



Marcin Jaskulski

 <https://orcid.org/0000-0002-7741-2594>
marcin.jaskulski@geo.uni.lodz.pl

Łukasz Lechowski

 <https://orcid.org/0000-0001-8919-2173>
lukasz.lechowski@geo.uni.lodz.pl

Marta Nalej

 <https://orcid.org/0000-0002-5182-9770>
marta.nalej@geo.uni.lodz.pl

Uniwersytet Łódzki
Wydział Nauk Geograficznych
Instytut Geografii Miast, Turystyki i Geoinformacji

ZMIANY POKRYCIA TERENU NA WYBRANYCH OBSZARACH POŁUDNIOWYCH OBRZEŻY ŁODZI W LATACH 1973–2017: STUDIUM PRZYPADKU

Abstrakt: Celem artykułu jest omówienie zmian pokrycia terenu dwóch obszarów położonych na południowych obrzeżach Łodzi. Badanie przeprowadzono na podstawie analizy danych o pokryciu terenu, uzyskanych ze zdjęć lotniczych wykonanych w 1973 r. i ortofotomapy z 2017 r. Przez 44 lata w mieście zachodziły znaczące zmiany, które znalazły odzwierciedlenie w zmianach pokrycia terenu. Powierzchnia obszarów poddanych badaniu wynosiła łącznie 190 ha, a w analizowanym okresie zmiany pokrycia terenu objęły 115 ha, co stanowi ponad 60% powierzchni badanych obszarów. Zmiany nastąpiły głównie na terenach trawiastych i rolniczych, które były przekształcane w grunty przeznaczone pod zabudowę.

Słowa kluczowe: zmiany pokrycia terenu, zdjęcia lotnicze, Łódź.

LAND USE CHANGES FOR SELECTED AREAS ON THE SOUTHERN OUTSKIRTS OF ŁÓDŹ 1973-2017: A CASE STUDY

Abstract: This article discusses changes in land use in two areas located on the southern outskirts of Łódź. It was based on an analysis of land use data obtained from aerial photographs taken in 1973 and an orthophotomap from 2017. After 44 years, significant changes had taken place in the city and they were reflected in land use. The study areas covered 190 ha and, in the period analysed, land use had changed over an area of 115 ha, more than 60% of its total surface. They mainly occurred on pasture and arable land which was developed into built-up areas.

Keywords: land use changes, aerial photographs, Łódź.

1. WPROWADZENIE

Procesy rozwoju, jakim podlegają miasta, prowadzą do ciągłych zmian w ich środowisku przyrodniczym i układach przestrzennych. Zmiany pokrycia terenu są jednym ze zjawisk, które odzwierciedlają te procesy. Pokrycie terenu opisuje fizyczny stan fragmentu powierzchni Ziemi ze względu na zajmujące go obiekty naturalne i antropogeniczne, ale nie odnosi się do pełnionych przez dany obszar funkcji. Poznanie rodzaju, kierunku i dynamiki zmian pokrycia terenu

może być podstawą analizy rozwoju danego obszaru i modelowania jego przyszłych przekształceń (Ciołkosz, Poławski, 2006; Litwińska, 2010; Mantey, 2011; Niedzielko, Lewiński, 2012).

W literaturze można znaleźć wiele przykładów prac badawczych poświęconych pokryciu terenu i jego zmianom w różnych skalach przestrzennych i czasowych. Badania zmian pokrycia terenu w 50 wybranych miastach świata, m.in.: Londynie, Paryżu,

Meksyku, Nowym Jorku, Kalkucie, Sao Paulo, Pekinie i ich najbliższym otoczeniu w latach 1985–2010 podjęli Bagan i Yamagata (2014). Jako materiał źródłowy posłużyły im zdjęcia zarejestrowane przez satelity Landsat TM i ETM+. Zaobserwowali oni ekspansję terenów zabudowanych, które w 32 miastach zwiększyły swoją powierzchnię o ponad 30%. Zmiany pokrycia terenu w granicach prefektury Rzymu w latach 1960–2006 badali Salvati i Sabbi (2011). Analizowane dane pochodziły z trzech różnych źródeł: mapy pokrycia terenu Włoch (lata 60. XX w., skala 1 : 200 000), rolniczo-leśnej mapy prefektury Rzymu (Włochy) (1974 r., skala 1 : 50 000), CORINE Land Cover (1990, 2000, 2006, skala 1 : 100 000). Badania pozwoliły na wyróżnienie dwóch etapów w rozwoju obszaru: okresu wzrostu (lata 1960–1990), kiedy rozrost terenów zabudowanych odbywał się tylko w bezpośrednim sąsiedztwie miasta i obejmował grunty orne, zdegradowane pastwiska, łąki i uprawy trwałe oraz okresu rozlewania (*sprawl*, lata 1990–2006), kiedy przybywało powierzchni luźnej zabudowy mieszkowej z dala od centrum miasta, a przekształcały się głównie obszary rolnicze i ekosystemy seminaturalne. Badania zmian pokrycia terenu w mieście Silivri, położonym na wybrzeżu morza Marmara, ok. 60 km na zachód od Istanbuhu (Turcja), prowadziła Yilmaz (2009). Analiza danych z 1987 r. i 2000 r. pozyskanych ze zdjęć satelitarnych Landsat-5 i Landsat-7 z wykorzystaniem klasyfikacji nienadzorowanej, w oparciu o schemat klasyfikacyjny CORINE Land Cover wykazała, że zmiany pokrycia terenu spowodowane były głównie działalnością człowieka, przede wszystkim przez rozszerzanie gruntów antropogenicznych, głównie zabudowy i terenów komunikacyjnych na obszary trawiaste i leśne, co przyczyniło się do znacznej fragmentacji krajobrazu. Badania zmian pokrycia terenu Gwynns Falls Watershed (Maryland, USA) prowadzili Zhou, Troy i Grove (2008). Posługując się cyfrowymi zdjęciami lotniczymi i danymi LiDAR¹ z 1999 i 2004 r. oraz metodą klasyfikacji obiektowej, zaobserwowali przyrost powierzchni nieprzepuszczalnych i budynków oraz terenów zadrzewionych i zakrzaczonych, a spadek udziału terenów trawiastych i odkrytych. Autorzy podkreślili też znaczenie mapy różnicowej (mapy zmian) w badaniach, która nie tylko wskazuje, gdzie nastąpiły zmiany pokrycia, ale także ilustruje ich charakter i wzorce przestrzenne.

W Polsce badania pokrycia terenu prowadzone są w skali kraju i wybranych regionów. Badania zmian pokrycia terenu z wykorzystaniem danych CORINE Land Cover dla obszaru całego kraju, obejmujące okres ostatniej dekady XX w., prowadzili Bielecka i Ciołkosz (2004). Wykazali oni, że w rozpatrywanym okresie 0,9% powierzchni Polski zmieniło typ pokrycia terenu. Ocenę intensywności i kierunków zmian pokrycia terenu w Polsce, na podstawie danych CORINE Land Cover (CLC), w latach 1990–2012 przeprowadzili

Borowska-Stefańska, Leśniewska-Napierała i Wiśniewski (2018). Uzyskane wyniki pokazały, że zmiany pokrycia terenu były bardzo intensywne i obejmowały znaczną powierzchnię kraju (ok. 134,715 ha rocznie, czyli ok. 0,43% całkowitej powierzchni). Prace mające na celu wykrycie głównych trendów przemian pokrycia terenu województwa małopolskiego w latach 1986–2011, przedstawili Wężyk, Wójtowicz-Nowakowska, Pierzchalski, Mlost, Szafrąńska (2013). Wykazano, iż na badanym obszarze wystąpiło znaczne zwiększenie powierzchni lasów (o 4,4 punktów procentowych) oraz terenów zurbanizowanych (o 2,4 punktów procentowych). Badania procesów suburbanizacji, powiązanych z *urban sprawl* w Warszawskim Obszarze Metropolitalnym, na podstawie danych o pokryciu terenu z bazy CLC z 2006 r. przeprowadzili Gąsiorowski i Poławski (2014). Zmiany pokrycia terenów rolniczych obszarów metropolitalnych w Polsce analizowała Nalej (2016). Wyniki badań wykazały ubytek terenów rolnych o 5,2 punktu procentowego, co spowodowane było przeważnie ich przekształcaniem w tereny zabudowy. Szerokie badania prowadził Lechowski (2013), analizując zmiany pokrycia terenu w strefie do 3 km wokół odcinka autostrady A2 (Emilia–Stryków) w latach 1996–2009. Uzyskane wyniki wskazują na wzrost odsetka terenów zabudowanych oraz koncentryczny układ rozchodzenia gęstości zmian od osi autostrady.

Celem niniejszego opracowania było zbadanie rodzaju, kierunku i natężenia zmian pokrycia terenu dwóch obszarów położonych w południowej części Łodzi, na podstawie archiwalnych zdjęć lotniczych wykonanych w 1973 r. i ortofotomapy² z 2017 r.

2. ŹRÓDŁA DANYCH I METODY BADAŃ

Badanie zmian pokrycia terenu wymaga zgromadzenia licznych danych, które mogą mieć postać map, zdjęć lotniczych i satelitarnych czy plików wektorowych i pochodzić z różnych przedziałów czasowych. W badaniu wykorzystano zdjęcia czarno-białe (panchromatyczne) o numerach 15_9279 i 15_9282 w skali 1 : 15 000, wykonane w sierpniu 1973 r., pozyskane ze zbiorów Biblioteki Geograficznej Wydziału Nauk Geograficznych Uniwersytetu Łódzkiego oraz ortofotomapę z 2017 r. (nalot z kwietnia) o rozdzielczości 0,05 m udostępnioną w postaci serwera WMS³ przez Łódzki Ośrodek Geodezji (InterSIT 2017).

Zdjęcia, w postaci odbitek na papierze fotograficznym, zeskanowano z rozdzielczością 600 dpi i zapisano w formacie *.TIFF. Następnie, używając oprogramowania ArcMap 10.2, nadano im georeferencję⁴ w Państwowym Układzie Współrzędnych Geodezyjnych 1992. W procesie nadawania georeferencji użyto punktów kontrolnych (*Ground Control Points*), które

można było jednoznacznie zidentyfikować zarówno na współczesnej ortofotomapie, jak i na archiwalnych zdjęciach lotniczych (Jaskulski, Łukasiewicz, Nalej, 2013). Punkty usytuowane były głównie na skrzyżowaniach ulic. W przypadku zdjęcia numer 15_9279 wybrano siedem punktów kontrolnych i uzyskano dokładność wpasowania przestrzennego wyrażoną jako całkowity błąd RMS (*Root Mean Square*) od 0,9 m do maksymalnie 3,6 m. Dla zdjęcia 15_9282 użyto dziewięciu punktów kontrolnych, a dokładność wpasowania przestrzennego wyniosła od 0,8 m do maksymalnie 4,6 m.

Na podstawie wpasowanych przestrzennie zdjęć i ortofotomapy wykonano digitalizację treści z zastosowaniem metody fotointerpretacji wizualnej, co pozwoliło na uzyskanie danych wektorowych o pokryciu terenu. Dane pozyskano według schematu klasyfikacyjnego, z dokładnością uogólnienia pojęciowego, która odpowiada Bazie Danych Obiektów Topograficznych w skali 1 : 10 000 (BDOT10k) dla zakresu tematycznego Pokrycie Terenu (PT). Ze względu na jakość materiałów archiwalnych, znacznie gorszą niż współczesne opracowania, pozyskanie danych ograniczono do II poziomu klasyfikacyjnego, gdyż nie było możliwe rozpoznanie bardziej szczegółowych wydzielen. W BDOT10k obiekty pokrycia terenu zachowują względem siebie relacje sąsiedztwa i w sposób ciągły (w 100%) wypełniają cały teren. Minimalna przyjęta w bazie danych powierzchnia wydzielenia formy pokrycia terenu wynosi 1000 m², przy minimalnej szerokości 10 m. Od tej zasady istnieją jednak pewne odstępstwa, określone szczegółowymi wytycznymi. W bazie, na II poziomie szczegółowości, wyróżniono 12 form pokrycia terenu (tab. 1) (Rozporządzenie, 2011).

Tabela 1. Klasyfikacja obiektów pokrycia terenu Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) według Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych (2011)

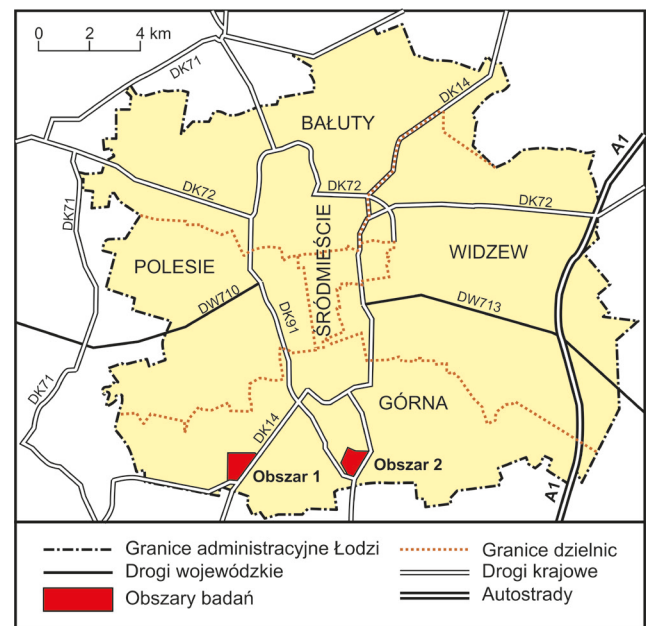
Poziom 1		Poziom 2	
Kod	Nazwa	Kod	Nazwa
PK	Pokrycie Terenu	PTWP	Woda powierzchniowa
		PTZB	Zabudowa
		PTLZ	Teren leśny i zadrzewiony
		PTRK	Roślinność krzewiasta
		PTUT	Uprawa trwała
		PTTR	Roślinność trawiasta i uprawa rolna
		PTKM	Teren pod drogami kołowymi, szynowymi i lotniskowymi
		PTGN	Grunt nieużytkowany
		PTPL	Plac
		PTSO	Składowisko odpadów
		PTWZ	Wyrobisko i zwalowisko
		PTNZ	Pozostały teren niezabudowany

Źródło: opracowanie własne na podstawie Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych (2011).

Zgromadzone dane poddano procesowi geoprzetwarzania z wykorzystaniem narzędzi Systemu Informacji Geograficznej (GIS)⁵. W pierwszym etapie analizy wyznaczono udziały poszczególnych form pokrycia terenu w powierzchni badanych obszarów w 1973 i 2017 r. Następnie zbadano kierunki i przestrzenne rozmieszczenie zmian pokrycia terenu. Aby tego dokonać przecięto warstwy wektorowe z danymi o pokryciu terenu w 1973 r. i 2017 r., wykonano macierz zmian oraz mapę różnicową (Sochacka, Pabjanek, Olędzki, 2008; Olędzki, Roguszcak, 2015).

3. OBSZAR BADAŃ

W zakres badań wchodziły dwa obszary położone w obecnych granicach administracyjnych południowej części Łodzi, w dzielnicy Górna (rys. 1). Tereny, na których się znajdują zostały włączone do Łodzi w 1946 r. Oba obszary w rozpatrywanym okresie zostały silnie przekształcone w wyniku procesów inwestycyjnych i urbanizacyjnych.



Rysunek 1. Położenie obszarów badań na tle granic administracyjnych Łodzi
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CODGiK (2017)

Obszar 1, o powierzchni 106,6 ha, to teren dawnej wsi Chocianowice, w której stosowana była wiejska, obustronna zabudowa typu ulicówka⁶. Źródła historyczne dokumentują istnienie tej osady już w XIV w. (Rosin, 1980). Przez następne stulecia Chocianowice były osadą, której mieszkańcy utrzymywali się z produkcji rolnej, a w okresie gwałtownego rozwoju Łodzi przemysłowej stały się jednym z podłódzkich osiedli, położonym

przy linii tramwajowej łączącej Łódź z Pabianicami. Od 1901 r. na terenie Chocianowic funkcjonuje zajezdnia tramwajowa. Osiedle włączono w granice administracyjne miasta dopiero po zakończeniu II wojny światowej (1946 r.), a od 1974 r. wraz z Łaskowicami stanowią część osiedla Nad Nerem w dzielnicy Górna. Na tym terenie w 2010 r. zostało otwarte centrum handlowo-usługowo-rozrywkowe Port Łódź o powierzchni ponad 12 ha, które jest trzecim pod względem wielkości obiektem tego typu w Polsce i drugim po Manufakturze w Łodzi (Koter, 2009; Port Łódź, 2018).

Obszar 2, o powierzchni 80,7 ha, również położony jest w południowej części Łodzi, na terenie dzielnicy Górna. Granice obszaru wytyczają ulice: Paradna, Rzgowska, Ustronna i Cegielniana. Jest to teren dawnej wsi Nery (Lindley, 1909), po włączeniu w granice administracyjne miasta grunty te przyłączono do osiedla Chojny. W latach 80. XX w. na badanym terenie powstał jeden z największych specjalistycznych szpitali w Polsce – Instytut „Centrum Zdrowia Matki Polki” (ICZMP). Centrum oddano do użytku w 1988 r. i zajmuje ono obszar 38,5 ha, a powierzchnia budynków to prawie 11 ha. O lokalizacji tej inwestycji, oprócz czynników polityczno-propagandowych, zdecydowało słabe zasiedlenie tego obszaru, bliskość terenów rekreacyjnych oraz bardzo dobra dostępność komunikacyjna w postaci drogi krajowej 91 (dawnej DK1) (ICZMP, 2014).

Wybór terenów poddanych badaniom podyktowany był ich podobieństwem. Oba obszary położone są na południowych peryferiach Łodzi, w sąsiedztwie ważnych szlaków komunikacyjnych (droga krajowa 14 i 91) (rys. 1), wcześniej były terenami o charakterze wiejskim i zostały włączone w granice administracyjne miasta w tym samym czasie. W omawianym okresie na obu obszarach zostały zrealizowane duże inwestycje, polegające na wybudowaniu wielkopowierzchniowych obiektów, co znacząco wpłynęło na przekształcenia pokrycia terenu. Za wyborem obszarów badań przemawiała również dostępność materiałów źródłowych w postaci archiwalnych zdjęć lotniczych i współczesnych ortofotomap.

4. ANALIZA ZMIAN POKRYCIA TERENU

Badanie wykazało, że w 1973 r. dominującym typem pokrycia terenu na obu obszarach była roślinność trawiasta i uprawa rolna (PTTR) (tab. 2). Przy czym na obszarze 1 zajmowała ona prawie 80% powierzchni, a na obszarze 2 ok. 55%. Drugim, pod względem odsetka zajmowanej powierzchni, typem pokrycia była zabudowa (PTZB). Na obszarze 2 stanowiła ona zdecydowanie większy odsetek, bo ponad 37% powierzchni. Na obszarze 1 było to niecałe 12%. Na obu badanych obszarach zbliżone były udziały terenów leśnych i zadrzewionych

(PTLZ), zajmujące ponad 2% ich powierzchni oraz terenów pod drogami kołowymi (PTKM) – ponad 6%. Wody powierzchniowe (PTWP) występowały tylko na obszarze 1, ale stanowiły niewielki odsetek jego powierzchni (0,2%).

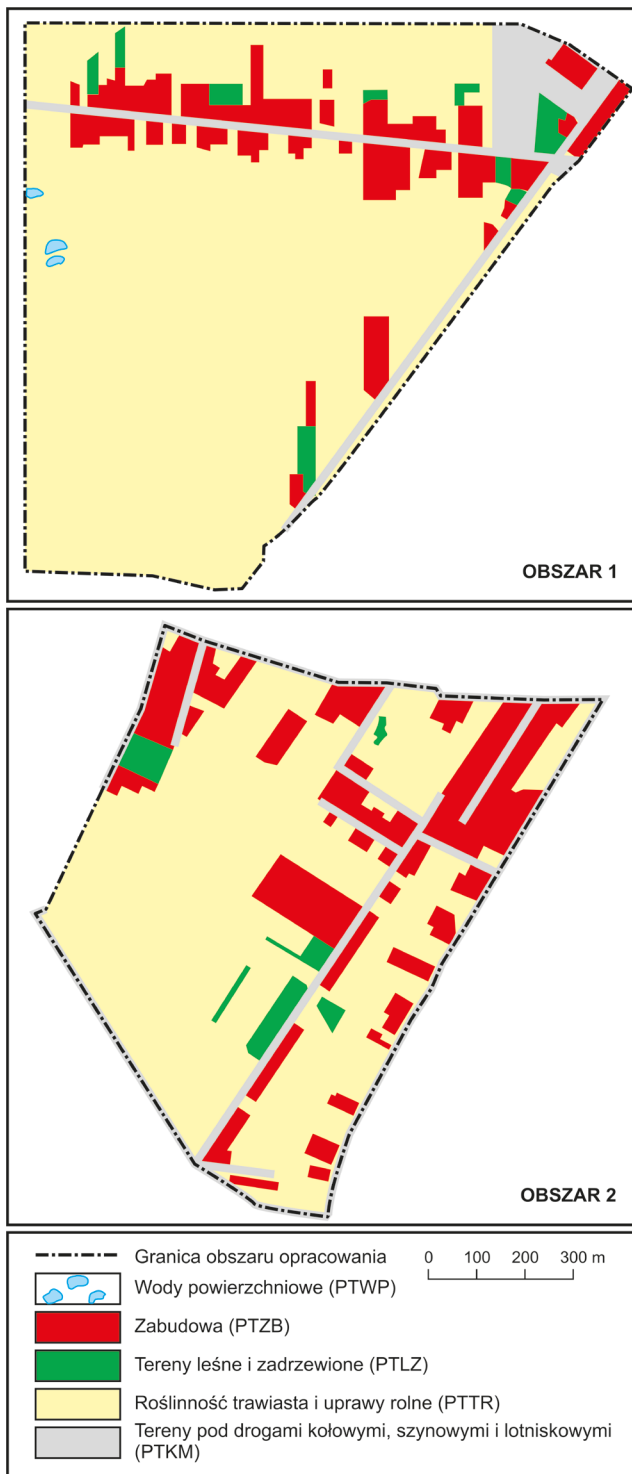
Tabela 2. Udział poszczególnych typów pokrycia terenu w powierzchni badanych obszarów w 1973 i 2017 r.

Udziały typów pokrycia terenu w powierzchni w latach	Obszar 1		Obszar 2	
	1973	2017	1973	2017
	%			
Woda powierzchniowa (PTWP)	0,2	0,6	0,0	0,0
Zabudowa (PTZB)	11,6	36,4	37,1	40,8
Teren leśny i zadrzewiony (PTLZ)	2,2	3,1	2,4	2,2
Uprawa trwała (PTUT)	0,0	1,4	0,0	0,1
Roślinność trawiasta i uprawa rolna (PTTR)	79,1	42,7	54,4	37,8
Teren pod drogami kołowymi, szynowymi i lotniskowymi (PTKM)	6,9	12,4	6,1	12,7
Plac (PTPL)	0,0	3,2	0,0	5,8
Pozostały teren niezabudowany (PTNZ)	0,0	0,2	0,0	0,6

Źródło: opracowanie własne.

Rozkład przestrzenny typów pokrycia terenu występujących na obu badanych obszarach w 1973 r. przedstawiał się podobnie (rys. 2). Tereny trawiaste i rolne (PTTR) zajmowały zachodnie, południowe i środkowe części obu obszarów. Zabudowa (PTZB) występowała głównie w ich północnych częściach, a na obszarze 2 również w jego części wschodniej. Tereny pod drogami kołowymi (PTKM) stanowiły przeważnie ulice współwystępujące z obszarami zabudowy. Warto zwrócić uwagę na rozległy teren związany z komunikacją, usytuowany w północno-wschodniej części obszaru 1, jest to zajezdnia tramwajowa „Chocianowice”. Poza tym na obszarze 1 widoczne są tylko dwie ulice. Również tereny leśne i zadrzewione (PTLZ) przylegały do obszarów zabudowy. Można przypuszczać, że były to drzewa owocowe w sadach, ale ze względu na słabą jakość materiałów źródłowych nie można ustalić, czy rzeczywiście niektóre z obszarów roślinności wysokiej powinny być zakwalifikowane jako uprawy trwałe (PTUT), do których według klasyfikacji BDOT10k zaliczane są sady. Wody powierzchniowe (PTWP) występowały tylko na obszarze 1 i były widoczne w jego środkowo-zachodniej części.

W 2017 r. na obszarze 1 nadal największy udział, prawie 43%, w jego powierzchni miały roślinność trawiasta i uprawa rolna (PTTR), a na drugiej pozycji zabudowa (PTZB) – 36% (tab. 2). Odwrotna sytuacja była na obszarze 2, gdzie największy odsetek, bo prawie 41%



Rysunek 2. Pokrycie terenu badanych obszarów w 1973 r.
Źródło: opracowanie własne

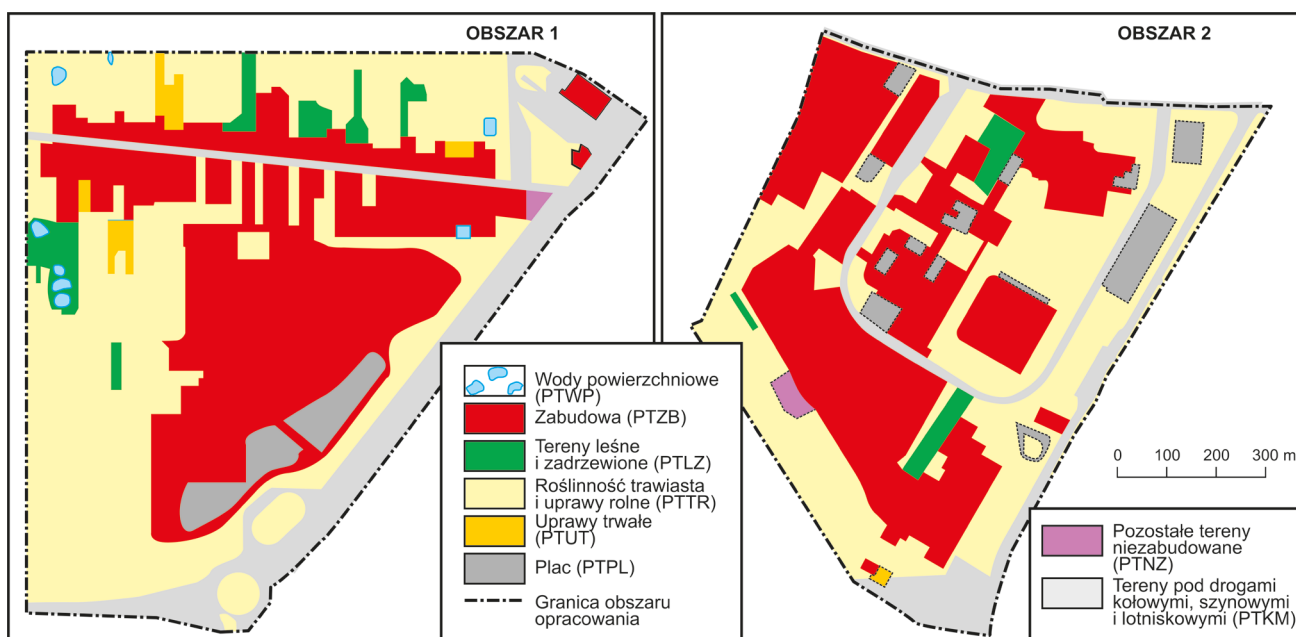
powierzchni, zajmowała zabudowa (PTZB), a roślinność trawiasta i uprawa rolna (PTTR) 37%. Zbliżone udziały w powierzchni obu obszarów (po ponad 12%) miały tereny pod drogami kołowymi (PTKM). Natomiast grunty leśne i zadrzewione (PTLZ) nieco większy odsetek powierzchni zajmowały na obszarze 1. W 2017 r. odnotowano również występowanie takich typów pokrycia, jak place (PTPL), które na obszarze 2

stanowiły prawie 6% jego powierzchni, a na obszarze 1 ponad 3% oraz uprawy trwałe (PTUT), które zajmowały 1% i 0,1% powierzchni, odpowiednio na obszarze 1 i 2. W pokryciu obu terenów w 2017 r. odnotowano też występowanie pozostałych gruntów niezabudowanych (PTNZ). Ich udział w powierzchni obu obszarów był nieznaczny, ale większy na terenie 2 – 0,6%. Wody powierzchniowe (PTWP) występowały nadal tylko na obszarze 1 i stanowiły 0,6% jego powierzchni.

W rozkładzie przestrzennym form pokrycia terenu w 2017 r. na obszarze 1 nadal większe połacie roślinności trawiastej i uprawy rolnej (PTTR) widoczne były w jego zachodniej i południowo-zachodniej części (rys. 3). Północny fragment obszaru 1 oraz jego centrum zajmowała głównie zabudowa (PTZB), a tereny pod drogami kołowymi (PTKM) rozciągnięte były wzdłuż jego wschodniego i południowego krańca. Tereny leśne i zadrzewione (PTLZ) na obszarze 1 występowały w większości w płatach⁷ przylegających do zabudowy, a w zachodniej części obszaru widoczny był większy pod względem powierzchni płat tego typu pokrycia, otaczający kilka płatów wód powierzchniowych (PTWP). Poza tym wody powierzchniowe występowały też w północnej części obszaru 1. Podobnie jak uprawy trwałe (PTUT) i place (PTPL), które przylegały do obszarów zabudowy. Uwagę zwracają dwa znaczne pod względem powierzchni place, otoczone obszarem zabudowy w południowo-wschodniej części obszaru 1. Jest to teren centrum handlowego Port Łódź, a widoczne w pokryciu place, to parkingi towarzyszące zabudowie kompleksu. Natomiast pojedynczy płat pozostałych terenów niezabudowanych (PTNZ) występował w północno-wschodniej części obszaru 1.

Na obszarze 2 w 2017 r. dominującą formą pokrycia była zabudowa (PTZB), która zajmowała głównie północno-zachodnią i centralną część obszaru (rys. 3). W części południowej i północno-wschodniej widoczne były bardziej rozległe płaty roślinności trawiastej i upraw rolnych (PTTR). Tereny pod drogami kołowymi (PTKM) – ulice – częściowo rozcinały zabudowę w centrum obszaru 2, ale przebiegały też wzdłuż jego wschodniej granicy. Na obszarze 2, z wyjątkiem jego południowo-zachodniej części, widoczne były licznie występujące place (PTPL). Natomiast tereny leśne i zadrzewione (PTLZ) stanowią pojedyncze płaty w północnej i południowej części obszaru 2.

Porównując pokrycie terenu obu obszarów z 1973 r. i 2017 r. zauważyć można zarówno zmiany udziałów procentowych w powierzchni obszarów badań poszczególnych typów pokrycia terenu, ale też ich większe zróżnicowanie. Zmiany pokrycia terenu na obszarze 1 objęły 53,2 ha, a na 2 – 61,5 ha, co stanowi odpowiednio 49,9% oraz 76,2% ich powierzchni. Zwiększyła się też liczba występujących typów pokrycia terenu z pięciu do ośmiu, a udziały procentowe prawie wszystkich form pokrycia terenu zwiększyły się



Rysunek 3. Pokrycie terenu badanych obszarów w 2017 r.

Źródło: opracowanie własne

(tab. 2). Wyjątek stanowi roślinność trawiasta i uprawa rolna (PTTR), dla której odnotowano największy spadek udziału w powierzchni badanych obszarów o 36,4 i 16,6 punktów procentowych odpowiednio dla obszaru 1 i 2. Dodatkowo na obszarze 2 zmniejszyły się nieznacznie udziały terenów leśnych i zadrzewionych. Natomiast największy przyrost udziału procentowego w powierzchni badanych stref odnotowano dla zabudowy (PTZB) na obszarze 1 i terenów pod drogami kołowymi (PTKM) na obszarze 2 (tab. 2).

Szczegółowa analiza zmian pokrycia terenu wykazała, że na obu badanych obszarach największym zmianom uległy tereny roślinności trawiastej i uprawy rolnej

(PTTR). Ich przekształcenia stanowiły odpowiednio 82,8% i 54,6% wszystkich zmian na obszarze 1 i 2 (tab. 3). Najczęściej ten typ pokrycia (PTTR) był zabudowywany (PTZB), co stanowiło 54,3% wszystkich zmian na obszarze 1 i 38,9% na obszarze 2. Występowały one głównie w centralnych i północnych fragmentach miasta (rys. 4). Roślinność trawiasta i uprawa rolna (PTTR) były również przeznaczane na grunty pod drogi kołowe (PTKM), na obszarze 1 te przekształcenia stanowiły prawie 14% wszystkich zmian, a na obszarze 2 ponad 9%. Na obu analizowanych terenach było to widoczne głównie na ich wschodnich i południowych krańcach, a na obszarze 2 również w części centralnej.

Tabela 3. Macierz zmian pokrycia terenu obszaru badań w latach 1973–2017

Zmiana pokrycia	na	PTWP	PTZB	PTLZ	PTUT	PTTR	PTKM	PTPL	PTNZ
z	na obszarze	%							
PTWP	1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
PTZB	1	0,0	0,0	0,3	0,4	2,6	2,8	0,7	0,4
	2	0,0	0,0	0,5	0,3	23,7	6,5	6,0	0,0
PTLZ	1	0,0	0,6	0,0	0,0	2,8	0,7	0,0	0,0
	2	0,0	1,4	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0
PTTR	1	0,9	54,3	5,5	2,5	0,0	13,9	5,7	0,0
	2	0,0	38,9	1,5	0,0	0,0	9,2	4,3	0,7
PTKM	1	0,0	1,8	0,0	0,0	3,9	0,0	0,0	0,0
	2	0,0	1,8	0,0	0,0	3,5	0,0	0,3	0,0

Objaśnienia: PTWP – woda powierzchniowa; PTZB – zabudowa; PTLZ – teren leśny i zadrzewiony; PTUT – uprawa trwałe; PTTR – roślinność trawiasta i uprawa rolna; PTKM – teren pod drogami kołowymi, szynowymi i lotniskowymi; PTPL – plac; PTNZ – pozostały teren niezabudowany.

Źródło: opracowanie własne.

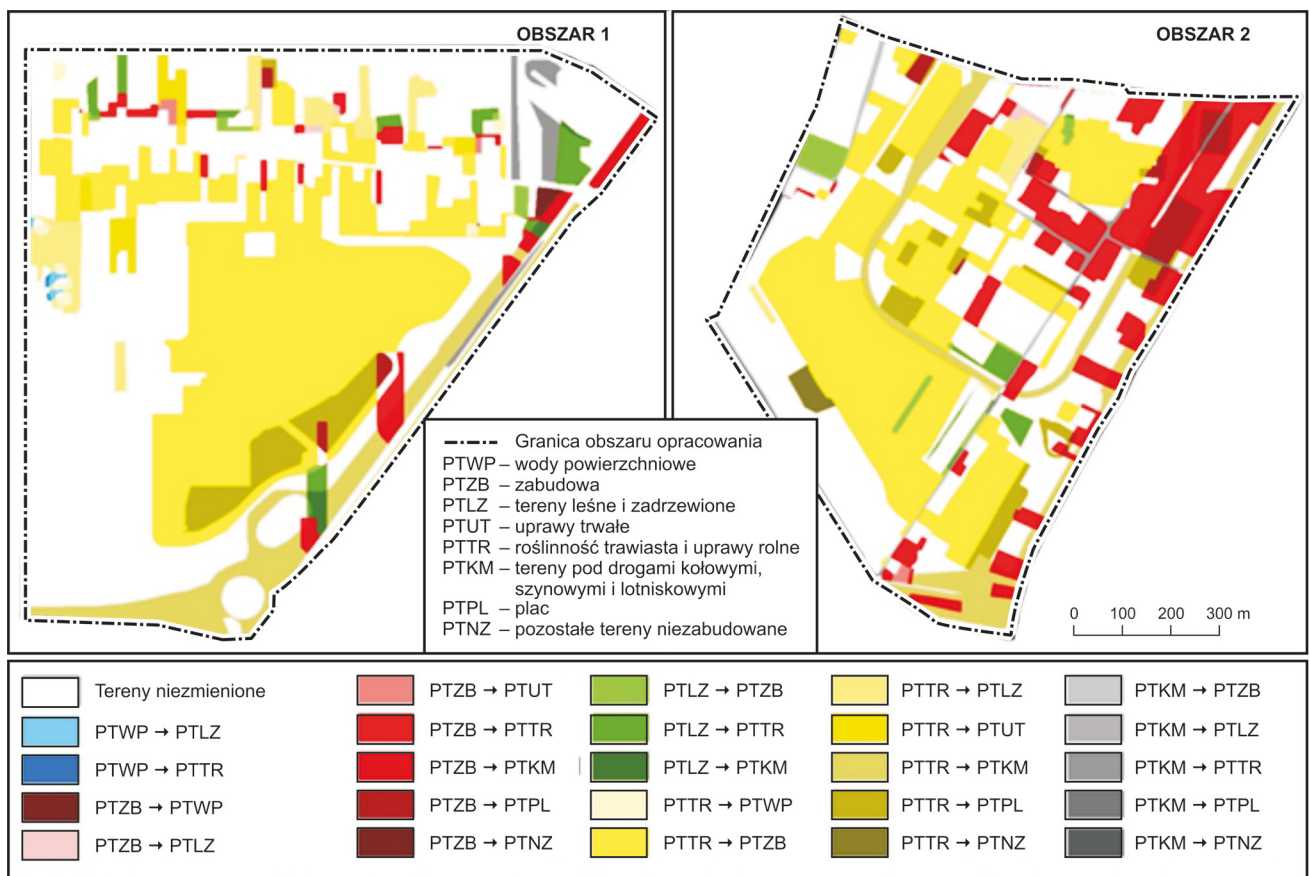
Roślinność trawiasta i uprawa rolna (PTTR) na obszarze 1 były przekształcane też w tereny leśne i zadrzewione (PTLZ) oraz place (PTPL), te zabiegi stanowiły po ponad 5% wszystkich, zachodzących na tym obszarze zmian. Pierwsze z wymienionych przekształceń występowały w północnej i zachodniej części obszaru, a drugie skoncentrowane były w jego części południowo-wschodniej (rys. 3). Również na obszarze 2 przekształcenia terenów roślinności trawiastej i terenów rolnych (PTTR) w place (PTPL) były intensywne i stanowiły ponad 4% wszystkich zachodzących tam zmian (rys. 4).

Drugą intensywnie przekształcaną formą pokrycia terenu była zabudowa (PTZB). Szczególnie na obszarze 2, gdzie jej przeobrażenia stanowiły 37% wszystkich zmian (tab. 3). Co ciekawe, przeznaczano ją głównie na grunty pod roślinność trawiastą i uprawy rolne (PTTR) – prawie 24% wszystkich zmian na tym obszarze – oraz na tereny pod drogi kołowe (PTKM) i place (PTPL) – po ponad 6% wszystkich zmian. Przekształcenia zabudowy (PTZB) koncentrowały się w północno-wschodniej części obszaru (rys. 4). Na obszarze 1 zabudowa również (PTZB) była zmieniana w tereny pod drogami kołowymi (PTKM), ale też na grunty roślinności trawiastej i upraw rolnych (PTTR), co stanowiło w obu przypadkach po ponad 2,5% wszystkich zmian tam zachodzących. Przeobrażenia zabudowy na obszarze 1

stanowiły łącznie nieco ponad 7% wszystkich zmian wprowadzonych na tym terenie i występowały w jego północnej części i na wschodnich krańcach (rys. 4).

Na obu analizowanych obszarach przekształcenia terenów pod drogami kołowymi (PTKM) stanowiły po 5,7% wszystkich zmian (tab. 3). Tereny te były głównie zmieniane w grunty pod roślinność trawiastą i uprawy rolne (PTTR), co stanowiło odpowiednio 3,9% i 3,5% na obszarze 1 i 2. Były również przekształcane w zabudowę (PTZB), co na obu badanych obszarach wynosiło po 1,8% wszystkich zmian. Modyfikacje terenów pod drogami kołowymi (PTKM) na obszarze 1 widoczne były w jego północno-wschodniej części, a na obszarze 2 występowały w postaci pasm nawiązujących do przebiegu dróg, głównie w jego części wschodniej (rys. 4).

Większe zmiany terenów leśnych i zadrzewionych (PTLZ) zaszły na obszarze 1 i stanowiły one ponad 4% wszystkich działań. Tereny te były przekształcane w grunty pod roślinność trawiastą i uprawy rolne (PTTR), co stanowiło 2,8% wszystkich zmian na tym obszarze, a przekształcenia te widoczne były przede wszystkim w jego północnej części oraz w postaci pojedynczych płatów na południowym wschodzie. Na obszarze 2 przekształcenia terenów leśnych i zadrzewionych (PTLZ) były rozproszone po całej analizowanej strefie i stanowiły podobny odsetek zmian jak



Rysunek 4. Mapa różnicowa pokrycia terenu w latach 1973–2017
 Źródło: opracowanie własne

na obszarze 1 – 2,7%. Ten typ pokrycia przekształcany były w zabudowę (PTZB) i tereny roślinności trawiastej i upraw rolnych (PTTR), co stanowiło odpowiednio 1,4% i 1,2% wszystkich zmian (rys. 4).

Najsłabszym modyfikacjom uległy wody powierzchniowe (PTWP). Te zmiany widoczne były tylko w zachodniej części obszaru 1 (rys. 4) i obejmowały przekształcenia w tereny leśne i zadrzewione (PTLZ) oraz roślinności trawiastej i upraw rolnych (PTTR), co stanowiło odpowiednio 0,2% i 0,1% zmian na tym obszarze (tab. 3). Należy również zauważyć, że najmniej zmian na obu badanych obszarach występowało w ich południowo-zachodnich częściach.

5. PODSUMOWANIE

Analiza pokrycia terenu z lat 1973–2017 wykazała, że na badanych obszarach zwiększyła się różnorodność typów pokrycia terenu, w 2017 r. wyróżniono ich o trzy więcej niż w 1973 r. Na obszarze 2 zmienił się dominujący typ pokrycia terenu. W 1973 r. była to roślinność trawiasta i uprawa rolna (PTTR) zajmująca ponad połowę jego powierzchni, a w 2017 r. dominowała zabudowa (PTZB). Na obszarze 1 w 2017 r. nadal największą powierzchnię zajmowała roślinność trawiasta i uprawa rolna (PTTR), jednak udział zabudowy (PTZB) w porównaniu z 1973 r. wzrósł o ponad 24 punkty procentowe. Należy też zauważyć, że na obu obszarach nastąpiło wyrównanie udziałów procentowych pomiędzy tymi dwoma typami pokrycia (PTTR i PTZB) i ich udziały w powierzchni obszarów w przybliżeniu wynosiły 40%.

Najwięcej, bo 56% i 42% wszystkich zmian, odpowiednio na obszarze 1 i 2, stanowiły przekształcenia różnych typów pokrycia w zabudowę (PTZB). Widoczny był też znaczny przyrost udziałów terenów pod drogami kołowymi (PTKM) o 5,5 i 6,6 punktu procentowego odpowiednio dla obszaru 1 i 2 oraz pojawienie się na obu obszarach placów (PTPL). Przyczyn tych zmian należy szukać w procesach inwestycyjnych, które miały miejsce na obu badanych obszarach. Powstanie dużego centrum handlowego Port Łódź na obszarze 1 spowodowało znaczny przyrost terenów zabudowy oraz wymusiło rozwój infrastruktury drogowej i miejsc parkingowych, które zapewniają dobrą dostępność komunikacyjną. Na obszarze 2 przyrost odsetka zabudowy nie był tak duży i wyniósł niecałe 4 punkty procentowe. Jednak już w 1973 r. udział zabudowy w powierzchni tego obszaru wynosił ponad 37%. W analizowanym okresie można było zaobserwować bardzo duże przekształcenia zabudowy na obszarze 2, spowodowane powstaniem Szpitala ICZMP, który zajął prawie połowę jego powierzchni, w tym budynki Centrum stanowiły prawie 14% powierzchni obszaru 2. Podobnie jak na obszarze 1, zaobserwowano też przyrost

terenów pod drogami kołowymi (PTKM) oraz placów (PTPL), które zapewniają dostępność komunikacyjną obiektów ICZMP.

W latach 1973–2017 procesy inwestycyjne spowodowały, że badane obszary stały się podobne pod względem procentowych udziałów poszczególnych typów pokrycia terenu. Zmiany pokrycia terenu, które na nich zaszły doprowadziły do wzrostu odsetka zabudowy (PTZB) oraz terenów związanych z komunikacją, w tym terenów pod drogami kołowymi (PTKM) i placów (PTPL), głównie kosztem roślinności trawiastej i uprawy rolnej (PTTR) lub przekształceń istniejącej zabudowy, co świadczy o rozwoju miasta i zmianach jego układu przestrzennego. Zaobserwowane zmiany pod względem kierunku, jak i natężenia nawiązują do zmian pokrycia terenu obserwowanych w wielu miastach na świecie.

PRZYPISY

¹ LiDAR – *Light Detecting And Ranging*.

² Ortofotomapa to mapa obrazowa utworzona z pojedynczych obrazów (np. zdjęć lotniczych) poddanych procesowi ortorektifikacji oraz przedstawiona w nawiązaniu do układu współrzędnych przyjętego odwzorowania kartograficznego (Gaździcki, 2003).

³ WMS – *Web Map Service* (WMS), stworzony przez Open Geospatial Consortium (OGC) standard udostępniania map w postaci rastrowej za pomocą interfejsu HTTP (Gaździcki, 2003).

⁴ Georeferencja – nadanie plikowi rastrowemu lub wektorowemu informacji o położeniu w przestrzeni (Urbański, 2010).

⁵ System Informacji Geograficznej (GIS) – *Geographic Information System* – USA oraz *Geographical Information System* – Wielka Brytania, Kanada, Australia (Gaździcki, 2003; Litwin, Myrda, 2005).

⁶ Ulicówka to typ wsi jednodrożnej o zwartej zabudowie, przypominająca miejską ulicę (Szymańska, 2013).

⁷ Płat pokrycia terenu – poligon reprezentuje określoną formę pokrycia terenu oznaczony unikalnym zakodowanym identyfikatorem zgodnym z obowiązującym systemem kodów (Urbański, 2010).

BIBLIOGRAFIA

- Bagan, H., Yamagata, Y. (2014). Land-cover change analysis in 50 global cities by using a combination of Landsat data and analysis of grid cells. *Environmental Research Letters*, 9 (6), 1–13. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/6/064015>
- Bielecka, E., Ciołkosz, A. (2004). Land cover structure in Poland and its changes in the last decade of 20th century. *Roczniki Geomatyki. Annals of Geomatics*, 2 (1), 81–88.
- Borowska-Stefańska, M., Leśniewska-Napierała, K., Wiśniewski, S. (2018). Land cover changes in Poland between 1990 and 2012. *Geografie*, 123 (1), 63–83. <https://doi.org/10.37040/geografie2018123010063>
- Ciołkosz, A., Poławski, Z. (2006). Zmiany użytkowania ziemi w Polsce w II połowie XX w. *Przegląd Geograficzny*, 78 (2), 173–190.

- CODGIK (2017). Dane bez opłat. Państwowy Rejestr Granic i Powierzchni Jednostek Podziałów Terytorialnych Kraju – PRG. Pobrane z: <http://www.codgik.gov.pl/index.php/dar-mowe-dane.html> (25.09.2017).
- Gaździcki, J. (2003). *Leksykon geomatyczny*. Warszawa: Wydawnictwo „Więś Jutra” Polskie Towarzystwo Informatyki Przemysłowej.
- Gąsiorowski, J., Poławski, Z.F. (2014). Land Use Structure as the Basis for Indicators Determining Spatial Development of the Environment. *Polish Journal of Environmental Studies*, 23 (3), 955–960.
- ICZMP (2014). Jubileusz 25-lecia Instytutu Centrum Zdrowia Matki Polki. *Biuletyn Informacyjny Rady Głównej Instytutów Badawczych*, 4/2014, 8–9.
- Jaskulski, M., Łukasiewicz, G., Nalej, M. (2013). Porównanie metod transformacji map historycznych. *Roczniki Geomatyki*, 11 (4/61), 41–57.
- Koter, M. (2009). Kształtowanie się tkanki miejskiej Łodzi do 1918 roku. W: S. Liszewski (red.), *Łódź monografia miasta* (s. 62–112). Łódź: Redakcja Naczelna Wydawnictw Łódzkiego Towarzystwa Naukowego.
- Lechowski, Ł. (2013). Analiza zmian pokrycia terenu wokół autostrad za pomocą metod GIS. *Acta Universitatis Lodzianensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 14, 59–76.
- Lindley, W.H. (1909). Łódź wodostoki. Obszczaja karta goroda Łodzi i okrestnostiej. W: M. Janik, J. Kusiński, Z. Szambelan, M. Stępniewski, *Łódź na mapach 1793–1939* (s. 142–143). Warszawa–Łódź: Wydawnictwo Jacek Kusiński.
- Litwin, L., Myrda, G. (2005). *Systemy Informacji Geograficznej. Zarządzanie danymi przestrzennymi w GIS, SIP, SIT, LIS*. Gliwice: Wydawnictwo HELION.
- Litwińska, E. (2010). Modelowanie struktur metropolitalnych w aspekcie zjawiska urban sprawl. *Czasopismo Techniczne. Architektura*, 107, 139–148.
- Mantey, D. (2011). Podwarszawskie osiedla – głos w dyskusji nad chaotycznym rozrostem stolicy. *Kwartalnik Architektury i Urbanistyki*, 56, 35–47.
- Nalej, M. (2016). Agricultural land cover changes in metropolitan areas of Poland for the period 1990–2012. *Miscellanea Geographica*, 20 (2), 39–45. <https://doi.org/10.1515/mgrsd-2016-0005>
- Niedzielko, J., Lewiński, S. (2012). Detekcja zmian pokrycia terenu na zdjęciach satelitarnych Landsat – porównanie trzech metod. *Teledetekcja Środowiska*, 47, 87–98.
- Oleđzki, J.R., Roguszczak, A. (2015). Zmiany użytkowania ziemi w gminie miejskiej Brodnica w latach 1911–2013. *Teledetekcja Środowiska*, 53, 53–73.
- Port Łódź (2018). Pobrane z: <https://www.portlodz.pl/> (17.01.2018).
- Rosin, R. (1980). Miasto Łódź i wsie podłódzkie od początku XV do schyłku XVI w. W: B. Baranowski, J. Fijałek (red.), *Łódź dzieje miasta. Tom I*, (s. 77–109). Warszawa–Łódź: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych 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.
- Salvati, L., Sabbi, A. (2011). Exploring long-term land cover changes in an urban region of southern Europe. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 18 (4), 273–282. <https://doi.org/10.1080/13504509.2011.560453>
- Sochacka, E., Pabjanek, P., Oleđzki, J.R. (2008). Analiza zmian użytkowania ziemi zlewni Strugi Toruńskiej na podstawie wieločasowych zdjęć lotniczych. *Teledetekcja Środowiska*, 39, 67–84.
- Szymańska, D. (2013). *Geografia osadnictwa*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Urbański, J. (2010). *GIS w badaniach przyrodniczych*. Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
- Wężyk, P., Wójtowicz-Nowakowska, A., Pierzchalski, M., Mlost, J., Szafrńska, B. (2013). Mapa zmian pokrycia terenu małopolski 1986–2011 wykonana w oparciu o klasyfikację obiektową obrazów satelitarnych Landsat oraz RapidEye. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, 25, 273–284.
- Yılmaz, R. (2009). Monitoring land use/land cover changes using CORINE land cover data: a case study of Silivri coastal zone in Metropolitan Istanbul. *Environmental Monitoring and Assessment*, 165 (1–4), 603–615. <https://doi.org/10.1007/s10661-009-0972-z>
- Zhou, W., Troy, A., Grove, M. (2008). Object-based land cover classification and change analysis in the Baltimore metropolitan area using multitemporal high resolution remote sensing data. *Sensors*, 8 (3), 1613–1636. <https://doi.org/10.3390/s8031613>

Artykuł wpłynął:

11 maja 2020

Zaakceptowano do druku:

17 grudnia 2020