

ANDRZEJ CIOŁKOSZ

Instytut Geodezji i Kartografii

ZENON F. POŁAWSKI

Instytut Geodezji i Kartografii

METODYKA INTEGRACJI I ANALIZY WIELOŹRÓDŁOWYCH DANYCH KARTOGRAFICZNYCH DO OCENY ZMIAN UŻYTKOWANIA ZIEMI W POLSCE*

ZARYS TREŚCI: Podstawą analizy zmian form użytkowania ziemi w Polsce są najczęściej mapy tematyczne, które opisują użytkowanie ziemi w różnych przekrojach czasowych. W artykule przedstawiono zagadnienia związane z opracowaniem metodyki integracji wieloźródłowych danych kartograficznych, jak również wypracowania zasad prowadzenia analizy porównawczej treści map użytkowania ziemi oraz sposobu wizualizacji kartograficznej wyników badań.

1. WSTĘP

Współczesne przemiany środowiska przyrodniczego zachodzą zarówno z przyczyn naturalnych, jak i są wywoływane działalnością człowieka. Efekty oddziaływania procesów przyrodniczych, gospodarczych, społecznych, kulturowych oraz politycznych znajdują swoje odbicie między innymi w zmianach form pokrycia terenu i sposobie użytkowania ziemi. Podstawą studiów nad zmianami form użytkowania ziemi w Polsce mogą być mapy użytkowania ziemi. Spośród wielu tego rodzaju map na szczególną uwagę zasługują dwa opracowania przede wszystkim ze względu na prezentację użytkowania ziemi na obszarze całego kraju.

Pierwszym z nich jest przeglądowa mapa użytkowania ziemi opracowana w latach pięćdziesiątych ubiegłego stulecia przez F. Uhorczaka. Zakres tematyczny tej mapy został oparty na treści map topograficznych w skali 1:100 000 wykonanych przed II wojną światową. Stąd też mapa przedstawia stan użytkowania ziemi w Polsce w latach trzydziestych ubiegłego wieku.

* Praca wykonana w ramach projektu badawczego Komitetu Badań Naukowych nr 4 T12E 012 27.

Drugim jest baza danych opracowana w ramach projektu CORINE Land Cover 2000 (CLC-2000), która zawiera informacje o pokryciu i użytkowaniu ziemi w Polsce w 2000 r. Źródłem danych wykorzystanych do opracowania tej bazy były wysokorozdzielcze zdjęcia satelitarne wykonane przez satelitę Landsat.

Odmienne metody pozyskania i przetwarzania danych źródłowych oraz formy ich zapisu i wizualizacji, a także różnice odwzorowania i niejednolite zasady generalizacji treści są powodem utrudnień w bezpośrednim porównaniu obu opracowań (Jankowska, 1997). Perturbacje te stały się podstawą do podjęcia prac nad stworzeniem zasad, które umożliwiły konfrontację treści obu wymienionych opracowań. Proces ten objął w pierwszej kolejności konwersję danych analogowych na dane cyfrowe, następnie transformację geometryczną danych, generalizację treści tematycznej danych oraz wypracowanie metodyki prowadzenia analizy i ich prezentacji kartograficznej.

2. CHARAKTERYSTYKA DANYCH

Podstawą analizy zmian form użytkowania ziemi były dwa typy danych: analogowe i numeryczne.

W pierwszej fazie realizacji projektu podjęto próbę wykorzystania do analiz porównawczych analogową mapę sumaryczną, która przedstawia rozkład przestrzenny pięciu podstawowych form użytkowania ziemi w Polsce. Jednak wstępna ocena treści tej mapy wykazała istotne błędy w spasowaniu poszczególnych warstw tematycznych w jedną warstwę zbiorczą, co nie gwarantowało poprawności analizy. Dlatego do analiz zmian użytkowania ziemi postanowiono wykorzystać arkusze przeglądowej mapy użytkowania ziemi o formacie 76 cm x 76 cm, które przedstawiają poszczególne formy użytkowania ziemi: łąki i pastwiska (ryc. 1a), lasy (ryc. 1b), wody (ryc. 1c) oraz osadnictwo (ryc. 1d).

Drugim typem danych była baza danych zawierająca informacje o pokryciu terenu w 2000 r. (CLC-2000), powstała w wyniku realizacji projektu CORINE Land Cover (Ciołkosz, Bielecka, 2005). W bazie danych wydzielono 31 form pokrycia terenu, które występują w Polsce. Jest to baza o topologii wektorowej. Oznacza to, że nie zawiera ani linii podwójnych, ani linii wiszących, a każdy wielobok reprezentujący określoną formę pokrycia terenu posiada unikalny identyfikator oraz jest zakodowany zgodnie z obowiązującym systemem kodów. Kod pokrycia terenu jest zapisywany w postaci znakowej o długości trzech znaków. Sąsiadujące ze sobą wieloboki nie mają identycznych kodów. Powierzchnia najmniejszego wieloboku wynosi 25 ha. W sumie baza danych zawiera 124 338 poligonów. Dane o użytkowaniu ziemi są przechowywane w bazie danych w układzie współrzędnych prostokątnych płaskich „1992”.

3. KONWERSJA DANYCH ANALOGOWYCH NA DANE CYFROWE (SKANOWANIE)

Pojawienie się systemów informacji przestrzennej znacznie przyspieszyło i uprościło proces zdobywania informacji. Powstała też możliwość integracji różnych zbiorów danych przedstawionych zarówno w postaci analogowej, jak i zapisanych w formie cyfrowej. W niniejszych badaniach zamiany map analogowych na postać cyfrową dokonano przez ich skanowanie. Mimo przeprowadzonej kwerendy, między innymi w Wojskowych Zakładach Graficznych, nie udało się pozyskać oryginałów folii reprodukcyjnych poszczególnych arkuszy map użytkowania ziemi, dlatego podstawą skanowania były mapy drukowane.

Wstępna ocena jakości pozyskanych materiałów analogowych oraz próby z zastosowaniem różnych parametrów skanowania wykazały, że optymalnym rozwiązaniem w tym przypadku było zastosowanie wielkoformatowego skanera płaskiego DSK-Feniks o polu skanowania 800 mm × 1000 mm i rozdzielczości 200 punktów na centymetr. Zastosowanie skanera płaskiego w przypadku map drukowanych pozwoliło na utrzymanie wysokiej jakości danych wyjściowych i uniknięcie dodatkowych błędów związanych ze zniekształceniem mapy przez rozciągnięcie materiałów papierowych, jak ma to miejsce w przypadku skanerów bębnowych. Arkusze map przedstawiających poszczególne formy użytkowania ziemi zeskanowano z rozdzielczością 600 dpi w trybie 24 bity (RGB). Przyjęta rozdzielczość sprawiła, że najmniejsza jednostka powierzchni, dla której została określona informacja źródłowa, to pole o powierzchni 0,0016 mm². Oznacza to, że uzyskany obraz rastrowy bardzo dokładnie odtwarza oryginalne dane. Zeskanowane mapy poszczególnych form użytkowania ziemi zostały zapisane w formacie TIFF.

W wyniku przeprowadzonego procesu skanowania otrzymano numeryczny zapis podstawowych form użytkowania ziemi, a mianowicie: łąki i pastwiska, lasy, wody oraz osadnictwo.

4. TRANSFORMACJA GEOMETRYCZNA DANYCH

Jak już wspomniano, źródłem utrudnień w bezpośrednim porównaniu treści obu map były różnice w kartograficznym odwzorowaniu danych.

Przystępując do przekształceń poszczególnych źródłowych map użytkowania ziemi do wspólnego układu odniesienia, przyjęto założenie, że transformacja ma doprowadzić nie tylko do ujednolicenia parametrów geometrycznych odwzorowania, lecz także w miarę możliwości do redukcji systematycznych błędów położenia i kształtu obiektów.

Przedmiotem transformacji były zeskanowane arkusze przeglądowej mapy użytkowania ziemi, przedstawiające przestrzenne rozmieszczenie

poszczególnych form użytkowania ziemi. Transformację geometryczną przeprowadzono do układu współrzędnych prostokątnych płaskich „1992”, w jakim została opracowana baza danych CLC-2000, a badania były wykonane w środowisku graficznym systemu Image Analyst Intergraph.

Ponieważ analiza zarysu wydziałów na zeskanowanych mapach wykazała występowanie drobnych przesunięć pomiędzy treścią tematyczną a osnową kartograficzną, w celu lepszego dopasowania obu zbiorów zastosowano transformację wielomianową 4 stopnia. Punkty łączne obejmowały cały obszar mapy, ze szczególnym uwzględnieniem położenia elementów treści tematycznej i ich otoczenia. Ze względu na przesunięcia treści tematycznej geometryzowanych map niektóre elementy, takie jak osadnictwo i wody, wymagały zwiększenia liczby punktów łącznych.

Podstawowym wymaganiem stawianym mapom wynikowym po transformacji jest określona precyzja ich opracowania. Dokładność map po transformacji zależy przede wszystkim od błędów pomiaru i kartowania oraz od stopnia uogólnienia treści map źródłowych, a dopiero w tym kontekście od błędów powstałych w procesie wpasowania. Błędy transformacji są proporcjonalne do skali mapy i zależą od postaci równań transformacyjnych, a w przypadku wielomianów od ich stopnia. Ma to szczególne znaczenie przy transformacji map drobnoskalowych. Dla map średnioskalowych wpływ przekształceń matematycznych powinien być znacznie mniejszy od pozostałych wymienionych źródeł błędów.

Wynikiem procesu transformacji było uzyskanie zgodności odwzorowania dla warstw: łąki i pastwiska, lasy, wody oraz osadnictwo. W następstwie przeprowadzonych analiz poszczególne mapy po transformacji geometrycznej zostały utworzone z pikseli, które reprezentują powierzchnie o wymiarach 50 m × 50 m w terenie. Wartość błędu średniego transformacji waha się, dla poszczególnych nakładek tematycznych, w granicach 100–150 m.

5. GENERALIZACJA TREŚCI TEMATYCZNEJ DANYCH (AGREGACJA DANYCH)

Innym źródłem problemów w bezpośrednim porównywaniu treści danych o użytkowaniu ziemi są niejednolite zasady klasyfikacji i generalizacji treści wydziałów na poszczególnych mapach. Mimo że oba opracowania przedstawiają użytkowanie ziemi, to oprócz tej zasadniczej zbieżności występują pomiędzy nimi pewne różnice, które wynikają z odmiennego podejścia do sposobu i zakresu ujęcia treści. Przy zachowaniu dużego stopnia szczegółowości F. Uhorzak opisuje użytkowanie ziemi za pomocą 5 form, a w przypadku projektu CORINE Land Cover to samo zagadnienie jest reprezentowane przy użyciu 31 form pokrycia terenu. Dlatego też, aby porównać treść obu map, należało doprowadzić nie tylko do zgodności geometrycznej, ale także do ujednolicenia zakresu treści wydziałów zawartych

na przeglądowej mapie użytkowania ziemi w Polsce z tematyką bazy danych CLC.

Jak już wspomniano, podstawą wyznaczenia 5 podstawowych form użytkowania ziemi na przeglądowej mapie użytkowania ziemi były mapy topograficzne w skali 1:100 000 opracowane przez Wojskowy Instytut Geograficzny w okresie międzywojnia. Proces wyznaczenia objął tylko te formy, które były przedstawione w skali mapy w postaci konturów zamkniętych. Takimi znakami oznaczone były między innymi lasy, łąki, ogrody, bagna, miasta. Jedynie w przypadku wód uwzględniono elementy liniowe (Znaki topograficzne, 1923; Walczak, 1946; Koeb i in., 1938).

W przypadku projektu CORINE Land Cover przyjęto hierarchiczną strukturę wydzieleni pokrycia i użytkowania ziemi, która obejmuje trzy poziomy szczegółowości (Ciołkosz, Bielecka, 2005). Legenda przyjęta dla poziomu kontynentu obejmuje 5 głównych form pokrycia terenu. Wydzielenia odnoszące się do drugiego poziomu charakteryzują środowisko geograficzne na poziomie skal przeglądowych (1:1 000 000 i 1:500 000) i obejmują w odniesieniu do terenu Polski 14 form pokrycia terenu. Natomiast trzeci poziom szczegółowości jest charakterystyczny dla skali 1:100 000 i obejmuje w odniesieniu do Polski 31 form pokrycia ziemi, co ilustruje mapa (ryc. 2).

Sugerując się tym hierarchicznym układem w procesie generalizacji i ujednolicenia treści obu map, próbowano niejako automatycznie ograniczyć liczbę wyróżnionych form pokrycia i użytkowania ziemi najpierw z 31 do 14, by następnie przejść do poziomu pierwszego, na którym legenda CORINE Land Cover zawiera już tylko 5 form pokrycia i użytkowania ziemi. Takie automatyczne podejście okazało się niemożliwe.

Dobrze obrazuje to przypadek łąk i pastwisk. Ta forma pokrycia i użytkowania ziemi występuje w legendzie CORINE Land Cover jako pojedyncza forma zarówno na trzecim, jak również na drugim poziomie. W treści przeglądowej mapy użytkowania ziemi do łąk i pastwisk zaliczono także bagna i torfowiska. Z kolei te dwie ostatnie formy pokrycia i użytkowania ziemi są zakwalifikowane według nomenklatury CORINE Land Cover do śródlądowych obszarów podmokłych (tab. 1).

Dlatego, aby ujednolicić treść wydzieleni obu opracowań, należało podejść indywidualnie do każdego wydzielenia i dokonać „ręcznej” agregacji wydzieleni. Etap grupowania polegał na połączeniu kilku klas w jedną zgodnie z przyjętymi kryteriami, co pozwoliło na selekcję danych przestrzennych i otrzymanie nowego obrazu o treści zgeneralizowanej.

W przypadku osadnictwa skala mapy 1:100 000 nie pozwalała na przedstawienie w rzucie wszystkich budynków. Mimo to przyjęto taką zasadę generalizacji, która pozwalała na zachowanie jak największej liczby budynków w rzucie poziomym (Krassowski, Tomaszewska, 1979). W obrębie zabudowy na mapach wyróżniono i oznaczono za pomocą sygnatur i opisu między innymi sieć dróg, ogrody, parki, cmentarze, fabryki, kopalnie. Jedynie

przy luźnej zabudowie i poza osiedlami przedstawiono pojedyncze budynki (Grygorenko, 1970).

Bezpośrednim odpowiednikiem osadnictwa wyznaczonego na tej podstawie przez F. Uharczaka są w przypadku legendy CORINE Land Cover połączone wydzielania, obejmujące zabudowę zwartą oraz zabudowę luźną. Według przyjętej nomenklatury dla drugiego poziomu szczegółowości są one określane jako tereny zurbanizowane.

Dużą zgodność pojęciową wydzieleni można uzyskać w przypadku agregacji lasów. Wyróżnione na przeglądowej mapie użytkowania ziemi w skali 1:100 000 lasy są wynikiem zaliczenia do nich lasów liściastych, iglastych i mieszanych oraz grupy drzew i małych lasków, a także zarośli, krzaków i wrzosowisk (Terenoznawstwo, 1948). Stosownymi do nich wydzieleniami w przypadku trzeciego poziomu legendy CORINE Land Cover są zagregowane do jednej klasy: lasy liściaste, lasy iglaste, lasy mieszane oraz kosodrzewina (tab. 1).

Jako jedną z podstawowych form użytkowania ziemi przeglądowa mapa użytkowania ziemi uwzględnia łąki i pastwiska. Ta forma użytkowania obejmuje łąki, pastwiska, moczary, torfowiska, bagniska (bagna) oraz grunty podmokłe (Reutzinger, 1928). W zagregowanej legendzie projektu CORINE Land Cover odpowiednikiem wydzielania łąki i pastwiska są połączone w jedną klasę takie formy pokrycia i użytkowania ziemi, jak: łąki i pastwiska, łąki naturalne, bagna i mokradła, torfowiska (tab. 1).

Najtrudniejsza do rozwiązania okazała się sprawa wód. Na mapie F. Uharczaka zostały przedstawione wszystkie ciek i zbiorniki wodne, które były widoczne na mapach topograficznych w skali 1:100 000, a więc rzeki i jeziora, stawy, sztuczne zbiorniki wodne, strumienie oraz kanały (Grygorenko, 1970). Tymczasem do bazy danych CORINE Land Cover wprowadzono tylko te rzeki, których szerokość wynosiła co najmniej 100 m, natomiast w przypadku zbiorników wodnych o ich wprowadzeniu decydowała powierzchnia, która musiała wynosić ponad 25 ha. Tak więc baza danych CORINE Land Cover jest w tym przypadku zdecydowanie uboższa i porównywanie zawartości z przeglądową mapą użytkowania ziemi zostało w praktyce ograniczone do zbiorników wodnych o powierzchni ponad 25 ha.

Grunty rolne (ziemia orna w nomenklaturze F. Uharczaka) zostały wydobyte z mapy 1:1 000 000 jako saldo powierzchni ogólnej oraz powierzchni zajętej przez wody, łąki i pastwiska a także osadnictwo. Inaczej mówiąc, wszystkie formy pokrycia i użytkowania ziemi, które nie zostały zaliczone do łąk i pastwisk, lasów, osadnictwa bądź wód, zakwalifikowano jako ziemi orne.

Przyjmując takie rozumowanie, w przypadku bazy danych CLC-2000, do tej formy użytkowania ziemi należałoby zaliczyć pozostałe 17 niezagregowane uprzednio formy użytkowania i pokrycia ziemi. W obrębie gruntów ornyc znalazłaby się nie tylko większość terenów zantropogenizowanych, np. takich jak: tereny przemysłowe lub handlowe,

tereny komunikacyjne, lotniska, kopalnie odkrywkowe, zwałowiska i hałdy czy tereny sportowe i wypoczynkowe, ale także tereny z rozproszonym osadnictwem. Taka sytuacja znacznie ograniczałaby analizę zmian form użytkowania ziemi w czasie. W praktyce nie zostałyby zaobserwowane zmiany użytkowania ziemi związane np. z rozwojem osadnictwa rozproszonego czy też powstaniem terenów przemysłowych.

W wyniku analiz porównawczych treści map topograficznych oraz form wydzielonych w bazie danych CLC-2000 okazało się, że możliwe jest wyznaczenie w bazie danych CLC-2000 takich grup form pokrycia i użytkowania ziemi, które nie mają bezpośredniego odbicia w treści przeglądowej mapy użytkowania ziemi, ale mają swoje odbicie w treści archiwalnych map topograficznych, na podstawie których została opracowana przeglądowa mapa użytkowania ziemi. Przypomnijmy, że na mapie topograficznej występuje bardzo wiele obiektów i form użytkowania ziemi, których nie można przedstawić w rzucie poziomym, a są one przedstawione w postaci sygnatur. Te umowne znaki topograficzne są nie tylko graficznym obrazem przedstawianych obiektów, ale także ściśle je lokalizują w przestrzeni (Szafarski, 1965). Pozwala to poprzez porównanie treści archiwalnej mapy topograficznej z wydzieleniami bazy danych CLC-2000 na określenie, czy dana forma pokrycia i użytkowania ziemi pojawiła się w ostatnich latach, czy też istniała już w przeszłości.

Dlatego też w obrębie 17 form użytkowania i pokrycia ziemi, które w pierwszej fazie miano zaliczyć do gruntów ornych, wyznaczono w wyniku procedury przekwalifikowania szeroką grupę, obejmującą tereny przemysłowe, handlowe i komunikacyjne wraz z kopaniami, wyrobiskami, budowlami i zantropogenizowanymi terenami zielonymi nieużytkowanymi rolniczo. Ta szeroka grupa objęła w sumie 9 form użytkowania i pokrycia ziemi trzeciego poziomu systemu kwalifikacyjnego CORINE Land Cover (tab. 1). Oprócz tego z bazy danych CLC-2000 wyselekcjonowano las w stanie zmian oraz tereny rolnicze z rozproszonym osadnictwem. To ostatnie wydzielenie wymaga pewnego wyjaśnienia. W przeciwieństwie do mapy przeglądowej w legendzie CLC-2000 nie uwzględniono jako odrębnej formy zabudowy pojedynczej. Jest ona obecna i występuje jako element składowy złożonych systemów, które tworzą także grunty orne, niewielkie łąki oraz sady i ogrody (CORINE Land Cover, 2000).

Tak zdefiniowanej formie użytkowania w bazie CLC-2000 odpowiadają zarówno pojedyncze elementy osadnictwa z mapy F. Uhorczaka, jak i takie wydzielenia archiwalnej mapy topograficznej, jak ogrody, sady, drobne łąki i grunty orne. Takie ujęcie treści bazy danych CLC-2000 pozwoliło na pełniejszą ocenę zmian form pokrycia i użytkowania ziemi. Ma to istotne znaczenie w ocenie rozwoju terenów przemysłowych, analizie charakteru przekształceń struktury osadniczej, a także prześledzeniu przebiegu procesów wylesiania, sukcesji roślinności związanej ze zmianą sposobu użytkowania ziemi.

Wynikiem przyjętego postępowania było zaliczenie pozostałych nie zagregowanych form pokrycia i użytkowania ziemi do gruntów ornych. W rezultacie ta forma użytkowania i pokrycia ziemi objęła grupę 6 wydziałów: grunty orne; sady i plantacje; tereny rolnicze z dużym udziałem roślinności naturalnej; plaże, wydmy, piaski; skały; roślinność rozproszona (tab. 1).

W rezultacie przeprowadzonego procesu generalizacji źródłowa baza danych CLC-2000 została zgeneralizowana do 8 form pokrycia i użytkowania ziemi, którymi są:

- osadnictwo,
- łąki i pastwiska,
- lasy,
- wody,
- tereny przemysłowe, handlowe i komunikacyjne, kopalnie, wyrobiska, budowy oraz zantropogenizowane tereny zielone nieużytkowane rolniczo,
- tereny rolnicze z rozproszonym osadnictwem,
- las w stanie zmian,
- tereny rolne.

Wraz ze zmianą liczby wyznaczonych form pokrycia i użytkowania ziemi z 31 do 8, w wyniku przekwalifikowania danych nastąpiła także zmiana liczby poligonów opisujących pokrycie i użytkowanie ziemi w Polsce. W przypadku bazy źródłowej CLC-2000 liczba 124 338 poligonów została zredukowana do 65 535 poligonów w zgeneralizowanej bazie wynikowej.

Graficznym wynikiem przeprowadzonych analiz jest opracowana mapa, która przedstawia zagregowaną postać form użytkowania ziemi w Polsce (ryc. 3). Pod względem formy wizualizacji nawiązuje ona do kartograficznej metody, zastosowanej do prezentacji danych zawartych w bazie danych CLC-2000 (ryc. 2).

Tabela 1. Agregacja form pokrycia i użytkowania ziemi CLC-2000*

FORMY POKRYCIA I UŻYTKOWANIA ZIEMI			
Mapy topograficzne	Przeglądowa mapa użytkowania ziemi	CLC-2000 (po agregacji)	CLC-2000 trzeci poziom szczegółowości
Miasto, wieś, pojedyncza zabudowa z ogrodami i bez ogrodów	Osadnictwo	Osadnictwo	1.1.1 Zabudowa zwarta
			1.1.2 Zabudowa luźna
Łąki, łąki i pastwiska, grunty podmokłe, torfowiska, bagna i moczary	Łąki i pastwiska	Łąki i pastwiska	2.3.1 Łąki i pastwiska
			3.2.1 Łąki naturalne
			4.1.1 Bagna i mokradła
			4.1.2 Torfowiska
Lasy liściaste, lasy iglaste, lasy mieszane, krzaki i zarośla, wrzosowiska	Lasy	Lasy	3.1.1 Lasy liściaste
			3.1.2 Lasy iglaste
			3.1.3 Lasy mieszane
			3.2.2 Kosodrzewina
Rzeki, kanały, stawy, jeziora	Wody	Wody	5.1.1 Cieki
			5.1.2 Zbiorniki wodne
			5.2.3 Morza
Fabryka, elektrownia, cegielnia itp. (poza osadnictwem)	Ziemia orna	Tereny przemysłowe, handlowe i komunikacyjne, kopalnie, wyrobiska i budowy oraz zantropogenizowane tereny zielone nie użytkowane rolniczo	1.2.1 Tereny przemysłowe i handlowe
Drogi, koleje			1.2.2 Tereny komunikacyjne
Port (poza osadnictwem)			1.2.3 Porty
Lotnisko (poza osadnictwem)			1.2.4 Lotniska
Kamieniołom			1.3.1 Miejsca eksploatacji odkrywkowej
Hałda (poza osadnictwem)			1.3.2 Zwałowiska i hałdy
W budowie			1.3.3 Budowy
Parki, cmentarze (poza osadnictwem)			1.4.1 Miejskie tereny zielone
Plac sportowy (poza osadnictwem)			1.4.2 Tereny sportowe i wypoczynkowe
Domy z ogrodami i bez ogrodów, sady i ogrody, łąki, ziemia orna		Tereny rolnicze z rozproszonym osadnictwem	2.4.2 Tereny rolnicze z rozproszonym osadnictwem
Poręba, las powalony		Las w stanie zmian	3.2.4 Las w stanie zmian
Las spalony lub uschnięty			3.3.4 Pogorzeliska
Brak		Tereny rolne	2.1.1 Grunty orne
Sady, plantacje			2.2.2 Sady i plantacje
Brak			2.4.3 Tereny rolnicze z dużym udziałem roślinności naturalnej
Piaski			3.3.1 Plaże, wydmy, piaski
Skały			3.3.2 Skały
Krzaki, zarośla			3.3.3 Roślinność rozproszona

* Opracowano na podstawie: 1) Znaki topograficzne map polskich w podziałce 1:75 000 i 1:100 000, Wojskowy Instytut Geograficzny, Warszawa 1923, 2) Znaki umowne. Wzory pism i skróty dla map topograficznych w skali 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000 (wzór 1951), Warszawa 1956, 3) CEC.CORINE Land Cover. Technical Guide, 1994, Luxemburg (Office for Official Publication of European Communities., s. 25–27), 4) F. Uharczak, Polska. Przeglądowa Mapa Użytkowania Ziemi 1:100 000, PWN, Warszawa 1969.

6. METODYKA INTERPRETACJI ZMIAN FORM UŻYTKOWANIA ZIEMI

Z początkiem lat dziewięćdziesiątych XX w. obserwuje się duże zainteresowanie problematyką związaną nie tylko z dokumentowaniem rozkładu przestrzennego form pokrycia i użytkowania ziemi, ale także z badaniem zmienności tych form w czasie. Liczne są prace dotyczące zmian użytkowania ziemi, prezentujące różne ujęcie treści i zasięg terytorialny prowadzonych analiz. Dynamiczny rozwój tej dziedziny badań można wiązać z rozwojem nowych technik pozyskiwania, przetwarzania i przekazywania informacji, a głównie z rozwojem systemów informacji geograficznej.

Przypomnijmy, że zmiany użytkowania ziemi w czasie określano najczęściej na podstawie porównania treści map źródłowych wykonanych w różnych przekrojach czasowych. W wyniku nałożenia treści obu map otrzymywano mapę stanów w różnych przekrojach czasowych, czyli mapę wieloczasową. Na tej mapie wynikowej część wydzieleni się pokrywa, co świadczy o tym, że dane wydzielenie nie uległo zmianie, inne wydzielenia są natomiast rozbieżne i nie pokrywają się, co świadczy o zmianach w obrębie wydzieleni (Gołaski, 1997). Taki sposób postępowania z pewnymi modyfikacjami jest często nazywany metodą nakładkową i był wielokrotnie stosowany w badaniach zmian użytkowania ziemi (Kozubek, 2002). Omawiane podejście ma swoje korzenie w metodzie nazywanej metodą nakładania map, która jest znana od początku XX w (Widacki, 1996). Metoda ta polegała na wyrysowaniu z map tematycznych konturów poszczególnych kategorii znajdujących się na mapie, np. kompleksów litologicznych, typów użytkowania, by po nałożeniu tych konturów na siebie wrysować granice regionów.

Wraz z rozwojem systemów informacji przestrzennej, badania zmian użytkowania ziemi zostały oparte na analizie baz danych, które są zbiorem wzajemnie powiązanych danych o danym obszarze. Na podstawie przeprowadzanych analiz są najczęściej opracowywane tzw. mapy różnicowe, które przedstawiają wyłącznie zmiany, zaszłe na badanym terenie.

6.1. Zasady interpretacji zmian form użytkowania ziemi

Obecnie coraz częściej mapę zmian otrzymujemy poprzez przecięcie warstw tematycznych bazy danych. W naszym przypadku proces wyznaczenia zmian form pokrycia i użytkowania ziemi przebiegał w nieco inny sposób, co wynikało ze specyfiki danych wykorzystywanych do analizy porównawczej (Poławski, 1999).

Podstawą do opracowania mapy bilansowej przedstawiającej zmiany form użytkowania i pokrycia ziemi były dwa rodzaje danych. Pierwsze to dane archiwalne w postaci cyfrowej przeglądowej mapy użytkowania ziemi w skali

1:1 000 000. Są to dane w zapisie rastrowym, który bardzo dokładnie odtwarza oryginalne dane: wody, łąki i pastwiska, lasy, osadnictwo i jest zgodny z układem współrzędnych prostokątnych płaskich „1992”, w jakim została opracowana baza danych CLC-2000. W procesach analiz dane te stanowią warstwy podkładowe. Drugi typ danych to zgeneralizowana wektorowa baza danych o topologii wektorowej, która przedstawia 8 form użytkowania i pokrycia ziemi według stanu na 2000 r. Jest to warstwa nakładkowa.

Interpretacja zmian form pokrycia i użytkowania ziemi była przeprowadzona metodą wizualną, bezpośrednio na monitorze komputera. W tym celu wykorzystano oprogramowanie Arc-View GIS ver. 3.2. Ułatwiło ono znacznie prowadzenie procesu wyznaczania zmian poprzez jednoczesną obserwację (w dwóch sąsiadujących oknach) treści warstwy podkładowej (np. lasów) i obrazu form pokrycia terenu powstałego w wyniku wizualizacji zgeneralizowanych danych zgromadzonych w bazie danych CLC-2000. Zastosowanie technologii cyfrowej ułatwiło także proces interpretacji zmian form pokrycia terenu dzięki możliwości powiększania skali warstw podkładowych i nakładki tematycznej oraz pozwoliło na utrzymanie kryterium wielkości wyznaczonej formy pokrycia terenu, a także kontrolowanie szerokości wyznaczonych wieloboków. Zgodnie z przyjętą metodyką rejestrowano tylko te zmiany pokrycia terenu, których powierzchnia wynosiła powyżej 25 ha, zaś szerokość wydzieleń nie mogła być mniejsza niż 100 m.

W praktyce proces wyznaczenia zmian użytkowania ziemi polegał na tym, że na poszczególne warstwy tematyczne przeglądowej mapy użytkowania ziemi, które traktowano jako warstwy podkładowe, nakładano zagregowaną wektorową bazę danych zawierającą dane o pokryciu terenu i użytkowaniu ziemi w 2000 r. Interpretację i ocenę zmian użytkowania ziemi prowadzono indywidualnie dla każdej warstwy podkładowej, porównując treść nakładki przedstawiającej aktualne formy pokrycia terenu z treścią poszczególnych warstw podkładowych.

W pierwszej kolejności porównano treść bazy danych z warstwą tematyczną „lasy” (ryc. 4), następnie z warstwami „łąki i pastwiska”, „osadnictwo” oraz „wody”. Uznawano, że w miejscach, w których granica wydzielenia na warstwie podkładowej przebiegała współkształtnie w stosunku do granicy wydzieleń na warstwie nakładkowej nie wystąpiła zmiana w sposobie pokrycia terenu. Jedynie w przypadku zmiany przebiegu granicy danego wydzielenia, przy zachowaniu warunku, że zmiana ta objęła ponad 25 ha, zaznaczano obszar zmian. Wydzielony obszar zmian otrzymywał atrybut, który określał cechy wyznaczonego obiektu. Ma on postać dwóch trzycyfrowych kodów, za pomocą których określono pokrycie terenu w bazie danych CLC-2000. Pierwsza grupa cyfr to kod użytkowania ziemi odpowiadający wydzieleniu na mapie podkładowej, druga zaś odpowiada wydzieleniu na nakładce tematycznej. I tak np. oznaczenie 311–231 wskazuje

na to, że na wyznaczonym obszarze w 2000 r. występował las (kod 311), natomiast w latach trzydziestych ubiegłego wieku obszar był zajęty przez łąki i pastwiska (kod 231) (ryc. 5).

Wyniki interpretacji weryfikowano, wykorzystując archiwalne mapy topograficzne w skali 1:100 000 w układach WIG i Borowa Góra oraz zdjęcia satelitarne.

6.2. Wyniki interpretacji–baza danych zmian użytkowania ziemi

W efekcie prac interpretacyjnych powstała warstwa wynikowa przedstawiająca dane o zmianach form użytkowania ziemi w latach 1930–2000. Warstwa ta, nazywana także warstwą bilansową zmian form pokrycia i użytkowania ziemi, obejmuje sumę zmian, zaobserwowanych w wyniku kolejnych porównań poszczególnych warstw podkładowych z treścią zagregowanej bazy danych CLC-2000. W warstwie tej znajduje się 29 936 poligonów przedstawiających obszary zmian.

Warstwa wynikowa ma postać bazy danych o charakterze wyspowym, ponieważ znajdują się w niej tylko te obiekty, w których obrębie zmieniło się pokrycie i użytkowanie ziemi. Do reprezentacji tych danych przestrzennych zastosowano topologiczny model wektorowy.

Bazę danych o zmianach form użytkowania ziemi uzupełniono o warstwę, która przedstawia podział administracyjny Polski na powiaty i województwa. W części geometrycznej bazy danych w postaci wektorowej przechowywane są informacje o przebiegu granic administracyjnych, a dokładność ich położenia odpowiada mapie w skali 1:100 000. W części opisowej bazy danych znajduje się kod statystyczny województwa i powiatu oraz ich nazwa. Dane o zmianach form użytkowania ziemi zostały zapisane w układzie współrzędnych „1992”. W efekcie prowadzonych analiz została utworzona baza danych, której zakres informacyjny uwzględnia informacje na temat zmian użytkowania ziemi na tle podziału administracyjnego kraju.

7. WIZUALIZACJA DANYCH O ZMIANACH FORM UŻYTKOWANIA ZIEMI

Mimo rozwoju wielu nowych metod wizualizacji (prezentacja multimedialna, animacja kartograficzna), mapa jest w dalszym ciągu niezastąpionym i najbogatszym źródłem informacji o obiektach i zjawiskach przyrodniczych, ich rozmieszczeniu i wzajemnych powiązaniach. Mapę, która zawiera informację z jednego przekroju czasowego, nazywamy najczęściej mapą stanu. W przypadku gdy treść mapy odnosi się do pewnego przedziału czasowego i zawiera informację o lokalizacji i kształtach określonych obiektów w dwóch lub więcej przekrojach czasowych, jest ona określana mapą zmian.

7.1. Prezentacja zmian na mapach

Prezentacja zmian i dynamiki zjawisk na mapach należy do jednych z ważniejszych i trudniejszych zadań kartografii. Problem prezentacji zmian zachodzących w czasie jest przez wielu autorów utożsamiany nawet jako czwarta rafa kartografii (Meksuła, 2001). Sposoby kartograficznej prezentacji dynamiki i zmian są trudne i być może dlatego problematyka metodyki opracowywania takich map nie jest często podejmowana w pracach kartograficznych.

W praktyce kartograficznej sposoby prezentacji zmian sprowadzają się najczęściej do sekwencji map, map wielofazowych, map bilansowych, rzadziej zaś są opracowywane mapy typów.

Najczęstszym i najprostszym sposobem jest prezentacja zmian za pomocą serii pojedynczych map. Poszczególne mapy przedstawiają dane zjawisko w różnych okresach. Są one umieszczane najczęściej obok siebie na jednym arkuszu. Zestawienie takie umożliwia śledzenie zmian w przestrzeni i w czasie, poznanie charakteru zmian danego zjawiska, kierunków zmian ich rozkładu przestrzennego i zasięgu powierzchniowego. Przykładem takiego sposobu prezentacji zmian mogą być mapy przedstawiające np. rozkład przestrzenny zabudowy w Warszawie w latach 1930 i 2000 (ryc. 6).

Analiza zmian odbywa się poprzez wizualne porównanie treści poszczególnych map, co nie zawsze pozwala na precyzyjną ocenę zachodzących zmian. Innym rozwiązaniem prezentacji zmian są próby utworzenia obrazu dynamicznego poprzez pokazanie na jednej mapie dwóch stanów. W takim przypadku pojedyncza mapa przedstawia najczęściej kilka kolejnych faz rozwoju danego zjawiska, np. rozwój powierzchni zurbanizowanych aglomeracji warszawskiej (ryc. 7).

Osobną kategorią map przedstawiających zmiany są opracowania, które pokazują skutek zmian, np. ubytek powierzchni leśnej lub przyrost terenów zabudowanych w danym przedziale czasowym. Ponieważ przedstawiają one bilans czasowo-przestrzenny danego zjawiska, dlatego najczęściej są określane mapami bilansowymi. Mapa taka nie przedstawia konkretnych przekrojów czasowych, lecz korzystając z informacji o przebiegu zjawiska, pokazuje skutek zmian. Mapa bilansowa może przedstawiać np. przyrost, stagnację lub ubytek w ciągu całego badanego okresu, ewentualnie inny, możliwy do obliczenia wskaźnik (Gołaski, 1997). Przykładem takiego opracowania może być mapa przedstawiająca przyrost zabudowanych terenów w Warszawie (ryc. 7).

Mapy bilansowe pozwalają jedynie na pokazanie różnic między dwoma poziomami czasowymi. Gdy prezentacja dotyczy zjawisk o zróżnicowanym i skomplikowanym przebiegu, takich jak niektóre zjawiska demograficzne czy zmiany użytkowania ziemi, wtedy najlepszym sposobem rozwiązania tego typu problemu są mapy prezentujące typologię danego zjawiska. Niewątpliwą zaletą tego typu map jest możliwość syntetycznego pokazania

skomplikowanych zmian w czasie. Warto zwrócić uwagę, że mapy tego typu prezentują zwykle bardzo trudno rozróżnialne i skomplikowane typy zmienności, dlatego problemem jest uzyskanie dobrego stopnia ich czytelności. Dla podniesienia przejrzystości prezentowanej treści mapy takie są bardzo często uzupełnione modelem relacji, ukazującej strukturę badanej powierzchni oraz związki zachodzące pomiędzy elementami w czasie (Jankowska, Lisiewicz, 1998). Taka dodatkowa informacja dołączona do legendy przedstawia np. informacje na temat przejść poszczególnych form użytkowania ziemi z jednych w inne (Kozubek, 2002).

7.2. Wizualizacja i ocena wyników analiz

Dane o zmianach form użytkowania ziemi zgromadzone w bazie danych są danymi geokodowanymi, co oznacza, że w bazie jest zarejestrowane ich położenie w odniesieniu do powierzchni Ziemi. Dane te można przetworzyć do postaci graficznej na ekranie monitora, a także utworzyć różnego rodzaju mapy tematyczne. Oprócz możliwości dowolnego zestawienia danych, zastosowanie techniki komputerowej pozwala także na dużą dowolność w operowaniu środkami graficznymi (jasność, barwa itp.), co poprawia odbiór i ułatwia analizę opracowanych map. Mimo ułatwień technicznych, kartograficzna prezentacja zmian napotyka jednak pewne trudności i ograniczenia. Jednym z nich jest trudność przedstawiania na jednej mapie jednocześnie kilku cech zmian. Ten zabieg jest nieefektywny, gdyż ze względu na liczbę i mnogość aspektów przekroczone zostają najczęściej możliwości percepcji wzrokowej odbiorcy (Plit, 1998). W przypadku map przedstawiających zmiany pokrycia i użytkowania ziemi w Polsce, pierwszym etapem wizualizacji kartograficznej było określenie zakresu tematycznego opracowywanych map. Wymagało to zdefiniowania charakteru informacji przedstawionej na mapach, a następnie określenia typu prezentowanych obiektów oraz sprecyzowania charakteru jej atrybutów.

Przyjęto, że opracowywane mapy będą przedstawiały rozkład przestrzenny zmian pokrycia i użytkowania ziemi przedstawiony za pomocą metody chorochromatycznej z wykorzystaniem zmiennych graficznych, takich jak barwa, jasność, deseń. Na pierwszym etapie prac podjęto próbę kartograficznego przedstawienia typologii zmian form użytkowania ziemi, czyli opracowania mapy kierunków zmian. W przypadku analizy zmian użytkowania i pokrycia ziemi w Polsce latach 1930–2000 okazało się, że przebiegały one w 24 kierunkach i wystąpiły w obrębie 29 936 poligonów. Zmiany te przedstawiono na mapie w skali 1:1 000 000. Najmniejszy element wydzielania wynosił 25 ha, a więc 2,5 mm x 2,5 mm w skali opracowania.

Warstwę nakładkową przedstawiającą zmiany użytkowania ziemi nałożono na warstwę podkładową, przedstawiającą 8 form użytkowania ziemi w Polsce w 2000 r. Próba ta wykazała, że rozkład przestrzenny typów zmian jest nieczytelny. W zdecydowanej większości mała powierzchnia poligonów

(blisko 12 tys. poligonów miało powierzchnię w granicach 25–40 ha) przedstawiających dany kierunek zmian użytkowania ziemi, przy konieczności zachowania dużej różnorodności graficznej elementów, pogłębiała słabą czytelność przedstawionego zjawiska. Taki sposób ujęcia treści był szczególnie nieczytelny w obrębie obszarów o intensywnych przekształceniach i wielokierunkowych zmianach np. na terenach aglomeracji miejskich czy też w rejonie stref przemysłowych Górnego Śląska. Biorąc pod uwagę trudności w przedstawieniu typologii zmian użytkowania ziemi, postanowiono opracować sekwencje map dla wybranych tematów i zastosować inne sposoby prezentacji kartograficznej wyników analiz przestrzennych.

Pierwszą z nich była mapa bilansowa przedstawiająca rozkład przestrzenny obszarów, w których obrębie wystąpiły zmiany użytkowania ziemi (ryc. 8). Obszary zmian użytkowania ziemi przedstawiono za pomocą metody chorochromatycznej na tle podziału administracyjnego z ważniejszymi miejscowościami oraz z naniesioną siatką współrzędnych geograficznych (układ „1992”).

Wstępna ocena procesu zmian użytkowania ziemi na obszarze Polski w latach 1930–2000 wskazuje na znaczną dynamikę przekształceń sposobów użytkowania ziemi w Polsce. Z przeprowadzonych analiz wynika, że w ciągu 70 lat zmiany użytkowania ziemi objęły w sumie obszar blisko 3 mln ha, co stanowi 9,4% powierzchni kraju. Zdecydowanie zaznacza się regionalizm zmian użytkowania ziemi. Występują obszary o znacznej stabilności, na których nie zaobserwowano większych zmian oraz tereny, na których zmiany były bardzo intensywne i miały znaczny zasięg. Największe przekształcenia użytkowania ziemi wystąpiły w województwach warmińsko-mazurskim oraz zachodniopomorskim. Z kolei najmniejsze zmiany odnotowano w województwach: opolskim, małopolskim oraz wielkopolskim.

Wyniki analizy pozwalają również na określenie kierunków zmian użytkowania ziemi. Największe przekształcenia objęły tereny gruntów ornych oraz łąk i pastwisk. Z ogólnej powierzchni zaobserwowanych zmian użytkowania ziemi blisko 90% przypada właśnie na te dwie formy użytkowania. Kosztem tych form nastąpił przyrost zwłaszcza obszarów leśnych. Zwiększenie powierzchni lasów wystąpiło głównie w Polsce północnej i południowo-wschodniej. Wynikło ono przede wszystkim z przebiegu powojennych procesów społeczno-gospodarczych związanych z polityką zagospodarowania ziem odzyskanych. Procesy migracyjne ludności sprawiły, że część terenów rolnych przestała być użytkowana i właśnie te grunty były głównym obszarem powojennych zalesień. Przyrost powierzchni lasów w Polsce południowo-wschodniej jest z kolei wynikiem trwającego już ponad 50 lat procesu renaturalizacji. Jest on skutkiem przeprowadzonej po II wojnie światowej akcji przesiedleńczej ludności, a co za tym idzie znacznego wyludnienia tego terenu. Niewykorzystane rolniczo tereny zajmował stopniowo las.

Odmiernym, ale wyraźnie zaznaczającym się typem zmian form użytkowania ziemi są przekształcenia związane z powojenną intensywną industrializacją i urbanizacją kraju. Na skutek tych procesów nastąpiło wyłączenie części gruntów ornych, łąk i pastwisk oraz lasów i przekazanie ich pod zabudowę przemysłową i mieszkaniową, budowę dróg, a także zbiorników wodnych. Ten rodzaj przekształceń wystąpił na obszarze blisko 5000 km² i dominował na terenie obecnych województw śląskiego oraz mazowieckiego.

Zaobserwowane różnice w zmianach sposobu użytkowania ziemi w latach 1930–2000 mają swoje źródło nie tylko w procesach naturalnych przekształceń środowiska, ale są przede wszystkim rezultatem działania złożonych procesów historycznych, społecznych i gospodarczych, jakie miały miejsce w Polsce ostatnim siedemdziesięcioleciu.

8. ZAKOŃCZENIE

Bezpośrednim powodem utrudnień w porównaniu treści map tematycznych wykonanych w różnych przekrojach czasowych są najczęściej różnice odwzorowania, niejednolite zasady generalizacji oraz odmienne sposoby zapisu danych i wizualizacji. Tworząc metodykę analizy wieloźródłowych danych kartograficznych, należy uwzględnić między innymi charakter przedstawianego zjawiska, rodzaj i sposób wykorzystania informacji źródłowej, metodykę opracowania mapy zmian, przeznaczenie mapy oraz sposób jej wykorzystania.

W odniesieniu do analizy zmian form użytkowania ziemi w Polsce, zastosowana metoda konwersji danych analogowych na dane cyfrowe, przyjęte parametry transformacji geometrycznej danych, zaproponowane zasady generalizacji treści tematycznej danych oraz sposób analizy porównawczej danych pozwoliło nie tylko na porównanie treści map pochodzących z różnych okresów, ale także na powiązanie treści map archiwalnych z zawartością bazy danych, a w konsekwencji na określenie zmian form użytkowania ziemi w Polsce.

9. LITERATURA

- [1] CEC.CORINE Land Cover. Technical Guide, 1994, Luxemburg (Office for Official Publication of European Communities, s. 25–27.
- [2] Ciołkosz A., Bielecka E., 2005, *Pokrycie terenu w Polsce*. Bazy danych CORINE Land Cover. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Inspekcja Ochrony Środowiska. Warszawa, s. 76.
- [3] CORINE Land Cover Technical Guide-Addendum, 2000, Technical report No 40, May 2000, prepared by M. Bossard J, Feranec and J. Otahel, EEA.

- [4] Gołaski J., 1997, *Struktura map zmian w czasie*. W: Kartograficzne metody badania zmian środowiska. Konferencja naukowa, Poznań 25X 1996. Poznań. Wyd. Akademii Rolniczej im. A Cieszkowskiego, s. 31–42.
- [5] Grygorenko W., 1970, *Redakcja i opracowanie map ogólnogeograficznych*. PPW, s. 393–395.
- [6] Jankowska M., 1997, *Wybrane problemy oceny wartości użytkowej mapy zmian stosunków wodnych w czasie*. Konferencja Naukowa. Kartograficzne metody badań zmian środowiska. AR Poznań, s. 81–84.
- [7] Jankowska M., Lisiewicz S., 1998, *Kartograficzne i geodezyjne metody badania zmian środowiska*. AR Poznań, s. 117.
- [8] Koeb St. i in., 1938, *Terenoznawstwo praktyczne*. Warszawa. s. 19.
- [9] E. Kozubek E., 2002, *Zmiany użytkowania ziemi w regionie tarnobrzeskim pod wpływem uprzemysłowienia w latach 1937–1992 w świetle interpretacji map i obrazów satelitarnych*. Dokumentacja geograficzna nr 25, PAN IGiPZ Warszawa, s. 45–47.
- [10] Krassowski B., Tomaszewska M., 1979, *Mapy topograficzne ziem polskich 1871–1945*. T. 1. *Polskie mapy topograficzne wydane w latach 1918–1945*, Biblioteka Narodowa, Zakład Zbiorów Kartograficznych, Warszawa, s. 20–23.
- [11] Meksuła M., 2001, *Kartograficzne sposoby prezentowania dynamiki zjawisk*, Polski Przegląd Kartograficzny, T. 33, nr 4, s. 328–338.
- [12] Plit J., 1998, *Uwagi o kartograficznej prezentacji dynamiki zjawisk*, Polski Przegląd Kartograficzny, T. 30, nr 2 s. 111–114.
- [13] Poławski Z. F., 1999, *Przygotowanie wyników fotointerpretacji do wprowadzenia do GIS*, Biuletyn Informacyjny BOINTiE IGiK, T. XLIV, nr 3–4, s. 6–12.
- [14] Reutzinger J., 1928, *Topografia. Pomiar i zdjęcie kraju, kartografia i wojskowe znaczenie terenu*, Warszawa, s. 122–125.
- [15] Szafarski J., 1965, *Zarys kartografii*, PPWK Warszawa, s. 321–348.
- [16] *Terenoznawstwo*, 1948, Wojskowy Instytut Naukowo-Wydawniczy, s. 26–39.
- [17] Uhorczak F., 1969, *Polska Przeglądowa Mapa Użytkowania Ziemi 1:1000 000*. Instytut Geografii PAN, Prace Geograficzne nr 17.
- [18] Walczak W., 1946, *Znaki topograficzne stosowane najczęściej na mapach Polskich Wojsk. Instytutu Geogr. oraz najważniejsze znaki na mapach byłych zborów*. Kraków, s.1–14.
- [19] Widacki W., 1996, *Od papierowych map do systemów informacji geograficznej*, Czasopismo Geograficzne, T. LXVII, nr 3–4, s. 378–380.
- [20] *Znaki topograficzne map polskich w podziałce 1:75000 i 1:100 000*. Wojskowy Instytut Geograficzny, Warszawa 1923.



a)



b)

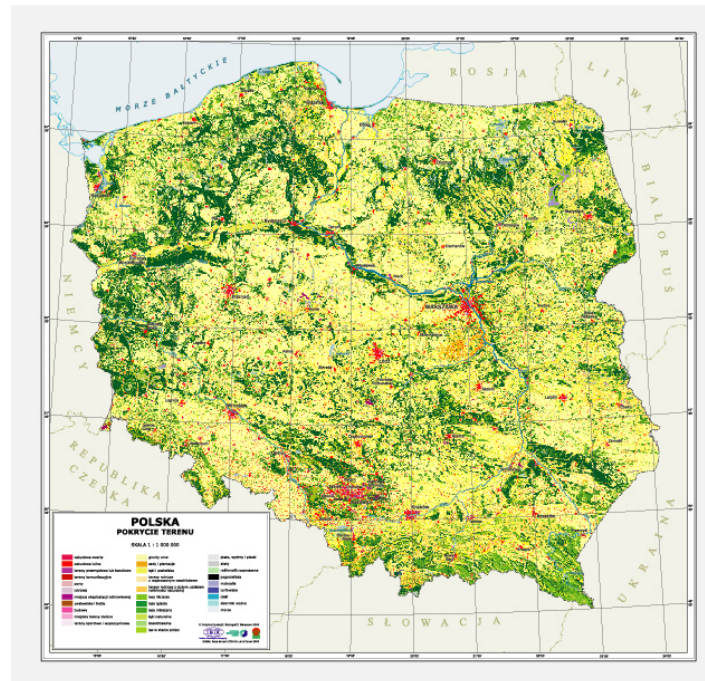


c)

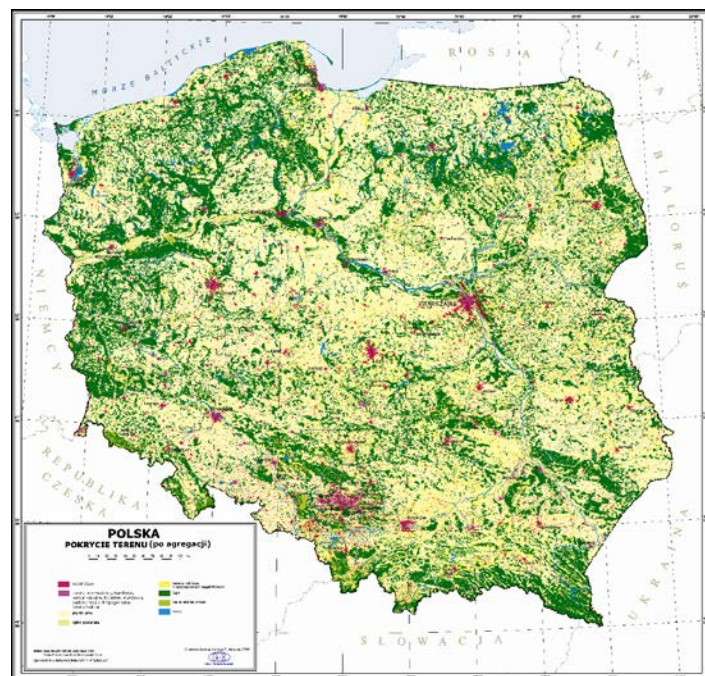


d)

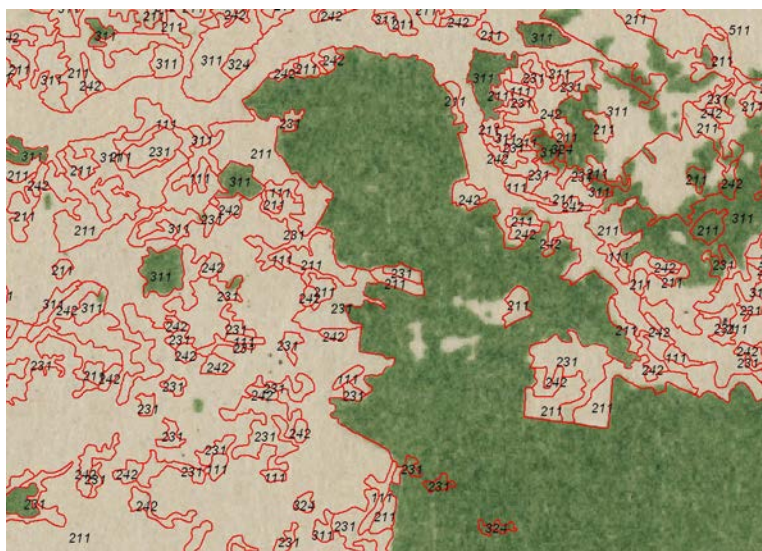
Ryc. 1. Polska. Przeglądowa mapa użytkowania ziemi (F. Uhorczak, 1969).
a) łąki i pastwiska, b) lasy, c) wody, d) osadnictwo



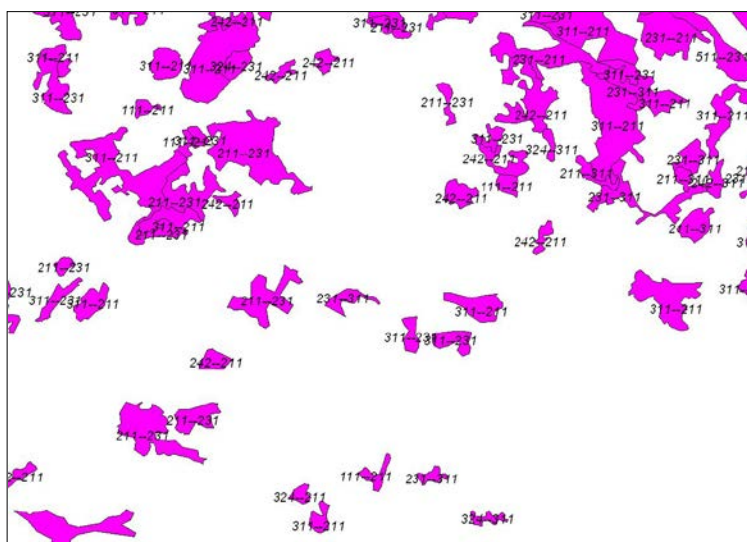
Ryc. 2. Polska. Pokrycie terenu (CLC-2000)



Ryc. 3. Polska. Pokrycie terenu (po agregacji)



Ryc.4. Przykład nałożenia na warstwę podkładową „lasy” nakładki będącej zagregowaną bazą danych CLC-2000. Objaśnienia: 111 - osadnictwo, 121 - tereny przemysłowe, 211 - grunty orne, 231 - łąki i pastwiska, 242 - tereny rolnicze z rozproszonym osadnictwem, 311 - las, 324 - las w stanie zmian, 511 – wody



Ryc.5. Warstwa wynikowa zmian form użytkowania ziemi. Objaśnienia: 111 - osadnictwo, 121 - tereny przemysłowe, 211 - grunty orne, 231 - łąki i pastwiska, 242 - tereny rolnicze z rozproszonym osadnictwem, 311 - las, 324 - las w stanie zmian, 511 – wody. Opis atrybutu: 311- 231 wskazuje na to, że na wyznaczonym obszarze zmian w 2000 r. występuje las natomiast w latach trzydziestych XX wieku obszar był zajęty przez łąki i pastwiska



Ryc.6. Zabudowa w 1930 r.



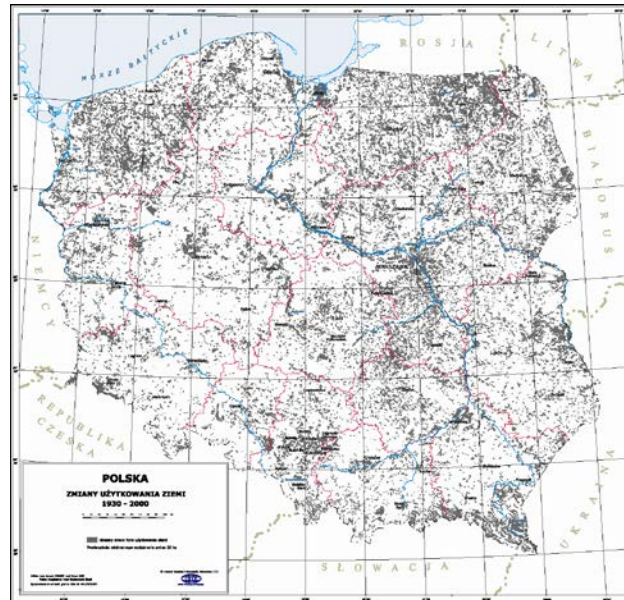
Zabudowa w 2000 r



Ryc.7. Rozwój terenów zabudowanych
w latach 1930–2000



Przyrost terenów zabudowanych
w latach 1930 - 2000



Ryc. 8. Polska. Zmiany użytkowania ziemi 1930–2000 (na tle podziału administracyjnego)

ANDRZEJ CIOŁKOSZ, ZENON F. POŁAWSKI

Institute of Geodesy and Cartography

METHODOLOGY OF INTEGRATION AND ANALYSIS OF MULTISOURCE CARTOGRAPHIC DATA FOR EVALUATION OF LAND USE CHANGES IN POLAND

Summary

Land use maps can be a basis for studies of changes in land use forms in Poland. Among variety of maps two cartographic materials are worthy of particular attention.

First of these two is land use map prepared in 50's of 20th century by F. Uhorczak. Thematic contents of this map was based on the contents of topographic maps at a scale of 1:100 000, prepared before Second World War. Hence, the map presents state of land use in Poland, which was in 30's of last century.

Database prepared within CORINE Land Cover 2000 (CLC-2000), containing information on land cover and land use in Poland in 2000, is the

second type of map data. High-resolution satellite images collected by Landsat satellite were the source data used for preparation of this database.

Different methods of data acquisition and processing, various forms of their recording and visualization, as well as differences in projection and non-uniform rules of generalization create serious problems while comparing these cartographic materials directly. So, in order to make the comparison, feasible data ought to be standardized.

This process comprised at first conversion of analogue data to digital ones and next geometrical matching of both sets of data. It implied transformation of scanned small-scale maps to the reference system, which was applied for preparation of CORINE Land Cover 2000 database. Next step was aimed at obtaining both ranges of thematic contents comparable; it led to preparation of rules of thematic aggregation of CLC 2000 database.

In order to compare both sets of data preparation of methods of analysis was indispensable.

As a result of interpretation the database was prepared, which contains information on changes of land use forms in Poland between 1930 and 2000. This database enabled to determine transfigurations of land use forms and to analyze their multiyear spatial changes in Poland.

Translation: Zbigniew Bochenek

