

POKRYCIE TERENU WOJEWÓDZTWA ŁÓDZKIEGO W LATACH 2000–2018 W ŚWIETLE DANYCH CORINE LAND COVER

Land cover of Łódź Voivodeship in the years 2000–2018 in the light of Corine Land Cover data

MARTA NALEJ* 

Zarys treści. Celem pracy była analiza pokrycia terenu i jego zmian w województwie łódzkim w latach 2000–2018. Bazując na danych CORINE Land Cover oraz wykorzystując narzędzia GIS, wykonano analizę pokrycia terenu i jego zmian dla trzech przedziałów czasowych 2000–2006, 2006–2012 i 2012–2018, w ujęciu ilościowym i przestrzennym, co pozwoliło na scharakteryzowanie pokrycia terenu badanego obszaru oraz uchwycenie kierunków zmian, ich natężenia i miejsca występowania. W badaniu przeprowadzono pomiar gęstości zmian metodą estymacji rozkładu gęstości z wykorzystaniem nieparametrycznych estymatorów jądrowych (*kernel function*).

Słowa kluczowe: zmiany pokrycia terenu; przekształcenia pokrycia terenu; CLC; GIS, *kernel function*

Abstract. The aim of the author was to analyse land cover and its changes in the Łódź Voivodeship in the years 2000–2018. Based on CORINE Land Cover data and using GIS tools, analysis of land cover and its changes were performed for three intervals – the years 2000–2006, 2006–2012 and 2012–2018 – in spatial and quantitative terms. This approach allowed the land cover of the studied area to be characterised and the directions, intensity and spatial distribution of changes to be captured. In the study the density of changes was measured using the method of density distribution estimation with the use of non-parametric nuclear estimators – the kernel function.

Keywords: land cover changes; land cover transformations; CLC; GIS, kernel function

Wstęp

Pokrycie terenu jest pojęciem wieloaspektowym, które opisuje fizyczny stan fragmentu powierzchni Ziemi ze względu na zajmujące go obiekty naturalne i antropogeniczne. Nie obejmuje ono aspektów społeczno-ekonomicznych, czyli pełniących przez dany teren funkcji, z którym związane są badania użytkowania ziemi. Od lat 70. XX w. następował wzrost zainteresowania badaniami pokrycia terenu, wynikający z powiązania ich z badaniami zmian klimatu. Szybki rozwój badań pokrycia terenu (szczególnie jego zmian) rozpoczął się w latach 90. XX w., dzięki rozwojowi technik komputerowych oraz coraz powszechniejszemu dostępowi do danych, których źródłem są przede wszystkim materiały teledetekcyjne (zdjęcia lotnicze i satelitarne, jak również tworzone na ich podstawie ortofotomapy) i możliwości ich przetwarzania w celu uzyskania informacji o po-

kryciu terenu. Badania te, a szczególnie zmian pokrycia terenu są ważne dla zrozumienia związków między zjawiskami antropogenicznymi i naturalnymi. Znajomość ich rozmiaru, dynamiki i kierunku na danym obszarze może być podstawą analiz rozwoju takiego terenu i modelowania przyszłych jego przekształceń (Ciołkosz, Poławski 2005, 2006; Fisher i in. 2005; Lambin, Geist 2006; Comber 2008).

W Polsce badania pokrycia terenu i jego zmian są prowadzone w skali kraju i wybranych regionów. Badania obejmujące cały kraj w ostatniej dekadzie XX w. prowadzili Bielecka i Ciołkosz (2004a) na podstawie danych CORINE Land Cover (CLC) z lat 1990 i 2000. Stwierdzili, że w tym okresie 0,9% powierzchni Polski zmieniło typ pokrycia. Największe zmiany dotyczyły lasów zmienianych przez wycinanie oraz gruntów ornych, przekształcanych w pastwiska i ugory lub tereny antropogeniczne. Ocenę intensywności i kierunków zmian pokrycia terenu w Polsce, na pod-

* Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych, Instytut Geografii Miast i Turystyki, Zakład Geoinformacji, ul. Kopcińskiego 31, 90-142 Łódź; e-mail: marta.nalej@geo.uni.lodz.pl, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5182-9770>

stawie analogicznych danych przeprowadzili w latach 1990–2012 Borowska-Stefańska i in. (2018). Wykazali, że zmiany pokrycia terenu nadal były intensywne i obejmowały w Polsce znaczną powierzchnię (około 134,715 ha rocznie, czyli około 0,43% całkowitej powierzchni). Zmiany pokrycia terenów rolniczych ośmiu obszarów metropolitalnych w Polsce badała autorka (Nalej 2016). Analiza zmian w ujęciu ilościowym i przestrzennym na podstawie danych Corine Land Cover dla trzech przedziałów czasowych (1990–2000, 2000–2006 i 2006–2012) wykazała, że tereny rolne, które nadal pokrywają ponad połowę powierzchni badanych obszarów metropolitalnych ulegały silnym przekształceniom. Największe zmiany miały miejsce w latach 2000–2006, kiedy ubytek powierzchni terenów rolnych wynoszący 5,2% spowodowany był przeważnie ich przekształcaniem w tereny zabudowy miejskiej luźnej.

Badania dotyczące jednej z głównych klas pokrycia terenu, jakimi są lasy, prowadzili w Karpatach Kozak (2003) oraz Kozak i in. (2007). Charakteryzują się one szerokim zakresem czasowym, sięgającym w XIX w. Oprócz archiwalnych materiałów kartograficznych w postaci map topograficznych w badaniach autorzy wykorzystali również zdjęcia satelitarne Landsat TM i ETM+, stwierdzając wzrost powierzchni terenów leśnych na badanym obszarze. Takie same badania, ale z wykorzystaniem tylko archiwalnych map topograficznych prowadzili Kaim i in. (2016), jednak dotyczyły one bardziej aspektów metodologicznych związanych z oceną metod rekonstrukcji pokrycia terenu lasami.

W większej skali przestrzennej badania pokrycia terenu podjął Lechowski (2013), analizując w latach 1996–2009 jego zmiany, w strefie do 3 km wokół odcinka autostrady A2 (Emilia–Stryków). Analiza ta, sporządzona metodą klasyfikacji wizualnej z ortofotomap według zmodyfikowanego schematu klasyfikacyjnego Topograficznej Bazy Danych wykazała wzrost odsetka terenów zabudowanych oraz koncentryczny układ rozchodzenia się gęstości zmian od osi autostrady.

Wykrycie głównych trendów zmian pokrycia terenu województwa małopolskiego w latach 1986–2011 było celem pracy Wężyka i in. (2013). Dane, w podziale na 10 klas pokrycia terenu, pozyskano w oparciu o zobrażenia satelitarne RapidEye i Landsat TM oraz lotnicze ortofotomapy (Państwowy Zasób Geodezyjny i Kartograficzny), z zastosowaniem klasyfikacji obiektowej

(klasyfikacja OBIA – *Object Based Image Analysis*). Wykazano, iż na badanym obszarze wystąpiło znaczne zwiększenie powierzchni lasów (o 4,4%) oraz terenów zurbanizowanych (o 2,4%), głównie kosztem powierzchni gruntów rolnych (spadek o 3,6%) oraz trwałych użytków zielonych (spadek o 1,2%).

Celem autorki niniejszego opracowania była zaś analiza pokrycia terenu i jego zmian w województwie łódzkim. Badanie to przeprowadziła na podstawie danych czterech kolejnych wersji bazy CORINE Land Cover z lat 2000, 2006, 2012 i 2018, z użyciem narzędzi GIS¹. Postępowanie objęło ustalenia procentowego udziału każdego typu pokrycia terenu i jego zmian, w powierzchni województwa, głównych kierunków tych przemian oraz wykrycie ich lokalizacji w trzech przedziałach czasowych.

Obszar badań

Obszarem badań było województwo łódzkie w granicach z 1 stycznia 1999 r., określonych na mocy ustawy z dnia 24 lipca 1998 r. o wprowadzeniu zasadniczego trójstopniowego podziału terytorialnego państwa (Ustawa 1998). Województwo łódzkie leży w Polsce Środkowej i zajmuje 18 219 km² (GUS 2019). Pod względem administracyjnym podzielone jest na 24 powiaty, na które składają się 234 gminy. Z 44 miast, największym zarówno pod względem powierzchni, jak i liczby ludności jest oczywiście Łódź (293 km² i 690 422 mieszkańców w 2017 r.). Leży w centrum województwa (rys. 1), jest siedzibą jego władz, a oddziaływanie funkcji regionalnych i metropolitalnych skoncentrowanych w Łodzi sprzyjało utworzeniu województwa łódzkiego w jego obecnym zasięgu (Liszewski 2001; GUS 2018, 2019).

Na terenie omawianego województwa położony jest ważny w skali Polski węzeł komunikacyjny – skrzyżowanie autostrad A1 i A2 (węzeł Łódź Północ) – rys. 1. Drogi te stanowią odcinki europejskich szlaków transportowych Gdańsk–Łódź–Katowice–Ostrawa i Berlin–Poznań–Warszawa–Moskwa. Budowana w latach 2010–2016 Autostrada A1 przecina województwo z północy na południe. Autostrada A2 biegnie zaś równoleżnikowo w północnej części województwa. Jej odcinek od zachodniej granicy województwa do węzła Łódź Północ powstał już w latach 2004–2006, natomiast budowa kolejnych odcinków, umożli-

¹ System Informacji Geograficznej – *Geographic Information System* – USA oraz *Geographical Information System* – Wielka Brytania, Kanada, Australia (Gaździcki 2003; Litwin, Myrda 2005).

wiających autostradowe połączenie Łodzi ze stolicą (Warszawą) miała miejsce w latach 2009–2012. Trzecim ważnym szlakiem komunikacyjnym jest droga S8 łącząca Wrocław z Łodzią i Warszawą. Na terenie województwa łódzkiego budowano ją w latach 2011–2016 (Pielesiak 2010; GDDKiA 2017).

Województwo łódzkie jest też regionem o unikatowych cechach środowiska geograficznego, które były tematem wielu kompleksowych opracowań (Liszewski 2001). Uwagę zwraca budowa geo-

logiczna i związane z nią występowanie surowców mineralnych oraz rzeźba terenu, a przede wszystkim wyżynny „półwysep” ciągnący się przez środek województwa z południa, aż po okolice Łodzi i Zgierza. Jest to dział wodny I rzędu, który rozgranicza dorzecza głównych rzek Polski: Wisły i Odry i sprawia, że doliny większych rzek, takich jak: Pilica, Warta, Bzura czy Ner występują na obrzeżach województwa (rys. 1) (Maksymiuk, Olaczek 2001; Turkowska 2001, 2006).



Rys. 1. Mapa województwa łódzkiego na podstawie danych CODGiK (2017)

Map of the Łódź Voivodeship based on CODGiK data (2017)

Dane i metody badań

Badanie pokrycia terenu, a w szczególności jego zmian, wymaga zebrania znacznych ilości danych, w postaci: map, zdjęć lotniczych i satelitarnych, plików wektorowych z różnych prze-

działów czasowych. Jednym ze źródeł wektorowych danych o pokryciu terenu jest prowadzona przez Europejską Agencję Środowiska (*European Environment Agency – EEA*) baza CORINE (*CO-oRdiantion on Information on the Environment*) Land Cover (CLC) (Ciołkosz, Poławski 2006; Lewiński 2007; Niedzielko, Lewiński

2012; EEA 2019). Jest to baza wektorowa o topologii poligonowej, która magazynuje ogólnoeuropejskie dane o pokryciu terenu oraz jego zmiany. Pierwszą jej wersję, utworzono w 1990 roku, zaś aktualizowano ją w latach 2000, 2006, 2012 i 2018. Minimalna powierzchnia wyróżnianej w bazie jednostki, czyli płyta pokrycia terenu², wynosi 25 ha, przy minimalnej szerokości 100 m, co odpowiada dokładności mapy w skali 1:100 000. Natomiast w bazie zmian pokrycia terenu, które zaszły między kolejnymi wersjami bazy, pod uwagę wzięto zmiany o minimalnej szerokości 100 m i powierzchni powyżej 5 ha dla istniejących wydzieleń oraz 25 ha dla zmian izolowanych (wyspowych). Wszystkie wersje danych z bazy CORINE Land Cover mają jednolitą strukturę i wykonane są według tych samych kryteriów. Dla obszaru Polski wiarygodność ta oceniana jest na 85–92,7%³ (Bielecka, Ciołkosz 2004b; Anusz i in. 2008; GIOŚ 2017; Copernicus Land Monitoring Service 2019).

W bazie wydzielono trzy poziomy szczegółowości. Poziom pierwszy obejmuje pięć głównych form pokrycia Ziemi, opisanych za pomocą jednocyfrowego kodu od 1 do 5: tereny antropogeniczne, obszary rolnicze, tereny leśne i półpustynne, mokradła oraz wody. Na drugim poziomie wyróżniono 15 podgrup form pokrycia terenu, oznaczonych dwucyfrowymi kodami (od 1.1 do 5.2), które można przedstawić na mapach w skalach od 1:500 000 do 1:1 000 000. Wreszcie na poziomie trzecim wyróżniono 44 podstawowe typy pokrycia terenu, z których na obszarze Polski występuje 31, a w województwie łódzkim 24. Są one oznaczone trzycyfrowymi kodami, od 1.1.1 do 5.2.3, w których pierwsze dwie cyfry wskazują na powiązanie z główną formą i podgrupą pokrycia terenu. Każdy podstawowy typ pokrycia ma też przypisany kolor zdefiniowany w modelu barw RGB (Bossard i in. 2000; Anusz i in. 2008).

W badaniu wzięto pod uwagę główne formy pokrycia (poziom I CLC) i podstawowe typy pokrycia terenu (poziom III CLC). W pierwszym etapie analizy określono udział głównych form i każdego typu pokrycia terenu w całkowitej powierzchni obszaru badań, w latach 2000, 2006, 2012 i 2018. Pozwoliło to autorce objąć badaniem prawie cały okres istnienia województwa łódzkiego we współczesnych granicach. Zmiany pokrycia terenu analizowano dla 3 podokresów:

2000–2006, 2006–2012 i 2012–2018. Następnie zbadano kierunki zmian pokrycia terenu. Wyznaczono odsetek powierzchni zmian pokrycia terenu w powierzchni województwa łódzkiego oraz w ogólnej powierzchni zmian. Wykonanie tej analizy poprzedziło przygotowanie i opracowanie danych. Zgromadzone w plikach wektorowych informacje o pokryciu terenu – CORINE Land Cover poddano procesowi geoprzetwarzania z wykorzystaniem narzędzi GIS. Posługując się aplikacją ModelBuilder⁴ (ArcGIS 10.4), zbudowano model pozwalający na automatyczne przetwarzanie wielu warstw tematycznych, co pozwoliło na usprawnianie prac. Umożliwiło to dostosowanie danych z plików wektorowych do granic obszaru opracowania, wyznaczenie powierzchni poszczególnych form pokrycia terenu oraz obszarów zmian.

Ostatnim etapem pracy było ustalenie przestrzennego rozmieszczenia zmian pokrycia terenu województwa łódzkiego. W tym celu wykonano analizę gęstości zmian metodą estymacji rozkładu gęstości z wykorzystaniem nieparametrycznych estymatorów jądrowych – *kernel function*. Jest to metoda nieparametryczna, która wykorzystuje zbiór punktów pomiarowych rozmieszczonych w przestrzeni i pozwala na odtworzenie wartości ciągłej zmiennej. Użycie tej metody wymagało transformacji (za pomocą narzędzi GIS) obiektów powierzchniowych reprezentujących zmiany pokrycia terenu na zbiór obiektów punktowych, w którym jednym z atrybutów jest powierzchnia obszaru zmiany (w km²). W ten sposób otrzymano zbiór punktów pomiarowych. Następnie posłużono się narzędziem *kernel density* z zestawu narzędzi Analiz Przestrzennych oprogramowania ArcGIS 10.4 i wyznaczono gęstość zmian pokrycia terenu na km² (Jażdżewska 2011; Lechowski 2013).

Pokrycie terenu województwa łódzkiego

Analiza udziałów głównych form i podstawowych typów pokrycia terenu w powierzchni województwa łódzkiego w latach 2000, 2006, 2012 i 2018 wykazała, że stale dominującą formą tego pokrycia były tereny rolne. W roku 2000

² Płat pokrycia terenu to każdy zawarty w bazie poligon reprezentujący określoną formę pokrycia terenu, oznaczony unikalnym zakodowanym identyfikatorem zgodnym z obowiązującym systemem kodów.

³ Oprócz danych CLC-2018, które nie są jeszcze poddane pełnej walidacji.

⁴ Aplikacja umożliwiająca tworzenie, edytowanie i zarządzanie modelami, które są przepływem danych pomiędzy narzędziami geoprzetwarzania. Można ją również traktować jako wizualny język tworzenia skryptów (ArcGIS HELP 2014).

stanowiły one 70,9% jego powierzchni (tab. 1), a w kolejnych latach następował spadek ich udziału do 67,8% w roku 2018. Wśród terenów rolnych grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających (kod 2.1.1) stanowią największy odsetek powierzchni badanego obszaru ze wszystkich podstawowych typów pokrycia terenu. W roku 2000 odsetek ten wynosił aż 51% powierzchni województwa łódzkiego, po czym zmniejszył się do 49% w roku 2012 i 48,4% w roku 2018. Grunty takie występują na terenie całego województwa, ale największe zwarte powierzchnie zajmują w jego północnej i północno-zachodniej części (rys. 2), co związane jest z występowaniem tam dobrych i bardzo dobrych gleb, głównie brunatnych i płowych (Laskowski 2001). Wśród terenów rolnych znaczny odsetek powierzchni badanego obszaru (powyżej 9%) stanowią też łąki i pastwiska (kod 2.3.1).

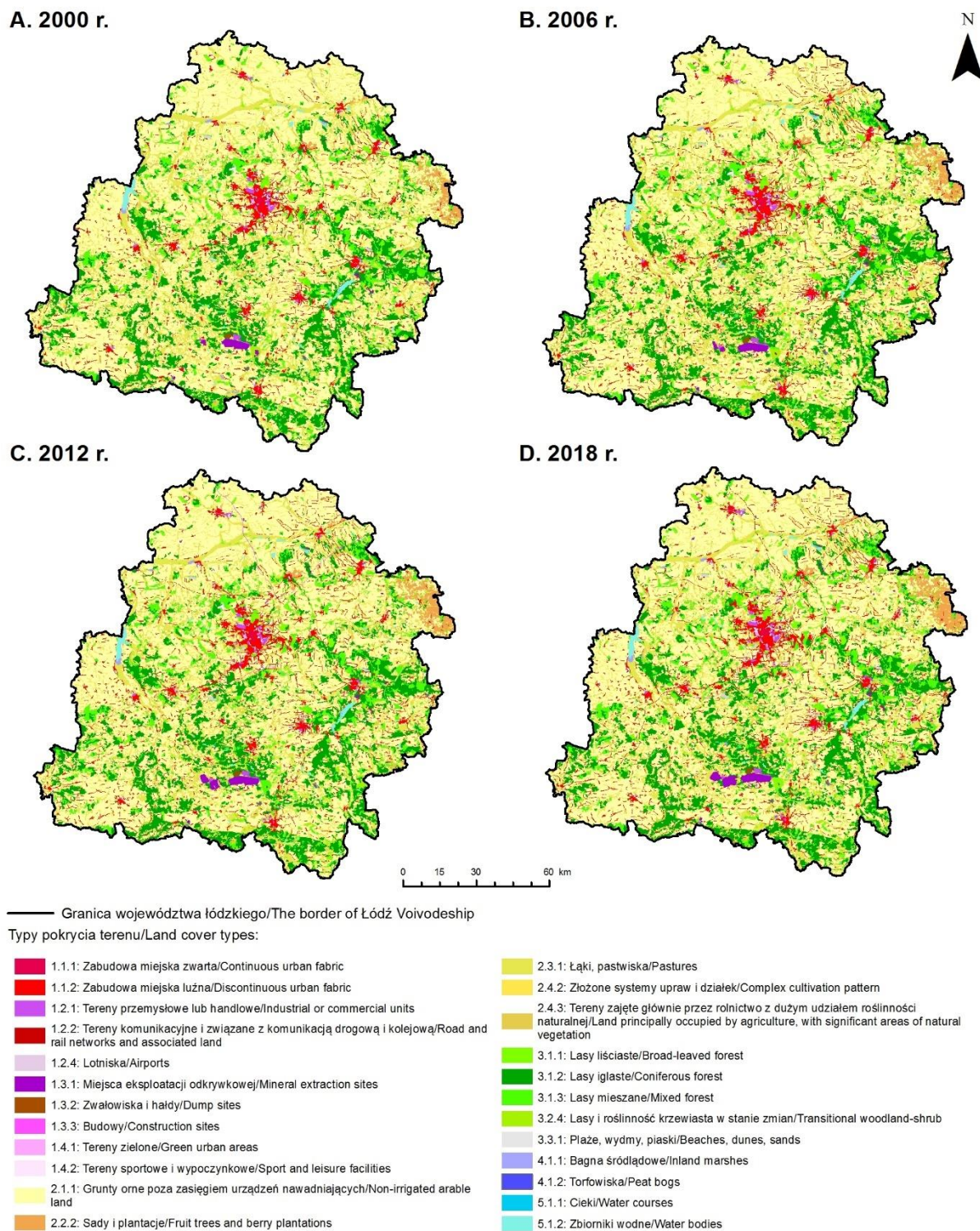
Udziały procentowe powyżej 4% mają też złożone systemy upraw i działek (kod 2.4.2) oraz tereny zajęte głównie przez rolnictwo z dużym udziałem roślinności naturalnej (kod 2.4.3). Te dwa typy pokrycia występują na całym obszarze województwa łódzkiego, a zmiany ich udziału w jego powierzchni w kolejnych latach były nieznaczne. Jedynie w przypadku złożonych systemów upraw i działek pomiędzy rokiem 2000 i 2006 odnotowano spadek ich udziału o 1,1%. Na sady i plantacje (kod 2.2.2) przypada najmniejszy ze wszystkich terenów rolnych odsetek powierzchni badanego obszaru (około 1%), chociaż w kolejnych latach nastąpił minimalny wzrost ich udziału o 0,5%. Uwagę zwraca natomiast ich usytuowanie, gdyż większość pól tego typu pokrycia terenu skupiona jest na wschodnim krańcu województwa łódzkiego w okolicach Rawy Mazowieckiej (rys. 2).

Tabela 1

Udziały podstawowych typów pokrycia terenu w powierzchni województwa łódzkiego w latach 2000, 2006, 2012 i 2018 na podstawie Copernicus Land Monitoring Service (2019)

Percentages of basic land cover types within Łódź Voivodeship in the years 2000, 2006, 2012 and 2018, based on Copernicus Land Monitoring Service (2019)

Pokrycie terenu <i>Land cover</i>			Lata <i>Years</i>			
Główne formy <i>Main forms</i>	Kod <i>Code</i>	Podstawowe typy <i>Basic types</i>	2000	2006	2012	2018
			%			
Tereny antropogeniczne	1.1.1	Zabudowa miejska zwarta	0,1	0,1	0,1	0,1
	1.1.2	Zabudowa miejska luźna	4,4	5,5	5,5	5,7
	1.2.1	Tereny przemysłowe lub handlowe	0,3	0,4	0,4	0,5
	1.2.2	Tereny komunikacyjne i związane z komunikacją drogową i kolejową	0,1	0,1	0,1	0,3
	1.2.4	Lotniska	0,1	0,1	0,1	0,1
	1.3.1	Miejsca eksploatacji odkrywkowej	0,3	0,3	0,4	0,5
	1.3.2	Zwałowiska i hałdy	0,0	0,0	0,0	0,0
	1.3.3	Budowy	0,0	0,0	0,2	0,1
	1.4.1	Tereny zielone	0,1	0,1	0,1	0,1
	1.4.2	Tereny sportowe i wypoczynkowe	0,1	0,2	0,2	0,2
Tereny rolne	2.1.1	Grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających	51,0	49,3	49,0	48,4
	2.2.2	Sady i plantacje	0,9	1,2	1,3	1,4
	2.3.1	Łąki, pastwiska	9,1	9,3	9,3	9,4
	2.4.2	Złożone systemy upraw i działek	5,5	4,4	4,4	4,2
	2.4.3	Tereny zajęte głównie przez rolnictwo z dużym udziałem roślinności naturalnej	4,5	4,7	4,7	4,4
Lasy i ekosystemy seminaturalne	3.1.1	Lasy liściaste	2,5	2,4	2,4	2,5
	3.1.2	Lasy iglaste	14,6	14,7	14,7	14,6
	3.1.3	Lasy mieszane	4,6	4,9	5,1	5,1
	3.2.4	Lasy i roślinność krzewiasta w stanie zmian	1,1	1,8	1,6	1,8
	3.3.1	Plaże, wydmy, piaski	0,0	0,0	0,0	0,0
Obszary podmokłe	4.1.1	Bagna śródlądowe	0,2	0,1	0,1	0,1
	4.1.2	Torfowiska	0,0	0,0	0,0	0,0
Obszary wodne	5.1.1	Cieki	0,0	0,0	0,0	0,0
	5.1.2	Zbiorniki wodne	0,6	0,6	0,6	0,6
Razem			100	100	100	100



Rys. 2. Podstawowe typy pokrycia terenu województwa łódzkiego w latach: 2000, 2006, 2012 i 2018 na podstawie Copernicus Land Monitoring Service (2019)

Basic land cover types of the Łódź Voivodeship in the years 2000, 2006, 2012 and 2018 based on Copernicus Land Monitoring Service (2019)

Drugie miejsce pod względem odsetka zajmowanej powierzchni przypadają lasom i ekosystemom seminaturalnym, gdyż łącznie stanowiły one 23% powierzchni województwa w roku 2000, a 24% w roku 2018. Największy wzrost ich

udziału (o 0,8%) odnotowano w podokresie 2000–2006. Wśród typów pokrycia terenu należących do tej grupy form pokrycia dominują lasy, szczególnie lasy iglaste (kod 3.1.2), które zajmują ponad 14% powierzchni województwa łódzkiego

(tab.1), przed lasami mieszanymi (kod 3.1.3) – około 5%, liściastymi (kod 3.1.1) – ponad 2% oraz lasami i roślinnością krzewiastą w stanie zmian (kod 3.2.4) – prawie 2%. Dla ostatniego z tych typów odnotowano zarazem największy wzrost udziału w powierzchni województwa – w latach 2000–2006 było to 0,7%. Nieznaczny wzrost udziału w latach 2000–2018 dotyczył też lasów mieszanych. Powierzchnia pozostałych typów pokrycia terenu należących do tej formy pokrycia ulegała tylko niewielkim wahaniom lub jak w przypadku plaż, wydmy, piasków (kod 3.3.1) nie zmieniła się. W województwie łódzkim lasy i ekosystemy seminaturalne zajmują głównie południowe i południowo-wschodnie rejony (rys. 2). Lasy (szczególnie liściaste) swoim położeniem nawiązują zaś do dolin Pilicy i Warty.

Trzecią pod względem udziału w powierzchni województwa łódzkiego grupą form pokrycia terenu są tereny antropogeniczne. O ile w roku 2000 zajmowały one prawie 5,4% powierzchni badanego obszaru, to w kolejnych latach ich odsetek zwiększał się, do 6,6% w roku 2006, 7% w roku 2012 i do 7,5% w roku 2018 (tab. 1). Ta forma pokrycia obejmuje największą liczbę (10) typów pokrycia terenu. Największy spośród nich udział w powierzchni województwa łódzkiego ma zabudowa miejska luźna (kod 1.1.2), przy czym jej odsetek zwiększał się z 4,4% w roku 2000 do 5,7% w roku 2018 (tab. 1). Usytuowanie tych terenów związane jest przede wszystkim z występowaniem miast, gdyż największe skupiska pól tego typu pokrycia widoczne są w obszarze Łodzi oraz największych miast (głównie powiatowych): Zgierza, Pabianic, Bełchatowa, Sieradza, Kutna, Łowicza i Radomska (rys. 2). Udziały pozostałych terenów antropogenicznych w powierzchni województwa łódzkiego nie przekraczają 0,5% i nie wykazały większych zmian udziału. Głównie w obszarach miast występują tereny przemysłowe lub handlowe (kod 1.2.1), których udział w powierzchni badanego obszaru wzrósł o 0,2% w latach 2000–2018 (z 0,3% do 0,5%). Tak samo zwiększyły się udziały (z 0,3% do 0,5%) miejsc eksploatacji odkrywkowej (kod 1.3.1). Głównym miejscem ich występowania są okolice Bełchatowa, gdzie od lat 80. XX w. działa odkrywkowa Kopalnia Węgla Brunatnego (KWB) (Turkowska 2001; Walkiewicz 2001).

Niewielki i niezmienny udział w powierzchni województwa łódzkiego mają obszary wodne (około 0,6%) (tab. 1). Zaliczane są do nich ciek i zbiorniki wodne (kod 5.1.2). Chociaż rzeki i strumienie występują licznie

w województwie łódzkim są one często za małe (o szerokości poniżej 100 m) by mogły być uwzględnione jako osobne płyty pokrycia terenu w bazie CORINE Land Cover. Wyjątek stanowi Pilica, której odcinek biegnący od Zbiornika Sulejowskiego do granicy województwa jest widoczny w pokryciu terenu. Większą powierzchnię zajmują 2 zbiorniki wodne o funkcji retencyjnej. Na krańcu zachodnim województwa utworzony został w latach 80. XX w. zbiornik „Jeziorsko” na Warcie, a w części wschodniej, starszy bo z lat 70. XX w., zbiornik „Sulejów” na Pilicy (rys. 2) (Maksymiuk 2001).

Najmniejszy odsetek powierzchni województwa łódzkiego stanowią obszary podmokłe (tab. 1): bagna śródlądowe (kod 4.1.1) i torfowiska (kod 4.1.2). Płyty obszarów podmokłych są nieliczne, zaś małe bagna występują na obszarze całego województwa często w dolinach rzek (rys. 2), a ich odsetek, w rozpatrywanym czasie, zmniejszył się nieznacznie. Torfowiska istnieją zaś tylko na południowo-wschodnim krańcu województwa łódzkiego, w okolicach Pajęczna, Bełchatowa i Radomska.

Zmiany pokrycia terenu

Analiza udziałów procentowych głównych form i podstawowych typów pokrycia terenu w powierzchni województwa łódzkiego wykazała, że w większości zamieniły się w ciągu 18 lat. Zmiany pokrycia terenu objęły łącznie 467 km², co stanowi 2,5% powierzchni województwa łódzkiego. Szczegółowa analiza zmian na poziomie podstawowych typów pokrycia terenu wykazała, że można wyróżnić ich dwa rodzaje. Zmiany między grupami, polegające na przekształceniu podstawowego typu pokrycia w typ z innej głównej grupy form pokrycia terenu według klasyfikacji CORINE Land Cover oraz wewnątrz grup, czyli transformacje podstawowych typów pokrycia w inne, ale w obrębie tej samej grupy form pokrycia terenu.

W latach 2000–2006 powierzchnia wszystkich terenów, na których nastąpiły zmiany podstawowego typu pokrycia wyniosła 110 km², co stanowiło 0,6% powierzchni województwa łódzkiego. Były to przeważanie (w 64,7%) zmiany wewnątrz grup. Analiza kierunków tych zmian wykazała, że w latach 2000–2006 największym zmianom (54,8% powierzchni wszystkich) podległy lasy i ekosystemy seminaturalne (tab. 2). Największe były transformacje pomiędzy terenami pokrytymi lasami i roślinnością krzewiastą w stanie

zmian (kod 3.2.4) a lasami iglastymi (kod 3.1.2) i mieszanymi (kod 3.1.3). Natomiast lasy i ekosystemy seminaturalne przekształcane były w głównej mierze w tereny antropogeniczne – w tym najbardziej na miejsca eksploatacji odkrywkowej (kod 1.3.1).

Drugą główną formą pokrycia terenu ulegającą znacznym zmianom (39,4% powierzchni wszystkich zmian w latach 2000–2006) były tereny rolne. Wśród nich największe zmiany (32,6%) dotknęły gruntów ornych poza zasięgiem urządzeń nawadniających (kod 2.1.1) (tab. 2). Grunty te były przekształcane w tereny antropogeniczne, przede wszystkim związane z komunikacją

drogową i kolejową (kod 1.2.2) oraz miejsca eksploatacji odkrywkowej (kod 1.3.1), choć także w lasy i roślinność krzewiastą w stanie zmian (kod 3.2.4). Część zmieniła się też w sady i plantacje (kod 2.2.2).

Natomiast tereny antropogeniczne podlegały transformacjom. Największe z nich dotknęły obszarów budów (kod 1.3.3), które po ukończeniu tych inwestycji stały się zabudową miejską luźną (kod 1.1.2) i terenami przemysłowymi lub handlowymi (kod 1.2.1). Jedynie miejsca eksploatacji odkrywkowej (kod 1.3.1) przekształcano w łąki, pastwiska (kod 2.3.1) oraz lasy i roślinność krzewiastą w stanie zmian (kod 3.2.4) (tab. 2).

Tabela 2

Udziały zmian podstawowych typów pokrycia terenu w ogólnej powierzchni zmian pokrycia terenu województwa łódzkiego w latach 2000–2006 na podstawie Copernicus Land Monitoring Service (2019)

Changes in basic land cover types as a percentage of the total area of land cover changes in Łódź Voivodeship, 2000–2006, based on Copernicus Land Monitoring Service (2019)

Zmiany pokrycia terenu <i>Land cover changes</i> z <i>from</i>	<i>na to</i>	Tereny antropogeniczne <i>Artificial surfaces</i>						Tereny rolne <i>Agricultural areas</i>				Lasy i ekosystemy seminaturalne <i>Forest and semi natural areas</i>				Obszary wód <i>Water bodies</i>	Razem <i>In total</i>
		1.1.2	1.2.1	1.2.2	1.2.4	1.3.1	1.3.3	2.1.1	2.2.2	2.3.1	2.4.2	3.1.1	3.1.2	3.1.3	3.2.4	5.1.2	
%																	
Tereny antropogeniczne	1.1.2	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
	1.3.1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	3,5	-	3,9
	1.3.3	0,2	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3
	1.4.1	0,1	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
Tereny rolne	2.1.1	0,6	2,1	5,2	0,2	4,9	0,8	-	13,2	0,2	0,5	-	-	-	4,6	0,3	32,6
	2.2.2	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
	2.3.1	-	0,9	0,5	-	1,1	0,1	0,5	-	-	-	-	-	-	0,5	0,4	4
	2.4.2	-	-	0,2	0,1	0,1	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7
	2.4.3	0,2	0,3	0,4	0,1	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8
Lasy i ekosystemy seminaturalne	3.1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	0,2	1,4
	3.1.2	-	0,1	0,1	-	2,4	0,7	-	-	-	-	-	-	-	14	-	17,3
	3.1.3	0,1	-	0,4	0,4	0,6	-	-	-	-	-	0,1	-	4,2	-	5,8	
	3.2.4	-	-	0,1	-	1,1	0,1	-	-	-	-	1,4	14,2	13,4	-	-	30,3
Obszary wód	5.1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	0,3
Razem		1,2	4,5	7	0,8	11	2,1	0,8	13,2	0,9	0,5	1,4	14,3	13,4	28	0,9	100

1.1.2 Zabudowa miejska luźna, 1.2.1 Tereny przemysłowe lub handlowe, 1.2.2 Tereny komunikacyjne i związane z komunikacją drogową i kolejową, 1.2.4 Lotniska, 1.3.1 Miejsca eksploatacji odkrywkowej, 1.3.3 Budowy, 1.4.1 Tereny zielone, 2.1.1 Grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających, 2.2.2 Sady i plantacje, 2.3.1 Łąki, pastwiska, 2.4.2 Złożone systemy upraw i działek, 2.4.3 Tereny zajęte głównie przez rolnictwo z dużym udziałem roślinności naturalnej, 3.1.1 Lasy liściaste, 3.1.2 Lasy iglaste, 3.1.3 Lasy mieszane, 3.2.4 Lasy i roślinność krzewiasta w stanie zmian, 5.1.2 Zbiorniki wodne

W latach 2006–2012 zmiany pokrycia terenu objęły większą powierzchnię, bo 165 km², co stanowiło 0,9% powierzchni badanego obszaru. Tak jak poprzednio były to głównie (58,4%) zmiany

wewnątrz głównych grup pokrycia terenu. W tym podokresie największym zmianom (52,5% powierzchni wszystkich zmian) uległy lasy i ekosystemy seminaturalne. Były to przede wszystkim

transformacje pomiędzy terenami pokrytymi lasami i roślinnością krzewiastą w stanie zmian (kod 3.2.4) a lasami iglastymi (kod 3.1.2), w mniejszym stopniu zaś lasami mieszanymi (kod 3.1.3) (tab. 3). Zmiany jakim ulegały lasy i roślinność krzewiasta w stanie zmian (kod 3.2.4) stanowiły 32,9% powierzchni wszystkich zmian w tym okresie i były największe spośród wszystkich typów pokrycia terenu. Należące do lasów i ekosystemów seminaturalnych podstawowe typy pokrycia terenu były też przekształcane w tereny antropogeniczne, głównie w miejsca eksploatacji odkrywkowej (kod 1.3.1) i budowy (kod 1.3.3).

Wśród terenów rolnych największym zmianom (31,7% ogółu) podlegały grunty orne poza

zasięgiem urządzeń nawadniających (kod 2.1.1) – tab. 3. Były przekształcane w tereny antropogeniczne, najczęściej w budowy (kod 1.3.3), choć również w miejsca eksploatacji odkrywkowej (kod 1.3.1). Grunty te zmieniane były także na sady i plantacje (kod 2.2.2).

Niewielkim zmianom podlegały w tym okresie tereny antropogeniczne. Największe pod względem odsetka powierzchni dotyczyły budów (kod 1.3.3), przekształcanych w zabudowę miejską luźną (kod 1.1.2), miejsca eksploatacji odkrywkowej (kod 1.3.1), tereny przemysłowe i handlowe (kod 1.2.1) oraz lotniska (kod 1.2.4) – tab. 3.

Tabela 3

Udziały zmian podstawowych typów pokrycia terenu w ogólnej powierzchni zmian pokrycia terenu województwa łódzkiego w latach 2006–2012 na podstawie Copernicus Land Monitoring Service (2019)

Changes in basic land cover types as a percentage of the total area of land cover changes in Łódź Voivodeship, 2006–2012, based on Copernicus Land Monitoring Service (2019)

Zmiany pokrycia terenu Land cover changes	na to to	Tereny antropogeniczne Artificial surfaces						Tereny rolne Agricultural areas				Lasy i ekosystemy seminaturalne Forest and semi natural areas				Obszary wód Water bodies	Razem In total
		1.1.2	1.2.1	1.2.2	1.2.4	1.3.1	1.3.3	2.1.1	2.2.2	2.4.2	2.4.3	3.1.1	3.1.2	3.1.3	3.2.4		
z from		%															
Tereny antropogeniczne	1.1.2	-	-	-	-	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
	1.3.1	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,2
	1.3.3	0,6	0,3	-	0,2	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5
Tereny rolne	2.1.1	0,8	2,8	1	-	4,3	11	-	7,8	0,4	1,6	-	-	-	1,5	0,5	31,7
	2.2.2	-	0,1	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4
	2.3.1	0,1	0,2	0,2	-	3,5	2,1	0,1	-	-	-	-	-	-	1,1	0,2	7,5
	2.4.2	-	0,2	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	2.4.3	0,1	1,1	-	-	0,5	1	0,2	-	-	-	-	-	-	2	-	4,9
Lasy i ekosystemy seminaturalne	3.1.1	-	-	-	-	0,1	0,3	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	0,9
	3.1.2	-	-	-	0,1	1,8	1,7	-	-	-	-	-	-	-	12,8	-	16,4
	3.1.3	-	-	-	-	0,2	0,5	-	-	-	-	-	-	-	1,6	-	2,3
	3.2.4	-	-	-	-	1,2	0,3	0,2	-	-	-	0,9	15,2	15,1	-	-	32,9
Razem	1,6	4,7	1,2	0,3	12,1	17,9	0,9	7,8	0,4	1,6	0,9	15,2	15,1	19,6	0,7	100	

1.1.2 Zabudowa miejska luźna, 1.2.1 Tereny przemysłowe lub handlowe, 1.2.2 Tereny komunikacyjne i związane z komunikacją drogową i kolejową, 1.2.4 Lotniska, 1.3.1 Miejsca eksploatacji odkrywkowej, 1.3.3 Budowy, 2.1.1 Grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających, 2.2.2 Sady i plantacje, 2.3.1 Łąki, pastwiska, 2.4.2 Złożone systemy upraw i działek, 2.4.3 Tereny zajęte głównie przez rolnictwo z dużym udziałem roślinności naturalnej, 3.1.1 Lasy liściaste, 3.1.2 Lasy iglaste, 3.1.3 Lasy mieszane, 3.2.4 Lasy i roślinność krzewiasta w stanie zmian, 3.3.1 Plaże, wydmy, piaski, 5.1.2 Zbiorniki wodne

W latach 2012–2018 zmiany pokrycia terenu były największe – stwierdzono je na obszarze 194 km², czyli na 1% powierzchni województwa łódzkiego. Jednocześnie największy był też

w nich udział zmian wewnątrz głównych grup pokrycia terenu – 73,7% ogółu. Największym zmianom (65,2% powierzchni wszystkich) podlegały lasy i ekosystemy seminaturalne (tab. 4), a wśród

nich lasy iglaste (kod 3.1.2) (41% powierzchni wszystkich) przekształcane w lasy i roślinność krzewiastą w stanie zmian (kod 3.2.4) – ale też i w tereny antropogeniczne: miejsca eksploatacji odkrywkowej (kod 1.3.1), czy tereny komunikacyjne i związane z komunikacją drogową i kolejową (kod 1.2.2). Drugim podstawowym typem pokrycia terenu, należącym do tej formy, który uległ znacznym zmianom były lasy i roślinność

krzewiasta w stanie zmian (kod 3.2.4). Były transformowane w lasy, głównie mieszane (kod 3.1.3), ale też iglaste (kod 3.1.2) i liściaste (kod 3.1.1) – jak również zmieniane w tereny rolne: łąki, pastwiska (kod 2.3.1) i grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających (kod 2.1.1) oraz w tereny antropogeniczne, głównie miejsca eksploatacji odkrywkowej (kod 1.3.1).

Tabela 4

Udziały zmian podstawowych typów pokrycia terenu w ogólnej powierzchni zmian pokrycia terenu województwa łódzkiego w latach 2012–2018 na podstawie Copernicus Land Monitoring Service (2019)

Changes in basic land cover types as a percentage of the total area of land cover changes in Łódź Voivodeship, 2012–2018, based on Copernicus Land Monitoring Service (2019)

Zmiany pokrycia terenu <i>Land cover changes</i>	na <i>to</i>	Tereny antropogeniczne <i>Artificial surfaces</i>							Tereny rolne <i>Agricultural areas</i>					Lasy i ekosystemy seminaturalne <i>Forest and semi natural areas</i>				Ob- szary wód <i>Water bodies</i>	Razem <i>In total</i>	
		1.1.2	1.2.1	1.2.2	1.2.4	1.3.1	1.3.3	1.4.2	2.1.1	2.2.2	2.3.1	2.4.2	2.4.3	3.1.1	3.1.2	3.1.3	3.2.4			5.1.2
z <i>from</i>		%																		
Tereny antropogeniczne	1.1.2	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	
	1.3.1	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	0,4	0,1	1,1
	1.3.3	-	0,2	9,3	-	0,2	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,9
Tereny rolne	2.1.1	1,1	2,2	4,8	-	4,6	0,3	-	-	0,2	0,3	0,4	1,1	-	0,2	-	1,4	0,3	16,7	
	2.2.2	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	
	2.3.1	-	0,2	0,7	-	0,6	-	0,1	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	3,3
	2.4.2	0,3	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4
	2.4.3	0,2	0,4	0,5	-	0,6	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	1,3	-	3,2
Lasy i ekosystemy seminaturalne	3.1.1	-	-	0,1	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,2	-	4,7
	3.1.2	-	0,1	0,6	-	1,6	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	38,6	-	41
	3.1.3	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3	-	2,6
	3.2.4	-	-	0,1	0,1	0,8	-	-	0,3	-	0,4	-	-	1,1	6,7	7,4	-	-	16,9	
Razem	1,6	3,4	16,5	0,1	8,8	0,3	0,1	1,9	0,2	1,1	0,6	1,1	1,1	6,9	7,4	48,2	0,7	100		

1.1.2 Zabudowa miejska luźna, 1.2.1 Tereny przemysłowe lub handlowe, 1.2.2 Tereny komunikacyjne i związane z komunikacją drogową i kolejową, 1.2.4 Lotniska, 1.3.1 Miejsca eksploatacji odkrywkowej, 1.3.3 Budowy, 1.4.2 Tereny sportowe i wypoczynkowe, 2.1.1 Grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających, 2.2.2 Sady i plantacje, 2.3.1 Łąki, pastwiska, 2.4.2 Złożone systemy upraw i działek, 2.4.3 Tereny zajęte głównie przez rolnictwo z dużym udziałem roślinności naturalnej, 3.1.1 Lasy liściaste, 3.1.2 Lasy iglaste, 3.1.3 Lasy mieszane, 3.2.4 Lasy i roślinność krzewiasta w stanie zmian, 5.1.2 Zbiorniki wodne

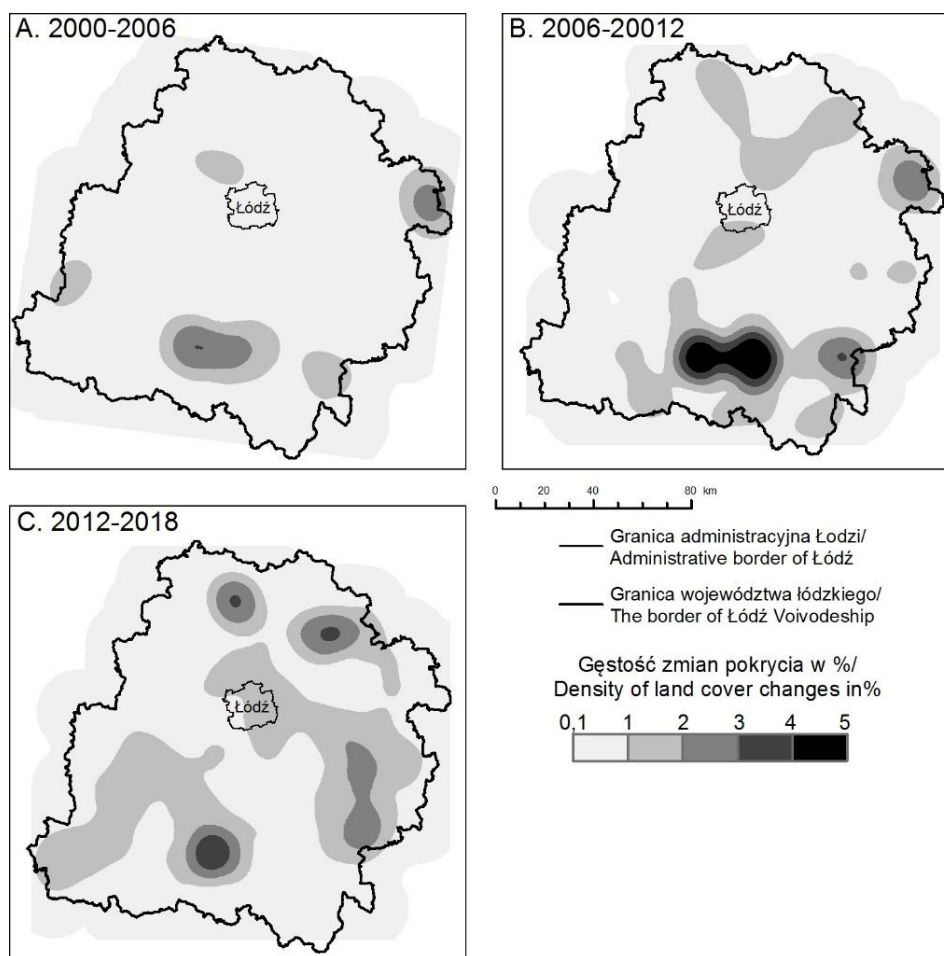
Zmiany terenów rolnych stanowiły 23,7% powierzchni wszystkich zmian (tab. 4). Największe zmiany dotknęły grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających (kod 2.1.1), które przekształcano głównie w tereny antropogeniczne, przede wszystkim w tereny komunikacyjne związane z komunikacją drogową i kolejową (kod 1.2.2) i miejsca eksploatacji odkrywkowej (kod 1.3.1), jak również w tereny przemysłowe i handlowe (kod 1.2.1) oraz

zabudowę miejską luźną (kod 1.1.2). Podlegały one również przekształceniom w lasy i ekosystemy seminaturalne, najwięcej w lasy i roślinność krzewiastą w stanie zmian (kod 3.2.4). Grunty orne (kod 2.1.1) były też transformowane we wszystkie typy pokrycia terenu należące do terenów rolnych – najczęściej w tereny zajęte głównie przez rolnictwo z dużym udziałem roślinności naturalnej (kod 2.4.3). Spośród terenów rolnych zmiany dotknęły

też łąki i pastwiska (kod 2.3.1). Przekształcane zwykle w tereny antropogeniczne, głównie komunikacyjne i związane z komunikacją drogową i kolejową (kod 1.2.2) i miejsca eksploatacji odkrywkowej (kod 1.3.1) oraz w obszary wód – zbiorniki wodne (kod 5.1.2). Ulegały też transformacjom w grunty orne (kod 2.1.1). Również tereny zajęte głównie przez rolnictwo z dużym udziałem roślinności naturalnej (kod 2.3.4) były przekształcane, w szczególności w tereny antropogeniczne, ale też w lasy i ekosystemy seminaturalne – najwięcej w lasy i roślinność krzewiastą w stanie zmian (kod 3.2.4) – tab. 4.

Wśród terenów antropogenicznych największym zmianom uległy budowy (kod 1.3.3), 9,9% powierzchni wszystkich zmian w tym okresie stanowią ich transformacje w tereny komunikacyjne i związane z komunikacją drogową i kolejową (122) (tab. 4). Natomiast miejsca eksploatacji odkrywkowej (kod 1.3.1) zmieniano głównie na łąki, pastwiska (kod 2.3.1) oraz lasy i roślinność krzewiastą w stanie zmian (kod 3.2.4).

W celu określenia natężenia i rozmieszczenia przestrzennego zmian pokrycia terenu województwa łódzkiego zbadano gęstość zmian metodą estymacji rozkładu gęstości z wykorzystaniem nieparametrycznych estymatorów jądrowych – *kernel function*. W latach 2000–2006 zmiany pokrycia terenu występowały głównie na południu województwa łódzkiego, w okolicach Bełchatowa, gdzie działa Kopalnia Węgla Brunatnego Bełchatów. Gęstość zmian wynosiła tam 2–3%, a na niewielkim obszarze nawet 3–4% (rys. 3). Większe zagęszczenie zmian pokrycia terenu występowało też na wschodnim krańcu województwa łódzkiego, na terenach zajętych głównie przez sady i plantacje (kod 2.2.2) (rys. 3). Trzy inne obszary o gęstości zmian pokrycia terenu w zakresie 1–2% występowały na północ od Łodzi, w związku z budową w tym okresie odcinka autostrady A2 oraz na krańcach południowo-wschodnim i południowo-zachodnim, w obrębie zwartych powierzchni lasów i ekosystemów seminaturalnych (rys. 3).



Rys. 3. Udziały zmian pokrycia terenu województwa łódzkiego w latach: 2000–2006, 2006–2012 i 2012–2018 na podstawie Copernicus Land Monitoring Service (2019)

Shares of land cover change in the Łódź Voivodeship in the years 2000–2006, 2006–2012 and 2012–2018 based on Copernicus Land Monitoring Service (2019)

W latach 2006–2012 największe zmiany (4–5%) również odnotowano na południu województwa w rejonie Kopalni Węgla Brunatnego Bełchatów (rys. 3) i na wschodnich krańcach województwa łódzkiego. Pojawiły się również tereny o większym zagęszczeniu zmian (1–2%) na północ i południe od Łodzi. W nawiązaniu do przebiegu odcinków autostrad A1 i A2 oraz drogi krajowej S8. Występowanie ich związane było z budową tych 3 szlaków komunikacyjnych (rys. 3).

W latach 2012–2018 występowanie obszarów o największej gęstości zmian (3–4%) nadal było związane z odkrywkami Kopalni Węgla Brunatnego Bełchatów na południu województwa oraz z budową odcinków autostrad A1 i A2 na północy (rys. 3). W porównaniu z wcześniejszymi okresami znacznie większe były obszary o gęstości zmian w zakresie 1–2%. Na południowym zachodzie związane były one z przebiegiem drogi krajowej S8 (rys. 1), wówczas budowanej. Inne rozchodziły się z centrum województwa łódzkiego, obejmując swoim zasięgiem znaczną część Łodzi w kierunku wschodnim i południowo-wschodnim i otaczając obszar gęstości zmian rzędu 2–3% na wschodnim krańcu województwa łódzkiego (rys. 3).

Podsumowanie

Analizę pokrycia terenu województwa łódzkiego przeprowadzono na podstawie danych z bazy CORINE Land Cover za lata: 2000, 2006, 2012 i 2018. Badania wykazały, że dominującą formą pokrycia terenu województwa łódzkiego stale były tereny rolne. Drugą pozycję pod względem powierzchni zajmowały lasy i ekosystemy seminaturalne, a trzecią – tereny antropogeniczne. Natomiast obszary wód i obszary podmokłe stanowiły niewielki procent powierzchni badanego obszaru. Wśród podstawowych typów pokrycia terenu największy zasięg miały grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających, następnie lasy iglaste i zabudowa miejska luźna.

Analiza wykazała również, że powierzchnia poszczególnych form i typów pokrycia terenu zmieniała się, a największe zmiany, bo zajmujące 1% powierzchni województwa, nastąpiły w latach 2012–2018. Nieco mniejsze – 0,9% w 2006–2012, a najmniejsze (0,6%), w latach 2000–2006. Główną formą pokrycia terenu, która we wszystkich badanych okresach ulegała największym zmianom były lasy i ekosystemy seminaturalne, a wśród nich lasy iglaste oraz lasy i roślinność krzewiasta w stanie zmian. W drugiej kolejności zmiany dotyczyły terenów rolnych, głównie gruntów ornych

poza zasięgiem urządzeń nawadniających. Nie-wielkim zmianom ulegały tereny antropogeniczne, a wśród nich przede wszystkim miejsca eksploatacji odkrywkowej oraz tereny budowy. Prawie bez zmian pozostały obszary podmokłe i obszary wód.

Badanie przestrzennego rozmieszczenia zmian pokrycia terenu wykazało, że największe ich zagęszczenie było w południowej części województwa, w związku z eksploatacją złóż węgla brunatnego w KWB Bełchatów. Natomiast w 3 rozpatrywanych podokresach rozmieszczenie zmian nawiązywało do przebiegu powstających wtedy szlaków komunikacyjnych, autostrad A1 i A2 oraz drogi krajowej S8. Obszary o większym zagęszczeniu zmian widoczne były też na wschodnich krańcach województwa.

Zagadnieniem wymagającym osobnej, pogłę-bionej analizy jest powiązanie zamian pokrycia terenu z procesami społeczno-gospodarczymi zachodzącymi na terenie województwa łódzkiego. Można przypuszczać, że pozytywny wpływ na zachodzące zmiany miało pozyskanie i wykorzystanie środków finansowych, krajowych, a po przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej w 2004 r. również z funduszy unijnych. Znalazło to swoje odzwierciedlenie w coraz większej powierzchni zajmowanej przez zmiany w latach 2006–2012 i 2012–2018. Wiele z podejmowanych działań prowadzących do zmian pokrycia terenu miało na celu niwelowanie różnic rozwojowych zarówno w obszarze samego województwa łódzkiego, jak i na tle innych regionów Unii Europejskiej. Do takich działań zaliczyć można zwiększenie dostępności komunikacyjnej województwa łódzkiego w układzie krajowym i międzynarodowym przez budowę dróg ekspresowych i autostrad lub inwestycje w rozwój obszarów funkcjonalnych m.in. Łódzkiego Obszaru Metropolitalnego, czy Zagłębia Górniczo-Energetycznego Bełchatów. Duże znaczenie odgrywały również działania ukierunkowane na włączenie obszarów wiejskich w procesy rozwoju regionalnego i ich restrukturyzacja. Przyczyniły się one do zmian w produkcji rolnej oraz stymulowania działalności pozarolniczej, co nie pozostało bez wpływu na zmiany pokrycia terenów rolnych (Zarząd Województwa Łódzkiego 2007; Wójcik, Tomczyk 2015).

Literatura

- Anusz S., Bielecka E., Ciołkosz A., Kozubek E. 2008. Monitoring zagospodarowania przestrzennego. *Ekspertyzy do Koncepcji Zagospodarowania Przestrzennego Kraju* 4: 685–689.

- Bielecka E., Ciołkosz A. 2004a. Land cover structure in Poland and its changes in the last decade of 20th century. *Roczniki Geomatyki. Annals of Geomatics* 2(1): 81-88.
- Bielecka E., Ciołkosz A. 2004b. Metodyczne i realizacyjne aspekty aktualizacji bazy CORINE Land Cover. *Prace Instytutu Geodezji i Kartografii* 50: 73-95.
- Borowska-Stefanska M., Leśniewska-Napierała K., Wiśniewski S. 2018. Land cover changes in Poland between 1990 and 2012. *GEOGRAFIE* 123(1): 63-83.
- Bossard M., Feranec J., Otahel J. 2000. CORINE land cover technical guide: Addendum 2000. Kopenhaga European Environment Agency.
- Ciołkosz A., Poławski Z. 2005. Zmiany użytkowania ziemi w Polsce w II połowie XX w. na podstawie analizy danych kartograficznych. *Roczniki Geomatyki. Annals of Geomatics* 3: 17-26.
- 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. Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej 2017 dostęp: 19.08.2017 r. <http://www.codgik.gov.pl/index.php/darmowe-dane.html>.
- Comber J. 2008. The separation of land cover from land use using data primitives. *Journal of Land Use Science* 4: 215-229.
- Copernicus Land Monitoring Service. 2019. CORINE Land Cover 2019 dostęp: 06.01.2019 r. <http://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/view>.
- EEA. 2019. CORINE Land Cover. European Environment Agency 2019 dostęp: 06.01.2019 r. <https://www.eea.europa.eu/publications>.
- Fisher P., Comber A., Wadsworth R. 2005. Land Use and Land Cover: Contradiction or Complement. W: P. Fisher, D. Unwin (red.) *Re-presenting GIS*. John Wiley & Sons, England: 85-98.
- Gaździcki J. 2003. Leksykon geomatyczny. Polskie Towarzystwo Informacji Przestrzennej.
- GDDKiA. 2017. Mapa stanu budowy dróg. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad 2017 dostęp: 03.08.2017 r. http://www.gddkia.gov.pl/mapa-stanu-budowy-drog_lodzkie.
- GIOŚ. 2017. CORINE Land Cover – CLC.
- Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. 2017. dostęp: 21.08.2017 r. <http://clc.gios.gov.pl/>.
- GUS. 2018. Bank Danych Lokalnych. Główny Urząd Statystyczny 2018 dostęp: 20.12.2018 r. <https://bd1.stat.gov.pl/BDL>.
- GUS. 2019. Rejestr Teryt. Główny Urząd Statystyczny 2019 dostęp: 06.01.2019 r. http://eteryt.stat.gov.pl/eTeryt/rejestr_teryt/udostepnianie_danych/baza_teryt/uzytkownicy_indywidualni/prze-glądanie/prze-glądanie.aspx?contrast=default.
- Jażdżewska I. 2011. Zmiany gęstości ludności miejskiej w centralnej Polsce. Estymacja rozkładu gęstości zaludnienia z wykorzystaniem nieparametrycznych estymatorów jądrowych (kernel function). *Człowiek i Środowisko* 34(3-4): 5-17.
- Kaim D., Kozak J., Kolecka N., Ziółkowska, E., Ostafin K., Ostapowicz K., Gimmi U., Munteanu C., Radeloff V.C. 2016. Broad scale forest cover reconstruction from historical topographic maps. *Applied Geography* 67: 39-48.
- Kozak J. 2003. Forest cover change in the western Carpathians in the past 180 years: A case study in the Orawa region in Poland. *Mountain Research and Development* 23(4): 369-375.
- Kozak J., Estreguil C., Troll M. 2007. Forest cover changes in the northern Carpathians in the 20th century: a slow transition. *Journal of Land Use Science* 2(2): 127-146.
- Lambin E.F., Geist H.J. 2006. Land-use and land-cover change: local processes and global impacts. Berlin Springer Science & Business Media.
- Laskowski S. 2001. Gleby. W: S. Liszewski (red.) *Zarys monografii województwa łódzkiego*. ŁTN, Łódź: 81-92.
- Lechowski Ł. 2013. Analiza zmian pokrycia terenu wokół autostrad za pomocą metod GIS. *Acta Universitatis Lodzensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica* 14: 59-76.
- Lewiński S. 2007. Obiektowa klasyfikacja zdjęć satelitarnych jako metoda pozyskiwania informacji o pokryciu i użytkowaniu ziemi. Vol. 12, Seria Monograficzna. Instytut Geodezji i Kartografii, Warszawa.
- Liszewski S. 2001. Zarys monografii województwa łódzkiego. ŁTN, Łódź.
- Litwin L., Myrda G. 2005. Systemy Informacji Geograficznej. Zarządzanie danymi przestrzennymi w GIS, SIP, SIT, LIS. Wydawnictwo HELION, Gliwice.
- Maksymiuk Z. 2001. Wody. W: S. Liszewski (red.) *Zarys monografii województwa łódzkiego*. ŁTN, Łódź: 60-68.
- Maksymiuk Z., Olaczek R. 2001. Indywidualność przyrodnicza regionu łódzkiego. W: S. Liszewski (red.) *Zarys monografii województwa łódzkiego*. ŁTN, Łódź: 51-60 ŁTN.
- Nalej M. 2016. Agricultural land cover changes in metropolitan areas of Poland for the period 1990–2012. *Miscellanea Geographica* 20(2): 39-45.
- Niedzielko J., Lewiński S. 2012. Detekcja zmian pokrycia terenu na zdjęciach satelitarnych Landsat – porównanie trzech metod. *Teledetekcja Środowiska* 47: 87-98.
- Pielesiak I. 2010. System transportowy łódzkiego obszaru metropolitalnego – wybrane aspekty. *Biblioteka Wiadomości Statystycznych. Procesy metropolizacyjne w teorii naukowej i praktyce* 63: 175-189.

- Turkowska K. 2001. Budowa geologiczna i rzeźba terenu. W: S. Liszewski (red.) *Zarys monografii województwa łódzkiego*. ŁTN, Łódź: 51-60.
- Turkowska K. 2006. Geomorfologia regionu łódzkiego. Wyd. UŁ, Łódź.
- Ustawa z dnia 24 lipca 1998 r. o wprowadzeniu zasadniczego trójstopniowego podziału terytorialnego państwa (Dz.U. 1998 nr 96 poz. 603).
- Walkiewicz D. 2001. Przemysł. W: S. Liszewski (red.) *Zarys monografii województwa łódzkiego*. ŁTN, Łódź: 251-277.
- 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.
- Wójcik M., Tomczyk J. 2015. Nierówności w poziomie rozwoju społeczno-gospodarczego gmin wiejskich województwa łódzkiego. *Acta Universitatis Lodzensis Folia Geographica Socio-Oeconomica* 20: 85-100.
- Zarząd Województwa Łódzkiego. 2007. Strategia rozwoju województwa łódzkiego. Łódzkie 2020, dostęp: 20.12.2018. http://www.strategia.lodzkie.pl/images/srw1_2020_uchwalona_26_02_2013.pdf.
- Poławski 2005; Fisher et al. 2005; Ciołkosz, Poławski 2006; Lambin, Geist 2006; Comber 2008).

The study of land cover and its changes in the Łódź Voivodeship was carried out on the basis of four subsequent versions of the CORINE⁵ Land Cover (CLC) database, with the use of GIS⁶ tools. The study took into account the main forms of land cover (CLC level I) and basic types of land cover (CLC level III). In the first stage of the analysis, the percentage share of the main forms and each type of land cover was determined in the total area of the research area in the years 2000, 2006, 2012 and 2018. The time range of data allows the study to include nearly the entire period of existence of Łódź Voivodeship in its contemporary borders. Changes in land cover were analysed with a division into three periods; the years 2000–2006, 2006–2012 and 2012–2018. The percentage of changes in land cover in the area of Łódź Voivodeship, and the total area of changes, were determined. The analysis was preceded by the preparation of the data. The information on land cover collected in CORINE Land Cover vector files was processed using GIS tools. With the use of the ModelBuilder⁷ (ArcGIS 10.4) application, a model was created that allows data from vector files to be adapted to the boundaries of the study area, to determine the area of land cover forms and the types and areas of changes. In order to determine the spatial distribution of land cover changes in the Łódź Voivodeship, change density was measured using the method of density distribution estimation with the use of non-parametric nuclear estimators – the kernel function (Jażdżewska 2011; Lechowski 2013).

The study showed that the dominant form of land cover in the Łódź Voivodeship was agricultural. Second in terms of percentage of area were forest and semi-natural areas, and third were anthropogenic surfaces. Water bodies and wetlands constitute a small percentage of the studied area. Among the basic types of land cover, the largest areas were those of non-irrigated arable lands, followed by coniferous forest and discontinuous urban fabric.

The analysis also showed that the area of main forms and basic types of land cover changed over time. In the years 2012–2018 their changes covered 1% of the surface of the study area, 0.9% in 2006–2012, and 0.6% in 2000–2006. The main

Summary

The aim of the author was to analyse land cover and its changes in the Łódź Voivodeship during the years 2000–2018. Land cover is a multi-faceted concept that describes the physical condition of a given fragment of the Earth's surface in the context of the natural and anthropogenic features occupying it. It does not refer to socio-economic aspects, which are related to the study of land use. The largest development of studies of land cover and changes in land cover began in the 1990s, due to the development of computer techniques and increasing access to data – mainly remote sensing materials (aerial and satellite images and orthophotomaps created on their basis) – that could be processed to obtain information about land cover. Land cover studies and its changes are important for understanding the relationship between anthropogenic and natural phenomena. Knowledge of the size, dynamics and direction of land cover changes in a given area can be used as the basis for analysing its development and for modelling future transformations (Ciołkosz,

⁵ CO-ordination on INformation on the Environment

⁶ Geographical Information System

⁷ ModelBuilder – an application used to create, edit and manage models that are data flow between geoprocessing tools.

form of land cover to undergo the largest changes in all three periods was forest and semi natural areas, including transitional woodland-shrub. Second-most affected by change were agricultural areas, mainly non-irrigated arable land. Anthropogenic areas underwent minor changes, with mineral extraction sites and construction sites having changed the most among them. Wetlands and water bodies remained almost unchanged.

The study of the spatial distribution of land cover changes has shown that the highest density

is found in the southern part of the Łódź Voivodeship and is associated with the exploitation of brown coal beds in open pits of the KWB Bełchatów mine. However, in particular periods, the distribution of changes referred to the course of transport routes under construction – the A1 and A2 motorways and the S8 national road. There are also zones of considerable density of land cover changes on the eastern outskirts of the Łódź Voivodship.