizy była metoda aproksymacji punktów na wykresie i wyznaczenie współczynnika kierunkowego prostej, której wzór umożliwia porównanie rzeczywistej i teoretycznej liczby ludności w osiedlach. Istotne było również wyznaczenie punktu przełamania, poniżej którego reguła ta przestaje obowiązywać. W badaniach z zakresu osadnictwa najczęściej wykorzystywanymi metodami aproksymacji punktów są metoda średniego wykładnika, metoda regresji prostej i regresji ważonej. Autorka zdecydowała się zastosować każdą z nich w celu porównania wyników i wybrania najlepszej opcji. Analiza ta według Autorki była niezbędna, szczególnie ze względu na specyfikę badanego obszaru i próbę zastosowania reguły do wiejskiej sieci osadniczej. Podsumowując wyniki badań, metoda regresji ważonej wydaje się lepiej dopasowana do szacowania liczby mieszkańców miejscowości danego obszaru, podczas gdy metoda regresji prostej nie jest zalecana ze względu na znaczące różnice między teoretyczną a rzeczywistą liczbą ludności. Warto zaznaczyć, że metoda średniego wykładnika nie jest odpowiednia do obliczania teoretycznej liczby mieszkańców jednostek osadniczych, ponieważ nie pozwala oszacować liczby mieszkańców największego osiedla. W analizie reguły wielkości-kolejności istotne jest wyznaczenie punktu przełamania na wykresie Zipfa. Zazwyczaj można to zrobić, analizując przecięcie prostych regresji (prostej i ważonej). Ze względu na duże dysproporcje w liczbie mieszkańców między poszczególnymi jednostkami osadniczymi a miastem Opoczno, które okazało się punktem przełamania, podjęto decyzję o ponownym przeprowadzeniu analizy, tym razem ograniczając ją do wiejskiej sieci osadniczej powiatu opoczyńskiego bez uwzględnienia dwóch miast: Opoczna i Drzewicy. Po tej operacji otrzymano nowe proste aproksymacji punktów, które

lepiej odpowiadały analizowanemu zjawisku. W rezultacie obliczeń uwzględniających jedynie wsie powiatu, wykładnik kontrastu w równaniach regresji (zarówno prostej, jak i ważonej) oraz w metodzie średniego wykładnika oznaczał, że ludność skupiała się głównie w małych jednostkach osadniczych. Dla analizy wykresu Zipfa bez miast, najlepsze dopasowanie prostych do punktów uzyskano za pomocą metody średniego wykładnika, a następnie regresji ważonej. Najgorsze dopasowanie zauważono dla regresji prostej. Wyniki dla wiejskiej sieci osadniczej potwierdziły, że metoda regresji ważonej jest lepszą metodą do szacowania liczby ludności, dlatego może być stosowana w tego typu badaniach z większą dokładnością. Kolejnym krokiem w analizie było wyznaczenie punktu przełamania na podstawie krzywej Zipfa oraz prostych aproksymujących ten układ punktów. W analizie sieci wsi ten punkt reprezentowała wieś o randze 22. Skoro reguła Zipfa, przestaje obowiązywać poniżej tego punktu obliczono równanie regresji ważonej dla pierwszych 22 wsi w powiecie opoczyńskim. Wartości oszacowane na podstawie równania regresji ważonej dla podzbioru 22 wsi były bliższe rzeczywistym danym niż te uzyskane dla wszystkich wsi, co sugeruje, że analiza przeprowadzona dla podzbioru wsi wyznaczonego na podstawie punktu przełamania była bardziej trafna. Autorka rekomenduje wykorzystanie reguły Zipfa w badaniach dotyczących wiejskiej sieci osadniczej. Szczególnie przydatna jest metoda regresji ważonej, która może być używana zarówno do dopasowania prostej aproksymującej układ punktów, jak i do szacowania liczby mieszkańców. Za pomocą tej metody można analizować hierarchię jednostek w sieci osadniczej oraz wykazywać ogólne prawidłowości dotyczące koncentracji ludności w regionie. Ciekawą formą prezentacji kartograficznej rang jest mapa, która może być również przydatna w dalszych analizach dotyczących rang miejscowości na podstawie pełnionych funkcji. Mapy te stworzono w programie ArcMap na podstawie przydzielonych rang w programie Statistica i złączeniu obu tabel.

Zróźnicowanie funkcjonalne odgrywa kluczową rolę w nadawaniu rang osiedlom, zarówno wiejskim, jak i miejskim. Chociaż pierwotnie pojęcie to było głównie stosowane w kontekście miast, obecnie ma znaczenie także w geografii wsi. Współczesna wieś nie jest już obszarem monofunkcyjnym, ale charakteryzuje się różnorodnymi funkcjami, które ulegają zmianom, a wieś staje się przestrzenią wielofunkcyjną, często wyspecjalizowaną, co ma wpływ na jej rozwój ekonomiczny, zwłaszcza w sektorze usług. Autorka postanowiła nadać rangę osiedlom powiatu opoczyńskiego na podstawie najważniejszych funkcji, które pełnią. W związku z kompleksowością tego zagadnienia, zaproponowała kilka kluczowych typów usług występujących na obszarach wiejskich, które mogą świadczyć o randze danego osiedla. Autorka już w definicji sieci osadniczej zwracała uwagę na pośrednie powiązania między

osiedlami o charakterze administracyjnym, społecznym, kulturalnym, religijnym, edukacyjnym czy finansowym. Oprócz tego, swój wybór kategorii obiektów oparła na popularnej koncepcji "miasta 15-minutowego". W ramach tej koncepcji określono kluczowe usługi niezbędne dla mieszkańców miasta, takie jak mieszkanie, praca, handel, opieka zdrowotna, edukacja i rozrywka, które powinny być dostępne w odległości nieprzekraczającej 15 minut podróży pieszej lub rowerowej. Pomimo, że koncepcja ta jest pierwotnie związana z obszarami miejskimi, Autorka uznała, że te same kategorie usług są istotne również dla mieszkańców obszarów wiejskich. Dlatego zaproponowała kilka usług, które mogą wpływać na określenie rangi danej miejscowości. Ze względu na specyfikę obszarów wiejskich, takich jak oddalenie od dużych miast, charakter rolniczy i brak dostępu do pewnych usług, a także ze względu na brak szczegółowych i aktualnych danych dotyczących lokalizacji niektórych kategorii usług, zakres analizy został ograniczony. Pominęto niektóre kategorie, takie jak rozrywka czy praca. Autorka wykorzystała metodę punktową do określenia rang miejscowości na podstawie pełnionych funkcji, które zostały przypisane do czterech kategorii. Autorka zdecydowała się przyznawać punkty równe sumie liczby różnych typów usług dostępnych w danej miejscowości. Wyniki pokazały wysoką dodatnią korelację między liczbą mieszkańców a pełnionymi funkcjami, co potwierdza znaczenie wielkości danej miejscowości w kontekście pełnionych funkcji, co jest zgodne z teorią miejsc centralnych Christallera. Następnie Autorka przekształciła obliczone punktacje na rangi, gdzie osiedla otrzymały rangi na podstawie sumy pełnionych funkcji, od największej do najmniejszej. Ostatecznie, Autorka zdecydowała się połączyć obie cechy (liczbę mieszkańców i pełnione funkcje) i wyznaczyć rangi osiedli na podstawie wskaźnika syntetycznego Perkala. Na tej podstawie utworzono hierarchię miejsc centralnych w powiecie, uwzględniając zarówno wielkość miejscowości, jak i pełnione przez nie funkcje. Analiza ta wskazała, że do miana miejsc centralnych zaliczyć można głównie miasta oraz pozostałe miejscowości gminne powiatu. Dodatkowo, Autorka zdecydowała się sprawdzić, czy istnieją miejscowości specjalizujące się w określonych rodzajach funkcji lub czy rozmieszczenie tych funkcji jest równomierne. W niektórych kategoriach funkcji, takich jak "Opieka zdrowotna i jednostki ratownicze" oraz "Edukacja" rozmieszczenie funkcji wydaje się być równomierne na obszarze badanego powiatu. Oznacza to, że te funkcje są dostępne dla mieszkańców wielu różnych miejscowości. W innych kategoriach funkcji, takich jak "Handel i usługi bankowe", występuje wyraźna specjalizacja, co sugeruje, że te miejscowości pełnią specyficzne funkcje dla okolicznych mieszkańców. Wiejska sieć osadnicza może być różnorodna pod względem pełnionych funkcji, a dostępność różnych usług jest ważnym czynnikiem wpływającym na hierarchię miejsc centralnych w sieci osadniczej. Analiza ta może

pomóc w zrozumieniu, jak ludzie korzystają z różnych funkcji na obszarach wiejskich i które miejsca pełnią kluczowe role w zapewnianiu tych usług.

Otwarte i powszechnie dostępne dane przestrzenne, w tym odnośnie sieci osadniczej a także możliwości obliczeniowe i narzędziowe programów GIS zdecydowanie ułatwiają analizy z zastosowaniem różnych metod. Pozwalają na wykorzystywanie różnych narzędzi wbudowanych w oprogramowanie ale także na modelowanie i tworzenie własnych narzędzi i skryptów ułatwiających i przyspieszających analizy a także na tworzenie nowych rozwiązań czy modyfikacji istniejących metod, które w pierwotnej postaci były niemożliwe do zastosowania i obliczania. Wykorzystanie systemów informacji geograficznej przyspiesza i ułatwia analizy a także pomaga w pracach nad doskonaleniem metod istniejących i tworzeniu nowych sposobów analizy danych. W dalszych badaniach Autorka zamierza podjąć badania nad grupą metod związanych z badaniem amalgamacji sieci osadniczej i kształtów siedlisk.

Czwarty cel szczegółowy, zgodny z trzecim etapem postępowania badawczego, (Rysunek 2) dotyczył charakterystyki sieci osadniczej powiatu opoczyńskiego na podstawie analiz z wykorzystaniem rekomendowanych danych i metod badań sieci osadniczej. Powiat opoczyński, jako obszar typowo wiejski, rolniczy, położony peryferyjnie na granicy trzech różnych województw, oddalony od głównych arterii komunikacyjnych i dużych miast mierzy się z wieloma problemami natury społecznej, gospodarczej i demograficznej, które miały i nadal mają wpływ na kształtowanie i rozwój sieci osadniczej regionu. Zaobserwowane procesy demograficzne zachodzące w powiecie opoczyńskim, takie jak depopulacja, starzenie się społeczeństwa, ujemny bilans migracyjny a także zjawisko suburbanizacji odzwierciedlają ważne trendy społeczno-ekonomiczne, które mają miejsce nie tylko w tej konkretnej lokalizacji, ale również w innych obszarach wiejskich na całym świecie. Pomimo ogólnie niekorzystnej sytuacji demograficznej w powiecie, istnieją obszary pewnego ożywienia demograficznego, takie jak strefa podmiejska Opoczna czy gminy Mniszków i Sławno, związanego głównie ze zjawiskiem suburbanizacji, a także z korzystnym położeniem komunikacyjnym tych osiedli oraz z dostępnością miejsc pracy. To głównie nierówności demograficzne skłoniły Autorkę do zbadania procesów związanych z siecią osadniczą powiatu. Charakterystyki tej sieci dokonano w oparciu o rekomendowane źródła i typy danych z wykorzystaniem przedstawionych wcześniej metod badań. Sieć osadnicza powiatu opoczyńskiego charakteryzuje się rozproszaniem, o czym świadczą wyniki wszystkich wykorzystanych metod koncentracji. Najbardziej zbliżone do siebie są wyniki koncentracji dla miejscowości, które świadczą o niewielkiej koncentracji osiedli. Największa koncentracja miejscowości występuje na południu powiatu: w gminie Paradyż a następnie w sąsiadującej

gminie Żarnów. Z kolei największą koncentracją ludności charakteryzują się centralne i wschodnie obszary powiatu – miejsko-wiejska gmina Opoczno oraz sąsiadująca z nią miejsko-wiejska gmina Drzewica. Miasta, w szczególności Opoczno, odgrywają centralną rolę w koncentracji osadnictwa. Oprócz tego, miejscowości gminne, które pełnią funkcje administracyjne, handlowe i usługowe, charakteryzują się dużą koncentracją ludności i budynków, gdyż stanowią dobre miejsce do życia dla miejscowej ludności. Są to bowiem miejsca z dobrą dostępnością do usług i miejsc pracy. Największy wpływ na koncentrację osadnictwa spośród elementów środowiska przyrodniczego ma rozmieszczenie lasów i różnych form ochrony przyrody, głównie dużych kompleksów leśnych, parków krajobrazowych, obszarów Natura 2000 czy rezerwatów przyrody. Najlepiej widoczne jest to w północnej części obszaru powiatu, a także w mniejszym stopniu na południu i zachodzie, gdzie występują duże obszary z małą koncentracją osadnictwa. Lasy na północy powiatu należą do Spalskiego Parku Krajobrazowego, natomiast na zachodzie do Sulejowskiego Parku Krajobrazowego. Często mniejsze plamy czy pasy pozbawione osadnictwa, głównie w centrum, na południu i wschodzie powiatu to również zwykle obszary mniejszych kompleksów leśnych. Zauważyć można także powiązanie koncentracji osadnictwa z rozmieszczeniem głównych dróg, od dróg krajowych (droga krajowa nr 12 relacji: Sieradz – Piotrków Trybunalski – Opoczno – Radom, nr 74 relacji Sulejów – Żarnów – Kielce i nr 48 relacji Tomaszów Mazowiecki – Inowłódz – Odrzywół), wojewódzkich (droga nr 726 Rawa Mazowiecka – Radom, droga nr 713 Łódź – Tomaszów Mazowiecki – Opoczno), do powiatowych (drogi powiatowe 3116E i 3123E w pasie pomiędzy miejscowościami Paradyż a Białaczów). W przeciwieństwie do wymienionych czynników nie zauważono ewidentnego związku pomiędzy koncentracją osadnictwa a rozmieszczeniem rzek, ukształtowaniem rzeźby terenu (obszar charakteryzujący się niewielkimi deniwelacjami terenu), czy warunkami glebowymi (na większości obszaru powiatu przeważają gleby słabej jakości - IV i V klasy, mimo czego są to głównie tereny użytkowane rolniczo).

Na zróżnicowanie osadnictwa wewnątrz powiatu mają wpływ z pewnością także uwarunkowania historyczne. Początki ziem powiatu opoczyńskiego dotyczą okresu średniowiecznego. Najstarsze osadnictwo pochodzi z okolic Żarnowa, Opoczna i Drzewicy. Żarnów i powstanie kasztelanii żarnowskiej datuje się w okolicach XI wieku, kiedy to był on jednym z najlepiej rozwiniętych ośrodków administracyjnych w całym regionie. W tym czasie w okolicy dokonywano kolonizacji kościelnych przez biskupów kujawskich i cystersów sulejowskich, co skutkowało powstaniem takich miejscowości jak Brzustów, Twarda czy Zarzęcin oraz kolonizacji rodów świeckich: Odrowążów, Koźlerogów i Łabędziów, które odbywały się między innymi w okolicy Białaczowa i Skórkowic. W tych czasach osadnictwo

koncentrowało się także wokół Opoczna, które prawa miejskie otrzymało w 1360 r. od króla Kazimierza Wielkiego. W tym okresie powstało wiele dóbr królewskich między innymi: Bukowiec, Dęba, Gorzałków (który jest obecnie częścią Opoczna), Ogonowice, Ostrów, Sitowa, Radzice i Wola Załęzna (Dekowski, 1977). Innym wyróżniającym się ośrodkiem miejskim była Drzewica. Na XV wiek datuje się również uzyskanie praw miejskich przez Żarnów i Białaczów, które obecnie miastami już nie są. Prawa miejskie odebrano im w 1869 r. i do dziś ich nie odzyskały. Według danych na temat miast zdegradowanych województwa łódzkiego miastem była kiedyś również miejscowość Błogie, jednak brak jest informacji o dacie uzyskania a także odebrania praw miejskich (Sokołowski, 2018). Rozwój terenów obecnego powiatu opoczyńskiego zależny był także od licznych konfliktów zbrojnych, które miały miejsce w różnych okresach historycznych, począwszy od napadów tatarskich i wojny ze Szwedami, przez rozbiory Polski i liczne powstania po I i II wojnę światową. Biorąc pod uwagę granice rozbiorowe oraz kolejne podziały i granice ówczesnych granic Polski, obszary powiatu opoczyńskiego w większości znajdowały się przeważnie w tej samej jednostce administracyjnej czy pod panowaniem tego samego kraju, co nie spowodowało dużych zmian i różnic w poziomie rozwoju osadnictwa tych obszarów. W 1795 roku powiat opoczyński w całości znalazł się w zaborze austriackim. Od 1807 roku znajdował się natomiast w granicach Księstwa Warszawskiego, a dokładnie w departamencie radomskim, a od 1815 r. w zaborze rosyjskim na terenie Królestwa Polskiego. Był to okres zastoju budowlanego i gospodarczego regionu. II poł. XIX wieku przyniosła ożywienie gospodarcze i demograficzne, głównie widoczne w Opocznie, gdzie powstało i dobrze funkcjonowało wiele instytucji, fabryk i obiektów handlowych i usługowych, w tym m. in. browar, farbiarnie, garbarnie, olejarnie, fabryka płytek ceramicznych. Uruchomiono również linię kolejową Koluszki-Skarżysko (Hubka i Wróbel, 2011). Rozwój miasta powodował wzrost miejsc pracy, a to z kolei powodowało również rozwój okolicznych obszarów. W czasie I wojny światowej szczególnie ucierpiały miejscowości znajdujące się na froncie wojennym takie jak m. in. Kamień, Wójcin, Ruszenice i Klew, które w większości zostały doszczętnie zniszczone. Okres II wojny światowej to kolejne zniszczenia, nie tylko zabudowy i infrastruktury technicznej, ale również znaczny ubytek liczby ludności w wyniku bombardowań, mordów, pacyfikacji, egzekucji czy powstaniu getta dla ludności żydowskiej w Opocznie (Dekowski, 1977). Lata wojenne i powojenne to także ciągłe zmiany i różne podziały administracyjne, które również w mniejszym stopniu mogły mieć wpływ na kształtowanie się osadnictwa w powiecie opoczyńskim. Były to czasy różnych reform, prób odbudowania zniszczonych terenów, powstawania nowych inwestycji, rozwoju rolnictwa a także okres zmian ustrojowych,

społecznych i demograficznych. Podobnie jak obecnie, część osiedli ulegała i ulega negatywnym przeobrażeniom zmierzającym do wyludniania niektórych miejscowości oraz ich zanikania, a część ulegała i ulega pozytywnym zmianom – powstają nowe miejsca pracy, poprawia się infrastruktura i warunki życia, następuje wzrost liczby mieszkańców i powiększanie się obszarów zabudowanych. W obecnych czasach to właśnie czynniki demograficzne i gospodarcze w największej mierze wpływają na kształtowanie się osadnictwa na terenie powiatu opoczyńskiego. Zdecydowana większość miejscowości charakteryzuje się ciągłym spadkiem liczby ludności, wraz z miastami. Niektóre najmniejsze miejscowości wyludniają się, pozostają po nich często puste domy, zabudowania gospodarcze i całe gospodarstwa rolne. Miejscowości te zamieszkują przeważnie osoby starsze, natomiast młodzi ludzie unikają osiedlania się w tych niewielkich i ulokowanych peryferyjnie wsiach, nie widząc perspektyw do godnego życia – brak miejsc pracy na miejscu, duża odległość do większych ośrodków miejskich, brak transportu publicznego, ograniczony dostęp do służby zdrowia i wielu innych usług, niekorzystne warunki do rozwoju rolnictwa. Niektóre z tych miejscowości, ze względu na urokliwe krajobrazy, czyste powietrze i otoczenie sprzyjające wypoczynkowi przeobraża się w miejscowości o charakterze letniskowym. Na kształtowanie i rozwój osadnictwa a także jakość życia miejscowej ludności wpływ ma rozmieszczenie najważniejszych z punktu widzenia Autorki typów dóbr i usług, świadczących o pełnionych przez osiedla funkcjach mających wpływ na dostępność przestrzenną usług, na zakresy obsługi miejsc centralnych a także na hierarchię sieci osadniczej i powiązania między jednostkami osadniczymi. Przeprowadzone analizy dostępności, przynależności i rangowania według różnych kategorii obiektów przyniosły ciekawe wnioski dotyczące rozmieszczenia usług i infrastruktury na obszarze tego regionu. Głównym ośrodkiem administracyjnym, handlowym, usługowym i kulturalnym jest miasto Opoczno, które posiada administrację szczebla powiatowego, a także inne urzędy i instytucje takie jak ZUS, KRUS, a także sąd rejonowy, komendę powiatową policji, szpital rejonowy a także posiada zróżnicowaną ofertę rozrywkową i gastronomiczną. To tutaj swoje siedziby ma także największa liczba podmiotów gospodarczych. Duże znaczenie i wysokie miejsce w hierarchii (biorąc pod uwagę zarówno liczbę mieszkańców jak i liczbę pełnionych funkcji) zajmują również pozostałe miejscowości gminne, które pełnią funkcje miejsc centralnych i lokalnych ośrodków administracyjnych, handlowych i usługowych. Pozostałe miejscowości charakteryzują się różnym stopniem wyposażenia w usługi. Niektóre rodzaje badanych obiektów są bardziej powszechne i występują w większej liczbie osiedli, niektóre zaś świadczą bardziej wyspecjalizowane usługi, co wiąże się z ich rzadszym występowaniem. Najliczniej w powiecie reprezentowane są

jednostki ochotniczej straży pożarnej, które znajdują się w 60 miejscowościach powiatu tworząc dość regularne zakresy obsługi. Oprócz swojej podstawowej funkcji, pełnią także funkcje społeczne, takie jak organizowanie spotkań i uroczystości dla lokalnej społeczności. Są ważnym elementem życia społecznego na wsiach. Dobrym rozmieszczeniem charakteryzuje się także sieć szkół podstawowych, co jest powiązane z obowiązującymi przepisami dotyczącymi obowiązku nauki. Jednak dostęp do przedszkoli na obszarach wiejskich jest ograniczony, co jest często wynikiem niskiego zapotrzebowania ze względu na małą liczbę dzieci a także ze względu na charakter pracy w rolnictwie oraz specyfikę rodzin wielopokoleniowych, które nadal należą do często występującego modelu rodziny na obszarach wiejskich. Dostępność szkół ponadpodstawowych jest ograniczona, co wymusza na młodzieży dojazd do okolicznych miast, aby kontynuować naukę na tym poziomie. Występowanie tego typu szkół w większych osiedlach, głównie miejskich, jest zjawiskiem normalnym ze względu na nieobowiązkowy charakter tego rodzaju edukacji. Problemem może być jednak duża odległość części miejscowości do edukacji na poziomie średnim, technicznym i zawodowym, a także słabo działający transport zbiorowy, co nie było przedmiotem analiz tej rozprawy, jednak stanowi ważny aspekt do rozwinięcia badań w przyszłości. Należy pamiętać, że niedostateczną dostępność szkół ponadpodstawowych mogą poprawiać szkoły znajdujące się w sąsiednich powiatach, jednak one również znajdują się głównie w miastach. Dostępność ośrodków podstawowej opieki zdrowotnej (POZ) jest ważna ze względu na zdrowie mieszkańców. W wielu miejscowościach dostęp do nich jest ograniczony, szczególnie biorąc pod uwagę dostępność pieszą przy braku lub słabo rozwiniętej komunikacji zbiorowej. Rozmieszczenie aptek nie wpływa na poprawę dostępności do usług zdrowotnych pomimo ich większej liczby, ze względu na ich koncentrację głównie w Opocznie. Dużą specjalizacją charakteryzują się banki, a także duże markety samoobsługowe i stacje benzynowe, które występują w niewielkiej liczbie miejscowości. Dużą rolę na terenie powiatu opoczyńskiego odgrywają kościoły i parafie Kościoła rzymskokatolickiego, które występują na tym obszarze dość licznie. Temat ten jest o tyle istotny, że mieszkańcy powiatu opoczyńskiego i całej diecezji radomskiej wykazują się dużą religijnością, na co wskazują dane Instytutu Statystyki Kościoła Katolickiego. Ciekawy wydaje się być również fakt odmienności podziałów i przynależności do diecezji, dekanatów i parafii względem podziału administracyjnego (powiat opoczyński znajduje się w województwie łódzkim ale należy do diecezji radomskiej, ponadto oprócz dekanatów związanych z miejscowościami gminnymi pojawiają się także dekanaty tomaszowski i konecki). Kościół jest bardzo ważną instytucją, szczególnie na obszarach wiejskich takich jak powiat opoczyński. Jest to nie tylko miejsce kultu religijnego, codziennych

i niedzielnych nabożeństw, świąt i sakramentów, ale także miejsce częstych spotkań mieszkańców całej parafii.

Podsumowując, w charakterystyce sieci osadniczej powiatu opoczyńskiego pośrednie zastosowanie mają zarówno teoria miejsc centralnych jak i model sieciowy, a także inne koncepcje takie jak wielofunkcyjny rozwój obszarów wiejskich czy idea miasta 15-minutowego. Ze względu na typowo wiejską sieć osadniczą większość osiedli powiatu opoczyńskiego pełni rolę miejscowości podrzędnych, peryferyjnych, podporządkowanych osiedlom większym, pełniącym różne funkcje. To właśnie te osiedla charakteryzują się najgorszą sytuacją demograficzną, gdyż często nie stanowią miejsc sprzyjających życiu w XXI wieku. Miejscowości, które zaopatrzone są w większą liczbę usług, są zwykle także miejscowościami, które zamieszkuje większa liczba ludności. Są to miejsca przyciągające ludzi swoją ofertą usługową, a co za tym idzie lepszą dostępnością miejsc pracy, co zwiększa ich znaczenie w hierarchii sieci osadniczej. Takimi miejscami pełniącymi rolę miejsc centralnych są głównie miejscowości gminne, które dzięki pełnionej funkcji administracyjnej rozwijają kolejne funkcje i możliwości poprawy sytuacji demograficznej i gospodarczej. Najgorszą sytuacją zatem charakteryzują się miejscowości niewielkie, nieposiadające żadnych z analizowanych usług oraz znacznie oddalone od większych osiedli, głównie gminnych. Najwięcej tego typu wsi znajduje się na południu powiatu, w gminach Żarnów, Paradyż i Mniszków. Autorka, na podstawie przeprowadzonych badań oraz własnych obserwacji zdecydowała się scharakteryzować sieć osadniczą powiatu opoczyńskiego kilkoma parametrami, według których powiat opoczyński to obszar:

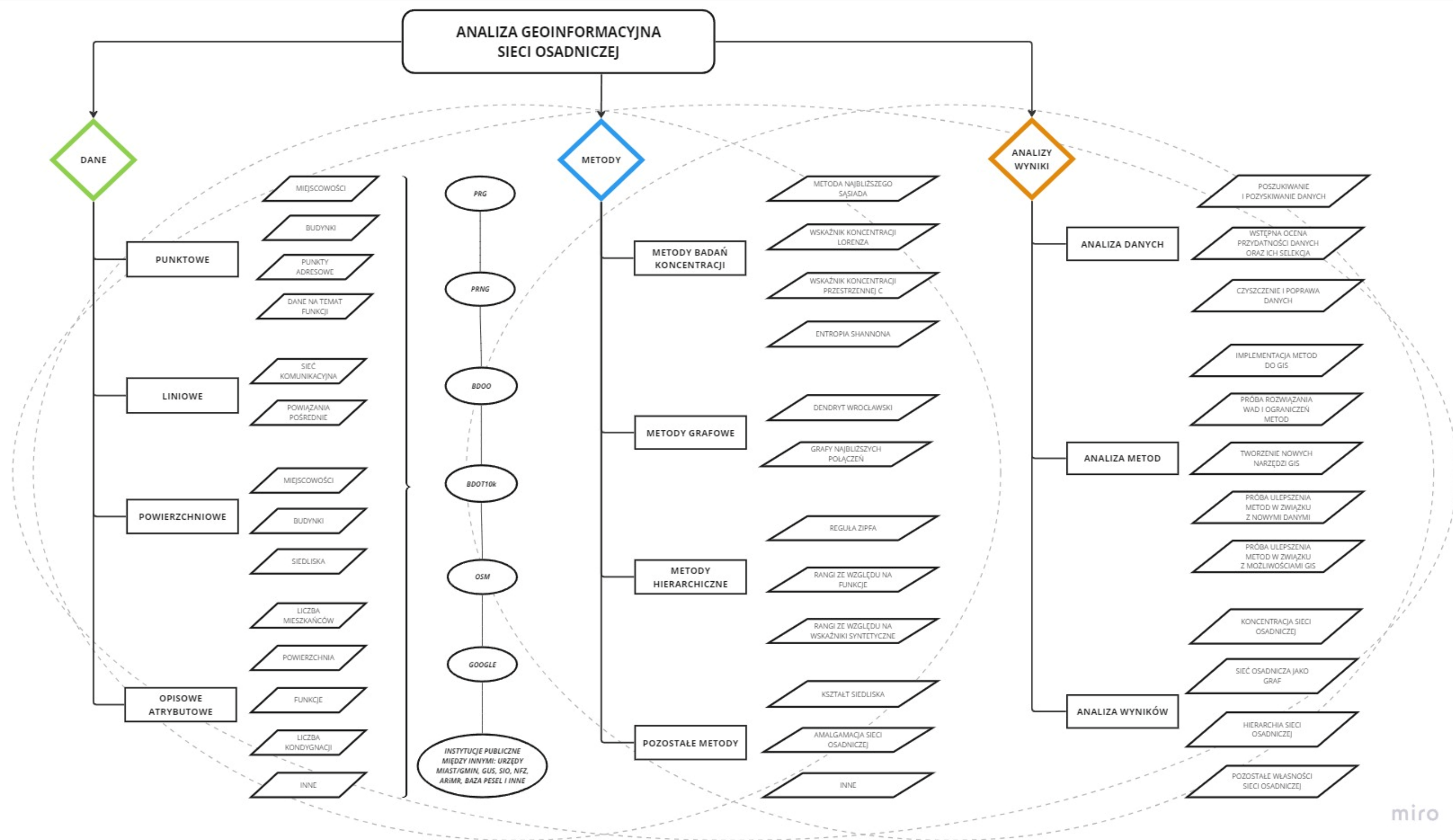
- o położeniu peryferyjnym, wykluczonym transportowo i oddalonym od dużych ośrodków miejskich, znajdujący się pomiędzy strefami zasięgów Warszawy, Łodzi i Kielc, jako głównych ośrodków wojewódzkich w regionie,
- o dominacji wiejskiej sieci osadniczej (tylko 2 miasta na 228 miejscowości),
- o dużej tradycji rolniczej i prowadzeniu gospodarstw rolnych, często łączonych z pracą poza rolnictwem (wg danych GUS z Powszechnego Spisu Rolnego z 2020 r. powiat opoczyński znajduje się w czołówce powiatów województwa łódzkiego posiadających największą liczbę gospodarstw rolnych),
- posiadający bardzo małe i mało zmechanizowane gospodarstwa rolne (wg danych GUS z PSR z 2020 r. powiat opoczyński cechuje się najmniejszą średnią powierzchnią gospodarstwa rolnego spośród wszystkich powiatów województwa łódzkiego z wyłączeniem miast na prawach powiatu),

- o słabej jakości glebach przekładających się na dominację powiatu opoczyńskiego wśród pozostałych powiatów województwa łódzkiego w powierzchni użytków rolnych nie użytkowanych i nie utrzymywanych w dobrej kulturze rolnej oraz gruntów ugorowanych (wg danych PSR z 2020 r.),
- obszar o pięknych, wiejskich krajobrazach, z przewagą zachowania dawnej tradycyjnej morfologii i fizjonomii osiedli wiejskich,
- o rozproszonym osadnictwie zróżnicowanym wewnątrz powiatu,
- o dużej koncentracji ludności w miastach i miejscowościach gminnych,
- o koncentracji budynków zbliżonej do koncentracji ludności,
- o dużej lesistości (wg danych PSR z 2020 r. powiat opoczyński znajduje się na 2. miejscu wśród powiatów województwa łódzkiego pod względem powierzchni lasów i gruntów leśnych) i dużym udziale obszarów chronionych, w dużym stopniu wpływających na kształt i rozwój osadnictwa,
- o wpływie sieci drogowej na kształt osadnictwa, przejawiającej się zauważalną koncentracją miejscowości, budynków i ludności wzdłuż głównych dróg powiatu,
- gdzie na zróżnicowanie wewnętrzne osadnictwa mają wpływ także uwarunkowania historyczne, w tym koncentracja najstarszego osadnictwa, konflikty zbrojne oraz rozwój ośrodków miejskich i ich częściowa degradacja, przy mniejszym znaczeniu granic i podziałów historycznych całego kraju,
- bardzo religijny, w większości składający się z katolików, w tym wiernych czynnie uczestniczących w życiu kościoła, nabożeństwach i sakramentach świętych,
- gdzie, oprócz podziału administracyjnego, duże znaczenie odgrywa podział na parafie,
- charakteryzujący się niewystarczającą dostępnością do usług zdrowotnych w kontekście ich zapotrzebowania przez wszystkie grupy wiekowe mieszkańców,
- o dobrym dostępie do edukacji szkolnej na etapie podstawowym, w tym z dobrymi warunkami nauki dzięki niewielkim klasom i dobremu wyposażeniu szkół,
- szczególnie związany z działalnością jednostek OSP i kół gospodyń wiejskich,
- o niewielkim potencjale rozwoju pod kątem dużych inwestycji i dużych zakładów pracy, przez niekorzystne położenie komunikacyjne i oddalenie od dużych miast,
- o negatywnej sytuacji demograficznej i gospodarczej przejawiającej się dużym spadkiem liczby ludności spowodowanej zarówno ujemnym przyrostem naturalnym jak i ujemnym saldem migracji,
- dotkniętym zjawiskiem wyludniania i zanikania wsi (w tej chwili 32% wsi posiada mniej niż 100 mieszkańców, wzrasta liczba nieużytkowanych budynków mieszkalnych), co

wymaga dalszych pogłębionych badań w tym zakresie i stanowi jeden z dalszych planów badawczych Autorki,

- zagrożony wykluczeniem społecznym i transportowym, co jest kolejnym pomysłem na dalsze badania Autorki,
- z dominacją głównego miasta powiatowego zarówno w liczbie mieszkańców jak i pełnionych funkcjach,
- z koncentracją usług wyższego rzędu w mieście powiatowym,
- o widocznym zjawisku suburbanizacji i wyludniania się miasta Opoczna na rzecz miejscowości ościennych a także wzdłuż drogi krajowej nr 12,
- o znaczących rolach miejscowości gminnych, jako lokalnych centrów administracyjnych i handlowo-usługowych, pełniących funkcje biegunów wzrostu i rozwoju dla okolicznych miejscowości,
- o istnieniu miejscowości np. Petrykozy czy Mroczków Gościnny, spoza grupy miejscowości gminnych o dużej liczbie mieszkańców a także z pojawiającymi się nowymi funkcjami świadczącymi o ich wyższej randze w hierarchii sieci osadniczej regionu a także o pojawianiu się swego rodzaju specjalizacji ważnych z punktu widzenia modelu sieciowego, dalszy rozwój tych miejscowości może powodować następne wzrosty ich rangi,
- przechodzący przeobrażenia sieci osadniczej spowodowane reakcją władz dwóch dawnych miast zdegradowanych o wzrost rangi osiedli prowadzącej do ich umiastowienia - od 2024r. zmieni się struktura sieci osadniczej powiatu opoczyńskiego; dwie miejscowości (spośród 34 w skali Polski) odzyskają prawa miejskie - Żarnów i Białaczów (Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 27 lipca 202r. w sprawie ustalenia granic niektórych gmin i miast, nadania niektórym miejscowościom statusu miasta, zmiany nazwy gminy oraz siedziby władz gminy, projekt, RM-06110-74-23),
- o pojawiających się nowych funkcjach wsi: letniskowej oraz turystycznej związanych z potrzebą zmian spowodowanych złą sytuacją demograficzną i gospodarczą wykorzystującymi sprzyjające warunki krajobrazowe i przyrodnicze.

Piąty cel szczegółowy, tak naprawdę, związany jest ze wszystkimi etapami postępowania badawczego, ponieważ dotyczy podsumowania badań nad danymi, metodami i siecią osadniczą. Jest on szczególnie związany z drugim głównym celem pracy jakim było stworzenie propozycji modelu badań sieci osadniczej z wykorzystaniem GIS. Autorka biorąc pod uwagę zarówno temat pracy jak i obszar badań, który posłużył jako pewnego rodzaju obszar testowy, zaproponowała model badań sieci osadniczej powiązany z analizą geoinformacyjną takiego zjawiska, będący podsumowaniem badań dysertacji (Rysunek 90).



Rysunek 90. Propozycja modelu badań sieci osadniczej z wykorzystaniem Systemów Informacji Geograficznej
Źródło: opracowanie własne

Model ten analizowany temat, jakim jest analiza geoinformacyjna sieci osadniczej, rozkłada na trzy główne elementy procesu analizy, tożsame z przyjętym na początku badań schematem postępowania badawczego, mianowicie na dane, metody i wyniki. Pierwszą częścią analizy każdego zjawiska są dane. Autorka w tym wypadku, dane podzieliła na cztery części na podstawie głównych rodzajów danych wektorowych wykorzystywanych w programach GIS, gdyż tylko takimi zajmowała się w swojej pracy (przedmiotem badań nie były tu dane rastrowe, lidarowe, trójwymiarowe itp.). Są to mianowicie dane punktowe, liniowe, powierzchniowe a także opisowe czy inaczej nazywając atrybutowe. Do każdej kategorii przyporządkowane zostały propozycje danych z zakresu tematycznego sieci osadniczej. Niektóre z nich pojawiają się przy różnych kategoriach, ze względu na to, że mogą być badane w różnych reprezentacjach geometrycznych, jak np. główne jednostki analizy jakimi były miejscowości (analizowane mogą być całe obszary wyznaczone np. granicami administracyjnymi tych osiedli, jak również tylko punkty będące ich reprezentacją geometryczną). Wybór zależy głównie od przyjętej skali badań, dostępności danych a także od metod badań i ich założeń czy ograniczeń. W grupie danych wymienione zostały również przykładowe źródła danych, z których badacz może korzystać, takie jak różnego rodzaju urzędowe bazy danych, geoportale, rejestry instytucji publicznych a także dane komercyjne czy wolontariackie. Drugą częścią analizy są metody badawcze, które wykorzystują wcześniej pozyskane dane. Metody badań sieci osadniczej podzielono na cztery podstawowe grupy, przy czym pierwsze trzy testowano w dysertacji a ostatnia grupa dotyczy pozostałych metod, niewykorzystanych w tej pracy, ale znajdujących się w grupie metod badań geografii osadnictwa i stanowiących pomysł na dalsze badania Autorki. Metody te podzielono na metody badań koncentracji sieci osadniczej, metody grafowe oraz metody hierarchizacji sieci osadniczej. Do każdej z grup przypisano propozycje konkretnych metod analizowanych w niniejszej rozprawie. Ostatnia grupa jest grupą otwartą, czekającą na dalsze uzupełnianie i rozwijanie, w tym zaproponowano metody z grupy badań amalgamacji sieci osadniczej i kształtów siedlisk. Najbardziej obszerna tematycznie jest trzecia część modelu dotycząca analiz i wyników. Ta część została kolejnie pogrupowana na analizy danych, analizy metod oraz na analizy wyników. Analiza danych podzielona jest na trzy główne etapy, tożsame z etapami analizy danych geograficznych przeprowadzonymi w dysertacji, ujętymi na rysunku 30. Analizy metod podzielone zostały przez Autorkę na pięć głównych etapów. Pierwszy z nich dotyczy próby implementacji metod do systemów informacji geograficznej. Jest to pierwszy etap po zebraniu informacji na podstawie literatury. Ważne jest tutaj zrozumienie założeń danej metody a także jej ograniczeń wynikających z pierwotnego zastosowania, a także zrozumienie procedur obliczeniowych, tak, aby spróbować przełożyć je

na dane, narzędzia i zasady działania systemów GIS. Kolejnym etapem jest próba rozwiązania wad i ograniczeń metody, co jest niezmiernie trudnym zadaniem, jednak dzięki nowym możliwościom programistycznym a także nowym danym przestrzennym i opisowym, niektóre wady można w pewien sposób rozwiązać czy ograniczyć. Część z nich wymaga na przykład stworzenia nowego/ych narzędzia/narzędzi za pomocą modeli i skryptów, co jest współcześnie możliwe dzięki programom GIS czy wykorzystaniu języków programowania, typu python, co stanowi kolejny etap analizy metod. Ostatnie dwa etapy są wynikiem wcześniejszych analiz i dotyczą prób ulepszenia stosowanych metod, za pomocą nowych możliwości wynikających z powszechnie dostępnych nowych danych przestrzennych a także z nowych rozwiązań i narzędzi systemów informacji geograficznej. Należy zaznaczyć, że w analizie metod, użytkownik nie musi przejść każdego etapu, ze względu na specyfikę danej metody, umiejętności badacza a także wykorzystywane programy czy ograniczenia wynikające z posiadanych danych. Etap ten jest jednak na tyle istotny, że przed wykorzystaniem określonej metody badawczej w pewien sposób „zmusza” użytkownika do zrozumienia jej głównych założeń i ograniczeń, co wpływa na jakość uzyskanych wyników i wniosków, a także może przyczynić się do rozwoju metod a co za tym idzie rozwoju metodologii danej dyscypliny naukowej. Ostatnia część dotyczy analizy wyników i należy podkreślić, że jest ona głównie skupiona na analizie wiejskiej sieci osadniczej. Autorka ma świadomość, że zaproponowane dane czy metody badawcze a także sposób ich interpretacji nie będą wystarczające dla każdego problemu badawczego i dla każdego obszaru badań, w tym szczególnie dla miejskiej sieci osadniczej, która charakteryzuje się większą dynamiką zmian i zachodzących w niej procesów a także pogłębionych problemów, związków z innymi miastami, co wiąże się z nowymi koncepcjami i teoriami w tym, między innymi, związanymi z policentrycznością układów miejskich czy ich strefami funkcjonalnymi, co jednak nie było przedmiotem badań niniejszej dysertacji. W związku z powyższym Autorka proponuje interpretację wyników badań wiejskiej sieci osadniczej w powiązaniu z zastosowanymi grupami metod badawczych w kontekście przyjętych założeń i koncepcji kształtowania i rozwoju obszarów wiejskich, podzielić na interpretację wyników koncentracji sieci osadniczej, analizy sieci osadniczej w postaci grafów a także jej hierarchii. Tutaj, analogicznie do części metodycznej modelu, Autorka dodała także kolejny etap analizy związany z innymi metodami, nietestowanymi w rozprawie, takimi jak np. badaniami kształtu powierzchni osadniczych. Za pomocą przerywanych linii przedstawionych w modelu Autorka zwróciła uwagę na powiązanie każdej jego części z pozostałymi częściami, ze względu na to, że każda część jest równie ważna i ma wpływ na pozostałe, tak np. odpowiedni wybór danych ma wpływ na zastosowane metody a co za tym idzie poprawne

wnioski, ale zależność ta widoczna jest również w drugą stronę, gdyż określony problem badawczy wymusza na badaczu skorzystanie z danej grupy metod badawczych, które z kolei wymagają dostarczenia określonego typu i rodzaju danych przestrzennych. Wzajemne powiązanie wszystkich etapów analizy geoinformacyjnej jest szczególnie ważne i podkreśla znaczenie każdego z nich, co wiąże się z koniecznością odpowiedniego przygotowania w całym procesie badawczym, gdyż konsekwencje jednego zaniedbania czy błędu mogą wpłynąć na pozostałe etapy pracy i uzyskane wyniki.

W opinii Autorki praca ma charakter badań interdyscyplinarnych z pogranicza geografii osadnictwa i geoinformacji, które mogą przynieść nowe spojrzenie na złożone zagadnienia związane z wiejską siecią osadniczą. Rozprawa doktorska przeprowadzona została w nurcie orientacji scjentystycznej. Ze względu na interdyscyplinarność badań trudno było jednoznacznie określić konkretny model czy ujęcie filozoficzno-metodologiczne, jednak można spróbować odnieść je do modelu empiryczno-naukowego bądź krytyczno-empirycznego, gdzie oprócz założeń filozofii nauki widoczny jest także wpływ filozofii techniki, co było interesującym zadaniem badawczym. Dysertacja stanowi zatem połączenie różnych koncepcji i podejść badawczych. Ma zarówno charakter poznawczy jak i metodyczny i jest próbą usystematyzowania dotychczasowej wiedzy, metod i narzędzi badawczych w powiązaniu z analizą geoinformacyjną sieci osadniczej. Niezmiernie ważne było zachowanie spójności w analizie i interpretacji wyników, uwzględniając zarówno aspekty geografii osadnictwa, jak i techniczne aspekty GIS. Praca skupia się bowiem zarówno na jakości danych i nowych możliwościach narzędziowych, programistycznych oraz kartograficznych systemów informacji geograficznej a także na rozwoju badań z zakresu wiejskiej sieci osadniczej, zwracając uwagę na olbrzymi dorobek naukowy geografii osadnictwa, jej szerokiego zastosowania a także na rozwój definicji, metod oraz pojawiających się nowych wątków i tematów badawczych w związku z problemami współczesnych obszarów wiejskich, czym wpisuje się w zakres tematyczny dyscypliny naukowej geografia społeczno-ekonomiczna i gospodarka przestrzenna.

Bibliografia

Literatura

- Abramowska-Kmon, A., 2011. O nowych miarach zaawansowania o procesu starzenia się ludności. *Studia demograficzne* 1, 0–14.
- Adamiak, M., Jażdżewska, I., Nalej, M., 2021. Analysis of built-up areas of small polish cities with the use of deep learning and geographically weighted regression. *Geosciences (Switzerland)* 11, 1–27. <https://doi.org/10.3390/geosciences11050223>
- Ahlmann, H.W., 1928. The Geographical Study of Settlements. *Geographical Review* 18, 93–128.
- Albert, I., 1934. Z geografji osiedli wiejskich w dorzeczu Sanu. *Prace Geograficzne* XVI.
- Alexandersson, G., 1956. The industrial structure of American cities. Lincoln, Nebraska–Stockholm.
- Alonso-Villar, O., 2011. Measuring concentration: Lorenz curves and their decompositions. *Ann Reg Sci* 47, 451–475. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00168-010-0369-5>
- Altieri, L., Cocchi, D., Roli, G., 2019. Measuring heterogeneity in urban expansion via spatial entropy. *Environmetrics* 30, 1–23. <https://doi.org/10.1002/env.2548>
- Andreasen, M.H., Møller-Jensen, L., 2016. Beyond the networks: Self-help services and post-settlement network extensions in the periphery of Dar es Salaam. *Habitat International* 53, 39–47. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.11.003>
- Ansari, R.A., Malhotra, R., Buddhiraju, K.M., 2020. Identifying Informal Settlements Using Contourlet Assisted Deep Learning. *Sensors* 1–15. <https://doi.org/doi:10.3390/s20092733>
- Arlinghaus, S.L., Arlinghaus, W.C., Harary, F., 2002. *Graph Theory and Geography: An Interactive View (Ebook)*. John Wiley and Sons.
- Aronoff, S., 1989. *Geographic Information Systems: a management perspective*. WDL Publications, Ottawa.
- Baffoe, G., Zhou, X., Moinuddin, M., Somanje, A.N., Kuriyama, A., Mohan, G., Saito, O., Takeuchi, K., 2021. Urban–rural linkages: effective solutions for achieving sustainable development in Ghana from an SDG interlinkage perspective. *Sustainability Science* 16, 1341–1362. <https://doi.org/10.1007/s11625-021-00929-8>
- Bajardi, P., Delfino, M., Panisson, A., Petri, G., Tizzoni, M., 2015. Unveiling patterns of international communities in a global city using mobile phone data. *EPJ Data Science* 4, 1–17. <https://doi.org/10.1140/epjds/s13688-015-0041-5>
- Balestrieri, M., Ganciu, A., 2020. The Use of Graphs to Explore the Network Paradigm in Urban and Territorial Studies, w: *Proceedings of the 2nd International and Interdisciplinary Conference on Image and Imagination*. 1120–1132. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41018-6_90
- Balletto, G., Ladu, M., Milesi, A., Borruso, G., 2021. A methodological approach on disused public properties in the 15-minute city perspective. *Sustainability* 13, 1–19. <https://doi.org/10.3390/su13020593>
- Banaszak, M., Dziecielski, M., Nijkamp, P., Ratajczak, W., 2019. Geography in motion: Hexagonal spatial systems in fuzzy gravitation. *Environment and Planning A* 51, 393–402. <https://doi.org/10.1177/0308518X18790249>
- Barrow, H., 1923. *Geography as Human Ecology*. *Annals of the Association of American Geographers* 1.
- Bartosiewicz, B., 2016. Wyznaczanie miejskich obszarów funkcjonalnych o znaczeniu

- ponadlokalnym na potrzeby planistyczne – przykład województwa łódzkiego. *Zarządzanie Publiczne* 3, 38–51. <https://doi.org/10.15678/zp.2016.37.3.03>
- Bartosiewicz, B., 2012. Spójność terytorialna Łódzkiego Obszaru Metropolitalnego – pomiar zjawiska. *Studia KPZK* 155–167.
- Bartosiewicz, B., Marcińczak, S., 2022. Urban structure in transition: evidence from Poland, 1983–2011. *Regional Studies* 56, 36–47. <https://doi.org/10.1080/00343404.2021.1878125>
- Bartosiewicz, B., Marcińczak, S., 2020. Policentryczność regionów miejskich w Polsce. *Przegląd Geograficzny* 92, 455–474. <https://doi.org/10.7163/PrzG.2020.4.1>
- Bartosiewicz, B., Wiśniewski, S., 2017. Rozkład przestrzenny powiązań gospodarczych miast regionu łódzkiego. *Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach* 78–96.
- Batten, D.F., 1995. Network Cities: Creative Urban Agglomerations for the 21st Century. *Urban Studies* 32, 313–327. <https://doi.org/10.1080/00420989550013103>
- Batty, M., 2020. Defining Complexity in Cities, w: *Theories and Models of Urbanization*. 13–26. https://doi.org/10.1007/978-3-030-36656-8_2
- Batty, M., 2008. The size, scale, and shape of cities. *Science* 319, 769–771. <https://doi.org/10.1126/science.1151419>
- Batty, M., Besussi, E., Chin, N., 2003. Traffic, Urban Growth and Suburban Sprawl. Centre for advanced spatial analysis. Working Paper Series 70.
- Bazewicz, J.M., 1907. *Atlas geograficzny ilustrowany Królestwa Polskiego*. wydawnictwo J. M. Bazewicza, Warszawa.
- Będkowski, K., Bielecki, A., 2017. Ocena dostępności zieleni w miejscu zamieszkania w miastach z wykorzystaniem NDVI oraz krzywej koncentracji Lorenza. *Teledetekcja środowiska* 57, 5–14.
- Bernasco, W., Steenbeek, W., 2017. More Places than Crimes: Implications for Evaluating the Law of Crime Concentration at Place. *Journal of Quantitative Criminology* 33, 451–467. <https://doi.org/10.1007/s10940-016-9324-7>
- Berry, B.J.L., 1964. Approaches to Regional Analysis: A Synthesis. *Annals of the Association of American Geographers* 54, 2–11.
- Berry, B.J.L., Garrison, W.L., 1958. The Functional Bases of the Central Place Hierarchy. *Economic Geography* 34, 145–154.
- Bideman, E., 1994. Badania sieci osadniczej w Polsce w latach 1918-1993, w: (red.) Liszewski, S. (Red.), *Geografia osadnictwa i ludności w niepodległej Polsce lata 1918-1939, t. 2: Kierunki Badań naukowych*. PTG, KGOiL, Łódź, 201–218.
- Bideman, E., 1993. Problemy genezy koncepcji lokalnych systemów osadniczych, w: Maik, W. (Red.), *Problematyka lokalnych systemów osadniczych*. Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń.
- Bideman, E., 1967. Sieć osiedli miejskich województwa koszalińskiego oraz ich strefy wpływów. PTPN, Poznań.
- Bielecka, E., 2006. *Systemy informacji geograficznej. Teoria i zastosowania*. Wydawnictwo PJWSTK, Warszawa.
- Biggs, N.L., Lloyd, E.K., Wilson, R.J., 1986. *Graph theory 1736–1936*. Clarendon Press, Oxford.
- Blotevogel, H.H., 1996. Central places: The rise and crisis of a concept in geography and spatial planning [Zentrale orte: Zur karriere und krise eines konzepts in geographie und raumplanung]. *Erdkunde* 50, 9–25.

- Blunden, J., Curry, N., 1988. *A Future for our Countryside*. Blackwell, Oxford.
- Bogdański, M., 2019. Ewolucja bazy ekonomicznej małych miast wybranych województw. *Zarządzanie Publiczne* 21, 149–170. <https://doi.org/10.4467/20843968zp.19.010.10686>
- Boots, B.N., Getis, A., 1988. *Point Pattern Analysis*. Reprint. Edited by Grant Ian Thrall. WVU Research Repository, 2020.
- Bousmaha, A., Zeraib, S., Benhassine, N., Kouba, Y., 2021. Growth and hierarchy of cities in Algeria : Application of the Rank-Size rule. <https://doi.org/10.20944/preprints202109.0306.v1>
- Boussauw, K., van Meeteren, M., Witlox, F., 2014. Short trips and central places: The home-school distances in the Flemish primary education system (Belgium). *Applied Geography* 53, 311–322. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.06.025>
- Boustedt, O., 1952. *Zentrale Orte in Bayern*.
- Bowman, I., 1926. The Scientific Study of Settlement. *Geographical Review* 16, 647–653.
- Brunet, R., 1996. L'Europe des réseaux, w: Pumain, D., Saint-Julien, T. (Red.), *Urban Networks in Europe*. John Libbey Eurotext, Paris, 131–150.
- Brush, J.E., 1953. The hierarchy of central places in southwestern Wisconsin. *Geographical Review* 63, 380–402.
- Buck, K.D., Summers, J.K., Smith, L.M., 2021. Investigating the relationship between environmental quality, socio-spatial segregation and the social dimension of sustainability in US urban areas. *Sustainable Cities and Society* 67, 1–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102732>
- Budner, W., 1999. Działalności administracyjne w strukturze funkcjonalnej miast średnich i dużych. *Czasopismo Geograficzne* 19–30.
- Bujak, F., 1905. *Studia nad osadnictwem Małopolski*. Rozprawy Akademii Umiejętności Wydziału historyczno-filozoficznego 2.
- Bujak, F., 1902. *Limanowa: miasteczko powiatowe w Zachodniej Galicyi: stan społeczny i gospodarczy*. G. Gebethner i Spółka, Kraków.
- Bujak, F., b.d. *Galicya*. T. 1, Kraj, ludność, społeczeństwo, rolnictwo; T. 2, Leśnictwo, górnictwo, przemysł. nakł. Księgarni H. Altenberga, Księgarnia pod Firmą E. Wende i Spółka, Lwów-Warszawa.
- Burdziej, J., 2016. Analiza dostępności przestrzennej za pomocą technologii GIS na przykładzie obiektów użyteczności publicznej w Toruniu. *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG* 19, 43–51. <https://doi.org/10.4467/2543859xpkg.16.004.6302>
- Burgess, E.W., 1925. The growth of the city: An introduction to a research project, w: Park, R.E., Burgess, E.W., McKenzie, R.D. (Red.), *The City*. University of Chicago Press, Chicago, 47–62.
- Burrough, P.A., 1986. *Principles of Geographic Information Systems for Land Resources Assessment*. Clarendon Press, Oxford.
- Busch-Bon, W., 1937. Wege und Ziele der Siedlungsforschun. *Der Forschungsdien* 3, 187–199.
- Cabral, P., Augusto, G., Tewolde, M., Araya, Y., 2013. Entropy in urban systems. *Entropy* 15, 5223–5236. <https://doi.org/10.3390/e15125223>
- Candel, M., Törnå, N., 2021. Housing developers' perceived barriers to implementing municipal sustainability requirements in Swedish sustainability-profiled districts. *Journal of Housing and the Built Environment*. <https://doi.org/10.1007/s10901-021-09923-z>
- Carter, H., 1973. *The Study of Urban Geography*. Edward Arnold, London.

- Cattaneo, A., Nelson, A., McMenomy, T., 2021. Global mapping of urban-rural catchment areas reveals unequal access to services. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 118. <https://doi.org/10.1073/PNAS.2011990118>
- Chen, B., Song, Y., Huang, B., Xu, B., 2020. A novel method to extract urban human settlements by integrating remote sensing and mobile phone locations. *Science of Remote Sensing* 1, 100003. <https://doi.org/10.1016/j.srs.2020.100003>
- Chilczuk, M., 1963. Sieć ośrodków więzi społeczno-gospodarczej wsi w Polsce, w: *Prace Geograficzne*. IG PAN, Warszawa.
- Chisholm, M., 1968. *Rural Settlements and Land Use*. Hutchinson, London.
- Chojnicki, Z., 2011. Model empiryczno-naukowy geografii. *Geografia wobec problemów współczesności*. 5 *Forum Geografów Polskich* 9–34.
- Chojnicki, Z., 1999. Podstawy metodologiczne i teoretyczne geografii.
- Chojnicki, Z., 1980. *Metody taksonomiczne w geografii*. PWN, Warszawa.
- Chojnicki, Z., 1977. *Metody ilościowe i modele w geografii*. PWN, Warszawa.
- Chojnicki, Z., Czyż, T., 1989. Charakterystyka małych miast regionu poznańskiego a koncepcja kontinuum miejsko-wiejskiego, *Prace Geograficzne - Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania*, PAN.
- Chojnicki, Z., Czyż, T., 1972. Analiza typu rozkładu przestrzennego miast. *Przegląd Geograficzny* 44, 461–477.
- Chorley, R.J., Haggett, P., 1969. *Network analysis in Geography*. Edward Arnold, London.
- Christaller, W., 1938. *Siedlungsgeographie und Kommunalwirtschaft*. *Petermann's Mitteilungen* 84, 49–53.
- Christaller, W., 1933. *Die Zentralen Orte in Suddeutschland: Eine okonomisch-geographische Untersuchung uber die Gesetzmassigkeit der Verbreitung und Entwicklung der Siedlungen mit stadtischen Funktionen*. Jena.
- Chrostowska, D., Wiluś, R., 1992. Turystyka w Załęczańskim Parku Krajobrazowym. *Turyzm* 59–76.
- Cichociński, P., 2012. Ocena przydatności OpenStreetMap jako źródła danych dla analiz sieciowych. *Roczniki Geomatyki-Annals of Geomatics* 10, 15–24.
- Cienkosz, E., 2020. Demograficzny aspekt kurczenia się polskich miast. *Urban Development Issues* 67, 45–56. <https://doi.org/10.2478/udi-2020-0033>
- Cieślak, A., Teresiński, J., 2016. Does Zipf's law hold for Polish cities? *Miscellanea Geographica* 20, 5–10. <https://doi.org/10.1515/mgrsd-2016-0020>
- Ciok, S., 1994. Rozwój osadnictwa na Dolnym Śląsku po II wojnie światowej. Tendencje i kierunki zmian. *Acta Universitatis Wratislaviensis* 9–49.
- Ciok, S., 1990. Dynamika i kierunki zmian sieci miast pod wpływem rozwoju przemysłu w Polsce. *Acta Universitatis Wratislaviensis* 51–101.
- Cloke, P., 1979. *Key Settlements in Rural Areas*. Methuen, London.
- Cristelli, M., Batty, M., Pietronero, L., 2012. There is more than a power law in Zipf. *Scientific Reports* 2, 1–7. <https://doi.org/10.1038/srep00812>
- Csapó, T., Balogh, A., 2015. *Development of the Settlement Network in the Central European Countries. Past, Present, and Future*, *Syria Studies*. Springer, Heidelberg, Dordrecht, London, New York. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-20314-5>
- Cudo, M., 2019. Urban criteria based on the example of the smallest towns in Poland. *Miscellanea Geographica* 23, 39–46. <https://doi.org/10.2478/mgrsd-2018-0035>
- Ćwik, A., Ortyl, B., 2016. Rozproszona zabudowa w górach - utracone krajobrazy? *Studia*

- krajobrazowe 1.
- Czapiewska, G., 2021. Zmienność funkcji w przestrzeni wiejskiej. *Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna* 21–43. <https://doi.org/10.14746/rrpr.2021.55.04>
- Czapiewska, G., 2019. Perspektywy rozwoju innowacyjnych funkcji pomorskich wsi. *Studia Obszarów Wiejskich* 54, 7–24. <https://doi.org/10.7163/sow.54.1>
- Czarnecka, J., 1971. Delimitacja zespołów osadniczych przy zastosowaniu grafów na przykładzie codziennych dojazdów pracowniczych. *Prace Naukowe WSE we Wrocławiu* 25.
- Czyż, T., 2016. Metoda wskaźnikowa w geografii społeczno-ekonomicznej. *Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna* 9–19.
- Da Silva, D.C., King, D.A., Lemar, S., 2020. Accessibility in practice: 20-minute city as a sustainability planning goal. *Sustainability* 12, 1–20. <https://doi.org/10.3390/SU12010129>
- Dacey, M.F., 1962. Analysis of Central Place and Point Patterns by a Nearest Neighbor Method. *Land Studies in Geography, Ser. B* 24, 55–75.
- Dacko, M., 2009. Badanie stanu bazy ekonomicznej i struktury funkcjonalnej gmin województwa małopolskiego metodami pośrednimi. *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis. Oeconomica* 268, 25–34.
- Dale, B., Sjøholt, P., 2007. The Changing Structure of the Central Place System in Trøndelag, Norway, over the past 40 Years - Viewed in the Light of Old and Recent Theories and Trends. *Geografiska Annaler. Series B, Human Geography* 89, 13–30.
- Damette, F., 1994. *La France en villes*. DATAR, La Documentation Française, Paris.
- Daniel, P., Hopkinson, M., 1994. *The geography of Settlement*. Oliver&Boyd, Harlow, Essex, UK.
- Daniels, P.W., 2017. Central Place Theory, w: *International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology*. 1–3. <https://doi.org/10.1002/9781118786352.wbieg0747>
- Dawid, W., Bielecka, E., 2022. GIS-Based Land Cover Analysis and Prediction Based on Open-Source Software and Data. *Quaestiones Geographicae* 0. <https://doi.org/10.2478/quageo-2022-0026>
- de Almeida, J.-P., Morley, J.G., Dowman, I.J., 2013. A graph-based algorithm to define urban topology from unstructured geospatial data. *International Journal of Geographical Information Science* 27, 1514–1529. <https://doi.org/10.1080/13658816.2012.756881>
- de Meester, J., Storch, T., 2020. Optimized performance parameters for nighttime multispectral satellite imagery to analyze lightings in urban areas. *Sensors (Switzerland)* 20, 1–21. <https://doi.org/10.3390/s20113313>
- Dekowski, J., 1977. *Opoczno i okolice*. Zakład Wydawniczo-Propagandowy PTTK, Warszawa.
- Demangeon, A., 1931. Troisième Rapport de la Commission de L'Habitat Rural. *International Geographical Union* 37–38.
- Demangeon, A., 1927. *La Géographie de l'Habitat Rural*, Vol. 36, 1927, pp. 1-23, and 97-114. *Annales de Géographie* 36, 1–23, 97–114.
- Demangeon, A., 1920. L'Habitation Rurale en France. *Annales de Géographie* 29, 352–375.
- Demangeon, A., 1905. *La Picardie et les Régions Voisines*. Paris.
- Derruau, M., 1961. *Precis de Géographie Humaine*. Paris.
- Dobrowolska, M., 1985. Procesy osadnicze w dorzeczu Wisłoki i Białej Dunajcowej w tysiącleciu. *Prace Monograficzne* LXIX.

- Dobrowolska, M., 1977. Ośrodki sieci osadniczej i więzi społeczno-gospodarczej wsi w ich funkcjach i przestrzennych przemianach. *Przegląd Geograficzny* 48, 613–625.
- Dobrowolska, M., 1931. Osadnictwo Puszczy Sandomierskiej między Wisłą i Sanem. *Krakowskie Odczyty Geograficzne* 14.
- Domański, R., 1972. Kształtowanie otwartych regionów ekonomicznych. Warszawa.
- Domański, R., 1970. Syntetyczna charakterystyka obszaru na przykładzie Okręgu Przemysłowego Konin-Łęczycza-Inowrocław. Warszawa.
- Doran, D., Fox, A., 2016. Operationalizing Central Place and Central Flow Theory With Mobile Phone Data. *Annals of Data Science* 3, 1–24. <https://doi.org/10.1007/s40745-015-0066-4>
- Dotsenko, A., 2018. Urban Settlement in the Kyiv Region: Dynamics and Structure. *Ekonomichna ta Sotsialna Geografiya* 80, 33–39. <https://doi.org/10.17721/2413-7154/2018.80.33-39>
- Drobek, W., 2002. Polskie nowe miasta (1977-2001), w: Słodczyk, J. (Red.), *Przemiany bazy ekonomicznej i struktury przestrzennej miast*. Wydawnictwo Uniwersytetu Opolskiego, Opole.
- Drobek, W., 1999. Rola miast zegradowanych w sieci osadniczej Śląska. Instytut Śląski, Opole.
- Drop, P., Gajewski, P., Mackiewicz, M., 2013. Zastosowanie danych OpenStreetMap oraz wolnego oprogramowania do badań dostępności komunikacyjnej w skali lokalnej. *Acta Universitatis Lodzensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica* 14, 157–167. https://doi.org/10.1300/J123v53n01_15
- Ducruet, C., 2020. Graph theory To cite this version : HAL Id : halshs-02610623.
- Ducruet, C., Lugo, I., 2013. Structure and dynamics of transportation networks: Models, methods and applications. *The SAGE Handbook of Transport Studies* 347–364. <https://doi.org/10.4135/9781446247655.n20>
- Duecker, K.J., 1979. Land resource information systems: a review of fifteen years experience. *Geo-Processing* 1, 105–28.
- Dylik, J., 1971. Województwo ze stolicą bez antenatów. *Geografia historyczna województwa łódzkiego*. Łódzkie Towarzystwo Naukowe, Łódź.
- Dylik, J., 1948. Rozwój osadnictwa w okolicach Łodzi, w: *Acta Geographica*. Uniwersytet Łódzki, Łódź.
- Dylik, J., 1936. Analiza geograficznego położenia grodzisk i uwagi o osadnictwie wczesnohistorycznym w zachodniej Polsce, w: *Badania Geograficzne*. Uniwersytet Poznański, Poznań.
- Dylik, J., 1931. Osadnictwo epoki kamiennej w przełomowej dolinie Warty pod Poznaniem, w: *Badania Geograficzne nad Polską Północno-Zachodnią*. Uniwersytet Poznański, Poznań.
- Dyszy, M., Zuzańska-Żyśko, E., 2020. Strefy wpływu miast a migracje ludności w regionie policentrycznym. *Konwersatorium Wiedzy o Mieście* 33, 101–114. <https://doi.org/10.18778/2543-9421.05.08>
- Dziegieć, E., 1987. Przemiany osadnictwa wiejskiego pod wpływem turystyki i wypoczynku w świetle literatury. *Acta Universitatis Lodzensis. Turyzm* 3, 7–31.
- Dziegieć, E., 1976. Zróżnicowanie społeczno-gospodarcze wsi gromadzkich w aspekcie stału administracyjnego (na przykładzie województwa łódzkiego). *Dokumentacja Geograficzna*.
- Dziewoński, K., 1990. Koncepcje i metody badawcze z dziedziny osadnictwa, *Prace Geograficzne*. Polska Akademia Nauk.

- Dziewoński, K., 1967. Baza ekonomiczna i struktura funkcjonalna miast, *Prace Geograficzne*. IG PAN, Warszawa.
- Dziewoński, K., 1956. Geografia osadnictwa i zaludnienia: Dorobek, podstawy teoretyczne i problemy badawcze. *Przegląd Geograficzny* 28, 721–764.
- Dziewoński, K., 1947. Przeobrażenia osadnictwa miejskiego w Polsce. *Czasopismo Geograficzne* 18.
- Eator, B.C., Lipsey, R.G., 1982. An Economic Theory of Central Places. *The Economic Journal* 92, 56–72.
- Ebdon, D., 1985. *Statistics in Geography*. 2nd Edition. Blackwell Publishing, Hoboken.
- Fang, C., Pang, B., Liu, H., 2017. Global city size hierarchy: Spatial patterns, regional features, and implications for China. *Habitat International* 66, 149–162. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2017.06.002>
- Ferrer-Ortiz, C., Marquet, O., Mojica, L., Vich, G., 2022. Barcelona under the 15-Minute City Lens: Mapping the Accessibility and Proximity Potential Based on Pedestrian Travel Times. *Smart Cities* 5, 146–161. <https://doi.org/10.3390/smartcities5010010>
- Figlus, T., 2018. The Past and Present of Historical Morphology of Rural and Urban Forms in Poland. *Studia Geohistorica* 149–168.
- Figlus, T., Musiaka, Ł., 2020. Analysis of morphological changes of rural settlement patterns after World War II in the metropolitan area of Łódź using a graph theory based method. *Environmental & Socio-economic Studies* 8, 57–72. <https://doi.org/10.2478/envirom-2020-0023>
- Finch, V.C., Trewarth, G.T., 1936. *Elements of Geography*. New York.
- Fogel, A., 2020. Prawne uwarunkowania peryurbanizacji w Polsce – zagadnienia wybrane. *Urban Development Issues* 66, 143–150. <https://doi.org/10.2478/udi-2020-0018>
- French, H.M., Racine, J.B., 1971. *Quantitative and Qualitative Geography. Nécessite d'un dialogue*. University of Ottawa Press, Ottawa.
- Gałązka, A., 2017. Teoretyczne podstawy rozwoju regionalnego – wybrane teorie, czynniki i bariery rozwoju regionalnego. *Studia BAS* 1, 9–61.
- Gardjan, I., Szmytkie, R., 2021. Przemiany zespołu osadniczego Bełchatów-Rogowiec pod wpływem eksploatacji złóż węgla brunatnego. *Konwersatorium Wiedzy o Mieście* 6, 107–121. <https://doi.org/https://doi.org/10.18778/2543-9421.06.10>
- Gaździcki, J., 2006. Zakres tematyczny dziedziny geoinformacji jako nauki i technologii. *Roczniki Geomatyki* IV, 15–27.
- Gaździcki, J., 2001. *Leksykon geomatyczny*. Polskie Towarzystwo Informacji Przestrzennej, Warszawa.
- Ghosh, S., 1998. *Introduction to Settlement Geography*. Orient Longman.
- Gibas, P., Heffner, K., 2018a. Społeczne i ekonomiczne koszty bezładu przestrzeni – osadnictwo obszarów wiejskich. *Studia KPZK* 182, 163–195.
- Gibas, P., Heffner, K., 2018b. Koncentracja zabudowy na obszarach wiejskich. *Wies i Rolnictwo* 2, 189–207. <https://doi.org/10.53098/wir022018/10>
- Gibson, L.J., 2004. Economic base theory and applied geography, w: *Applied Geography*. 113–131. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2442-9_7
- Gil, J., 2014. Analyzing the Configuration of Multimodal Urban Networks. *Geographical Analysis* 46, 368–391. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/gean.12062>
- Golachowski, S., 1969. *Studia nad miastami i wsiami śląskimi*. Instytut Śląski, Opole.
- Golachowski, S., 1966. Urbanizacja wsi w województwie opolskim, w: *Problemy ewolucji*

- układów osadniczych na tle procesów urbanizacyjnych w Polsce. Warszawa, 45–65.
- Golachowski, S., Kostrubiec, B., Zagożdżon, A., 1974. Metody badań geograficzno-osadniczych. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Gong, X., Zhang, X., Tao, J., Li, H., Zhang, Y., 2022. An Evaluation of the Development Performance of Small County Towns and Its Influencing Factors: A Case Study of Small Towns in Jiangyin City in the Yangtze River Delta, China. *Land* 11, 1–22. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/land 11071059>
- Górka, Z., 1996. Historyczne zmiany głównych osi osadniczych Małopolski w powiązaniu z ciągami infrastruktury i współczesny układ osadniczy regionu, w: Pawelska-Skrzypek, G. (Red.), *Małopolska. Regionalna wspólnota interesów*. Wyższa Szkoła Biznesu, Nowy Sącz, 103–115.
- Górka, Z., 1988. Sieć osadnicza, w: Warszńska, J. (Red.), *Województwo tarnowskie - monografia*. Ossolineum, Wrocław, 197–213.
- Górski, G., 2011. Historia administracji. Wydawnictwo Prawnicze LexisNexis, Warszawa.
- Gorzuchowski, S., 1936. Osiedla miejskie w Polsce i ich materiał budowlany w zależności od czynników przyrody. Powszechny Zakład Ubezpieczeń Wzajemnych, Warszawa.
- Gotlib, D., Iwaniak, A., Olszewski, R., 2007. GIS. Obszary zastosowań. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Granö, J.G., 1937. Gehofte und Siedlungen in Finnland. *Fennia* 63, 1–66.
- Grosse, T.G., 2002. Przegląd koncepcji teoretycznych rozwoju regionalnego. *Studia Regionalne i Lokalne* 8, 25–48.
- Güller, C., Varol, Ç., 2021. New Approaches in Defining the Structure of Urban Settlement Systems 343–350. <https://doi.org/10.38027/iccaua2021tr0055n16>
- Guzal-Dec, D., 2018. Intelligent Development of the Countryside – The Concept of Smart Villages : Assumptions, Possibilities and Implementation Limitations . *Economic and Regional Studies / Studia Ekonomiczne i Regionalne* 11, 32–49. <https://doi.org/10.2478/ers-2018-0023>
- Guzal-Dec, D., Zwolińska-Ligaj, M., Zbucki, Ł., 2019. The potential of smart development of urban-rural communes in peripheral region (a case study of the Lublin Region, Poland). *Miscellanea Geographica* 23, 85–91. <https://doi.org/10.2478/mgrsd-2019-0017>
- Hadynski, J., Genstwa, N., Józefowicz, K., 2021. Migration processes to rural areas in polish metropolises. *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists XXIII*, 20–31. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.2895>
- Haegen, H., 1982. West European settlement systems. *Acta geographica lovaniensia* Louvain.
- Haggett, P., 1965. *Locational analysis in human geography*. Edward Arnold, London.
- Haggett, P., Chorley, R.J., 1970. *Network analysis in geography*. St. Martin's Press, New York.
- Haggett, P., Chorley, R.J., 1967. *Models, Paradigms and the New Geography*. Methuen, London.
- Harary, F., 1969. *Proof techniques in graph theory*. Academic Press.
- Harbiankova, A., Shcherbina, E., 2021. Evaluation model for sustainable development of settlement system. *Sustainability (Switzerland)* 13. <https://doi.org/10.3390/su132111778>
- Harris, C.D., Ullman, E.L., 1959. The nature of cities, w: Mayer, H.M., Kohn, C.F. (Red.), *Readings in Urban Geography*. University of Chicago Press, Chicago.
- Harris, C.D., Ullman, E.L., 1945. The nature of the city. *Annals American Academy of Political Science* 242, 7–17.
- Harvey, D., 1969. *Explanation in Geography*. Edward Arnold, London.

- Hassinger, H., 1933. Siedlungsgeographie, w: Klute, F. (Red.), *Handbuch der Geographischen Wissenschaft*. Potsdam, 403–457.
- Heffner, K., 2016. Obszary wiejskie i małe miasta: czy lokalne centra są potrzebne współczesnej wsi? *Studia Ekonomiczne* 279, 11–24.
- Heffner, K., 1992. Przekształcenia układu hierarchicznego miast Opolszczyzny. *Acta Universitatis Wratislaviensis, Prace Geograficzne* 52, 149–171.
- Heffner, K., 1991. Śląsk Opolski. Procesy przekształceń ludnościowych i przestrzennych systemu osadnictwa wiejskiego. Opole.
- Heffner, K., Twardzik, M., 2022. Rural areas in Poland – changes since joining the European Union. *European Countryside* 14, 420–438. <https://doi.org/10.2478/euco-2022-0021>
- Heider, K., Lopez, J.M.R., Scheffran, J., 2018. The potential of volunteered geographic information to investigate peri-urbanization in the conservation zone of Mexico City. *Environmental Monitoring and Assessment* 190, 219. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6597-3>
- Hettner, A., 1895. Die Lage der menschlichen Ansiedlungen. *Geographische Zeitschrift* 1, 361–375.
- Horn, R.J., Prescott, J.R., 1978. Central place models and the economic base: some empirical results. *Journal of Regional Science* 18, 229–241. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.1978.tb00544.x>
- Hornby, W.F., Jones, M., 1991. *An introduction to Settlement Geography*. Cambridge University Press.
- Hövermann, J., 1957. Über Methoden und Probleme der Siedlungsgeographie. *Die Erde* 88, 120–127.
- Hoyt, H., 1939. *The Structure and Growth of Residential Neighbourhoods in American Cities*. Federal Housing Administration, Washington.
- Hristova, D., Williams, M.J., Musolesi, M., Panzarasa, P., Mascolo, C., 2016. Measuring urban social diversity using interconnected geo-social networks. 25th International World Wide Web Conference, WWW 2016 21–30. <https://doi.org/10.1145/2872427.2883065>
- Hu, Z., Chen, K., Xie, X., 2022. A Graph Neural Network (GNN) Algorithm for Constructing the Evolution Process of Rural Settlement Morphology. *Security and Communication Networks* 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/7517347>
- Hubka, M., Wróbel, A., 2011. Ziemia Opoczyńska w źródłach archiwalnych. Dokumenty z zasobu Archiwum Państwowego w Piotrkowie Trybunalskim oddział w Tomaszowie Mazowieckim. Agencja Wydawnicza PAJ-Press, Tomaszów Mazowiecki-Opoczno.
- Ishikawa, T., 2018. An Analysis on Regularity of City Population Distribution in City System, w: *Locational Analysis of Firms' Activities from a Strategic Perspective*. 109–120. https://doi.org/10.1007/978-981-13-1684-5_7
- Jain, M., 2018. The effect of distance on urban transformation in the Capital Region, India. *International Planning Studies* 23, 1–14. <https://doi.org/10.1080/13563475.2017.1329648>
- Jakóbczyk-Gryszkiewicz, J., 1991. Zróźnicowanie urbanizacji wsi w strefie podmiejskiej Łodzi. *Acta Universitatis Lodzensis, Folia Geographica*.
- Jakóbczyk-Gryszkiewicz, J., 1988. Niektóre aspekty urbanizacji wsi w strefie podmiejskiej Łodzi. *Acta Universitatis Lodzensis. Folia Geographica* 9, 35–52.
- Jakubowicz, E., 1979. Zastosowanie modeli grawitacji do wyznaczania granic oddziaływania centrów regionalnych. *Acta Universitatis Wratislaviensis* 3, 65–85.
- Jakubowicz, E., 1977. Lokalne zespoły osadnicze na przykładzie regionu opolskiego. *Acta*

- Jakubowicz, E., 1971. Lokalne zespoły osadnicze na przykładzie województwa opolskiego, w: Golachowski, S. (red. . (Red.), *Struktury i procesy osadnicze*. Instytut Śląski, Opole-Wrocław, 143–175.
- James, G.A., Cliff, A.D., Haggett, P., Ord, J.K., 1970. Some Discrete Distributions for Graphs with Applications to Regional Transport Networks. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography* 52, 14–21. <https://doi.org/10.1080/04353684.1970.11879341>
- James, P.E., Jones, C.F., 1954. *American Geography, Inventory and Prospect*. Syracuse.
- Jankowska, A., 2015. Koncentracja dopłat bezpośrednich w krajach Środkowej i Wschodniej Europy w 2012 roku. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu* 17, 98–103. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.233276>
- Jasion, A., 2023. Dostępność przestrzenna wybranych usług wokół łódzkich stadionów piłkarskich w oparciu o ideę miasta 15-minutowego. *Czasopismo Geograficzne* 94, 147–171. <https://doi.org/https://doi.org/10.12657/czageo-94-07> BY
- Jasion, A., 2018. Przemiany demograficzne w gminach miejskich i wiejskich powiatu opoczyńskiego w latach 1995–2018. *Konwersatorium Wiedzy o Mieście* 31, 63–72. <https://doi.org/10.18778/2543-9421.03.07>
- Jasion, A., Zdulska, D., Szymala, M., Próżyńska, K., 2022. Aplikacja turystyczna „Łódzkie stadiony na wyciągnięcie ręki” – ocena funkcjonalności. *Konwersatorium Wiedzy o Mieście* 35, 47–56. <https://doi.org/10.18778/2543-9421.07.06>
- Jażdżewska, I., 2022. Use of graph theory to study connectivity and regionalisation of the Polish urban network. *Area* 54, 290–303. <https://doi.org/10.1111/area.12774>
- Jażdżewska, I., 2021. *Od nauk geograficznych w kierunku nauki o geoinformacji*. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Jażdżewska, I., 2020. Urban network in Poland during last millennium. *Konwersatorium Wiedzy o Mieście* 33, 7–20. <https://doi.org/10.18778/2543-9421.05.01>
- Jażdżewska, I., 2019. Dane dotyczące miast jako przedmiot badań geograficznych. *Konwersatorium Wiedzy o Mieście* 32, 121–129. <https://doi.org/10.18778/2543-9421.04.10>
- Jażdżewska, I., 2017a. Spójność i regionalizacja miejskiej sieci osadniczej w Polsce w świetle teorii grafów. *Przegląd Geograficzny* 89, 213–231. <https://doi.org/10.7163/PrzG.2017.2.2>
- Jażdżewska, I., 2017b. Spatial and dynamic aspects of the rank-size rule method. Case of an urban settlement in Poland. *Computers, Environment and Urban Systems* 62, 199–209. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2016.11.006>
- Jażdżewska, I., 2011. Zmiany gęstości ludności miejskiej w centralnej Polsce. Estymacja rozkładu gęstości zaludnienia z wykorzystaniem nieparametrycznych estymatorów jądrowych (kernel function). *Człowiek i Środowisko* 35, 5–17.
- Jażdżewska, I., 2008a. Przemiany miejskiej sieci osadniczej w Polsce w świetle metod matematycznych. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Jażdżewska, I., 2008b. Dlaczego warto stosować teorię grafów w badaniach geografii historycznej? Przykłady zastosowania, w: *Czas i przestrzeń w naukach geograficznych. Wybrane problemy geografii historycznej*. 243–256.
- Jażdżewska, I., 2006a. Kształtowanie się miejskiej sieci osadniczej Polski do roku 1918 na tle zmian terytorium kraju. *Acta Universitatis Lodzensis Folia Geographica Socio-Oeconomica* 95–121.
- Jażdżewska, I., 2006b. K. Zipf's rank-size rule - In search for the best method of point approximation. *Czasopismo Geograficzne* 77, 206–219.

- Jażdżewska, I., 2001. Miejska sieć osadnicza i jej przemiany, w: Liszewski, S. (Red.), Zarys monografii województwa łódzkiego. Łódzkie Towarzystwo Naukowe, Łódź, 225–240.
- Jażdżewska, I., 1999. Przemiany funkcjonalne i morfologiczne przestrzeni geograficznej wsi Rzgów w świetle metod numerycznych. Łódzkie Towarzystwo Naukowe, Łódź.
- Jażdżewska, I., Lechowski, Ł., 2019. Kształtowanie się miejskiej sieci osadniczej województwa łódzkiego. *Acta Geographica Lodziensia* 109, 59–74. <https://doi.org/https://doi.org/10.26485/AGL/2019/109/4>
- Jażdżewska, I., Urbański, J., 2013. GIS w nauce. *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica* 5–15.
- Jażewicz, I., 2013. Miejska sieć osadnicza regionu nadmorskiego. Wydawnictwo Naukowe Akademii Pomorskiej w Słupsku, Słupsk.
- Jażewicz, I., 2007. Zmiany demograficzno-osadnicze na obszarach wiejskich pomorza środkowego w latach 1978-2002 na przykładzie gmin położonych na Wysoczyźnie Damnickiej. *Słupskie Prace Geograficzne* 3, 25–53.
- Jażewicz, I., 2000. Miejska sieć osadnicza projektowanego województwa środkopomorskiego. *Zeszyty Naukowe Wydziału Nauk Ekonomicznych*.
- Jerczyński, M., 1977. Struktura i współczesne przemiany systemu osadniczego, w: *Prace Geograficzne*. Ossolineum, Wrocław, 285–325.
- Johnston, R.J., 1968. Choice in classification: the subjectivity of objective methods. *Annals of the Association of American Geographers* 58, 575–589. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1968.tb01653.x>
- Johnston, R.J., 1966. Central Places and the Settlement Pattern. *Annals of the Association of American Geographers* 56, 541–549.
- Josic, H., Bašić, M., 2018. Reconsidering Zipf's law for regional development: The case of settlements and cities in Croatia. *Miscellanea Geographica* 22, 22–30. <https://doi.org/10.2478/mgrsd-2018-0002>
- Józefowicz, K., 2021. Małe ośrodki miejskie a smart city – wstępna identyfikacja zagadnienia. *Turystyka i Rozwój Regionalny* 69–79. <https://doi.org/10.22630/tirr.2021.15.7>
- Kaczmarek, T., 1996. Rola funkcji administracyjnych w rozwoju średnich miast Wielkopolski. Poznań.
- Kania, C., 1966. Metoda analizy „wielkości i kolejności” osiedli na przykładzie województwa opolskiego. *Czasopismo Geograficzne* 37, 311–323.
- Kansky, K.J., 1963. Structure of transportation networks: relationships between network geometry and regional characteristics. Department of Geography, Research Papers 84, University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Kielczewska-Zaleska, M., 1977. Geografia osadnictwa. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kielczewska-Zaleska, M., 1974. Dotychczasowy rozwój lokalnej sieci osadniczej a reforma administracyjna w 1973 r. (na przykładzie powiatów gorlickiego i żywieckiego). *Przegląd Geograficzny* 44, 205–229.
- Kielczewska-Zaleska, M., 1965. O typach sieci osiedli wiejskich w Polsce i planie ich przebudowy. *Przegląd Geograficzny* 47, 457–478.
- Kielczewska-Zaleska, M., 1964. Rozwój badań geograficznych osadnictwa wiejskiego. *Czasopismo Geograficzne* 35, 81–96.
- Kielczewska-Zaleska, M., 1956. O powstaniu i przeobrażaniu wsi Pomorza Gdańskiego. *Prace Geograficzne - Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania, PAN* 5.

- Kielczewska-Zaleska, M., Inni, 1974. Studia nad strukturą lokalnej sieci osadniczej wybranych obszarów w Polsce, w: Dokumentacja Geograficzna. IGiPZ PAN, Warszawa.
- Kielczewska, M., 1934. Osadnictwo Wiejskie Pomorza, w: Badania Geograficzne nad Polską Północno-Zachodnią. Poznań.
- Kielczewska, M., 1931. Osadnictwo Wiejskie Wielkopolski, w: Badania Geograficzne nad Polską Północno-Zachodnią. Poznań.
- King, L.J., 2020. Central Place Theory, Reprint. ed. WVU Research Repository.
- Klonowska-Matynia, M., Czerwińska-Jaśkiewicz, M., Zarębski, P.M., Sasin, M., 2021. Methodology of classifying peripheral areas and research on their social potential – original concept. *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists XXIII*, 76–95. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.5963>
- Knox, P.L., 1994. *Urbanization: An introduction to urban geography*. Prentice Hall, New Jersey.
- Koebe, T., 2020. Better coverage, better outcomes? Mapping mobile network data to official statistics using satellite imagery and radio propagation modelling. *PLoS ONE* 15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241981>
- Kohn, C.F., 1951. The Use of Aerial Photographs in the Geographic Analysis of Rural Settlements. *Photogrammetric Engineering* 17, 759–771.
- Komorowski, Ł., Stanny, M., 2020. Smart villages: Where can they happen? *Land* 9. <https://doi.org/10.3390/LAND9050151>
- Komorowski, Ł., Stanny, M., 2017. Public Transport in Rural Areas – Studies Conclusions. *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists XIX*, 129–136. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0010.3235>
- Kondracki, J., 1998. *Geografia regionalna Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Konecka-Szydłowska, B., 2019. Nowe miasta w systemie osadniczym województwa wielkopolskiego. *Space – Society – Economy* 7–27. <https://doi.org/10.18778/1733-3180.28.01>
- Korwel-Lejkowska, B., 2021. Suburban morphology dynamics: The case of the tricity agglomeration, Poland. *Sustainability* (Switzerland) 13. <https://doi.org/10.3390/su132112223>
- Kosiński, L., 1962. *Miasta województwa białostockiego*, Prace Geograficzne. PWN, Warszawa.
- Kostrowicki, J., 1953. Problematyka małych miast w Polsce w związku z badaniami nad warunkami ich aktywizacji. *Przegląd Geograficzny* 25, 12–52.
- Kostrubiec, B., 1972. *Analiza zjawisk koncentracji w sieci osadniczej*. Polska Akademia Nauk, Wrocław, Warszawa, Kraków, Gdańsk.
- Kostrubiec, B., 1971. *Analiza matematyczna zbioru osiedli województwa opolskiego*, w: Golachowski, S. (Red.), *Struktury i procesy osadnicze. Region Opolski*. PWN, Instytut Śląski, Opole-Wrocław, 9–66.
- Kovalov, S.A., 1963. *Selskoje naselenie*. Moskwa.
- Kovalov, S.A., 1961. Problematyka badań geograficznych osadnictwa wiejskiego w ZSRR. *Przegląd Zagranicznej Literatury Geograficznej* 2.
- Král, J., 1951. Rural Settlements: Types and Classifications, w: *Comptes Rendus du Congres International de Geographie*. Lisbon, 472–477.
- Krenzlín, A., 1952. Dorf, Feld und Wirtschaft im Gebiet der grossen Täler und Platten östlich der Elbe. *Forschungen zur deutschen Landeskunde* 20.

- Krzysztofik, R., 2006. Nowe miasta w Polsce w latach 1980-2007. Geneza i mechanizmy rozwoju. Próba typologii. Uniwersytet Śląski, Sosnowiec.
- Krzysztofik, R., 2005. Proces kształtowania się sieci miejskiej w Polsce w okresie od XIII do XX wieku. *Czasopismo Geograficzne* 76, 383–393.
- Krzysztofik, R., Szmytkie, R., 2018. Procesy depopulacji w Polsce w świetle zmian bazy ekonomicznej miast = Depopulation in Poland in the light of changes in city functions. *Przegląd Geograficzny* 90, 291–308. <https://doi.org/10.7163/przg.2018.2.6>
- Kubejko-Polańska E., 2012. Wielkość, struktura oraz stopień dywersyfikacji bazy ekonomicznej małych miast monofunkcyjnych województwa podkarpackiego. Nowoczesne instrumenty polityki rozwoju lokalnego - zastosowanie i efekty w małych miastach. 144, 63–79.
- Kubicki, P., 2021. Odporność miast i nowe polityki miejskie. *Politeja* 18, 225–239. <https://doi.org/10.12797/politeja.18.2021.74.14>
- Kubijowicz, W., 1927. Życie pasterskie w Beskidach Magorskich. Polska Akademia Umiejętności.
- Kubijowicz, W., 1925. Rozmieszczenie ludności i kultur w Karpatach Wschodnich. *Orbis*.
- Kuciński, K., 1994. Geografia ekonomiczna. Zarys teoretyczny. Wydawnictwo SGH, Warszawa.
- Kudłacz, T., 1981. Zastosowanie metody grawitacji i grafów do hierarchizacji jednostek przestrzennych. *Przegląd Geograficzny* 53, 519–534.
- Kulesza, M., Koter, M., 1998. Kształtowanie się sieci miast na obszarze Polski Środkowej, w: Werwicki, A. (Red.), Transformacja społeczno-ekonomiczna Polski Środkowej. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Kumo, K., Shadrina, E., 2021. On the evolution of hierarchical urban systems in soviet Russia, 1897–1989. *Sustainability (Switzerland)* 13, 1–17. <https://doi.org/10.3390/su132011389>
- Kumor, P., Sztudynger, J.J., 2007. Optymalne zróżnicowanie płac w Polsce – analiza ekonometryczna. *Annales. Etyka w życiu gospodarczym* 10, 233–246.
- Kurkus, M., 1989. Reguła kolejności według wielkości jako metoda opisu stanu i rozwoju sieci osadniczej. *Prace i Studia Geograficzne* 10, 81–100.
- Kusiński, W., 1993. Rola miast w kształtowaniu lokalnych systemów osadniczych, w: Maik, W. (Red.), Problematyka lokalnych systemów osadniczych. Wydawnictwo Mikołaja Kopernika, Toruń, 49–59.
- Lang, G., Marcon, E., Puech, F., 2020. Distance-based measures of spatial concentration: introducing a relative density function. *Annals of Regional Science* 64, 243–265. <https://doi.org/10.1007/s00168-019-00946-7>
- Lang, R.E., LeFurgy, J., Sanchez, T.W., 2006. Beyond edgeless cities: office geography in the new metropolis, National Center for Real Estate Research. Virginia Tech.
- Lechowski, Ł., Jasion, A., 2021. Spatial accessibility of primary health care in rural areas in Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18. <https://doi.org/10.3390/ijerph18179282>
- Léfevre, M.A., 1964. Modes de Peuplement Rural, w: Atlas de Belgique. Bruxelles, 3–16.
- Léfevre, M.A., 1945. Principes et Problemes de Geographie Humaine. Bruxelles.
- Léfevre, M.A., 1931. Les Genres d'Habitat, Definition de l'Habitat Rural et Urbain. *Comptes Rendus du Congrès International de Géographie* 3, 223–229.
- Léfevre, M.A., 1928. Habitat Rurale et Habitat Urbaine. *Bulletin de la Societe Royale de Geographie* 52, 113–121.

- Léfevre, M.A., 1926. *L'Habitat Rural en Belgique*. Liège.
- Leszczycki, S., 1932. Badania geograficzne nad osadnictwem w Beskidzie Wyspowym. *Prace Instytutu Geograficznego Uniwersytetu Jagiellońskiego* 14.
- Lewiński, S., 1985. Potencjał usługowy miast wojewódzkich. *Człowiek i Środowisko* 73–89.
- Li, X., Jiang, F., Li, L., Wang, G., 2011. Spatial and temporal variability of precipitation concentration index, concentration degree and concentration period in Xinjiang, China. *International Journal of Climatology*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/joc.2181>
- Li, X., Zhao, L., Li, D., Xu, H., 2018. Mapping urban extent using luojia 1-01 nighttime light imagery. *Sensors* 18, 1–18. <https://doi.org/10.3390/S18113665>
- Limtanakool, N., Dijst, M., Schwanen, T., 2007. A theoretical framework and methodology for characterising national urban systems on the basis of flows of people: Empirical evidence for France and Germany. *Urban Studies* 44, 2123–2145. <https://doi.org/10.1080/00420980701518990>
- Lin, J., Chen, C., Wu, J., 2013. CD-graph: planar graph representation for spatial adjacency and neighbourhood relation with constraints. *International Journal of Geographical Information Science* 27, 1902–1923. <https://doi.org/10.1080/13658816.2013.769136>
- Liszewski, S., 2000. Czynniki kształtujące osadnictwo, w: Liszewski, S., Maik, W. (Red.), *Wielka encyklopedia geografii świata*. Wydawnictwo Kurpisz, Poznań, 17–44.
- Liszewski, S., 1994. O hipotezach przekształceń systemu osadniczego w Polsce w warunkach transformacji, w: Stasiak, A. (Red.), *Podstawowe węzły układu osadniczego Polski*. Biuletyn PAN KPZK, 97–101.
- Liszewski, S., 1991. Przemiany przestrzeni wiejskiej w Polsce w ostatnim czterdziestoleciu. *Przyczyny-skutki-formy*. *Acta Universitatis Lodzensis, Folia Geographica*.
- Liszewski, S., 1989. Przemiany osadnictwa w regionie miejskim Łodzi, w: *Prace Geograficzne*. IGiPZ PAN, Warszawa.
- Liszewski, S., 1987. Geneza i rozwój osadnictwa wypoczynkowego w otoczeniu Łodzi. *Acta Universitatis Lodzensis. Turyzm* 3, 33–54.
- Liszewski, S., Maik, W., 2000. Osadnictwo. *Wielka encyklopedia geografii świata*. Tom XIX. Wydawnictwo Kurpisz, Poznań.
- Litwin, L., Myrda, G., 2005. *Systemy Informacji Geograficznej. Zarządzanie danymi przestrzennymi w GIS, SIP, SIT, LIS*. Helion, Gliwice.
- Liu, Q., Gong, D., Gong, Y., 2022. Index system of rural human settlement in rural revitalization under the perspective of China. *Scientific Reports* 12, 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-13334-7>
- Liu, Y., Ke, X., Wu, W., Zhang, M., Fu, X., Li, J., Jiang, J., He, Y., Zhou, C., Li, W., Li, Y., Song, Y., Zhou, X., 2022. Geospatial characterization of rural settlements and potential targets for revitalization by geoinformation technology. *Scientific Reports* 12, 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-12294-2>
- Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J., Rhind, D.W., 2006. *GIS Teoria i praktyka*. PWN, Warszawa.
- Lösch, A., 1961. *Gospodarka przestrzenna. Teoria lokalizacji*. Warszawa.
- Luca, M., Barlacchi, G., Oliver, N., Lepri, B., 2021. Leveraging Mobile Phone Data for Migration Flows, w: Korkmaz, E.E., Salah, A.A. (Red.), *Data Science for Migration and Mobility Studies*.
- Luque-Ayala, A., Neves Maia, F., 2019. Digital Territories: Google Maps as a Political Technique in the Re-making of Urban Informality. *Environment and planning D: society*

- and space 37, 449–467.
- Madej, A., 2018a. Procesy koncentracji w produkcji zbóż w Polsce. *Polish Journal of Agronomy* 35, 23–31. <https://doi.org/10.26114/pja.iung.370.2018.35.03>
- Madej, A., 2018b. Przestrzenna koncentracja ciągników rolniczych względem powierzchni użytków olnych w latach 2010 i 2016. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu* XX, 125–131. <https://doi.org/105604/01.3001.0011.8126>
- Maguire, D.J., 1991. An overview and definition of GIS. *Geographical information systems*. Vol. 1: principles.
- Maik, W., 1994. Badania systemów osadniczych w Polsce w latach 1970–1993, w: Liszewski, S. (red. . (Red.), *Geografia osadnictwa i ludności w niepodległej Polsce lata 1918–1939*, t. 2: Kierunki Badań naukowych. Polskie Towarzystwo Geograficzne, Komisja Geografii Osadnictwa i Ludności, Łódź, 219–230.
- Maik, W., 1993. Koncepcja lokalnych systemów osadniczych. Założenia i perspektywy badawcze, w: Maik, W. (Red.), *Problematyka lokalnych systemów osadniczych*. Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń, 19–28.
- Maik, W., 1992. Podstawy geografii miast. Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń.
- Maik, W., 1991. Problemy i wyniki badawcze geografii osadnictwa, w: Chojnicki, Z. (Red.), *Podstawowe problemy metodologiczne rozwoju polskiej geografii*. Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Poznań, 143–151.
- Maik, W., 1979. Zastosowanie metod grafowych do hierarchizacji elementów systemu osadniczego, w: Chojnicki, Z. (red. . (Red.), *Struktura i funkcje układów przestrzenno-ekonomicznych*. Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Poznań, 37–43.
- Maik, W., 1977. A graph theory approach to the hierarchical ordering of elements of the settlements systems. *Quaestiones Geographicae* 4, 95–108.
- Maik, W., 1976. Analiza funkcjonalna sieci osadniczej podregionu kalisko-ostrowskiego, *Seria Geografia*. Uniwersytet Adama Mickiewicza.
- Maik, W., Zajchowska, S., 1991. Rozwój historyczny osadnictwa Wielkopolski XI–XX wieku, w: Pawła-Piwowarczyk, R. (Red.), *Planowanie przestrzenne jako narzędzie ochrony i kształtowania środowiska w dorzeczu Warty*. Poznań.
- Majdzińska, A., 2018. Obszary depopulacyjne w Polsce w latach 2002–2014. *Studia Demograficzne* 1, 23–54. <https://doi.org/10.33119/sd.2018.1.2>
- Malicki, A., 1937. Położenie geograficzne miast na Nadbużu. *Czasopismo Geograficzne* 15, 18–42.
- Malkowski, A., 2007. Wielowymiarowa analiza przestrzennego zróżnicowania rozwoju społeczno - gospodarczego województw w Latach 1999–2004. *FOLIA UNIVERSITATIS AGRICULTURAE STETINENSIS. Oeconomica* 256, 205–212.
- Mandal, R.B., 2001. *Introduction to Rural Settlements*. Konzept Publishing Company, New Delhi.
- Mao, Y., Liu, Y., Wang, H., Tang, W., Kong, X., 2017. A spatial-territorial reorganization model of rural settlements based on graph theory and genetic optimization. *Sustainability (Switzerland)* 9. <https://doi.org/10.3390/su9081370>
- Martin-Vide, J., 2004. Spatial distribution of a daily precipitation concentration index in peninsular Spain. *International Journal of Climatology* 24, 959–971. <https://doi.org/10.1002/joc.1030>
- Matczak, A., Szymańska, D., 2000. Baza ekonomiczna małych miast powiatowych w świetle pomiarów bezpośrednich. *Studium porównawcze Brodnicy i Łasku. Społeczne, gospodarcze i przestrzenne przeobrażenia miast* 95–113.

- May, J., Wiedermann, K., Śleszyński, P., 2020. The role of the manufacturing industry in shaping the economic base and functions of urban settlements in Łódzkie Voivodeship (Poland). *Studies of the Industrial Geography Commission of the Polish Geographical Society* 34, 55–78. <https://doi.org/10.24917/20801653.344.4>
- Mazur, M., Bański, J., Czapiewski, K., Śleszyński, P., 2015. Wiejskie obszary funkcjonalne - próba metodyczna wyznaczenia ich obszarów i granic. *Studia Obszarów Wiejskich* 37, 7–36.
- McGarigal, K., Marks, B.J., 1995. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure, General Technical Report PNW-GTR-351US, Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. <https://doi.org/10.2737/PNW-GTR-351>
- McKenzie, R.D., 1926. The Scope of Human Ecology. *Publication of the American Sociological Society* XX, 141–154.
- Męciński, J., 1924. Osadnictwo miejskie południowej Polski. *Wiadomości geograficzne* 2, 1–103.
- Meijers, E., 2007. From central palace to network model: Theory and evidence of a paradigm change. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie* 98, 245–259. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9663.2007.00394.x>
- Meitzen, A., 1895. Wanderungen, Anbau und Agrarreicht der Völker Europas nordlich der Alpen, Erste Abtheilung: Siedelung und Agrarwesen der Westgermanen und Ostgermanen, der Kelten, Römern, Finnen und Slawen. Berlin.
- Mierzejewska, L., 2017. Kształtowanie regionalnej i lokalnej sieci osadniczej w Polsce w świetle idei zrównoważonego rozwoju. *Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny* LXXIX, 203–214.
- Miszewska, B., 1995. Rozwój sieci osadniczej regionu legnickiego. *Acta Universitatis Wratislaviensis* 65–71.
- Miszewska, B., 1976. Morfologia sieci osadniczej jako układu linii. *Acta Universitatis Wratislaviensis, Studia Geograficzne* 22.
- Miszewska, B., 1971. Osiedla jako układy liniowe, w: Golachowski, S. (Red.), *Struktury i procesy osadnicze. Region Opolski*. PWN, Instytut Śląski, Opole-Wrocław, 125–142.
- Mitchell, A., Griffin, L.S., 2021. *The Esri Guide to GIS Analysis, Volume 2: Spatial Measurements and Statistics*, second edition. ESRI Press.
- Modinuroju, A., Prasad, C.S.R.K., 2017. Design optimal rural road network using GIS. *Archives of Transport* 41, 63–71. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0009.7387>
- Mohsin, M.M., Beach, T., Kwan, A., 2020. Consensus-based urban sustainability framework for Iraqi cities: A case study in Baghdad. *Heliyon* 6. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05348>
- Moreno, C., Allam, Z., Chabaud, D., Gall, C., Pratlong, F., 2021. Introducing the “15-minute city”: Sustainability, resilience and place identity in future post-pandemic cities. *Smart Cities* 4, 93–111. <https://doi.org/10.3390/smartcities4010006>
- Morgan, W.E., Paananen, O., 1972. An analysis of socioeconomic change - A further examination of economic base theory. *The Annals of Regional Science* 6, 124–134. <https://doi.org/10.1007/bf01285520>
- Moriconi-Ebrard, F., 1993. *L'urbanisation du monde, depuis 1950*. Anthropos, Paris.
- Morrill, R.L., 1963. The Development of Spatial Distributions of Towns in Sweden: An Historical-Predictive Approach. *Annals of the Association of American Geographers* 53, 1–14. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1963.tb00428.x>

- Mulligan, G.F., Carruthers, J.I., 2021. City-Size Distribution: The Evolution of Theory, Evidence, and Policy in Regional Science, w: Handbook of Regional Science. 41–59. https://doi.org/10.1007/978-3-662-60723-7_130
- Mulligan, G.F., Partridge, M.D., Carruthers, J.I., 2012. Central place theory and its reemergence in regional science. *Annals of Regional Science* 48, 405–431. <https://doi.org/10.1007/s00168-011-0496-7>
- Neef, E., 1950. Das Problem der Zentralen Orte. *Petermanns Geographische Mitteilungen* 94.
- Nelson, H.J., 1955. A service classification of American cities. *Economic Geography* XXXI, 19.
- Newman, M., 2010. *Networks: An Introduction*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199206650.001.0001>
- Niedzielski, E., 2015. Funkcje obszarów wiejskich i ich rozwój. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej* 84–93. <https://doi.org/10.5604/00441600.1152187>
- Nowak, K., 2020. Population and settlement processes in Poland after 1945. *Urban Development Issues* 66, 81–97. <https://doi.org/10.2478/udi-2020-0013>
- Nystuen, J.D., Dacey, M.F., 1961. A graph theory interpretation of nodal regions. *Papers of the Regional Science Association* 7, 29–42. <https://doi.org/10.1007/BF01969070>
- O’Kelly, M.E., 2009. Spatial Interaction Models. *International Encyclopedia of Human Geography* 365–368. <https://doi.org/10.1016/B978-008044910-4.00529-0>
- Okupny, D., Żurek, S., Forysiak, J., 2014. Analiza przestrzenna rozmieszczenia torfowisk regionu łódzkiego. *Studia Limnologica et Telmatologica* 8, 81–91.
- Ormicki, W., 1938. Miasta w województwie białockim. *Wiadomości Geograficzne* 16, 48–59.
- Park, R.E., 1936. Human Ecology. *American Journal of Sociology* 42, 1–15.
- Parker, H.D., 1988. The unique qualities of a geographic information system: a commentary. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 54, 1547–49.
- Parol, A.R., 2021. Dostępność transportowa wybranych ośrodków miejskich Pomorza Środkowego z uwzględnieniem zjawiska wykluczenia komunikacyjnego. *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG* 24, 19–35. <https://doi.org/10.4467/2543859xpkg.21.016.15043>
- Parr, J.B., 2017. CENTRAL PLACE THEORY: AN EVALUATION. *Review of Urban and Regional Development Studies* 29, 151–164. <https://doi.org/10.1111/rurd.12066>
- Parr, J.B., Denike, K.G., 1970. Theoretical Problems in Central Place Analysis. *Economic Geography* 46, 568–586.
- Parr, J.B., Denike, K.G., Mulligan, G., 1975. City-size models and the economic base: a recent controversy. *Journal of Regional Science* 15, 1–8. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.1975.tb01126.x>
- Parysek, J., 2006. Miasta polskie w okresie globalizacji, w: Słodczyk, J., Szafranek, E. (Red.), *Kierunki przekształceń struktury gospodarczej i społeczno-demograficznej miast*. Uniwersytet Opolski, Opole, 11–32.
- Parysek, J., 1979. Zastosowanie analizy skupień w badaniach rozmieszczenia osiedli, w: Chojnicki, Z. (Red.), *Struktura i funkcje układów przestrzenno-ekonomicznych*. Uniwersytet Mikołaja Kopernika, 27–36.
- Parysek, J., Kotus, J., 1997. Powojenny rozwój miast polskich i ich rola w procesie urbanizacji kraju. *Przegląd Geograficzny* 19, 34–54.
- Paulet, J.P., 2000. *Géographie urbaine*. Armand Colin, Paris.

- Pelletier, J., Delfante, C., 2000. *Villes et urbanisme dans le monde*. Masson, Paris.
- Piaścik, F., 1939. *Osadnictwo w Puszczy Kurpiowskiej*. Wydawnictwo Zakładu Architektury Polskiej i Historii Sztuki Politechniki Warszawskiej.
- Pietryszyn, J., 2006. Nowe ośrodki powiatowe w regionie śląskim, w: Słodczyk, J., Szafranek, E. (Red.), *Kierunki przekształceń struktury gospodarczej i społeczno-demograficznej miast*. Uniwersytet Opolski, Opole, 191–202.
- Pitoski, D., Lampoltshammer, T.J., Parycek, P., 2021. Network Analysis of Internal Migration in Austria. *Digital Government: Research and Practice* 2. <https://doi.org/10.1145/3447539>
- Płachta, M., 2004. Turystyka i wypoczynek młodzieży fińskiej (studium przypadku Uniwersytetu w Joensuu). *Turyzm* 14.
- Podogrodzka, M., 2016. Przestrzenna konwergencja indeksu starości w Polsce. *Acta Universitatis Lodzensis Folia Oeconomica* 4. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18778/0208-6018.324.04>
- Poku Boansi, M., Amoako, C., 2015. Dimensions of spatial inequalities in Ghanaian cities. *Journal of Geography and Regional Planning* 8, 131–142. <https://doi.org/10.5897/jgrp2014.0477>
- Poorthuis, A., van Meeteren, M., 2021. Containment and Connectivity in Dutch Urban Systems: A Network-Analytical Operationalisation of the Three-Systems Model. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie* 112, 387–403. <https://doi.org/10.1111/tesg.12391>
- Potkański, K., 1924. Pisma pośmiertne Karola Potkańskiego. T. 2. Polska Akademia Umiejętności.
- Potkański, K., 1922. Pisma pośmiertne Karola Potkańskiego. T. 1. Polska Akademia Umiejętności.
- Potrykowski, M., Taylor, Z., 1982. *Geografia transportu. Zarys problemów, modeli i metod badawczych*. PWN, Warszawa.
- Potyra, M., Góral-Radziszewska, K., Waśkiewicz, K., 2022. *Trwanie życia w 2021, Analizy statystyczne*. Warszawa.
- Preston, R.E., 1971. The Structure of Central Place Systems. *Economic Geography* 47, 136. <https://doi.org/10.2307/143042>
- Prochownikowa, A., 1971. Z problematyki urbanizacji wsi podkrakowskiej. *Rocznik Naukowo-Dydaktyczny, Prace Geograficzne* 247–261.
- Prochownikowa, A., 1970. Zmiany w przestrzennych układach wsi jako wyraz przekształceń ich życia gospodarczego i społecznego. *Folia Geographica-Oeconomica* 3, 171–190.
- Przybyła, K., 2010. Wpływ specjalnych stref ekonomicznych na kształtowanie się bazy ekonomicznej miast. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław.
- Pumain, D., Saint-Julien, T., 1996. *Urban Networks in Europe*. John Libbey Eurotext, Paris.
- Qiu, C., Schmitt, M., Geiß, C., Chen, T.H.K., Zhu, X.X., 2020. A framework for large-scale mapping of human settlement extent from Sentinel-2 images via fully convolutional neural networks. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 163, 152–170. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.01.028>
- Rajman, J., 2003. *Geografia ludności i osadnictwa. Słownik terminologiczny*. Kraków.
- Rajman, J., 1986. Sieć miejska Opolszczyzny jako strefa brzeżna aglomeracji górnośląskiej, w: Heffner, K. (Red.), *Studia nad przekształceniami sieci miast województwa opolskiego i przestrzennym rozwojem, badania nad rozwojem regionu*. Instytut Śląski, Opole.
- Rajman, J., 1970. Zmiany w sieci miast aglomeracji wieloprzestrzennej Górnośląskiego Okręgu

- Przemysłowego. *Folia Geographica. Series Geographica-Oeconomica* 3, 83–96.
- Ręklewski, M., 2020. *Statystyka Opisowa. Teoria i przykłady*, Państwowa Uczelnia Zawodowa we Włocławku. Państwowa Uczelnia Zawodowa we Włocławku Marek, Włocławek.
- Rewieńska, W., 1939. Rozmieszczenie miast i miasteczek w północno-wschodniej Polsce. *Przegląd Geograficzny* 18, 101–132.
- Rewieńska, W., 1938. Miasta i miasteczka w północno-wschodniej Polsce: położenie topograficzne rozplanowanie fizjonomia: studium antropogeograficzne. Rektorat Uniwersytetu Stefana Batorego, Wilno.
- Rewieńska, W., 1935. Powierzchnia i gęstość zaludnienia gmin miejskich w Polsce. *Wiadomości Geograficzne* 87–90.
- Robertson, D.A., 2018. *Spatial Transmission Models* : 1–42.
- Rosner, A., Wesołowska, M., 2020. Deagrarianisation of the economic structure and the evolution of rural settlement patterns in Poland. *Land* 9, 1–19. <https://doi.org/10.3390/land9120523>
- Rozenblat, C., Tissandier, P., 2007. Commuters Graphs and Cities' Polycentric Cohesion, w: *Proceedings of the 15th European Colloquium on Theoretical and Quantitative Geography (ECTQG)*.
- Rozenfeld, H.D., Rybski, D., Andrade, J.S., Batty, M., Stanley, H.E., Makse, H.A., 2008. Laws of population growth. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105, 18702–18707. <https://doi.org/10.1073/pnas.0807435105>
- Rudewicz, J., 2019. Przemysł i technologie wobec wdrożenia wizji miasta inteligentnego (smart city). *Studies of the Industrial Geography Commission of the Polish Geographical Society* 33. <https://doi.org/10.24917/20801653.334.12>
- Runge, A., Runge, J., 2008. *Słownik pojęć z geografii społeczno-ekonomicznej*. Videograf Edukacja.
- Runge, J., 2006. *Metody badań w geografii społeczno-ekonomicznej - elementy metodologii, wybrane narzędzia badawcze*. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice.
- Runge, J., 1992. *Wybrane zagadnienia analizy przestrzennej w badaniach geograficznych*. Uniwersytet Śląski, Katowice.
- Rydz, E., Jażewicz, I., 2002. Przeobrażenia demograficzno-społeczne strukturach wewnętrznych byłych i obecnych miast powiatowych na wybranych przykładach z Pomorza, w: Jażdżewska, I. (Red.), *Konwersatorium Wiedzy o Mieście: Współczesne formy osadnictwa miejskiego i ich przemiany*. Łódzkie Towarzystwo Naukowe, Łódź, 131–138.
- Rydzewski, T., 2001. Dostępność topologiczna na przykładzie sieci kolejowej województwa zachodniopomorskiego w 1999 r., w: Rogacki, H. (red. . (Red.), *Koncepcje teoretyczne i metody badań geografii społeczno-ekonomicznej i gospodarki przestrzennej*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 159–168.
- Saeedi, A., Javanbakht Qahfarokhi, Z., Azizpour, F., Tavakolinia, J., 2019. The Role of Urban-Rural Links in the Formation of the Local Network in the Border Areas; a Case Study of Gomishan, Golestan Province, Iran. *Geographical Researches Quarterly Journal* 34, 29–39. <https://doi.org/10.29252/geores.34.1.29>
- Sanchez de Miguel, A., Kyba, C.C.M., Zamorano, J., Gallego, J., Gaston, K.J., 2020. The nature of the diffuse light near cities detected in nighttime satellite imagery. *Scientific Reports* 10, 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64673-2>
- Sanya, R., Mwebaze, E., 2020. Identifying patterns in urban housing density in developing countries using convolutional networks and satellite imagery. *Heliyon* 6, e05617.

- <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05617>
- Sawicki, L., 1910. Rozmieszczenie ludności w Karpatach Zachodnich. nakł. Akademii Umiejętności, skł. gł. w Księgarni Spółki Wyd. Polskiej, Kraków.
- Schlüter, O., 1899. Bemerkungen zur Siedlungsgeographie. *Geographische Zeitschrift* 5, 65–84.
- Schwarz, G., Mendöl, T., Houston, J.M., 1953. *A Social Geography of Europe*. London.
- Senetra, A., Szarek-Iwaniuk, P., 2020. Socio-economic development of small towns in the Polish Cittaslow Network — A case study. *Cities* 103, 102758. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102758>
- Shcherbina, E., Gorbenkova, E., 2019. Factors influencing the rural settlement development. *IFAC-PapersOnLine* 52, 231–235. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.12.478>
- Shearmur, R., Doloreux, D., 2015. Central places or networks? Paradigms, metaphors, and spatial configurations of innovation-related service use. *Environment and Planning A Economy and Space* 47, 1521–1539. <https://doi.org/10.1177/0308518x15595770>
- Shi, L., Wurm, M., Huang, X., Zhong, T., Taubenböck, H., 2020. Measuring the spatial hierarchical urban system in China in reference to the Central Place Theory. *Habitat International* 105, 102264. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2020.102264>
- Shi, W., Yu, X., Liao, W., Wang, Y., Jia, B., 2013. Spatial and temporal variability of daily precipitation concentration in the Lancang River basin, China. *Journal of Hydrology* 495, 197–207. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.05.002>
- Shuper, V.A., Vazhenin, A., 2007. Central places patterns evolution, w: 15th European Colloquium on Theoretical and Quantitative Geography. Institute of Geography of the University of Lausanne, Switzerland, 373–378.
- Singh, R.L., 1972. *Rural Settlements in Monsoon Asia*. National Geographical Society of India, Varanasi.
- Singh, R.Y., 1998. *Geography of Settlements*. Rawat Publications Jaipur-Madras, Indie.
- Śleszyński, P., 2020. Geografia wobec wyzwań systemowej reformy nauki w Polsce. *Prace i Studia Geograficzne* 65, 57–69.
- Śleszyński, P., 2015. Problemy delimitacji miejskich obszarów funkcjonalnych w Polsce. *Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna* 37. <https://doi.org/10.14746/rrpr.2015.29.04>
- Śleszyński, P., Sudra, P., 2019. Zastosowanie metody minimalnego drzewa rozpinającego (najkrótszego dendrytu) w ocenie efektywności i spójności sieci osadniczej województwa mazowieckiego = Application of the minimum spanning tree method in assessing the effectiveness and cohesion of the . *Przegląd Geograficzny* 91, 61–80. <https://doi.org/10.7163/przg.2019.2.4>
- Słoń, M., 2017. Rekonstrukcja sieci osadniczej w serii „Atlas historyczny Polski. Mapy szczegółowe XVI wieku”. *Studia Geohistorica* 1993, 236. <https://doi.org/10.12775/sg.2015.17>
- Smailes, A.E., 1944. The urban, hierarchy in England and Wales. *Geography* 29.
- Smolarski, M., 2018. Powiązania międzywęzłowe regionalnym transportem kolejowym na przykładzie województwa opolskiego. *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG* 21, 51–64. <https://doi.org/10.4467/2543859xpkg.18.011.9353>
- Sobczyński, M., 1990. Przemiany wiejskiej sieci osadniczej w świetle analizy kartograficznej i inwentaryzacji zabudowy. *Biuletyn Informacyjny IG PAN* 2.
- Sobczyński, M., Głowacka, W., 2000. Układ lokalizacyjny miast województwa łódzkiego a christallerowski model sieci osadniczej, w: Michalski, W., Sobczyński, M. (Red.),

- Potencjał rozwojowy sieci miast regionu łódzkiego. Rządowe Centrum Studiów Strategicznych, *Studia Regionalne* nr 27, Łódź, 13–42.
- Sokołowski, D., 2018. Miasta zdegradowane w województwie łódzkim w końcu I dekady XXI wieku. *Konwersatorium Wiedzy o Mieście* 31, 31–42. <https://doi.org/10.18778/2543-9421.03.04>
- Sokołowski, D., 2008. Baza ekonomiczna większych miast w Polsce w okresie transformacji systemowej. *Przegląd Geograficzny* 80, 267–287.
- Sokołowski, D., 2006. Funkcje centralne i hierarchia funkcjonalna miast w Polsce. Wydawnictwo Mikołaja Kopernika, Toruń.
- Sokołowski, D., 2001. Zastosowanie modelu regresji ważonej do aproksymacji wykresu wielkości-kolejności, w: *Koncepcje teoretyczne i metody badań geografii społeczno-ekonomicznej i gospodarki przestrzennej*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 169–178.
- Sołtys, J., Dorocki, S., 2019. Miasta na prawach powiatu z rozwiniętym przemysłem jako lokalne ośrodki rozwoju na obszarach peryferyjnych polskich regionów. *Studies of the Industrial Geography Commission of the Polish Geographical Society* 33. <https://doi.org/10.24917/20801653.334.13>
- 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. 18th International Conference on Geoinformatics 1–5. <https://doi.org/10.1109 / GEOINFORMATICS.2010.5567808>
- Sorre, M., 1952. *Les Fondements de la Geographie Humaine*, Tome III. Paris.
- Stanny, M., Komorowski, Ł., Rosner, A., 2021. The socio-economic heterogeneity of rural areas: Towards a rural typology of Poland. *Energies* 14. <https://doi.org/10.3390/en14165030>
- Steinführer, A., Vaishar, A., Zapletalová, J., 2016. The small town in rural areas as an underresearched type of settlement. editors' introduction to the special issue. *European Countryside* 8, 322–332. <https://doi.org/10.1515/euco-2016-0023>
- Stępnia, M., 2014. Przekształcenia przestrzennego rozmieszczenia zasobów mieszkaniowych w Warszawie w latach 1945–2008. *Prace Geograficzne, IGiPZ PAN*, Warszawa.
- Stępnia, M., Wiśniewski, R., Goliszek, S., Marcińczak, S., 2017. Dostępność przestrzenna do usług publicznych w Polsce. Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Warszawa.
- Stone, K.H., 1965. The Development of a Focus for the Geography of Settlement. *Economic Geography* 41, 346–355.
- Suau-Sanchez, P., Burghouwt, G., 2011. The geography of the Spanish airport system: spatial concentration and deconcentration patterns in seat capacity distribution. *Journal of Transport Geography* 19, 244–254. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.03.019>.
- Sudra, P., 2020. Rozpraszanie i koncentracja zabudowy na przykładzie aglomeracji warszawskiej po 1989 roku. *IGiPZ PAN*, Warszawa.
- Sudra, P., 2018. Ewolucja kryteriów delimitacji wielkomiejskich układów osadniczych w Polsce. *Przegląd Geograficzny* 90, 181–208.
- Sudra, P., 2016. Zastosowanie wskaźników koncentracji przestrzennej w badaniu procesów urban sprawl. *Przegląd Geograficzny* 88, 247–272. <https://doi.org/10.7163/PrzG.2016.2.6>
- Suliborski, A., 2001. Funkcje i struktura funkcjonalna miast. *Studia empiryczno-teoretyczne*. Łódź.

- Suliborski, A., 1994. Struktura i rola funkcji przemysłowych miast w integracji miejskiej sieci osadniczej województwa piotrkowskiego. *Acta Universitatis Lodzensis, Folia Geographica* 55–76.
- Świadek, A., Tomaszewski, M., 2011. Regionalna polityka innowacyjna w świetle klasycznych teorii rozwoju regionalnego. *Ekonomiczne Problemy Usług* 77, 339–350.
- Świątek-Mazur, B., 2005. Gmina Opoczno: wczoraj, dziś, jutro. Wydawnictwo Hermes-Press, Opoczno.
- Szarek-Iwaniuk, P., 2019. Potencjały i bariery rozwoju małych i średnich miast na przykładzie Polskiej Krajowej Sieci Miast Cittaslow. *Zarządzanie Publiczne* 1, 1–18. <https://doi.org/10.4467/20843968zp.19.001.9942>
- Szarek-Iwaniuk, P., Dawidowicz, A., Senetra, A., 2022. Methodology for Precision Land Use Mapping towards Sustainable Urbanized Land Development. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19. <https://doi.org/10.3390/ijerph19063633>
- Szmytkie, R., 2017. Application of graph theory to the morphological analysis of settlements. *Quaestiones Geographicae* 36, 65–80. <https://doi.org/10.1515/quageo-2017-0036>
- Szmytkie, R., 2014. Metody analizy morfologii i fizjonomii jednostek osadniczych, *Rozprawy Naukowe Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego*.
- Szmytkie, R., 2009. Miasta-zlepiące na Śląsku Dolnym i Opolskim, *Rozprawy Naukowe Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego 6 Uniwersytetu Wrocławskiego*. Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław.
- Szmytkie, R., Nowak, B., 2017. Przeobrażenia morfologiczne wsi w strefie podmiejskiej Wrocławia. *Acta Universitatis Lodzensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica* 47–64. <https://doi.org/10.18778/1508-1117.29.03>
- Szmytkie, R., Tomczak, P., 2020. Wiejska sieć osadnicza Polski w XXI wieku = Rural settlement network of Poland in the 21st century. *Studia Obszarów Wiejskich* 57, 89–113. <https://doi.org/10.7163/sow.57.6>
- Szulc, H., 1968. Typy wsi Śląska Opolskiego na początku XIX wieku i ich geneza. *Prace Geograficzne - Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania, PAN* 66.
- Szymańska, D., 2013. Geografia osadnictwa. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Szymańska, D., 1992. Przemiany miejskiej sieci osadniczej województwa bydgoskiego, toruńskiego i włocławskiego. *Acta Universitatis Nicolai Copernici Geografia*, 91–98.
- Szymańska, D., 1988. Nowe miasta w Polsce i ich struktura społeczno-ekonomiczna. *Czasopismo Geograficzne* 59, 403–413.
- Szymańska, W., 2018. Delimitacja strefy wpływów demograficznych na przykładzie byłych miast wojewódzkich w Polsce. *Space – Society – Economy* 7–28. <https://doi.org/10.18778/1733-3180.23.01>
- Szyran-Resiak, A., 2016. Systematyka metod pokrewnych możliwych do zastosowania w ocenie jakości działalności marketingowej organizacji. *Zeszyty Naukowe PWSZ w Płocku Nauki Ekonomiczne XXIII*, 87–98.
- Tan, S., Zhang, M., Wang, A., Ni, Q., 2021. Spatio-temporal evolution and driving factors of rural settlements in low hilly region—a case study of 17 cities in Hubei Province, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18, 1–18. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052387>
- Tanoglu, A., 1954. *The Geography of Settlement*. Rev. of the Geogr. Inst. of the Univ. of Istanbul, Inter. Edit. 3–27.
- Taylor, C., 1983. *Village and Farmstead*. Philip, London.

- Taylor, Z., 1979. Przestrzenna dostępność miejskiego systemu transportowego na przykładzie Poznania. PAN, Warszawa.
- Taylor, Z., 1975. Charakterystyka zmian w strukturze sieci transportowych w ujęciu grafowym. *Przegląd Geograficzny* 47, 501–517.
- Taylor, Z., 1974. Metody grafowe w badaniach przestrzenno-ekonomicznych. *Czasopismo Geograficzne* 45, 337–348.
- Thomas, R.W., 1981. Information statistics in geography. Concepts and techniques in modern geography 31, 1–45.
- Thompson, J.S., 1982. An empirical note on the compatibility of central place models and economic base theory. *Journal of Regional Science* 22, 97–103. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.1982.tb00736.x>
- Thomson, R.C., Richardson, D.E., 1995. A graph theory approach to road network generalisation, w: *Proceeding of the 17th International Cartographic Conference: 1871–1880*. <https://doi.org/10.20473/mog.v27i02019.3-66>
- Tinkler, K.J., 1977. An introduction to graph theoretical methods in geography. Concepts and techniques in modern geography 14, 56.
- Tkocz, J., 1998. Organizacja przestrzenna wsi w Polsce. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice.
- Tomlinson, R.F., 2008. Rozważania o GIS: planowanie Systemów Informacji Geograficznej dla menedżerów. ESRI Polska, Warszawa.
- Tong, Y., Liu, W., Li, C., Zhang, J., Ma, Z., 2020. Small towns shrinkage in the Jilin Province: A comparison between China and developed countries. *PLoS ONE* 15, 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231159>
- Trajer, B., Trajer, M., 2021. Koncepcja smart villages w rozwoju obszarów wiejskich. *Turystyka i Rozwój Regionalny* 117–127. <https://doi.org/10.22630/tirr.2021.15.11>
- Tricart, J., 1949. *Cours de Geographie Humaine*. Paris.
- Tuholske, C., Caylor, K., Evans, T., Avery, R., 2019. Variability in urban population distributions across Africa. *Environmental Research Letters* 14. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab2432>
- Uhorczak, F., 1937. Miasta w Polsce - ilość, wielkość i rozmieszczenie. *Zbis. Zdal*, Lwów.
- Uhorczak, F., 1932. Z metodyki badań nad osadnictwem. *Czasopismo Geograficzne* 10, 11–28.
- Urbański, J., 1997. Zrozumieć GIS. Analiza informacji przestrzennej. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- van Meeteren, M., Poorthuis, A., 2018. Christaller and “big data”: recalibrating central place theory via the geoweb. *Urban Geography* 39, 122–148. <https://doi.org/10.1080/02723638.2017.1298017>
- Vidal de la Blache, P., 1899. De Habitation sur les Plateaux Limoneaux du Nord de la France, w: *Congres International de Geographie de Berlin, Deuxieme Partie*. Berlin.
- Vollet, D., Aubert, F., Frère, Q., Lépiciier, D., Truchet, S., 2018. The Importance of Integrating Supply-Side Factors in Economic Base Models. *Growth and Change* 49, 203–222. <https://doi.org/10.1111/grow.12223>
- Wagner, H., 1900. *Lehrbuch der Geographie*. Hannover.
- Walkiewicz, D., 2006. Przemiany struktury funkcjonalnej miast wojewódzkich w latach 1976–1995. Łódź.
- Walkiewicz, D., 2000. Przemiany strukturalne funkcji przemysłowych miast województwa

- płockiego w latach 1987-1994. *Acta Universitatis Lodziensis Folia Geographica Socio-Oeconomica* 113–129.
- Wędrowska, E., 2010. Wykorzystanie entropii Shannona i jej uogólnień do badania rozkładu prawdopodobieństwa zmiennej losowej dyskretnej. *Przegląd statystyczny* 57, 39–53.
- Werwicki, A., 1973. Struktura przestrzenna średnich miast ośrodków wojewódzkich w Polsce, w: *Prace Geograficzne*. Ossolineum, Wrocław.
- Werwicki, A., 1970. Rozwój miast i osiedli jako wyraz ich funkcji. *Przegląd Geograficzny* 42, 267–281.
- Wesołowska, M. (red. ., 2011. Wiejskie obszary peryferyjne - uwarunkowania i czynniki aktywizacji, *Studia Obszarów Wiejskich*.
- Wikman, P., Mohall, M., 2022. Translating Space: The Rise and Fall of Central Place Theory and Planning-Geography in Sweden. *Socio-Spatial Theory in Nordic Geography* 31–49. https://doi.org/10.1007/978-3-031-04234-8_3
- Wilson, R.J., 2000. Wstęp do teorii grafów. PWN, Warszawa.
- Wiśniewski, S., 2014. Spójność sieci transportowych województwa łódzkiego w świetle analiz grafowych. *Transport miejski i regionalny* 09, 22–28.
- Witkowski, W., 2007. Historia administracji w Polsce 1764-1989. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Wójcik, M., 2019. Funkcje wsi. Ewolucja koncepcji i współczesne wyzwania badawcze. *Studia Obszarów Wiejskich* 53, 7–18. <https://doi.org/10.7163/sow.53.1>
- Wójcik, M., 2018. Koncepcja inteligentnego rozwoju (smart development) – wyzwanie dla planowania obszarów wiejskich. *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica* 5–15. <https://doi.org/10.18778/1508-1117.31.01>
- Wójcik, M., 2012. Geografia wsi w Polsce. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Wójcik, M., 2011. Wiejski obszar peryferyjny w koncepcjach geograficznych. *Studia Obszarów Wiejskich* 26, 19–34.
- Wójcik, M., 2010. Zmiany funkcji obszarów wiejskich w województwie łódzkim w ujęciu koncepcji bazy ekonomicznej (1999–2007), w: Wójcik, M. (red. . (Red.), *Studia nad bazą ekonomiczną miast i rynkiem pracy w województwie łódzkim*. Karpacki Instytut Rozwoju Regionalnego w Nowym Sączu, Zakład Geografii Regionalnej i Społecznej Uniwersytetu Łódzkiego, Nowy Sącz – Łódź, 57–69.
- Wright, D.J., Goodchild, M.F., Proctor, J.D., 1997. GIS: Tool or Science? Demystifying the Persistent Ambiguity of GIS as „Tool” Versus „Science”. *Annals of the Association of American Geographers* 87, 346–362. <https://doi.org/10.1111/0004-5608.872057>
- Wrzosek, A., 1976. Rozważania nad położeniem i rozwojem przestrzennym miast nadrzecznych. *Przegląd Geograficzny* 38, 314–339.
- Xiao, L., Shi, P., Lin, T., Chen, N., Huang, S., 2021. Rural morphology and forces driving change in rapidly urbanizing areas: A case study in Fujian, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094590>
- Xie, F., Levinson, D., 2009. Modeling the growth of transportation networks: A comprehensive review. *Networks and Spatial Economics* 9, 291–307. <https://doi.org/10.1007/s11067-007-9037-4>
- Xie, F., Levinson, D., 2007. Measuring the Structure of Road Networks. *Geographical Analysis* 39, 336–356. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.2007.00707.x>
- Xie, Z., Wu, B., 2008. Tourism Spatial Structure of Resources-based Attractions in China. *Scientia Geographica Sinica* 6.

- Ye, Q., Li, J., Kong, X., Zhang, S., 2021. Identification and optimization of the spatial structure of urban and rural settlements from a hierarchical network perspective. *Land* 10. <https://doi.org/10.3390/land10111177>
- Ye, Z., Si, B., Lin, Y., Zheng, Q., Zhou, R., Huang, L., Wang, K., 2020. Mapping and discriminating rural settlements using gaofen-2 images and a fully convolutional network. *Sensors (Switzerland)* 20, 1–16. <https://doi.org/10.3390/s20216062>
- Yiannakou, A., Eppas, D., Zeka, D., 2017. Spatial interactions between the settlement network, natural landscape and zones of economic activities: Case study in a Greek Region. *Sustainability* 9. <https://doi.org/10.3390/su9101715>
- Yuan, J., Roy Chowdhury, P.K., McKee, J., Yang, H.L., Weaver, J., Bhaduri, B., 2018. Exploiting deep learning and volunteered geographic information for mapping buildings in Kano, Nigeria. *Scientific Data* 5, 1–8. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.217>
- Yuan, Z., 2018. A Nonparametric Approach to Measure the Heterogeneous Spatial Association : Under Spatio-Temporal Data 1–30.
- Zaborski, B., 1934. Antropogeograficzny atlas Polski: gęstość zaludnienia, podatek gruntowy i narodowość mieszkańców. Zeszyt 2B. Libraria Nova, Bydgoszcz-Gdynia, Warszawa.
- Zaborski, B., 1926. O kształtach wsi w Polsce i ich rozmieszczeniu, w: *Prace Komisji Etnograficznej. Polska Akademia Umiejętności*, Warszawa, Kraków, Lublin, Łódź, Paryż, Poznań, Wilno, Zakopane.
- Zagożdżon, A., 1979. Ośrodki regionalne i subregionalne Polski. Charakterystyka ogólna i niektóre problemy metodologiczne. *Acta Universitatis Wratislaviensis, Studia Geograficzne* 33.
- Zagożdżon, A., 1977. Wykorzystanie metod i technik grafowych w analizie struktur przestrzennych, w: Chojnicki, Z. (Red.), *Metody ilościowe i modele w geografii*. PWN, Warszawa, 158–169.
- Zagożdżon, A., 1976. Przekształcenia sieci osadniczej w rejonach uprzemysłowionych Polski. *Biuletyn KPZK PAN*.
- Zagożdżon, A., 1971. Morfologia osiedli województwa opolskiego, w: Golachowski, S. (red. . (Red.), *Struktury i procesy osadnicze, t. II*. Instytut Śląski, Opole-Wrocław, 321–372.
- Zagożdżon, A., 1970. Metody grafowe w badaniach osadnictwa ze szczególnym uwzględnieniem morfologii siedlisk. *Przegląd Geograficzny* 42, 335–348.
- Zagożdżon, A., 1966. Zespoły osadnicze o funkcjach nierolniczych jako forma urbanizacji wsi. *Materiały i Studia* 103–128.
- Zagożdżon, A., 1964. Problematyka zespołów osadniczych. *Czasopismo Geograficzne* 35.
- Zajchowska, S., 1976. Rozwój badań nad osadnictwem w ośrodku poznańskim, w: Zajchowska, S. (Red.), *Współczesne problemy osadnictwa wiejskiego*. Uniwersytet Adama Mickiewicza, Poznań.
- Zajchowska, S., 1953. Rozwój sieci osadniczej okolic Poznania (XI-XX w.). *Przegląd Zachodni* 9, 101–141.
- Zajchowska, S., 1951. Rozwój osadnictwa na Ziemi Lubuskiej. *Przegląd Zachodni* 7, 1–12.
- Zdanowska, N., Rozenblat, C., Pumain, D., 2020. Evolution of urban hierarchies under globalization in Western and Eastern Europe. *Regional Statistics* 10, 3–26. <https://doi.org/10.15196/RS100202>
- Zhou, Q., Xu, Y., Zheng, Y., Shao, J., Lin, Y., Wang, H., 2020. An improved method of determining human population distribution based on luojia 1-01 nighttime light imagery and road network data—a case study of the city of Shenzhen. *Sensors (Switzerland)* 20, 1–14. <https://doi.org/10.3390/s20185032>

- Zierhoffer, A., 1934. Pewien wzór na określenie stopnia rozproszenia i skupienia osiedli wiejskich, w: Zbiór prac poświęconych E. Romerowi w 40-lecie twórczości. Lwów, 488–494.
- Ziółkowska, M., 2020. Research methods of urbanization based on the ground of the settlement geography and spatial management. *Urban Development Issues* 66, 69–79. <https://doi.org/10.2478/udi-2020-0012>
- Zipser, T., Mlek, M., 2005. Modelowe próby interpretacji prawa Zipfa w systemie osadniczym. *Studia KPZK PAN* 114.
- Zuzańska-Żyśko, E., 2004. Przemiany gospodarcze małych miast województwa śląskiego, w: Jażdżewska, I. (Red.), *Zróżnicowanie warunków życia ludności w mieście*. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, 131–140.
- Zwoliński, Z., 2009. Rozwój myśli geoinformacyjnej, w: Zwoliński, Z. (Red.), *GIS. Platforma integracyjna geografii*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 9–21.

Akty prawne

- Ustawa z dnia 14 grudnia 2016 r. Prawo oświatowe, Dz. U. z 2021 r. poz. 1082
- Ustawa z dnia 24 września 2010 r. o ewidencji ludności, Dz.U. 2015 poz. 388
- Ustawa z dnia 29 sierpnia 2003 r. o urzędowych nazwach miejscowości i obiektów fizjograficznych, Dz. U. 2003 Nr 166 poz. 1612
- Ustawa z dnia 18 grudnia 2003 r. o krajowym systemie ewidencji producentów, ewidencji gospodarstw rolnych oraz ewidencji wniosków o przyznanie płatności, Dz.U. 2004 nr 10 poz. 76
- Ustawa z dnia 17 maja 1989 r. Prawo geodezyjne i kartograficzne, Dz. U. 1989 Nr 30 poz. 163
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 27 lipca 2023 r. w sprawie ustalenia granic niektórych gmin i miast, nadania niektórym miejscowościom statusu miasta, zmiany nazwy gminy oraz siedziby władz gminy, projekt, RM-06110-74-23
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 24 czerwca 2022 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących dróg publicznych, Dz.U. 2022 poz. 1518
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 27 lipca 2021 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych, Dz.U. 2021 poz. 1412
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 16 lipca 2021 r. w sprawie państwowego rejestru granic i powierzchni jednostek podziałów terytorialnych kraju, Dz.U. 2021 poz. 1373
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 29 stycznia 2021 r. w sprawie państwowego rejestru nazw geograficznych, Dz.U. 2021 poz. 273
- Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 14 lutego 2012 r. w sprawie państwowego rejestru nazw geograficznych, Dz.U. 2012 poz. 309
- Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 9 stycznia 2012 r. w sprawie ewidencji miejscowości, ulic i adresów, Dz.U. 2012 poz. 125
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 2011 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych, Dz.U. 2011 nr 279 poz.1642

Dokumenty i źródła internetowe

- Instrukcja realizacji kontroli w zakresie kwalifikowalności powierzchni – ARiMR, 2019
- Program Ochrony Środowiska dla Powiatu Opoczyńskiego na lata 2016-2019 z perspektywą do roku 2023, 2016
- ArcGIS 10.4.1 Desktop Help, [dostęp: 06.02.2023]
- ArcGIS 10.4.1 Desktop Web Help, <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-desktop/resources>, [dostęp: 15.02.2023]
- Bank Danych Lokalnych GUS, <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/start>, [dostęp: 2019-2023]
- Diecezja Radomska, <https://diecezja.radom.pl/category/dekanaty/wszystkie-parafie/>, [dostęp: 9.01.2023]
- Geoportal Infrastruktury Informacji Przestrzennej, <https://www.geoportal.gov.pl/>, [dostęp: 14.03.2022]
- Główny Urząd Statystyczny, <https://stat.gov.pl/>, [dostęp: 2019-2023]
- Główny Urząd Statystyczny, Pojęcia stosowane w statystyce publicznej, <https://stat.gov.pl/metainformacje/sloownik-pojec/pojecia-stosowane-w-statystyce-publicznej/1004,pojecie.html>, [dostęp: 16.06.2023]
- Komenda Powiatowa Policji w Opocznie, <https://opoczno.policja.gov.pl/eop/jednostki-podlegle>, [dostęp: 7.12.2021]
- Mapy Google, <https://www.google.pl/maps/@51.3786617,20.2310387,11z?entry=ttu>, [dostęp: 18.05.2021]
- Mapy religijności Polaków, Instytut Statystyki Kościoła Katolickiego, 2018, <https://www.gis-expert.pl/mapy-religijnosci-polakow>, [dostęp: 12.08.2023]
- Mapa podziału Królestwa Polskiego na gubernie i powiaty, stephendanko.com, [dostęp: 24.09.2019]
- Mapa powiatu opoczyńskiego guberni radomskiej w 1907 r., MAPSTER, igrek.amzp.pl [dostęp: 24.09.2019]
- Narodowy Fundusz Zdrowia, wyszukiwarka „Gdzie się leczyć”, <https://gsl.nfz.gov.pl/GSL/GSL/>, [dostęp: 7.12.2021]
- OpenStreetMap, openstreetmap.org.pl, [dostęp: 13.05.2020]
- OpenStreetMap, wiki.openstreetmap.org, [dostęp: 16.11.2020]
- OpenStreetMap, wiki.openstreetmap.org/wiki/Pl:Key:building, [dostęp: 18.09.2020]
- OpenStreetMap, wiki.openstreetmap.org/wiki/Template:Pl:Map_Features:place, [dostęp: 17.06.2020]
- OpenStreetMap, <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Pl:Key:highway>, [dostęp: 06.10.2020]
- OpenStreetMap, https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Pl:Znakowanie_dr%C3%B3g_w_Polsce [dostęp: 06.10.2020]
- Rejestr Szkół i Placówek Oświatowych (RSPO), System Informacji Oświatowej (SIO), <https://rspo.gov.pl/zaawansowana>, [dostęp: 17.05.2021]
- Serwer pobierania danych Openstreetmap – Geofabrik, <http://download.geofabrik.de>, [dostęp: 15.06.2020]
- Słownik Języka Polskiego, <https://sjp.pwn.pl/>, [dostęp: 14.09.2021]
- Usługa "off-line" wyszukiwania danych REGON, <https://bip.stat.gov.pl/dzialalnosc-statystyki-publicznej/rejestr-regon/zasady-udostepniania-danych-z-rejestru/>, [dostęp: 12.06.2023]
- Wykaz jednostek OSP z terenu powiatu opoczyńskiego, <https://www.gov.pl/web/kppsp-opoczno/wykaz-jednostek-osp-z-terenu-powiatu-opoczynskiego>, [dostęp: 22.11.2022]
- Wyszukiwarka REGON, <https://wyszukiwarkaregon.stat.gov.pl/appBIR/index.aspx>, [dostęp: 12.06.2023]

Spis rysunków

Rysunek 1. Elementy Systemu Informacji Geograficznej	12
Rysunek 2. Schemat postępowania badawczego	13
Rysunek 3. Podstawowe typy układu punktów: 1) układ losowy 2) układ klastrowy 3) układ regularny	27
Rysunek 4. Wielobok koncentracji	30
Rysunek 5. Zakresy idealne i rzeczywiste funkcji miejsca centralnego	54
Rysunek 6. System rynkowy miejsc centralnych wg Christallera	55
Rysunek 7. Hipotetyczna krzywa popytu na piwo	57
Rysunek 8. Graf spójny (A) i graf niespójny (B)	65
Rysunek 9. Graf pełny K_6 i pusty H_3	66
Rysunek 10. Przykłady grafu cyklicznego, liniowego i koła	66
Rysunek 11. Grafy prezentujące układy morfologiczne osiedli	67
Rysunek 12. Położenie administracyjne powiatu opoczyńskiego w 2019 r.	72
Rysunek 13. Położenie komunikacyjne powiatu opoczyńskiego w 2019 r.	74
Rysunek 14. Wybrane elementy środowiska przyrodniczego powiatu opoczyńskiego	76
Rysunek 15. Formy skalne w rezerwacie przyrody Diabla Góra	77
Rysunek 16. Kościół parafialny p.w. św. Mikołaja w Żarnowie	78
Rysunek 17. Kościół parafialny p.w. św. Bartłomieja w Opocznie (A) i zamek kazimierzowski w Opocznie (B)	78
Rysunek 18. Podział Królestwa Polskiego na gubernie i powiaty	80
Rysunek 19. Powiat opoczyński guberni radomskiej w 1907 r.	81
Rysunek 20. Fragmenty okopów na terenie rezerwatu Diabla Góra z czasów I wojny światowej	82
Rysunek 21. Pomnik na szczycie Diabiej Góry upamiętniający walki 25 Pułku Piechoty Armii Krajowej	83
Rysunek 22. Liczba mieszkańców powiatu opoczyńskiego w latach 1995-2021	84
Rysunek 23. Przyrost naturalny na 1000 osób w powiecie opoczyńskim w latach 2002-2021	85
Rysunek 24. Saldo migracji na 1000 osób w powiecie opoczyńskim w latach 2002-2021	85
Rysunek 25. Zmiany liczby ludności w gminach powiatu opoczyńskiego w latach 1995-2021	87
Rysunek 26. Typy demograficzne gmin powiatu opoczyńskiego według klasyfikacji Webba w 1995 i 2017 roku	88
Rysunek 27. Struktura wieku i płci ludności w 1995 r. (A) i 2021 r. (B)	89

Rysunek 28. Gęstość sieci osadniczej i liczba miejscowości w gminach powiatu opoczyńskiego według danych na koniec 2019 r.	90
Rysunek 29. Liczba mieszkańców poszczególnych miejscowości i gęstość zaludnienia w gminach powiatu opoczyńskiego według danych na koniec 2019 r.	91
Rysunek 30. Etapy analizy danych geograficznych	93
Rysunek 31. Problemy z danymi geograficznymi	95
Rysunek 32. Przykłady odległości pomiędzy miejscowościami w PRNG, BDOT10k, BDOO i OSM	102
Rysunek 33. Przykłady położenia punktów reprezentujących miejscowości na tle ortofotomapy.....	103
Rysunek 34. Średnia odległość lokalizacji punktów pomiędzy PRNG a BDOT10k, BDOO i OSM	103
Rysunek 35. Liczba budynków w BDOT10k i OSM oraz punktów adresowych z PRG.....	111
Rysunek 36. Gęstość budynków w poszczególnych gminach w 2020 r. w podziale na badane bazy danych	112
Rysunek 37. Różnice w położeniu budynków pomiędzy badanymi bazami danych	113
Rysunek 38. Porównanie kształtu i powierzchni budynków w BDOT10k i OSM.....	114
Rysunek 39. Warstwa dróg w poszczególnych bazach danych w 2020 r.....	118
Rysunek 40. Drogi główne w poszczególnych bazach danych w 2020 r.	120
Rysunek 41. Przykłady przebiegu dróg ujętych w BDOO, BDOT10k i OSM	122
Rysunek 42. Przykłady ścieżek ujętych w OpenStreetMap	122
Rysunek 43. Reguły topologiczne dla warstwy dróg	123
Rysunek 44. Zabudowa mieszkaniowa w powiecie opoczyńskim w badanych bazach danych w 2020 r.	128
Rysunek 45. Porównanie obszarów „farm” i „residential” z klasy użytkowania terenu	129
Rysunek 46. Przykłady rozmieszczenia obszarów zabudowy mieszkaniowej w analizowanych bazach danych w 2020 r.....	130
Rysunek 47. Obszary zabudowy mieszkaniowej na terenie miasta Opoczno zawarte w BDOT10k i ARiMR.....	131
Rysunek 48. Różnice w liczbie mieszkańców gmin pomiędzy bazą PESEL a rejestrem mieszkańców w 2019 r.	135
Rysunek 49. Liczba mieszkańców według NSP 2021 w siatce kilometrowej	137
Rysunek 50. Różnice w liczbie ludności poszczególnych gmin powiatu opoczyńskiego pomiędzy rejestrami mieszkańców z 2019 r. i danymi z NSP z 2021 r.	138
Rysunek 51. Wynik zastosowanej metody najbliższego sąsiada w badaniu osadnictwa powiatu opoczyńskiego.....	141
Rysunek 52. Krzywe koncentracji Lorenza dla liczby miejscowości powiatu opoczyńskiego według A) gmin, B) siatki kwadratów	144

Rysunek 53. Krzywe koncentracji Lorenza dla liczby ludności miejscowości powiatu opoczyńskiego według A) gmin, B) siatki kwadratów	145
Rysunek 54. Koncentracja miejscowości (A) i ludności (B) powiatu opoczyńskiego na podstawie gmin za pomocą metody Lorenza.....	146
Rysunek 55. Koncentracja miejscowości (A) i ludności (B) powiatu opoczyńskiego na podstawie siatki kwadratów za pomocą metody Lorenza	147
Rysunek 56. Koncentracja miejscowości (A) i ludności (B) powiatu opoczyńskiego na tle wybranych elementów środowiska geograficznego	149
Rysunek 57. Krzywa koncentracji Lorenza dla liczby budynków mieszkalnych powiatu opoczyńskiego dla siatki kwadratów	150
Rysunek 58. Koncentracja budynków mieszkalnych na tle wybranych elementów środowiska geograficznego.....	154
Rysunek 59. Histogram rozkładów brzegowych miejscowości powiatu opoczyńskiego	156
Rysunek 60. Histogram rozkładów brzegowych ludności powiatu opoczyńskiego w 2019 r.	157
Rysunek 61. Histogram rozkładów brzegowych budynków mieszkalnych powiatu opoczyńskiego w 2019 r.	158
Rysunek 62. Histogram rozkładów brzegowych dla miejscowości, budynków mieszkalnych i ludności powiatu opoczyńskiego w 2019 r. na tle wybranych elementów środowiska geograficznego.....	162
Rysunek 63. Podstawowe bloki schematu modelowania w Model Builder	163
Rysunek 64. Przykład narzędzia wykorzystującego pętlę for wraz ze zmiennymi oznaczonymi jako parametry modelu	164
Rysunek 65. Widok narzędzia wykonanego w Model Builderze obliczającego entropię Shannona.....	164
Rysunek 66. Narzędzie do obliczania entropii wykonane w aplikacji Model Builder	166
Rysunek 67. Entropie cząstkowe w poszczególnych kwadratach dla miejscowości (A) i liczby ludności (B).....	168
Rysunek 68. Entropie cząstkowe w poszczególnych kwadratach dla budynków mieszkalnych na tle wybranych elementów środowiska geograficznego	170
Rysunek 69. Dendryt wrocławski miejscowości powiatu opoczyńskiego z wykorzystaniem odległości w linii prostej (A) oraz po sieci drogowej (B).....	173
Rysunek 70. Skupienia miejscowości powstałe z połączeń I i II rzędu w dendrycie po linii prostej (A) i po sieci drogowej (B)	174
Rysunek 71. Rozkład długości krawędzi w dendrycie wrocławskim (w linii prostej).....	176
Rysunek 72. Rozkład długości krawędzi w dendrycie wrocławskim (po sieci drogowej)	
Źródło: opracowanie własne	176
Rysunek 73. Dendryty najkrótszych połączeń pomiędzy miejscowościami reprezentującymi wybrane kategorie usług w powiecie opoczyńskim	184

Rysunek 74. Połączenia administracyjne i liczba ludności gmin wyrażone stopniem wierzchołka grafu	188
Rysunek 75. Przynależność miejscowości powiatu opoczyńskiego do dekanatów diecezji radomskiej na tle podziału administracyjnego.....	189
Rysunek 76. Graf przynależności do parafii oraz połączeń do najbliższej parafii na tle podziału administracyjnego na gminy w roku 2021	193
Rysunek 77. Graf najbliższych połączeń do szkół podstawowych i przedszkoli na tle podziału administracyjnego na gminy w roku 2021.....	198
Rysunek 78. Udział dzieci w wieku przedszkolnym w gminach w odniesieniu do całego powiatu opoczyńskiego w 2021 r.	199
Rysunek 79. Graf najbliższych połączeń do ośrodków POZ i aptek na tle podziału administracyjnego na gminy w roku 2021.....	204
Rysunek 80. Krzywa kolejności-wielkości wszystkich miejscowości powiatu opoczyńskiego w 2019 r.	206
Rysunek 81. Miejscowości powiatu opoczyńskiego według rangi wyznaczonej na podstawie liczby mieszkańców w 2019 r.....	209
Rysunek 82. Krzywa kolejności-wielkości wsi powiatu opoczyńskiego w 2019 r.	210
Rysunek 83. Wykres wielkości-kolejności 22 największych wsi powiatu opoczyńskiego w 2019 r. dla regresji ważonej	212
Rysunek 84. Podmioty gospodarki narodowej wg klas wielkości na 1000 mieszkańców w gminach w 2021 r.....	218
Rysunek 85. Podmioty gospodarcze wg sekcji PKD dla gmin w 2021 r.	219
Rysunek 86. Suma funkcji poszczególnych miejscowości powiatu opoczyńskiego w 2021 r.	224
Rysunek 87. Rangi miejscowości na podstawie liczby mieszkańców oraz liczby pełnionych funkcji	227
Rysunek 88. Rangi miejscowości powiatu opoczyńskiego według kategorii administracja świecka i kościelna oraz opieka zdrowotna i jednostki ratownicze w 2021 r.	229
Rysunek 89. Rangi miejscowości powiatu opoczyńskiego według kategorii edukacja oraz handel i usługi bankowe w 2021 r.	231
Rysunek 90. Propozycja modelu badań sieci osadniczej z wykorzystaniem Systemów Informacji Geograficznej	260

Spis tabel

Tabela 1. Pierwszy poziom klasyfikacji BDOT10k	19
Tabela 2. Porównanie cech modelu miejsc centralnych i modelu sieciowego	68
Tabela 3. Porównanie baz danych (PRNG, BDOT10k, BDOO, OSM) z punktu widzenia danych o miejscowościach (stan na 2020 r.)	99
Tabela 4. Odległości położenia punktów miejscowości względem różnych baz danych	101
Tabela 5. Liczba miejscowości w poszczególnych bazach znajdująca się na wybranych warstwach reprezentujących zabudowę mieszkaniową	101
Tabela 6. Najmniejsze i największe średnie odległości punktów pomiędzy PRNG a pozostałymi źródłami danych	104
Tabela 7. Porównanie danych dotyczących budynków (stan na 2020 r.)	109
Tabela 8. Liczba budynków wspólnych w bazach BDOT10k, OSM i PRNG	110
Tabela 9. Klasyfikacja dróg w OpenStreetMap	117
Tabela 10. Porównanie baz danych dotyczących sieci drogowej (stan na 2020 r.)	119
Tabela 11. Błędy topologiczne warstwy dróg w wybranych bazach danych	124
Tabela 12. Udział obszarów zabudowy mieszkaniowej znajdującej się w miastach powiatu opoczyńskiego w analizowanych bazach danych	131
Tabela 13. Porównanie danych dotyczących siedlisk mieszkalnych (stan na 2020 r.)	132
Tabela 14. Porównanie danych dotyczących liczby ludności	134
Tabela 15. Parametry powierzchni i liczby kondygnacji budynków mieszkalnych dla wybranych miejscowości powiatu opoczyńskiego	152
Tabela 16. Parametry histogramów brzegowych miejscowości i ludności powiatu opoczyńskiego w 2019 r.	159
Tabela 17. Cechy dendrytu wrocławskiego miejscowości powiatu opoczyńskiego	175
Tabela 18. Ranga miejscowości a jej funkcja administracyjna	178
Tabela 19. Ranga miejscowości a liczba jej mieszkańców	178
Tabela 20. Liczba obiektów i ich siedzib w wybranych kategoriach w powiecie opoczyńskim	180
Tabela 21. Podstawowe cechy dendrytów dla wybranych kategorii obiektów powiatu opoczyńskiego	185
Tabela 22. Charakterystyka długości krawędzi grafu przedstawiającego powiązania administracyjne	187
Tabela 23. Charakterystyka krawędzi grafu przedstawiającego przynależność do parafii	190
Tabela 24. Charakterystyka krawędzi grafu połączeń do najbliższej parafii	191
Tabela 25. Charakterystyka krawędzi grafu najbliższych połączeń do szkół podstawowych w podziale na gminy	195

Tabela 26. Charakterystyka krawędzi grafu najbliższych połączeń do przedszkoli w podziale na gminy	197
Tabela 27. Charakterystyka krawędzi grafu najbliższych połączeń do ośrodków POZ w podziale na gminy	201
Tabela 28. Charakterystyka krawędzi grafu najbliższych połączeń do aptek w podziale na gminy	202
Tabela 29. Równania aproksymujące układy punktów na wykresie wielkości-kolejności....	205
Tabela 30. Rzeczywista i teoretyczna liczba mieszkańców 10 największych miejscowości powiatu opoczyńskiego w 2019 r.	207
Tabela 31. Rzeczywista i teoretyczna liczba mieszkańców 10 największych wsi powiatu opoczyńskiego w 2019 r.	211
Tabela 32. Rzeczywista i teoretyczna liczba mieszkańców 10 największych wsi powiatu opoczyńskiego według wykresu regresji ważonej dla 22 miejscowości	213
Tabela 33. Charakterystyka sieci osadniczej powiatu opoczyńskiego ze względu na liczbę miejscowości i ich mieszkańców w 2019 r.....	214
Tabela 34. Główne typy usług wykorzystane do hierarchizacji funkcjonalnej miejscowości powiatu opoczyńskiego w podziale na kategorie	220
Tabela 35. Statystyki punktowe dla miejscowości na podstawie sumy funkcji osiedli	223
Tabela 36. Rangi miejscowości wyznaczone na podstawie sumy standaryzowanych wartości liczby mieszkańców i pełnionych funkcji.....	226
Tabela 37. Charakterystyka miejscowości posiadających rangę w kategorii administracja świecka i kościelna oraz opieka zdrowotna i jednostki ratownicze względem gmin w 2021 r.	230
Tabela 38. Charakterystyka miejscowości posiadających rangę w kategorii edukacja względem gmin w 2021 r.....	232

Załącznik nr 1

W załączniku zawarte są najważniejsze atrybuty danych Państwowego Rejestru Nazw Geograficznych w dwóch aktach prawnych z 2012 r. i 2021 r. w celu przedstawienia zmian jakie istnieją pomiędzy dwiema wersjami dokumentu, co przekłada się na różne atrybuty danych PRNG w zależności od ich aktualności a co za tym idzie zgodności z odpowiednim rozporządzeniem.

Najważniejsze atrybuty danych PRNG dotyczących miejscowości na podstawie załącznika nr 1 do Rozporządzenia Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 14 lutego 2012 r., Dz.U. 2012 poz. 309 – Zawartość Rejestru Nazw Geograficznych z obszaru Rzeczypospolitej Polskiej:

- Nazwa główna,
- Klasa obiektu (w przypadku miejscowości: miejscowość),
- Rodzaj obiektu, w przypadku klasy miejscowość:
 - Miasto
 - Część miasta
 - Wieś
 - Część wsi
 - Kolonia
 - Część kolonii
 - Osada
 - Osada młyńska
 - Osada leśna
 - Osada rybacka
 - Osada kolejowa
 - Osada po byłym PGR
 - Część osady
 - Osiedle
 - Przysiółek
 - Leśniczówka
 - Gajówka
 - Schronisko turystyczne
 - Inny obiekt,
- Funkcja administracyjna:
 - Siedziba wojewody
 - Siedziba sejmiku województwa
 - Siedziba władz miasta na prawach powiatu

- Siedziba władz powiatu
- Siedziba władz gminy miejskiej
- Siedziba władz gminy miejsko-wiejskiej
- Siedziba władz gminy wiejskiej,
- Państwo, województwo, powiat, gmina,
- Identyfikator jednostki podziału terytorialnego kraju,
- Identyfikator PRNG (indywidualny identyfikator nadany każdemu nazwanemu obiektowi geograficznemu umieszczonemu w PRNG),
- Identyfikator zewnętrzny (indywidualny identyfikator z baz danych prowadzących częściowe bazy danych nazw geograficznych, w przypadku urzędowych nazw miejscowości z systemu identyfikatorów i nazw miejscowości SIMC, prowadzonego w ramach rejestru TERYT),
- Współrzędne geograficzne (szerokość i długość geograficzna, podane z dokładnością do jednej sekundy zgodnie z obowiązującym państwowym systemem odniesień przestrzennych; w przypadku miejscowości punkty muszą się znajdować na obszarze zabudowy),
- Współrzędne X i Y (zgodnie z obowiązującym państwowym systemem odniesień przestrzennych, odpowiadające współrzędnym geograficznym),
- Data wprowadzenia, modyfikacji, zastąpienia lub usunięcia,
- Rodzaj reprezentacji (określenie rodzaju geometrii obiektu):
 - W przypadku obiektów powierzchniowych:
 - Punkt centralny
 - Punkt centralny wraz z punktami dodatkowymi
 - Punkt centralny wraz z granicą obiektu,
 - W przypadku obiektów liniowych:
 - Punkty początku obiektu lub źródła i końca obiektu lub ujścia wraz z punktami dodatkowymi
 - Linia będąca osią obiektu,
 - W przypadku obiektów punktowych:
 - Punkt,
- Status nazwy (stopień wiarygodności jakim można określić nazwę główną):
 - Urzędowa
 - Zestandaryzowana
 - Niestandaryzowana

- Zniesiona
- Źródło informacji (dokumenty źródłowe na podstawie, których określono zapis nazwy i jej atrybuty),
- Wymowa polska, IPA i dźwiękowa,
- Element rozróżniający i rodzajowy,
- Dopełniacz, przymiotnik,
- Nazwa oboczna, dodatkowa i historyczna,
- Język nazwy dodatkowej, zagraniczny endonim, obcy egzonym.

Atrybuty danych rejestru nazw geograficznych RP według Rozporządzenia Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 29 stycznia 2021 r. w sprawie państwowego rejestru nazw geograficznych:

- Identyfikator obiektu,
- Wersja obiektu,
- Data i czas wprowadzenia danej wersji obiektu,
- Data i czas usunięcia danej wersji obiektu,
- Nazwa główna,
- Element rozróżniający,
- Element rodzajowy,
- Status nazwy,
- Ważna od, Ważna do,
- Kategoria obiektu (w przypadku miejscowości: „miejscowość”),
- Rodzaj obiektu, w przypadku kategorii „miejscowość”:
 - miasto
 - część miasta
 - wieś
 - część wsi
 - osiedle wsi
 - kolonia
 - część kolonii
 - kolonia wsi
 - kolonia kolonii
 - kolonia osady
 - osada
 - osada leśna

- część osady
- osada wsi
- osada kolonii
- osada osady
- osiedle
- przysiółek
- przysiółek wsi
- przysiółek kolonii
- przysiółek osady
- osada leśna wsi
- leśniczówka
- schronisko turystyczne
- inny obiekt,
- Identyfikator zewnętrzny,
- Nazwa miejscowości nadrzędnej,
- Identyfikator miejscowości nadrzędnej,
- Reprezentacja obiektu:
 - rodzaj punktu
 - identyfikator krajowego rejestru urzędowego podziału terytorialnego kraju „TERYT” dla gminy
 - nazwa gminy, nazwa powiatu, nazwa województwa
 - współrzędne geograficzne w Światowym Systemie Geodezyjnym 1984 (WGS84)
 - współrzędne prostokątne X Y w układzie współrzędnych PL-1992,
- Geometria obiektu,
- Dopełniacz,
- Przymiotnik,
- Źródło informacji,
- Nazwa oboczna,
- Nazwa historyczna,
- Nazwy dodatkowe,
- Endonimy,
- Egzonimy,
- Informacje dodatkowe.

Załącznik nr 2

Wartości znajdujące się pod kluczem „place” (*miejsce*) warstwy gis_osm_places_free_1 zawartej w OpenStreetMap traktowanej jako klasa warstwy:

- Country - państwo lub inny krajowy obszar polityczny czy administracyjny wysokiego szczebla
- State – stan (duża regionalna przestrzeń polityczno-administracyjna)
- Region - region
- Province - województwo
- District – dystrykt (rodzaj podziału administracyjnego, który w niektórych krajach jest zarządzany przez samorząd lokalny)
- County – hrabstwo (region geograficzny danego kraju)
- Powiat - jednostka administracyjna występująca w Polsce
- Municipality – gmina
- City - oznaczenie największej osady miejskiej lub osady wewnątrz obszaru administracyjnego
- Borough - część większego miasta zgrupowana w jednostce administracyjnej
- Suburb – dzielnica (część miasta o znanej nazwie, oraz posiadająca odrębną tożsamość)
- Quarter – kwartał (geograficznie zlokalizowane miejsce w przedmieściach większego miasta lub w mieście większym niż dzielnica)
- Neighbourhood – okolica (mniejszy obszar, geograficznie zlokalizowany w dzielnicy większego miasta, w mieście lub w innej miejscowości lub wsi)
- City_block - nazwany blok miejski, zwykle otoczony ulicami
- Plot – działka
- Town – małe miasto
- Village - wieś
- Hamlet – przysiółek (osada zwykle mniejsza niż 100-200 mieszkańców)
- Isolated_dwelling - oznaczanie najmniejszego rodzaju osady (1-2 gospodarstw domowych)
- Farm - gospodarstwo rolne
- Allotments – dom, który znajduje się poza terenem zamieszkałym i ma własny adres
- Continent – kontynent
- Archipelago – archipelag
- Island – wyspa
- Islet – wysepka
- Square – plac (otwarta przestrzeń miejska)
- Locality - ogólny znacznik do oznaczenia miejsca bez mieszkańców
- Sea – morze
- Ocean

(wiki.openstreetmap.org/wiki/Template:Pl:Map_Features:place, 17.06.2020).

Załącznik nr 3

Typy klasy budynków, tożsamy z funkcją ogólną budynków (kod funkcji ogólnej podany w nawiasach) w BDOT10k na podstawie Załącznika do rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 2011 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych, Dz.U. 2011 nr 279 poz. 1642:

- BUBD01 – budynki mieszkalne jednorodzinne (1110)
Są to budynki, których co najmniej połowa powierzchni użytkowej jest wykorzystywana do celów mieszkalnych. Należą do nich między innymi: wille, domki letniskowe, leśniczówki, domy mieszkalne w gospodarstwach rolnych, rezydencje wiejskie a także domy bliźniacze lub szeregowe, w których każde mieszkanie ma swoje własne wejście z poziomu gruntu.
- BUBD02 – budynki o dwóch mieszkaniach (1121)
Są to samodzielne budynki, domy bliźniacze lub szeregowe o dwóch mieszkaniach, jednak ze wspólnym wejściem.
- BUBD03 – budynki o trzech i więcej mieszkaniach (1122)
Są to wszystkie pozostałe budynki mieszkalne o trzech lub więcej mieszkaniach.
- BUBD04 – budynki zbiorowego zamieszkania (1130)
Są to domy mieszkalne dla studentów, dzieci, ludzi starszych i innych grup społecznych, głównie: internaty, bursy szkolne, domy studenckie, domy dziecka, domy opieki społecznej (bez opieki medycznej), budynki mieszkalne na terenie zakładów karnych i poprawczych, aresztów śledczych a także budynki rezydencji prezydenckich i biskupich.
- BUBD05 – budynki hoteli (1211)
Są to budynki czasowego zakwaterowania takie jak hotele, motele, pensjonaty, gospody, samodzielne restauracje i bary.
- BUBD06 – budynki zakwaterowania turystycznego, pozostałe (1212)
Do tej grupy budynków czasowego zakwaterowania zalicza się np. schroniska młodzieżowe, górskie, domki kempingowe czy domy wypoczynkowe.
- BUBD07 – budynki biurowe (1220)
Są to budynki wykorzystywane jako biura, sekretariaty czy budynki administracji, takie jak: banki, poczty, sądy, urzędy miejskie, gminne i samorządowe, budynki ministerstwa, parlamentu, centra konferencyjne czy lokale administracyjne podmiotów gospodarczych.

- BUBD08 – budynki handlowo-usługowe (1230)
Są to budynki typu: centrum handlowe, dom towarowy, pawilon handlowy lub usługowy, samodzielny sklep, butik, hala targowa, wystawowa, targowisko pod dachem, stacja paliw, stacja obsługi czy apteka.
- BUBD09 – budynki łączności, dworców i terminali (1241)
Do tej grupy budynków zaliczane są między innymi budynki dworców, lotnisk, terminali portowych, stacji nadawczej radia i telewizji, centrali telefonicznej, hangary lotnicze, zajezdnie dla środków transportu, budynek latarni morskiej czy kontroli ruchu powietrznego.
- BUBD10 – budynki garaży (1242)
Ten typ budynków obejmuje garaże i zadaszone parkingi a także budynki do przechowywania rowerów.
- BUBD11 – budynki przemysłowe (1251)
Przez tą grupę budynków rozumie się głównie fabryki, warsztaty, hale produkcyjne, rzeźnie, browary czy wytwórnie filmowe. Nie wlicza się tutaj rolniczych budynków produkcyjnych oraz budynków magazynowych.
- BUBD12 – zbiorniki, silosy i budynki magazynowe (1252)
Są to budynki przeznaczone do składowania i przechowywania towarów, głównie: powierzchnie magazynowe, zbiorniki na ciecze, gazy i materiały stałe, chłodnie, elewatory zbożowe.
- BUBD13 – ogólnodostępne budynki kulturalne (1261)
Ten typ budynków obejmuje kina, teatry, opery, sale koncertowe, budynki ogrodów botanicznych i zoologicznych.
- BUBD14 – budynki muzeów i bibliotek (1262)
- BUBD15 – budynki szkół i instytucji badawczych (1263)
Do tej klasy zalicza się w szczególności szkoły, przedszkola, uczelnie wyższe, placówki badawcze, laboratoria badawcze, placówki oświatowo-wychowawcze, placówki pracy pozaszkolnej i kształcenia ustawicznego, stacje meteorologiczne i hydrologiczne.
- BUBD16 – budynki szpitali i zakładów opieki medycznej (1264)
Są to budynki instytucji świadczących usługi medyczne, chirurgiczne i pielęgnacyjne dla ludzi, takie jak szpitale, przychodnie, poradnie, sanatoria, żłobki, ośrodki rehabilitacji, stacje krwiodawstwa, ośrodki pomocy społecznej, instytucje świadczące usługi zakwaterowania z opieką lekarską i pielęgnacyjną dla osób starszych i niepełnosprawnych.
- BUBD17 – budynki kultury fizycznej (1265)

Są to głównie hale sportowe, kryte baseny i lodowiska, kręgielnie, zadaszone trybuny dla kibiców i budynki przeznaczone do imprez sportowych.

- BUBD18 – budynki gospodarstw rolnych (1271)

Są to głównie budynki magazynowe przeznaczone dla działalności rolniczej lub budynki gospodarstwa rolnego, stodoły, szopy, spiżarnie, szklarnie, budynki inwentarskie, budynki gospodarcze do przechowywania sprzętów, materiałów, narzędzi i płodów rolnych i inne.

- BUBD19 – budynki przeznaczone do sprawowania kultu religijnego i czynności religijnych (1272)

Są to budynki sakralne takie jak kościoły, synagogi, cerkwie, meczety, kaplice a także obiekty na terenie cmentarzy, domy pogrzebowe, krematoria.

- BUBD20 – obiekty budowlane wpisane do rejestru zabytków i objęte indywidualną ochroną konserwatorską oraz nieruchome, archeologiczne dobra kultury (1273)

- BUBD21 – pozostałe budynki niemieszkalne, gdzie indziej nie wymienione (1274)

Do tej grupy należą budynki niesklasyfikowane w innej grupie budynków, takie jak areszt śledczy, schronisko dla nieletnich, zakład karny, poprawczy, toaleta publiczna.

Funkcje ogólne budynków rozumiane jako wartości atrybutu klasyfikującego obiekty w BDOT10k wraz z wydzielonymi dla niej funkcjami szczegółowymi (w nawiasach został dodany kod klasyfikacyjny funkcji ogólnej zgodny z Klasyfikacją Środków Trwałych) według Rozporządzenia Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 27 lipca 2021 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych, Dz.U. 2021 poz. 1412:

- Budynki przemysłowe (101):

- elektrociepłownia
- elektrownia
- kotłownia
- młyn
- produkcyjny
- rafineria
- spalarnia śmieci
- warsztat remontowo-naprawczy
- wiatrak

- Budynki transportu i łączności (102):

- budynek kontroli ruchu kolejowego
- budynek kontroli ruchu powietrznego
- centrum telekomunikacyjne

- dworzec autobusowy
- dworzec kolejowy
- dworzec lotniczy
- hangar
- kapitanat lub bosmanat portu
- latarnia morska
- lokomotywnia lub wagonownia
- stacja kolejki górskiej lub wyciągu krzesełkowego
- stacja nadawcza radia i telewizji
- stacja nautyczna
- terminal portowy
- zajezdnia autobusowa
- zajezdnia tramwajowa
- zajezdnia trolejbusowa
- garaż
- parking wielopoziomowy
- Budynki handlowo-usługowe (103):
 - apteka
 - centrum handlowe
 - dom towarowy lub handlowy
 - hala targowa
 - hala wystawowa
 - hipermarket lub supermarket
 - obiekt handlowo-usługowy
 - stacja obsługi pojazdów
 - stacja paliw
- Zbiorniki, silosy i budynki magazynowe (104):
 - budynek spedycji
 - chłodnia
 - elewator
 - magazyn
 - silos
 - zbiornik na gaz
 - zbiornik na ciecz
- Budynki biurowe (105):
 - bank
 - centrum konferencyjne
 - kuria metropolitalna
 - ministerstwo
 - placówka dyplomatyczna lub konsularna
 - policja
 - prokuratura

- przejście graniczne
- sąd
- siedziba firmy lub firm
- starostwo powiatowe
- straż graniczna
- straż pożarna
- urząd celny
- urząd gminy
- urząd miasta
- urząd miasta i gminy
- urząd marszałkowski
- placówka operatora pocztowego
- urząd wojewódzki
- inny urząd administracji publicznej
- Budynki szpitali i inne budynki opieki zdrowotnej (106):
 - hospicjum
 - izba wytrzeźwień
 - jednostka ratownictwa medycznego
 - klinika weterynaryjna
 - ośrodek pomocy społecznej
 - placówka ochrony zdrowia
 - sanatorium
 - stacja krwiodawstwa
 - stacja sanitarno-epidemiologiczna
 - szpital
 - żłobek
- Budynki oświaty, nauki i kultury oraz budynki sportowe (107):
 - budynek ogrodu zoologicznego lub botanicznego
 - dom kultury
 - filharmonia
 - hala widowiskowa
 - kasyno
 - kino
 - klub, dyskoteka
 - opera
 - schronisko dla zwierząt
 - teatr
 - archiwum
 - biblioteka
 - centrum informacyjne
 - galeria sztuki
 - muzeum

- inna placówka edukacyjna
- obserwatorium lub planetarium
- placówka badawcza
- przedszkole
- stacja hydrologiczna
- stacja meteorologiczna
- szkoła podstawowa
- szkoła ponadpodstawowa
- szkoła wyższa
- hala sportowa
- halowy tor gokartowy
- klub sportowy
- korty tenisowe
- kręgielnia
- basen kąpielowy
- sala gimnastyczna
- strzelnica
- sztuczne lodowisko
- ujeżdżalnia
- Budynki produkcyjne, usługowe i gospodarcze dla rolnictwa (108):
 - budynek gospodarczy
 - budynek produkcyjny zwierząt hodowlanych
 - pawilon ogrodowy lub oranżeria
 - stajnia
 - szklarnia lub cieplarnia
- Pozostałe budynki niemieszkalne (109):
 - dom weselny
 - hotel
 - motel
 - pensjonat
 - restauracja
 - zajazd
 - domek kempingowy
 - dom rekolekcyjny
 - dom wypoczynkowy
 - ośrodek szkoleniowo-wypoczynkowy
 - schronisko turystyczne
 - budynki cmentarne
 - cerkiew
 - dom pogrzebowy
 - dzwonnica
 - inny budynek kultu religijnego

- kaplica
- kościół
- krematorium
- meczet
- synagoga
- zabytek niepełniący żadnej funkcji użytkowej
- areszt śledczy
- bacówka
- schronisko dla nieletnich
- stacja gazowa
- stacja pomp
- stacja transformatorowa
- toaleta publiczna
- zabudowania koszarowe
- zakład karny lub poprawczy
- Budynki mieszkalne (110):
 - budynek jednorodzinny
 - dom letniskowy
 - leśniczówka
 - budynek wielorodzinny
 - dom dla bezdomnych
 - dom dziecka
 - dom opieki społecznej
 - dom parafialny
 - dom studencki
 - dom zakonny
 - hotel robotniczy
 - internat lub bursa szkolna
 - klasztor
 - koszary
 - placówka opiekuńczo-wychowawcza
 - rezydencja ambasadora
 - rezydencja biskupia
 - rezydencja prezydencka
 - zakład karny
 - zakład poprawczy.

Załącznik nr 4

Typy budynków w OpenStreetMap według grup tematycznych:

- Mieszkalne, m. in.:
 - House – dom jednorodzinny
 - Residential – budynek mieszkalny ogólnego przeznaczenia
 - Apartments – budynek z wieloma pomieszczeniami mieszkalnymi, często na różnych kondygnacjach
- Komercyjne, m. in.:
 - Industrial – budynek przemysłowy
 - Warehouse – magazyn
 - Office – budynek biurowy
- Religijne, m. in.:
 - Church – kościół
 - Temple – świątynia
 - Mosque – meczet
- Miejskie/udogodnienia, m. in.:
 - Hospital – szpital
 - School – szkoła
 - Government – budynek rządowy, samorządowy, urzędowy
- Rolnicze/produkcja roślinna, m. in.:
 - Barn – budynek rolniczy wykorzystywany do przechowywania i jako kryte miejsce pracy
 - Cowshed – obora
 - Greenhouse – szklarnia
- Sportowe, m. in.:
 - Sports_hall – hala sportowa
 - Stadium – stadion
- Przechowywanie, m. in.:
 - Hut – prymitywna chata
 - Shed – szopa
- Samochodowe, m. in.:
 - Garage – pojedynczy garaż
 - Carport – wiata garażowa
- Energetyczne/techniczne, m. in.:
 - Water_tower – wieża ciśnień
 - Transformer_tower – wieża transformatorowa
- Inne budynki.

(wiki.openstreetmap.org/wiki/Pl:Key:building, 18.09.2020)

Załącznik nr 5

Główne wartości uwzględniające rodzaj użytkowania terenu dla obszarów sklasyfikowanych jako „landuse” w OpenStreetMap:

- Commercial – zabudowa biurowo-handlowo-usługowa,
- Construction – plac budowy,
- Industrial – zabudowa przemysłowa,
- Residential – zabudowa mieszkaniowa,
- Retail – sklepy, handel detaliczny,
- Allotments – ogródki działkowe,
- Farmland – pola uprawne,
- Farmyard – gospodarstwo rolne (podwórze i zabudowania: budynki mieszkalne, gospodarcze, magazyny, stodoły itp.),
- Forest – lasy,
- Meadow – łąki, pastwiska,
- Orchard – sady,
- Vineyard – winnice,
- Basin – zbiornik wodny,
- Brownfield – teren po-wyburzeniowy,
- Cemetery – cmentarz,
- Depot – zajezdnie (autobusowe, kolejowe, tramwajowe itp.),
- Garages – garaże,
- Grass – trawy, trawniki,
- Greenfield – teren przeznaczony pod zabudowę, aktualnie niezabudowany,
- Greenhouse_horticulture – uprawy szklarniowe,
- Landfill – wysypisko śmieci,
- Military – tereny wojskowe,
- Plant_nursery – szkółka drzew, krzewów,
- Quarry – kopalnia odkrywkowa, kamieniołom,
- Railway – tereny kolejowe (głównie z zakazem wejścia),
- Recreation_ground – teren zielony, otwarty o charakterze rekreacyjno-sportowym (boiska, place zabaw itp.),
- Religious – teren kultu religijnego (np. teren otaczający kościół),
- Reservoir – sztuczny zbiornik wodny, głównie wykorzystywany do dostarczania wody, nawadniania, kontroli przeciwpowodziowej,
- Village_green – zieleńce (tereny zielone utrzymane, wewnątrz miast i wsi),
- User defined – inne, zdefiniowane przez użytkownika.
(wiki.openstreetmap.org, 16.11.2020).