

Zmiany użytkowania ziemi zlewni górnej Narwi w XIX–XX wieku

Land use changes in the basin of upper Narew river, in XIX–XX century

Sylvia NASIŁOWSKA

The theme of thesis is land use analyses in upper Narew basin in 1885–2001. Base sources are topographic maps and satellite images. Integration of content and symbols meanings in particular base data have allowed to distinct 10 land use categories: residential urban development, industrial and commercial zones, transport zones, arable lands, pastures and meadows, country development, forests, natural water bodies, artificial water bodies, wetlands. Precision of area of land use interests was 25 ha but changes were shown with 5 ha precision.

Cartographic data are ambiguous, and then results from study are incorrect for some categories, especially country development and wetlands.

Transformations were observed for 32.8% of study area (in 1885–1937 – 13,6%, and in 1923–2001 – 23,5%). Forests

and arable lands are dominant classes of land use in all periods of work (each about 40% in total area). The biggest increase has been noted in artificial water bodies (28 times). Natural water bodies mostly disappeared and in the same time extinction of wetlands was observed. Swampy grounds have been drain to create pastures and meadows or arable lands.

Urban areas are being increased more and more intensively, particularly at the expense of arable lands, pastures and meadows. Urbanization increase from 23 to 71% during period of work. Density of population rise above 3 times too. The biggest population growth were observed in Białystok, which is still the most important urban centre in Podlasie. Industrial, commercial and transport zones are successfully developed here.

Wstęp

Działalność człowieka zawsze odgrywała ważną rolę w przekształcaniach środowiska naturalnego. Wraz z upływem czasu coraz większe powierzchnie dostosowywano do potrzeb mieszkańców danego terenu. Rewolucja przemysłowa, różna polityka zaborców, wojny światowe oraz socjalistyczne podejście do gospodarowania terenem powodowało, że użytkowanie ziemi na obszarze Polski zmieniło się. Dynamizm ten można zbadać dzięki mapom inwentaryzującym stan użytkowania ziemi sięgającym swą aktualnością jak najdalej w przeszłość.

Analiza zmian użytkowania ziemi ma na celu pozyskanie informacji o ich dynamice, rozkładzie przestrzennym oraz znaczeniu. Dodatkowo takie badania wiele mówią o poziomie i intensywności gospodarowania człowieka. Tym samym mogą stanowić podstawę do dal-

szych opracowań oraz wniosków prowadzących do bardziej racjonalnego wykorzystania środowiska (Poławski, 2002). Mapy użytkowania ziemi wykorzystywane są w pracach naukowych oraz przez różne organizacje zajmujące się analizą danych statystycznych, monitorowaniem środowiska, planowaniem przestrzennym czy też zarządzaniem terenami (Baranowska i in., 2000). Dzięki temu określenie przyczyn rządzących rozmieszczeniem zmian, w różnych skalach od regionalnych po globalne, staje się coraz częstszym tematem badawczym.

Wyznaczenie zmian użytkowania ziemi lub pokrycia terenu w przeciągu długiego okresu było tematem podejmowanym przez wielu autorów. Materiałami podstawowymi początkowo były mapy topograficzne. Stan z II połowy XX wieku można już wydedukować z obrazów lotniczych i satelitarnych. Główny problem metodyczny pojawiający się w takich opracowaniach jest związany

z porównywalnością tych dwóch źródeł danych (Bielecka, Ciołkosz, 2000). Niehomogeniczne dane źródłowe użyte do porównania w jednym opracowaniu powodują liczne wątpliwości co do poprawności metodycznych, wiarygodności wyników, wielkości błędów i prognozy ich dopuszczalności oraz sposobów ich eliminacji. Pomimo wielu istotnych różnic powszechnie używa się ich łącznie do badania zmian, dzieje się tak z powodu braku innych archiwalnych źródeł. Powoduje to że pomimo możliwości szczegółowej inwentaryzacji użytkowania ziemi, zaprezentowanie dynamiki zmian staje się problematyczne (Dukaczewski, 2005). Wielu autorów wskazuje, iż tak naprawdę da się przeprowadzić porównanie tylko na podstawie powierzchni oraz przy wyselekcjonowaniu odpowiednich kategorii (Bielecka, Ciołkosz, 2000). Szczegółowe badania terenowe (Kardaś, 2000), dodatkowy wgląd w materiały pomocnicze, jak najdokładniejsza geometryzacja materiałów kartograficznych i klasyfikacja posiadanych obrazów satelitarnych (Dukaczewski, 2005) to najczęściej spotykane metody zniwelowania wpływu niehomogeniczności danych na wyniki porównania.

W świetle powyższych rozważań słuszne wydaje się następujące sprecyzowanie hipotezy badawczej: „Informacje o użytkowaniu ziemi pozyskane z map topograficznych nie są porównywalne z danymi z obrazów satelitarnych”.

Cel pracy to poznanie zmian użytkowania ziemi na danym terenie w okresie ponad wieku, od roku 1885 do 2001. W ramach realizacji tego celu, opracowano trzy mapy użytkowania ziemi, oraz przeprowadzono analizy statystyczne. Skala robocza to 1:100 000. Dwie mapy wykonano na podstawie materiałów kartograficznych, natomiast trzecią na podstawie zdjęć satelitarnych. Pierwszy okres inwentaryzacyjny przedstawia lata, gdy omawiany teren należał do zaboru rosyjskiego, a następny od roku 1918 do Polski. Trzeci, najbardziej aktualny, prezentuje przełom XX i XXI wieku, gdy zlewnia górnej Narwi oprócz Polski, częściowo obejmuje tereny białoruskie (ryc. 1.). Dodatkowo opracowano mapę przedstawiającą zmiany pomiędzy trzema okresami in-



Ryc. 1. Lokalizacja obszaru badań

Fig. 1. The location of the study area

wentaryzacyjnymi, która to pozwoliła na poznanie wielkości kierunków przekształceń i ich przestrzennego rozmieszczenia.

Przegląd literatury

Przedmiotem pracy jest analiza zmian użytkowania ziemi. Badając to zagadnienie nie można pominąć jego związków z terminem „pokrycie terenu”. W literaturze spotyka się różne podejścia do obu określeń, od silnego powiązania i przenikania pojęć do całkowitej ich separacji. Terminy są ze sobą ściśle związane. Analizę tych powiązań przeprowadził Zenon F. Poławski (2002). Pokrycie terenu opisuje biofizyczne właściwości przestrzeni, na przykład powierzchnie roślinne czy wodne. Natomiast użytkowanie ziemi wyraża wymiar funkcjonalny, aspekt społeczno-ekonomiczny, czyli pokazuje cel przeznaczenia ziemi (Jankowski, 1972).

Na podstawie mapy pokrycia terenu można wnioskować o użytkowaniu ziemi na danym obszarze i odwrotnie (Poławski, 2002). Wiąże się to z tym, że procesy rządzące zmianami biofizycznymi są bardzo często spowodowane działalnością człowieka. Dlatego też, aby zrozumieć przemiany środowiskowe i procesy nimi rządzące należy dążyć do poznania zmian w użytkowaniu ziemi.

Najpopularniejszą tendencją jest traktowanie pojęcia użytkowania ziemi jako nadrzędnego w stosunku do pokrycia terenu (Poławski, 2002). Cechy biofizyczne środowiska determinują określone wykorzystanie ich przez człowieka. Przejawia się to w sposobach użytkowania, a co z kolei ma bezpośredni wpływ na zmiany w nim zachodzące.

Istnieją przypadki gdzie nie jest możliwe i uzasadnione rozdzielanie tych dwóch pojęć. Wtedy też mapy jednego elementu zawierają informacje o drugim i odwrotnie. Przykładem są mapy opracowane na podstawie baz danych CORINE Land Cover¹ (Baranowski, Ciołkosz, 1997), gdzie zaliczono do form pokrycia terenu obszary sportowe i wypoczynkowe. W analogiczny sposób będą traktowane wydzielienia w poniższej pracy.

Badania dotyczące zagadnień związanych z użytkowaniem ziemi to kierunek, którym zaczęto się interesować na początku XX wieku. Po raz pierwszy w Wielkiej Brytanii z inicjatywy L.D. Stampa. W Polsce pierwsze opracowanie powstało w 1916, autorstwa E. Romera, o nazwie „Użycie ziemi”. W latach międzywojennych prace dotyczące użytkowania ziemi miały charakter fragmentaryczny i nieskoordynowany. Często stanowiły jedynie załącznik do pracy, nie związanej bezpośrednio z użytkowaniem ziemi (Jankowski, 1972). Po drugiej wojnie światowej zintensyfikowały się prace dotyczące użytkowania ziemi. Pierwszym kompletnym zdjęciem Polski była praca wykonana pod kierownictwem F. Uhorczaka (1969) w skali 1:1 000 000.

¹ CORINE Land Cover – CO-ordination of INFORMATION on Environment Land Cover.

Pierwsze próby opracowania map użytkowania ziemi charakteryzowały się tym, że zdjęcia lotnicze służyły jedynie jako materiał uzupełniający, a nie podstawowy (Ciesielski, 1983). Wraz z upływem czasu i rozwojem cyfrowych technik obróbki obrazu, coraz większą uwagę skupiano nad rolą teledetekcji w kartowaniu środowiska przyrodniczego. Przyczynił się do tego nie tylko rozwój technologiczny, ale i pojawienie się pierwszych satelitów komercyjnych służących bezpośrednio do ciągłego badania środowiska (Landsat1-1972). Pojawiły się prace pokazujące zalety obrazów do kartowania użytkowania ziemi, początkowo przy zastosowaniu metod analogowej a następnie cyfrowej obróbki obrazu (Pabjanek, 1999; Kardaś, 2000; Shalaby, Taeishi, 2007).

Obiekt badań

Powierzchnia badanej zlewni to 6178,91 km² (MPHP²), w tym na obszarze Republiki Białorusi 603,09 km². Rozciągłość równoleżnikowa wynosi 1,889° natomiast południkowa 0,988°.

Według podziału Polski na regiony geograficzne Olędzkiego (2007) zlewnia górnej Narwi wchodzi w skład Podlasia Północnego [6.1] oraz Puszczy Podlaskich [6.4]. Wyróżniono tu Dolinę Górnej Narwi [6.1.6] jako dolinę rzeki oddzielającą Wysoczyznę Białostocką [6.1.7] od Bielskiej [6.1.4] i na południu Nowobereżowskiej [6.1.5]. Obszar ten stanowi część równoleżnikowej doliny, natomiast południkowa część aż do miejscowości Żółtki stanowi odrębną jednostkę zwaną Przełomową Doliną Narwi [6.1.28]. Kolejny odcinek w dół biegu rzeki to Dolina Dolnej Supraśli i Środkowej Narwi [6.1.27]. Północna część omawianej zlewni obejmuje fragment Wysoczyzny Suchowolskiej [6.1.21], Wzgórz Dąbrowsko-Makowlańskich [6.1.22], Puszczy Knyszyńskiej [6.4.1], Lasów Narewsko-Gródeckich [6.4.2], oraz Niecki Knyszyńskiej [6.1.18]. Po południowej stronie Narwi rozciąga się również Puszcza Białowieska [6.4.3] i Lasy Kleszczelskie [6.4.4] a od wschodu Obniżenie Lizy [6.1.8] i Wysoczyzna Wysokomazowiecka Północna [6.1.9].

Podlasie oraz równoleżnikowy odcinek Narwi, to dotychczas stosunkowo mało poznane regiony, wiedza na ich temat jest niejednorodna i wymaga uzupełnień. Dotychczasowe prace skupiają się głównie nad środowiskiem geograficznym ze szczególnym uwzględnieniem roli melioracji i ochrony anastomozującego odcinka rzeki. Wśród dorobku naukowego nie spotyka się opracowań, które dotyczyłyby zarówno wysoczyzn jak i samej doliny, dla całej omawianej zlewni. Pośród dotychczasowych prac nad użytkowaniem ziemi jak i nad przyrodą regionu nie ma takich, które by uwzględniały część białoruską. Zlewnia natomiast jest pewną całością, w której zachodzące procesy nawzajem na siebie wpły-

wają i uzupełniają się. Dlatego też, bardziej ogólne podejście, wydaje się być konieczne. Dodatkowo teren ten należy do cennych przyrodniczo. Znajdują się tu liczne obszary chronione, w tym dwa parki narodowe (narwiański i białowieski).

Obszary, od granicy państwa, do ujścia Biebrzy były planowane do intensywnego wykorzystania rolniczego. W latach 60. XX wieku Centralne Biuro Studiów i Projektów Wodno-Melioracyjnych opracowało projekt melioracji całej doliny (Wyniki 1965). Prace rozpoczęto w 1970, zaczynając od dolnego odcinka rzeki. Zatrzymano je na linii Rzędziany – Pańki (Banaszuk, 1996).

Rzeźba omawianego obszaru została ukształtowana w czasie zlodowacenia środkowopolskiego. Większość obszaru to zdenudowane wysoczyzny morenowe. Doliny rzek to holocenijskie równiny zalewowe oraz nadzalewowe. Miejscami występują jeziora polodowcowe, większość zdążyła już zarosnąć.

Sieć rzeczna omawianego obszaru tworzy dorzecze Narwi wraz z największym jej dopływem Supraślą. Narew stanowi prawobrzeżny dopływ Wisły, jej fragment do ujścia Supraśli stanowi przedmiot opracowania. Narew bierze swój początek na bagnach Orłowo w Puszczy Białowieskiej (po stronie białoruskiej). Cechą wyróżniającą ten ciek jest jego anastomozujący charakter. Przed 1978 był on specyficzny dla większości górnego odcinka rzeki. Do końca XX wieku zachował się niewielki fragment wchodzący w skład Narwiańskiego Parku Narodowego.

Materiały

W pracy skorzystano z map pochodzących ze zbiorów kartograficznych Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego, Biblioteki Narodowej, PAN, Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Warszawie oraz udostępnionych w Internecie.

Źródłowe materiały kartograficzne

Dwuwiorstówka 1:84 000

Mapa topograficzna zachodniej Rosji (*Novaja topografičeskaja karta zapadnoj Rosii*) w skali 1:84 000 (tzw. *dwuwiorstówka*) powstawała w latach 1883–1917. Wykonał ją zakład litografii kartograficznej, oddział wojenno-topograficzny w Sankt Petersburgu. Aktualność sytuacji topograficznej oraz datę wydruku użytych arkuszy pokazuje tabela 1.

Mapy te powstawały na podstawie jedno i trójwiorstówek, w odwzorowaniu Bonne'a. Pojedynczy arkusz ma 15' szerokości na 27' długości. Początek układu to 38° 50' na E od Ferro, szer. 52°. Długość geograficzna liczona jest od południka Półkowo (30°19'39") (Sobczyński, 2000). Mapy te są dwubarwne, często rysunek jest niewyraźny, niejednoznaczny a tym samym nie w pełni niewiarygodny. W porównaniu z pozostałymi mapami użytymi w pracy są najmniej poprawne merytorycznie i kartometrycznie.

² Źródłem danych hydrograficznych jest Mapa Podziału Hydrograficznego Polski wykonana przez Ośrodek Zasobów Wodnych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej na zamówienie Ministra Środowiska i sfinansowana ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Tabela 1. Skorowidz map topograficznych zachodniej Rosji obejmujących zlewnię górnej Narwi, 1:84 000 (informacje o aktualności i roku wydania nie są kompletne)

Index of topographic map of western Russia in the basin of upper Narew river, 1:84 000 (Aktualność = currency; druk = print; information about them are not complete)

	SŁUP (COLUMN)	13	14	15	16
PAS (ROW)	53° 30'N	-7° 39'W (Pulkowo)	-7° 12'W	-6° 45'W	-6° 18'W 5° 51'W
XVIII	53° 15'N	Knyszyn Aktualność 1887–1888; Druk 1913	Sokółka Aktualność 1887–1888; Druk 1914	Krynki Aktualność 1887–1888	
XIX	53° 00'N	Tykocin Aktualność 1886; Druk 1916	Białystok Aktualność 1886; Druk 1914	Gródek Aktualność 1887–1888	Wołkowysk Aktualność 1888; Druk 1915
XX	52° 45'N	Suraż Druk 1912	Bielsk Druk 1914	Siemianówka Aktualność 1886; Druk 1915	Nowy Dwór Aktualność 1888–1890; Druk 1915
XXI	52° 30'N	Brańsk Druk 1916	Hajnówka Aktualność 1907–1912; Druk 1914	Białowieża Aktualność 1885; Druk 1913	Prużany Aktualność 1885; Druk 1915

Mapa taktyczna Polski WIG 1:100 000

Mapy z dwudziestolecia międzywojennego to mapy opracowane przez topografów Wojskowego Instytutu Geograficznego (WIG). Pierwsze arkusze tej mapy powstały w roku 1922 i były wydawane jako Mapa Taktyczna Polski (tab. 2.). Ze względu na niedokładne sprecyzowanie parametrów zastosowanych układów (podobnie jak w przypadku dwuwiorstówek), geometryzacja tych map bezpośrednio na podstawie współrzędnych geograficznych lub topograficznych jest utrudniona.

Mapy wielobarwne (typ pierwszy), opracowywano w latach 1922–1926, są najmniej dokładne spośród

map WIG. Materiałami podstawowymi były mapy poborcze, które pobieżnie reambulowano w terenie. Wydawano je w dwu, trzech lub czterech kolorach. Do 1939 pokrycie tymi mapami powierzchni kraju wynosiło 4% (Sobczyński, 2000). Odzworowanie, format oraz południk początkowy Ferro przejęto z map niemieckich (Krassowski, Tomaszewska, 1979). W pracy wykorzystano jeden czterobarwny arkusz tego typu – Łysków.

Mapy dwubarwne (typ drugi) powstawał w latach 1926–1929. Opracowywane były na podstawie map z czasów zaborów. Brak na nich siatki kilometrowej oraz pełnej legendy (Sobczyński, 2000). Zbyt mała ska-

Tabela 2. Skorowidz Map Taktycznych WIG obejmujących zlewnię górnej Narwi, 1:100 000 (informacje o aktualności i roku wydania nie są kompletne)

Index of Tactical Map of Poland WIG in the basin upper Narew river, 1:100 000 (druk = print; aktualność = currency; information about them are not complete)

	SŁUP (COLUMN)	S35	S36	S37	S38	S39
PAS (ROW)	53°30'N	22° 20'E	22° 50'E	23° 20'E	23° 50'E	24° 20'E 24° 50'E
P35	53° 15'N		Knyszyn Aktualność 1928; Druk 1929–1930	Sokółka Aktualność 1924–1925; Druk 1928		
P36	53° 00'N	Tykocin Aktualność 1928; Druk 1930–1931	Białystok Aktualność 1931; Druk 1932–1933	Zabłudów Aktualność 1928; Druk 1930–1931	Świsłocz Aktualność 1928; Druk 1929–1930	
P37	52° 45'N	Wysokie Mazowieckie Aktualność 1935; Druk 1934–1935	Bielsk Podlaski Aktualność 1935; Druk 1936–1937	Narew Aktualność 1928; Druk 1929–1930	Dobrowola Aktualność 1928; Druk 1929–1930	Łysków Aktualność 1923–1924; Druk 1926
P38	52° 30'N		Brańsk Druk 1936–1937	Hajnówka Aktualność 1928; Druk 1929–1930	Białowieża (Szczeszów) Aktualność 1928; Druk 1929–1930	Prużany Aktualność 1928; Druk 1930–1931

la aktualizacji powoduje, że mapy typu pierwszego i drugiego nie spełniały wymogów pod względem kartometrycznym. W pracy wykorzystano jeden arkusz tego typu – Sokółka.

Mapy dwubarwne (typ trzeci) był wydawany w latach 1929–1931. Na arkuszach tego typu po raz pierwszy umieszczono siatkę kilometrową w stałym odwzorowaniu. Od lipca 1928 obowiązywał bowiem jednolity układ współrzędnych prostokątnych płaskich dla całej Polski. Był to tak zwany „układ WIG”. Obowiązywało tu odwzorowanie quasi-stereograficzne, będące modyfikacją odwzorowania Roussilne’a. Powierzchnie elipsoidy obliczano według prof. L. Grabowskiego (Grygorenko, 1997). W pracy wykorzystano 9 arkuszy tego typu: Knyszyn, Tykocin, Zabłudów, Świsłocz, Narew, Dobrowola, Hajnówka, Białowieża i Pruzany.

Mapy wielobarwne (czwarty typ) opracowany w latach 1931–1939 w odwzorowaniu quasi-stereograficznym WIG. Materiał podstawowy stanowiły mapy w skali 1:25 000, unaczęśniane w terenie. Dodatkowo wydział topograficzny wykonał oryginalne zdjęcia stolikowe w skali 1:20 000. Od roku 1936 mapy miały nowe wzory opisów pozaramkowych (Sobczyński, 2000). W pracy wykorzystano 4 arkuszy tego typu: Białystok, Wysokie Mazowieckie, Bielsk Podlaski i Brańsk. Mapy te powstały od 1932 do 1937.

Obrazy satelitarne

Obrazy satelitarne stanowią materiał podkładowy do mapy użytkowania ziemi z trzeciego okresu badawczego. Są to dwa obrazy pozyskane skanerem ETM+ przez satelitę Landsat-7.

Obrazy pozyskano z internetowej bazy danych GLCF (glcf.umiacs.umd.edu/index.shtml). Zdjęcia są udostępnione w formacie GeoTIFF, w układzie UTM. Obszar badawczy obejmują dwie sceny. Najbardziej aktualne sceny możliwe do pozyskania i najbliższe sobie czasowo to scena z 1 maja 2001 oraz z 10 lipca 1999 roku.

Materiały uzupełniające i pomocnicze

Dodatkowo skorzystano z wielu materiałów kartograficznych, które uzupełniają i wspomagają proces opracowywania map.

Komputerowa Mapa Podziału Hydrograficznego Polski (MPHP) 1:50 000

Mapa Podziału Hydrologicznego Polski powstała w latach 1997–2003. Celem opracowania systemu było stworzenie podstawy systemu informacyjnego gospodarki wodnej Polski (Czarnecka, red., 2005). Dane te bezpośrednio zostały zakupione w Regionalnym Zarządzie Gospodarki Wodnej w Warszawie.

Pierwszy etap prac nad MPHP to uzupełnienie i aktualizowanie materiałów podkładowych. Były nimi mapy topograficzne w skali 1:50 000, wydane na przełomie lat '80 i '90 XX wieku w układzie 1942. Ich aktualizacja została przeprowadzona w terenie dzięki lokalnym instytucjom zajmujących się gospodarką wodną. Proces ten był konieczny gdyż przebieg cieków wodnych stale się zmienia. Mają na to wpływ zarówno czynniki naturalne (powódzie, osuwiska) jak i antropogeniczne (melioracja, urbanizacja, budowa zbiorników zaporowych). Rezultatem prac jest komputerowa mapa w skali 1:50 000, w układzie PUWG 1992.

W 2005 komputerową mapę wydano w zmniejszonej czterokrotnie skali, z zachowaną szczegółowością w formie Atlasu Podziału Hydrologicznego Polski. Opublikowano dwie części. Pierwsza część kartograficzna, która zawiera mapy w skali 1:200 000, oraz opisowa z danymi statystycznymi poszczególnych jednostek hydrograficznych.

Mapa Topograficzna 1:100 000, układ 1942

Na Białorusi wszelkie mapy w skali powyżej 1:200 000 są tajne. Dla obszaru na wschód od południka 24°E jedyne mapy topograficzne o potrzebnej dokładności są dostępne na stronie internetowej www.poechali.net. Wykorzystano trzy arkusze: N 35-97, -109, -121. Ich aktu-

Tabela 3. Skorowidz arkuszy Wojskowej Mapy Topograficznej (N34), oraz map układu 1942 (N35), obejmujących zlewnie górnej Narwi, 1:100 000 (informacje o aktualności i roku wydania nie są kompletne)

Index of Military Topographic Map (N34) and Belorussian map in 1942 projection coordinates (N35) in the basin of upper Narew river, 1:100 000 (aktualność = currency; druk = print; information about them are not complete)

	N34		N35
22°00'E	23°00'E	24°00'E	24°30'E
53°40'N		95–96 Sokółka	
53°20'N		Aktualność 1983–1990 (Polska), 1983 (Białoruś); Druk 2000	
53°00'N	105–106 Narew/Łomża Aktualność 1989–1990; Druk 2000	107–108 Białystok Stan 1983–1990 (Polska), 1983 (Białoruś); Druk 2000	97 Wólkowysk Aktualność 1985; Druk 1991
52°40'N	117–118 Zambrów Aktualność 1989–1990; Druk 2000	119–120 Bielsk Podlaski Aktualność 1989–1990 (Polska), 1983 (Białoruś); Druk 2000	109 Nowy Dwór Aktualność 1985; Druk 1991
52°20'N		131–132 Kamieniec Aktualność 1989–1993 (Polska), 1975–1985 (Białoruś); Druk 2000	121 Pruzany Druk 1978

alność oraz datę wydania prezentuje tabela 3. Umożliwiły one prócz geometryzacji, zliczenie ludności, gdyż każda miejscowość posiada informację o jej liczbie.

Wojskowa Mapa Topograficzna 1:100 000

Mapy te wykorzystano jako bazę do geometryzacji (na podstawie punktów homologicznych) map topograficznych podkładowych. Wojskowe Mapy Topograficzne w układzie UTM, są najbardziej poprawne merytorycznie i kartometrycznie spośród dostępnych dla badanego terenu. Fragmenty sześciu arkuszy użyto w pracy. Skorowidz tych map prezentuje tabela 3. Dodatkowo informacje na nich zawarte pozwalają na policzenie liczby ludności na omawianym obszarze. Wykorzystano je również do studium porównywalności jako najbardziej aktualne dla analizowanego obszaru.

Plan Białegostoku

W celu bardziej precyzyjnego wyznaczenia terenów przemysłowo-handlowych oraz zabudowy miejskiej skorzystano z planu miasta Białystok, zamieszczonego na stronie internetowej www.bialystokonline.pl/plan.php.

Metodyka pracy

Geometryzacja

Geometryzacja użytych map archiwalnych na podstawie parametrów odwzorowania okazuje się niemożliwa, gdyż nie są one jednoznaczne i kompletne. Do zgeometryzowania map na podstawie punktów homologicznych należy użyć jak najaktualniejszych map źródłowych, najlepiej w większej skali niż opracowanie. Ze względu na wielkość obszaru badań wybrano arkusze analogicznej wielkości, czyli 1:100 000.

Problematyczną kwestią są różnice między zastosowanymi podkładowymi materiałami kartograficznymi. Poprawną lokalizację poszczególnych form użytkowania ziemi w największym stopniu utrudniają różnice w rysunku poszczególnych map. Występują liczne niezgodności co do kształtów i kierunków tych samych obiektów. Dotyczy to głównie miejscowości i dróg. Utrudnia to poprawną geometryzację na podstawie punktów homologicznych, tak więc nie da się uniknąć niedopasowania map źródłowych, należy jednak dokonać wszelkich starań by to niedopasowanie było jak najmniejsze. Wielkość niezgodności możliwych do przyjęcia zależy od skali opracowania. Przyjęto dopuszczalny błąd RMS równy połowie piksela. Analogicznie dla skali 1:100 000, gdzie najwęzszy wyróżniony element ma 100 m w terenie, powinno się dopuścić niezgodność rzędu 50 m. Należy również zastosować transformację minimum trzeciego stopnia gdyż pozwala ona na korekcję zniekształceń nieliniowych (ERDAS Field Guide, 1998).

Dodatkowo nawet teoretycznie poprawne mapy układu 1942, posiadają przekłamanie terenowe w stosunku do MPHP, scen z Landsata i Wojskowych Map Topograficznych (która to trójka się ze sobą zgadza).

Dlatego też rektyfikacja bazująca na tych mapach zawiera największe błędy, których nie dało się uniknąć ze względu na brak innych materiałów.

Pierwszy etap geometryzacji polegał na dopasowaniu Mapy WIG i dwuwiorstówki na podstawie punktów homologicznych do Wojskowych Map Topograficznych UTM (na zachód od 24°E) oraz map topograficznych układu 1942. Wszystkie posiadane materiały podkładowe zostały ostatecznie sprowadzone do układu PUWG-92.

Konstrukcja legendy

Obrazy satelitarne cechuje najmniejsza dokładność przestrzenna spośród użytych materiałów, dlatego też wyznaczają kryteria przy konstrukcji legendy do map użytkowania ziemi. Program CLC określa metodykę pracy w oparciu o tego typu materiały. Polska edycja zawiera 31 z 44 kategorii użytków występujących w Europie, z dokładnością 25 ha w terenie. Najwęzszy wyróżniony poligon ma 100 m szerokości.

Specjalnie dla warunków Polskich J. Kostrowicki oraz R. Kulikowski (1971) opracowali projekt instrukcji do Przeglądowego Zdjęcia Użytkowania Ziemi (PZUZ). Skalę roboczą wyznaczono na 1:100 000, publikację natomiast na 1:200 000 lub 1:300 000. Projekt powstał w Zakładzie Geografii Rolnictwa IG PAN jako alternatywa dla szczegółowej instrukcji użytkowania ziemi (1:25 000). Szczegółowa mapa wymagała dokładnych badań terenowych. Do sporządzenia PZUZ wystarczą prace kameralne, które dodatkowo mogą być uzupełniane na podstawie danych statystycznych i badań terenowych. Dokładność, z którą przewiduje ona wyznaczenie poszczególnych kategorii, to 50 ha.

Legendę, do map użytkowania ziemi zlewni górnej Narwi, skonstruowano bezpośrednio na podstawie informacji z posiadanych materiałów. Zestawienie instrukcji i treści map pozwoliło na wydobycie jednorodnych informacji. Umożliwiło to również przystosowanie końcowej legendy zarówno do danego terenu jak i specyfiki polskiego użytkowania ziemi.

Mapy topograficzne przedstawiają grunty orne jako wolną przestrzeń między innymi elementami pokrycia terenu, miejscami występują zakrzaczenia śródpolne, cieki naturalne i rowy melioracyjne oraz osadnictwo rozproszone. Obrazy satelitarne dają dużo większe możliwości rozróżnienia terenów użytkowanych rolniczo. Możliwe jest rozpoznanie poszczególnych upraw, układów pól, stosunków wodnych i form ingerencji na nie człowieka, Brak możliwości wydobycia takiego rodzaju informacji z materiałów kartograficznych powoduje, iż nie będą one wydzielane na mapach opracowanych w poniższej pracy.

Kolejną kategorią, której wyróżnienie przewiduje PZUZ oraz CLC, są uprawy trwałe (sady i winnice). Mapa Taktyczna WIG nie oddziela tych form użytkowania ziemi od gruntów orných. Winnice i chmielniki, które występują w części opisowej posiadanych arkuszy, nie występują na danym terenie. Dlatego też sady należy sklasyfikować łącznie z gruntami ornymi pomimo

że pozostałe materiały źródłowe pozwalają na ich wydzielenie.

Łąki i pastwiska w legendzie PZUZ są rozróżnione na podstawie stosunków wodnych. Legenda CLC wyróżnia oddzielnie łąki i pastwiska oraz śródlądowe strefy podmokłe. Mapy podkładowe użyte w pracy pozwalają na rozpoznanie tych kategorii. Materiały kartograficzne posiadają sygnatury łąk i pastwisk, które leżą w zasięgu stref podmokłych lub nie. Bazując jedynie na znaczeniu wydzieleni możliwe jest rozróżnienie trwałych użytków zielonych ze względu na ich uwilgotnienie.

Posiadane materiały nie pozwalają na rozróżnienie lasów ze względu na dominujące gatunki (liściaste, iglaste, mieszane), gdyż na mapach z XIX wieku nie ma takiego podziału. Do klasy 'Lasy' w poniższej pracy zaliczono dodatkowo wszelkie obszary przekształconych lasów, jak np. pogorzelska, zręby, młodniki.

Materiały kartograficzne dokładnie pokazują lokalizację cieków i zbiorników wodnych. Obrazy satelitarne posiadają ograniczenia wynikające z rozdzielczości przestrzennej (28,5 m), powoduje to, że nie jest możliwe wyróżnienie przebiegu cieków i zlokalizowanie zbiorników wodnych o mniejszej szerokości w sposób bezpośredni.

Zabudowa na użytych materiałach źródłowych jest prezentowana na kilka sposobów. Na części arkuszy miejscowości są zaznaczone powierzchniowo łącznie z terenami towarzyszącymi, na innych pojedyncze gospodarstwa są od siebie oddzielone. Dlatego też powierzchnia jednej miejscowości na poszczególnych mapach może nie odzwierciedlać prawdziwej zmiany. W pracy podjęto jednak próbę wyznaczenia zabudowy wiejskiej w celu weryfikacji powyższych przypuszczeń. Podczas klasyfikacji miejscowości o powierzchni mniejszej niż 25 ha, ich ludność włączono do użytku, na którym są zlokalizowane. Dodatkowo na mapach topogra-

ficznych pod każdą z miejscowości znajduje się liczba gospodarstw. Przyjmuje się, że średnio zamieszkuje je pięć osób.

Nieużytki na materiałach podkładowych to przede wszystkim grunty odsłonięte (o powierzchni mniejszej od założonej w pracy). Dodatkowo na mapie WIG-u zaliczono tu także pastwiska (w pracy zaliczono je do łąk i pastwisk). CLC zalicza do tej klasy również pogorzelska, co jednak ze względu na brak tego wyróżnienia na części materiałów zaliczone zostało do kategorii – Lasy.

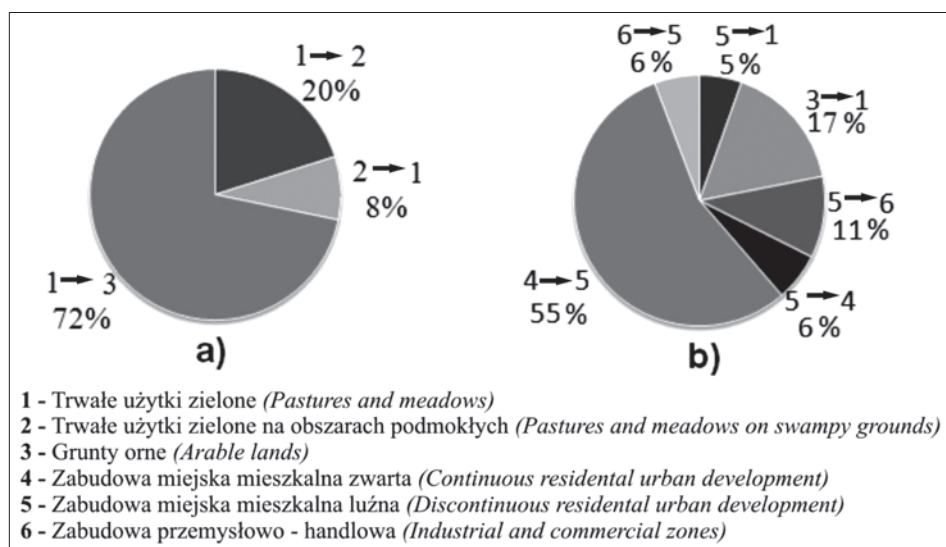
Legenda skonstruowana na podstawie informacji zawartych na materiałach podkładowych nie jest wystarczająca by poprawnie sklasyfikować dany obszar. Spowodowane jest to niehomogenicznością materiałów kartograficznych między sobą i w porównaniu z satelitarnymi. Wyróżnienia o takim samym teoretycznym znaczeniu, często mają inny sens, co sprawia, że omawiane materiały kartograficzne są nieporównywalne. W celu stworzenia legendy uwzględniającej ten problem przeprowadzono studium porównywalności, którego wyniki opisano poniżej.

Studium porównywalności

W celu zweryfikowania porównywalności wybrano obszary leżące w zasięgu badanej zlewni, na obu omawianych typach materiałów, oraz sklasyfikowano je według jednakowych zasad, opisanych powyżej. Czynniki, według których sprawdzono zgodność poligonów to powierzchnia oraz położenie poligonów względem siebie. Określenie wartości tolerancji ('cluster tolerancje' w ArcMap) pozwala na zniwelowanie niezgodności krawędzi analogicznych wydzieleni na dwóch warstwach, o pewną wartość.

Pierwszy obszar testowy obejmuje fragment północnej części Narwiańskiego Parku Narodowego, drugi wschodnią część Białegostoku. Obszary testowe wybrano w taki sposób by rozróżnić na nich jak najwięcej klas użytkowania ziemi. Materiały, które wykorzystano w studium to Wojskowa Mapa Topograficzna (N34-107-108, o aktualności 1983–1990 i N34-105-106, z lat 1989–1990) oraz scena Landsat-5 TM z 23.09.1992.

Różnice pomiędzy wynikiem klasyfikacji (procentowy ich udział prezentuje ryc. 2.), które nie są możliwe do wyeliminowania poprzez odpowiednie sprecyzowanie legendy należy uznać za błędy spowodowane niehomogenicznością danych. Konieczna jest kolejna agregacja wydzieleni tylko do tych po-



Ryc. 2. Różnice powierzchni pomiędzy wynikiem klasyfikacji obrazu i mapy spowodowane niehomogenicznością danych; a – dolina Narwi, b – Białystok;

Fig. 2. Differences between the results of image and map classification, caused by ambiguous source data; a – Narew Valley, b – Białystok.

równywalnych na obrazach i mapach oraz modyfikacja metodologii ich wyznaczania. Zabiegi te pozwolą na eliminację pseudozmian, czyli zmian wynikających z różnic pomiędzy poszczególnymi mapami, oraz mapami a obrazami.

Ryc. 2.a. pokazuje, że największe niezgodności między mapami a obrazami występują podczas wyróżniania użytków zielonych w zależności od wilgotności siedliska. Przeszacowanie łąk i pastwisk na scenie z Landsata stanowi 72% wszystkich wykrytych różnic. Według E. Bieleckiej i A. Ciołkosza (2000) nie można rozróżnić na materiałach kartograficznych łąk antropogenicznych od naturalnych. Na mapach nie widać czy obszary zabagnione pokryte roślinnością trawiastą, krzaczastą i/lub drzewiastą są użytkowane jako łąki i pastwiska czy też w ogóle nie są użytkowane. Na obrazach satelitarnych jest to bardzo dobrze widoczne poprzez strukturę plamistą i teksturę nieuporządkowaną dla bagien, a strukturę pasmową, teksturę uporządkowaną i czasem geometryczne kształty działek dla łąk i pastwisk. Na mapach można to rozróżnić jedynie na podstawie cech pośrednich, jak np. wielkość obszaru zabagnionego, jego położenie w stosunku do osiedli wiejskich, zagęszczenie dróg gruntowych. Dlatego też należy zagregować użytki zielone na obszarach podmokłych z bagnami. Wynikową klasą są wtedy tereny podmokłe użytkowane jako łąki i pastwiska lub nie użytkowane. Należy również zwiększyć dokładność i wiarygodność klasyfikacji wizualnej, poprzez zastosowanie oprócz standardowych kompozycji barwnych innych metod prezentacji danych.

Przykład z obszarów miejskich (ryc. 2.b.) pokazuje dodatkowo, że istnieją bardzo duże różnice zwłaszcza w prezentacji zabudowy zwartej i luźnej (5), oraz terenów przemysłowo-handlowych (4). Do rozróżnienia obszarów przemysłowych i komunikacyjnych niezbędne jest skorzystanie planów miast. Dodatkowo w studium potwierdzono tezę, iż nie można rozróżnić na materiałach kartograficznych zwartości zabudowy (Bielecka, Ciołkosz, 2000), z tego też powodu w poniższej pracy nie są one wydzielane.

W świetle powyższych rozważań można odrzucić hipotezę badawczą, określoną we wstępie o nieporównywalności map topograficznych z obrazami satelitarnymi. Analiza porównawcza może być poprawna, jednak powinny być spełnione określone warunki. Konieczne jest konkretne określenie sposobów wydzielania klas uwzględniające zarówno treść materiałów źródłowych, jak i ich znaczenie. Następnie należy oszacować próg dokładności, który zniwelowałby różnice między mapami topograficznymi a danymi satelitarnymi. Uwzględnienie wpływu takiego toku postępowania na osiągnięte wyniki pracy, powinno pomóc w dojściu do poprawnych wniosków.

Klasyfikacja wizualna

Ostatecznie dla obszaru zlewni górnej Narwi wyznaczono 10 kategorii użytkowania ziemi: zabudowa miej-

ska mieszkalna, tereny przemysłowo-handlowe, tereny komunikacyjne, grunty orne, trwałe użytki zielone, zabudowa wiejska, lasy, zbiorniki wodne naturalne, zbiorniki wodne sztuczne, tereny podmokłe. Liczba i rodzaj tych kategorii jest zdeterminowana przez informacyjność map w zestawieniu z obrazami satelitarnymi. Wyznaczono je w procesie klasyfikacji wizualnej posiadanych materiałów podkładowych. Metoda ta powoduje, że różny termin wykonania obrazów oraz wykonana transformacja układu (związana z przepróbkowaniem obrazu) nie ma wpływu na stopień rozpoznania oraz jego wiarygodność.

Podkład stanowią obrazy powstałe z różnych kombinacji kanałów spektralnych. Za najlepszą kompozycję do badania użytkowania ziemi uważa się 4-5-3 (CLC). Kanały te są ze sobą najmniej skorelowane, gdyż odzwierciedlają różne właściwości pokrycia terenu (barwę, zawartość chlorofilu i wilgotność). Kompozycja 4-3-2 stosowana jest do rozróżnienia lasów liściastych i iglastych. Kompozycja 5-4-2 jest kombinacją kanałów, w których najlepiej skontrastowane są obszary zabudowane, podmokłe oraz torfowiska. Kompozycja 3-2-1 może posłużyć do ogólnego podglądu terenu, jako wygodna i łatwa w interpretacji, gdyż barwy są zbliżone do rzeczywistych (Parczewski, 2005).

Dodatkowo wykonano kompozycję RGB z trzech pierwszych kanałów wynikowych transformacji Tasseled Cup³. Są to kolejno: brightness, greenness i wetness (Hejmanowska, Mularz, 2000). Kanały te kolejno opisują jasność, zazielenienie (zawartość chlorofilu) oraz wilgotność, czyli uwydatniają analogiczne cechy jak kompozycja 4-5-3. Powstały w ten sposób podkład ukazał w inny sposób omawiany teren, wypuklając granice między trwałymi użytkami zielonymi a terenami podmokłymi.

Opracowanie map

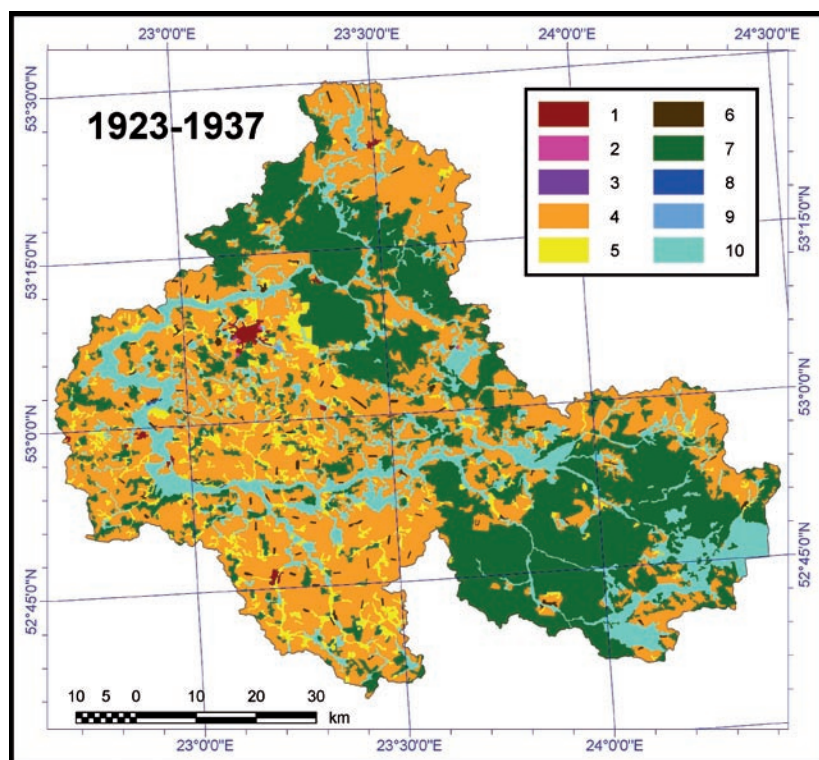
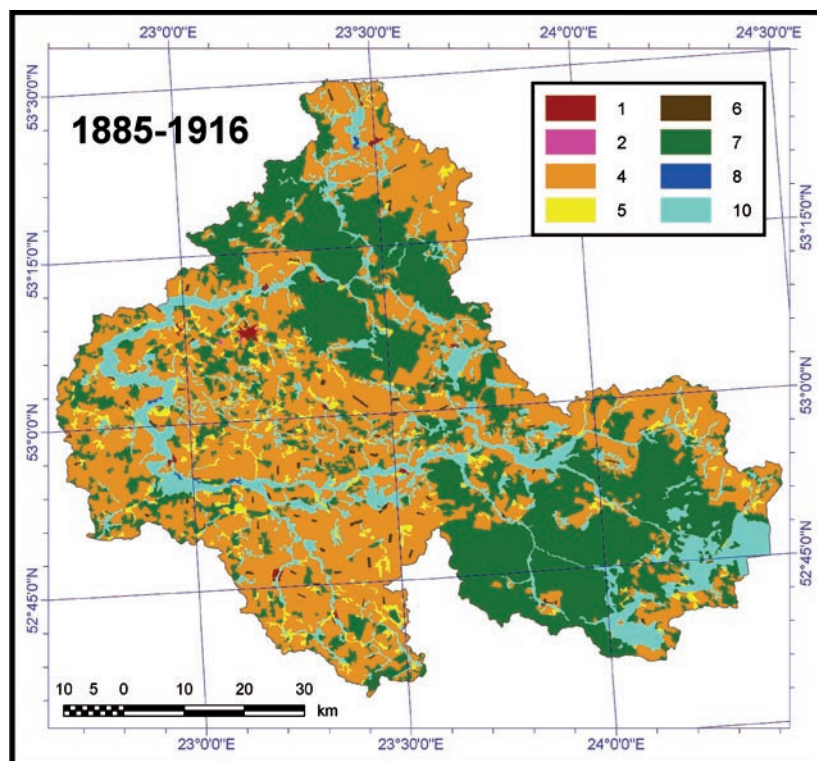
Stan użytkowania ziemi w poszczególnych okresach badawczych prezentują mapy na rycinach 3, 4 i 5. Ostateczną liczbę wydzielen bezpośrednio zweryfikował proces klasyfikacji. Pierwszy okres badawczy charakteryzuje się występowaniem 8. kategorii, drugi 10. natomiast trzeci 9 (ryc. 6). Terenów komunikacyjnych i zbiorników wodnych sztucznych nie zidentyfikowano na dwuwiorstówkach. W trzecim okresie badawczym ograniczenie minimalnej powierzchni (25 ha) nie pozwoliło na wydzielenie zbiorników wodnych naturalnych.

Gotowe mapy użytkowania ziemi oraz baza danych, posłużyły do dalszej liczbowej analizy zmian. Dane wejściowe to powierzchnia poszczególnych kategorii (tab. 4) w każdym okresie oraz liczba ludności (tab. 5). Na ich podstawie powstały tabele i wykresy, dzięki którym można wnioskować o przebiegu zaistniałych zmian.

³ Transformacja umożliwiająca wydobycie informacji interpretacyjnej z obrazów satelitarnych, dotyczącej poszczególnych cech, głównie roślinności (ERDAS Field Guide, 1998, s. 151).

Ryc. 3. Mapa użytkowania ziemi zlewni górnej Narwi w latach 1885–1916: 1 – zabudowa miejska mieszkalna, 2 – tereny przemysłowo-handlowe, 4 – grunty orne, 5 – trwałe użytki zielone, 6 – zabudowa wiejska, 7 – lasy, 8 – zbiorniki wodne naturalne, 10 – tereny podmokłe

Fig. 3. The map of land use in the basin of upper Narew river, the state in 1885–1916: 1 – residential urban development, 2 – industrial and commercial zones, 4 – arable lands, 5 – pastures and meadows, 6 – country development, 7 – forests, 8 – natural water bodies, 10 – wetlands

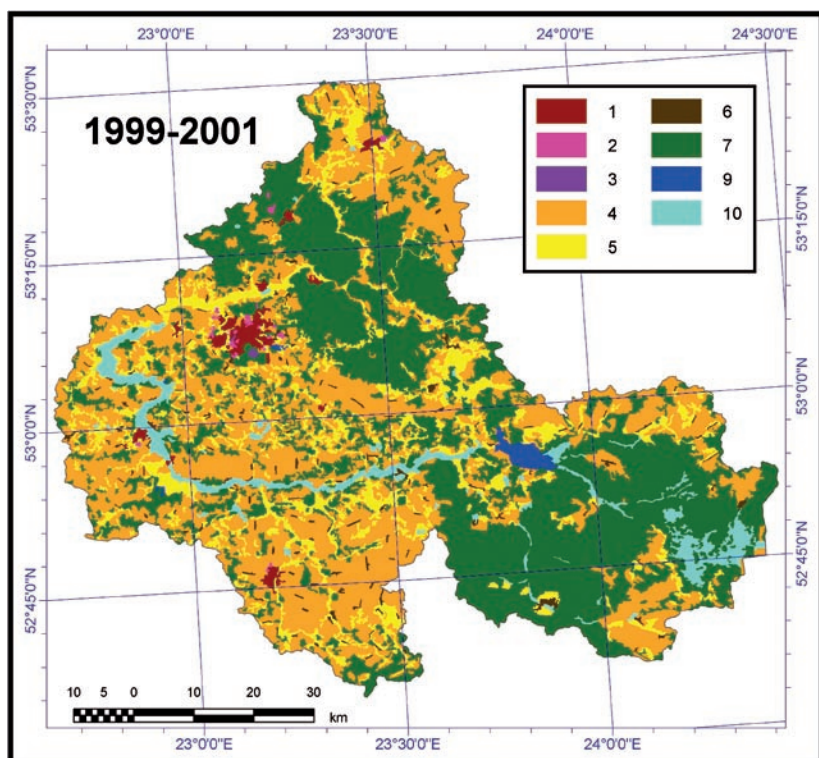


Ryc. 4. Mapa użytkowania ziemi zlewni górnej Narwi w latach 1923–1937: 1 – zabudowa miejska mieszkalna, 2 – tereny przemysłowo-handlowe, 3 – tereny komunikacyjne, 4 – grunty orne, 5 – trwałe użytki zielone, 6 – zabudowa wiejska, 7 – lasy, 8 – zbiorniki wodne naturalne, 9 – zbiorniki wodne sztuczne, 10 – tereny podmokłe

Fig. 4. The map of land use in the basin of upper Narew river, the state in 1923–1937: 1 – residential urban development, 2 – industrial and commercial zones, 3 – transport zones, 4 – arable lands, 5 – pastures and meadows, 6 – country development, 7 – forests, 8 – natural water bodies, 9 – artificial water bodies, 10 – wetlands

Poznanie kierunków poszczególnych przekształceń umożliwiła integracja posiadanych danych, czyli opracowanie mapy przedstawiającej zmiany na przestrzeni trzech okresów badawczych. Powstała ona poprzez zsumowanie trzech map użytkowania ziemi. Przy jej opracowaniu pojawia się szereg problemów związanych z wpływem generalizacji na wartości powierzchni po-

szczególnych kategorii użytkowania ziemi. Konieczne stało się zmodyfikowanie map w taki sposób by porównanie było prawidłowe. Zastosowano określone wartości tolerancji 25 i 50 m (analogicznie do wielkości dopuszczalnego błędu RMS) na granicach analogicznych poligonów. Kolejnym etapem konstrukcji mapy zmian było wyeliminowanie fragmentów o takim samym zna-



Ryc. 5. Mapa użytkowania ziemi zlewni górnej Narwi w latach 1999–2001: 1 – zabudowa miejska mieszkalna, 2 – tereny przemysłowo-handlowe, 3 – tereny komunikacyjne, 4 – grunty orne, 5 – trwałe użytki zielone, 6 – zabudowa wiejska, 7 – lasy, 9 – zbiorniki wodne sztuczne, 10 – tereny podmokłe

Fig. 5. The map of land use in the basin of upper Narew river, the state in 1999–2001: 1 – residential urban development, 2 – industrial and commercial zones, 3 – transport zones, 4 – arable lands, 5 – pastures and meadows, 6 – country development, 7 – forests, 9 – artificial water bodies, 10 – wetlands

czeniu na przestrzeni trzech okresów badawczych oraz tych gdzie zmiana nastąpiła na powierzchni mniejszej niż 5 ha. Analiza pozostałych poligonów (ich powierzchni i atrybutów) pozwoliła na poznanie wielkości oraz procentowego udziału poszczególnych przekształceń, które prezentuje tabela 6.

Wyniki

Zmiany użytkowania ziemi 1885–2001

Wizualna analiza map na rycinach 3, 4 i 5 pozwala zauważyć dużą przewagę terenów podmokłych (kolor oliwkowy) w latach 1885–1937, w porównaniu do lat 1999–2001. Z drugiej strony najbardziej aktualna mapa charakteryzuje się większym udziałem trwałych użytków zielonych (barwa żółta). Niezmiennie dominują na omawianym obszarze dwa duże kompleksy leśne (Puszcza Knyszyńska i Białowieska). Pod koniec XX wieku widoczny jest wzrost drobnych kompleksów leśnych (zieleń) rozproszonych wśród użytków rolnych. Tereny zantropogenizowane (zabudowa miejska mieszkalna, zabudowa wiejska, tereny przemysłowe i komunikacyjne) z biegiem lat coraz wyraźniej zaznaczają swoją obecność (czerwień i róż).

Na przestrzeni 116 lat dominowały grunty orne oraz lasy (tab. 4). Udział pierwszego wyróżnienia zmalał o około 8%, natomiast drugiego zwiększył się o 7%. Tereny podmokłe stanowiły znaczną część w dwóch pierwszych okresach badawczych, kolejno 14,26% i 15,01% aktualnie stanowią jedynie 4,15% omawianego terenu.

Tabela 4. prezentuje rozkład wartości zmian powierzchni poszczególnych kategorii użytkowania ziemi.

Większość wydziełów ma bilans dodatni. Widoczny jest stały wzrost zabudowy miejskiej mieszkalnej, wiejskiej oraz terenów przemysłowo-handlowych i komunikacyjnych. Spadek zanotowano dla gruntów ornych i terenów podmokłych, czyli kategorii, które na badanym terenie, charakteryzują się dużym udziałem powierzchniowym. Ryc. 7. przedstawia wartości zmian między poszczególnymi okresami badawczymi. Największy spadek w pierwszym okresie nastąpił dla gruntów ornych i następnie dla lasów. W największym stopniu wzrosła powierzchnia łąk i pastwisk oraz obszarów podmokłych. Na przestrzeni od dwudziestolecia międzywojennego do końca XX wieku nastąpił bardzo duży spadek obszarów podmokłych, oraz znacznie mniejszy gruntów ornych. Bilans dodatni o największych wartościach nastąpił dla lasów oraz trwałych użytków zielonych.

Ryc. 6. prezentuje liczbę poligonów powstałych bezpośrednio w wyniku klasyfikacji. W porównaniu z tabelą 4. widać, że nie zawsze wzrostowi powierzchni towarzyszy większe rozczłonkowanie poligonów (np. miasta). Widać tu bardzo wyraźny wzrost liczby obszarów przemysłowo-handlowych (proporcjonalnej do zmiany powierzchni). Zabudowa wiejska reprezentowana jest przez wzrastającą liczbę poligonów, co jest prawdziwe, jednak na podstawie doświadczeń z przeprowadzonego procesu klasyfikacji można stwierdzić, iż nie przedstawia całkowicie prawdziwych wartości.

Zmiany liczby ludności a zmiany użytkowania ziemi

Liczba ludności stale wzrastała a wraz z nią liczba ludności miejskiej (tab. 5.). Początkowo stanowiła ona 23% całkowitej ludności, następnie 40% i 71%. Obszary

Tabela 4. Użytkowanie ziemi w zlewni górnej Narwi, 1885–2001, powierzchnia (%)

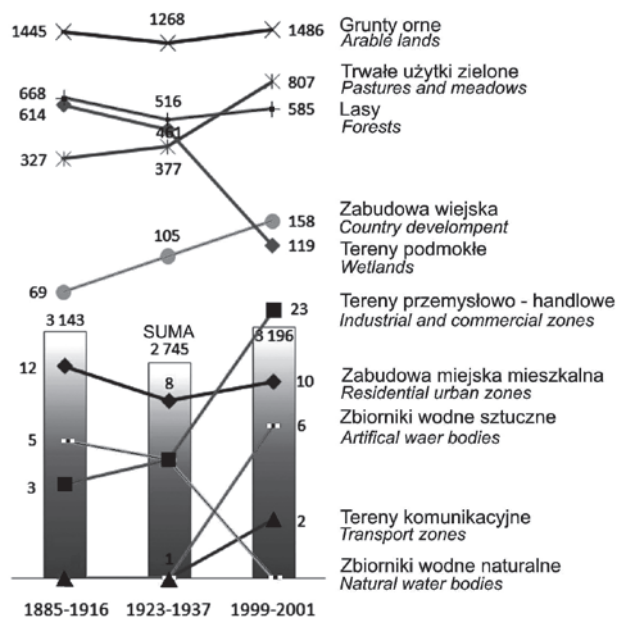
Land use in the basin of upper Narew river, 1885–2001, area (%)

Kategorie (Classes)	1885–1923 (%)	1923–1937 (%)	1999–2001 (%)
1. Zabudowa miejska mieszkalna Residential urban development	0,26	0,42	1,07
2. Tereny przemysłowo-handlowe Industrial and commercial zones	0,01	0,02	0,21
3. Tereny komunikacyjne Transport zones	0,00	0,01	0,04
4. Grunty orne Arable lands	46,61	44,64	38,56
5. Trwałe użytki zielone Pastures and meadows	3,46	5,04	12,36
6. Zabudowa wiejska Country development	0,51	0,76	1,16
7. Lasy Forests	34,83	34,05	41,87
8. Zbiorniki wodne naturalne Natural water bodies	0,07	0,03	0,00
9. Zbiorniki wodne sztuczne Artificial water bodies	0,00	0,02	0,58
10. Tereny podmokłe Wetlands	14,25	15,01	4,15
SUMA (SUM)	100	100	100

wiejskie początkowo charakteryzowały się wzrostem ludności, jednak pod koniec XX wieku widać tendencje spadkową, wiąże się to z intensyfikacją napływu ludności do miast. Obok wzrostu powierzchni zabudowy wiejskiej zwartej, wyraźnie zaznacza się wzrost zabudowy rozproszonej w szczególności po stronie polskiej i w okolicach dużych miast.

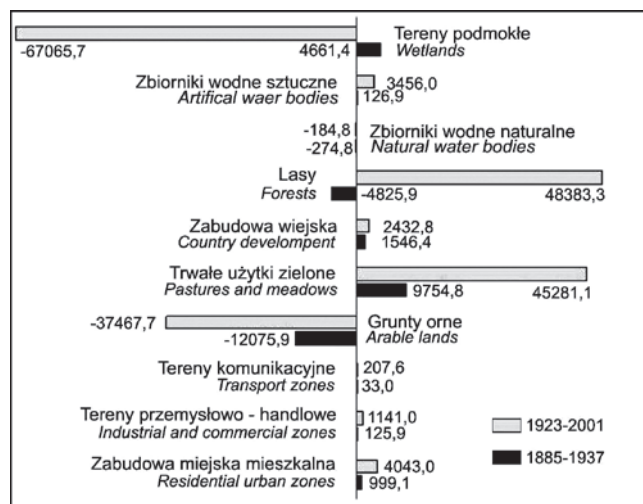
Gęstość zaludnienia, w okresie 116 lat, wzrosła trzykrotnie. Analiza map użytkowania ziemi z pierwszego oraz drugiego okresu badawczego pozwala stwierdzić, że koncentracja ludności przyjmuje większe wartości dla zachodniej i południowej strony Narwi. Tłumaczy to fakt że jeszcze w XIX i na początku XX wieku rozległa zabagniona dolina tej rzeki stanowiła poważną barierę osadniczą.

Zdecydowanie najwięcej zabudowy rozproszonej, oraz mniejszych miejscowości od założonej dokładności, rozmieszczone jest pośród gruntów ornych (tab. 5.). Wiele zabudowań znajdowało się na terenach trwałych użytków (łąk i pastwisk), co więcej wielkości te wznosiły, co wiąże się z wzrostem powierzchni tej klasy kosztem gruntów ornych i obszarów podmokłych. Po-



Ryc. 6. Liczba poligonów poszczególnych form użytkowania ziemi w latach 1885–2001

Fig. 6. The number of elements of land use classes, 1885–2001



Ryc. 7. Zmiany użytkowania ziemi w zlewni górnej Narwi, 1885–2001, powierzchnia (ha)

Fig. 7. Changes of land use in the basin of upper Narew river, 1885–2001, area (ha)

większyła się również liczba ludności w obrębie powierzchni leśnych. Zaliczyć tu można początkowo leśniczówki i w kilku przypadkach osiedla samotnicze. Z biegiem lat zwłaszcza pod koniec XX wieku na obszarach lasów zaczęto budować domki letniskowe. Mieszkańcy większych miast często wybierają tereny leśne jako miejsce zamieszkania.

Na obszarze zlewni górnej Narwi 15 miejscowości w przeciągu 116 lat posiadało status miasta. Część z nich utraciła go ze względu na wydarzenia wojenne

Tabela 5. Zmiany liczby ludności w okresie 1885–1993
Population changes in 1885–1993

Nazwa (name)	1885–1916	1923–1937	1978–1993
1. Zabudowa miejska mieszkalna <i>Residential urban development</i>	34655	112346	361900
2. Tereny przemysłowo-handlowe <i>Industrial and commercial zones</i>	0	0	0
3. Tereny komunikacyjne <i>Transport zones</i>	0	0	0
4. Grunty orne <i>Arable lands</i>	78705	99335	62720
5. Trwałe użytki zielone <i>Pastures and meadows</i>	2075	2235	11590
6. Zabudowa wiejska <i>Country development</i>	34910	65195	75760
7. Lasy <i>Forests</i>	20	590	780
8. Zbiorniki wodne naturalne <i>Natural water bodies</i>	0	0	0
9. Zbiorniki wodne sztuczne <i>Artificial water bodies</i>	0	0	0
10. Tereny podmokłe <i>Wetlands</i>	390	835	190
Suma (sum)	150755	280536	512940
Ludność wiejska <i>Country development</i>	116100	168190	151040
Urbanizacja (%) <i>Urban development</i>	23,0	40,0	70,6
Gęstość zaludnienia na km ² <i>Density of population</i>	24	45	83

z pierwszej połowy XX wieku. Na rycinie 8. szary kolor na wykresie słupkowym oznacza brak praw miejskich dla wyszczególnionej miejscowości. Większość z nich rozwijała się nadal, lecz jedynie jako osada wiejska, o dużym znaczeniu dla okolicznych terenów. Suraz przy małym spadku powierzchni oraz liczby ludności ze względu na znaczenie historyczne pozostał miastem, jednak jego znaczenie zmalało kosztem Łap.

Kierunki zmian użytkowania ziemi 1885–2001

Tabela 6. prezentuje wartości poszczególnych kierunków przekształceń. Utrata terenów miejskich wynosi 0,5%, a ich przyrost to 2,31% wszystkich zmian. Większość przekształceń polegała na przejściu terenów miejskich w tereny wiejskie, a w drugim okresie badawczym w tereny przemysłowo-handlowe. Obszary te niszcząc zajmowane są przez trwałe użytki zielone lub zabudowę wiejską. Z drugiej strony, nowe miejscowości powstają głównie na obszarach użytkowanych po-

przednio jako grunty orne, oraz w mniejszym stopniu jako łąki i pastwiska i obszary miejskie mieszkalne.

Ogólny bilans powierzchni obszarów użytkowanych jako grunty orne jest ujemny (tab. 4.). Istnieją jednak rejonów gdzie nastąpił ich przyrost. Około 6% wszystkich zmian w całym okresie badawczym to przekształcenie łąk i pastwisk na grunty orne (tab. 6.). W pierwszym przedziale czasowym ponad połowa przekształconych gruntów ornych przeszła w lasy, 23% w trwałe użytki zielone, a 16% w obszary podmokłe. Lata 1923–2001 odznaczają się dalszym ubytkiem gruntów ornych na korzyść lasów, oraz użytków zielonych (30% zmian tej klasy).

Około połowa trwałych użytków zielonych przechodzi w grunty orne. Wylesienie dla celów uprawy roli z czasem się zmniejsza. W pierwszej połowie XX wieku jedna trzecia zmienionych łąk i pastwisk zostało zabagnionych, w późniejszym okresie ten kierunek zmian jest już dużo mniej znaczący. Kolejnym istotnym kierunkiem przekształceń jest porastanie trwałych użytków zielonych lasami.

Zmiany obszarów zabudowy wiejskiej stanowią 0,62% wszystkich zmian. W pierwszym okresie badawczym zamiana na grunty orne a w drugim również na zabudowę miejską mieszkalną, to główne kierunki przekształceń. Tabela 6. pokazuje, że zabudowania wiejskie powstają przede wszystkim na gruntach ornych oraz w mniejszej mierze na trwałych użytkach zielonych. Wartości opisujące tę klasę w największym stopniu pokazują jak wpływa niehomogeniczność posiadanych danych źródłowych na wyniki. Zabudowę wiejską najczęściej tworzą niewielkie poligony na granicy wyróżnialności. Na poszczególnych materiałach źródłowych to właśnie tu widać największe przekłamanie, głównie co do lokalizacji oraz powierzchni. Wiąże się to z różną metodą prezentacji wiosek, obszary towarzyszące nie zawsze są zaznaczone. Te dwa czynniki powodują pojawienie się zaburzonych a tym samym nie w pełni wiarygodnych wartości takich kierunków zmian.

Przekształcenia terenów leśnych na inne formy użytkowania ziemi stanowią 31% wszystkich zmian w pierwszym przedziale badawczym w drugim kierunku ten maleje ponad czterokrotnie (tab. 6.). Połowa zmienionych lasów przeszła w całym badanym okresie w grunty orne. Inny istotny kierunek to przekształcenie na łąki i pastwiska, co stanowiło 35% zmienionych lasów, wielkość tego kierunku maleje z czasem. Obszary zabagnione w miejscu lasów zanotowano na 7% wszystkich zmienionych obszarów w pierwszym okresie badawczym, w drugim jest to już prawie nieistotny kierunek zmian.

Na omawianym obszarze zalesiano głównie grunty orne. Kierunek ten stanowił ponad 1/5 wszystkich przekształceń w omawianych przedziałach czasowych. Dodatkowo widać wzrostową tendencję zalesiania nie tylko gruntów ornych, ale również łąk i pastwisk. W drugiej połowie XX wieku znacznie wzrósł proces zarastania lasami bagien.

Ponad 90% powierzchni zbiorników wodnych naturalnych, w obu przekrojach badawczych, przechodzi

Tabela 6. Kierunki zmian użytkowania ziemi, 1885–1937 i 1923–2001: 1 – zabudowa miejska mieszkalna, 2 – tereny przemysłowo-handlowe, 3 – tereny komunikacyjne, 4 – grunty orne, 5 – trwale użytki zielone, 6 – zabudowa wiejska, 7 – lasy, 8 – zbiorniki wodne naturalne, 9 – zbiorniki wodne sztuczne, 10 – tereny podmokłe

Directions of land use transformation, 1885–1937 and 1923–2001: 1 – residential urban development, 2 – industrial and commercial zones, 3 – transport zones, 4 – arable lands, 5 – pastures and meadows, 6 – country development, 7 – forests, 8 – natural water bodies, 9 – artificial water bodies, 10 – wetlands

Przekształcenie (Change)		1885–1937			1923–2001		
Z (from):	Na (to):	ha	% w klasie (In category)	% wszystkich zmian (In all changes)	ha	% w klasie (In category)	% wszystkich zmian (In all changes)
1	2	17,4	4,28	0,02	32,5	30,77	0,02
	4	30,6	7,52	0,04	25,2	23,81	0,02
	5	15,0	3,70	0,02	5,3	5,06	0,00
	6	343,7	84,51	0,41	42,6	40,36	0,03
Zabudowa miejska mieszkalna (Residential urban development)		406,7	100,00	0,48	105,7	100,00	0,06
2	5	0,0	0,00	0,00	8,7	26,13	
	6	40,0	100,00	0,05	24,5	73,87	0,01
Tereny przemysłowo-handlowe (Industrial and commercial zones)		40,0	100,00	0,05	33,2	100,00	0,01
Tereny zantropogenizowane (Urban area)		446,7	–	0,53	138,8	–	0,08
4	1	1039,0	2,99	1,23	2697,2	3,98	1,64
	2	29,7	0,09	0,04	807,6	1,19	0,49
	3	11,3	0,03	0,01	115,2	0,17	0,07
	5	8092,9	23,31	9,61	20373,1	30,03	12,42
	6	1450,9	4,18	1,72	3286,6	4,84	2,00
	7	18381,6	52,94	21,83	38722,0	57,07	23,61
	9	0,0	0,00	0,00	396,5	0,58	0,24
	10	5718,8	16,47	6,79	1449,6	2,14	0,88
Grunty orne (Arable lands)		34724,3	100,00	41,23	67847,9	100,00	41,37
5	1	53,9	0,50	0,06	583,4	3,41	0,36
	2	32,0	0,30	0,04	81,6	0,48	0,05
	3	16,4	0,15	0,02	40,1	0,23	0,02
	4	5209,7	48,64	6,19	9434,6	55,19	5,75
	6	11,8	0,11	0,01	148,0	0,87	0,09
	7	1632,9	15,24	1,94	6249,2	36,56	3,81
	9	87,2	0,81	0,10	26,7	0,16	0,02
	10	3666,9	34,23	4,35	530,0	3,10	0,32
Trwale użytki zielone (Pastures and meadows)		10710,9	100,00	12,72	17093,6	100,00	10,42
6	1	61,8	11,78	0,07	351,8	27,79	0,21
	4	437,3	83,36	0,52	729,8	57,64	0,45
	5	25,5	4,87	0,03	175,9	13,89	0,11
	7	0,0	0,00	0,00	8,6	0,68	0,01
Zabudowa wiejska (Country development)		524,62	100	0,62	1266,2	100	0,77
Tereny rolniczo-wiejskie (Country areas)		45960	–	54,57	86207,6	–	52,57

Przekształcenie (Change)		1885–1937			1923–2001		
Z (from):	Na (to):	ha	% w klasie (In category)	% wszystkich zmian (In all changes)	ha	% w klasie (In category)	% wszystkich zmian (In all changes)
7	1	111,1	0,42	0,13	158,2	1,36	0,10
	2	0,0	0,00	0,00	171,6	1,48	0,10
	3	6,2	0,02	0,01	21,6	0,19	0,01
	4	13212,5	50,47	15,69	5898,2	50,83	3,60
	5	6783,8	25,91	8,06	4037,6	34,80	2,46
	6	78,9	0,30	0,09	57,1	0,49	0,03
	9	0,0	0,00	0,00	321,7	2,77	0,20
	10	5986,6	22,87	7,11	937,0	8,08	0,57
Lasy (Forests)		26179,0	100,00	31,09	11602,9	100,00	7,08
8	5	16,8	6,14	0,02	5,6	2,87	0,00
	10	257,2	93,86	0,31	176,2	96,90	0,11
Naturalne (Natural)		274,0	100,00	0,33	181,8	100,00	0,11
9	5	0,0	100,00	0,00	14,2	100,00	0,01
Sztuczne (Artificial)		274,0	100,00	0,33	196,0	100,00	0,12
zbiorniki wodne (Water Bodies)		548,1	–	0,98	377,8	–	0,35
10	1	77,6	0,68	0,09	119,0	0,18	0,07
	2	7,1	0,06	0,01	12,7	0,02	0,01
	3	0,0	0,00	0,00	5,6	0,01	0,00
	4	3755,4	33,07	4,46	16503,2	25,08	10,06
	5	4506,1	39,68	5,35	34914,5	53,05	21,29
	6	55,2	0,49	0,07	81,7	0,12	0,05
	7	2928,3	25,79	3,48	11580,4	17,60	7,06
	9	26,4	0,23	0,03	2591,7	3,94	1,58
Tereny podmokłe (Wetlands)		11356,0	100,00	13,48	65808,7	100,00	40,13

w obszary bagienne (tab. 6.). Sztuczne zbiorniki wodne powstały głównie na obszarach zabagnionych. Powstały one głównie w drugiej połowie XX wieku. Największe z nich to powstałe w zabagnionej dolinie Narwi zbiornik Siemianówka i rybackie stawy Kozi Przeskok oraz białostockie stawy Dojlidy. Dodatkowo na przestrzeni 116 lat nastąpił proces zamiany jezior naturalnych na sztuczne. Sytuacja taka nie świadczy o całkowitym braku tych wydzieleni (ograniczenie minimalnej powierzchni), jednak dużo mówi o tendencjach zaistniałych przekształceń.

W okresie 1885–1937, przekształcenia obszarów podmokłych stanowiły 13,5% wszystkich zmian. Wartość ta nie jest w pełni wiarygodna, i potwierdza wątpliwości wynikające z przeprowadzonego studium porównywalności. Najprawdopodobniej jest ona zawyżona ze względu na inne rozumienie terenów podmokłych na dwuwiorstówkach i mapach WIG-u. W latach 1923–2001 są to najistotniejsze, obok gruntów ornych powierzchniowe zmiany (40% wszystkich zmian). Obszary zabagnione przekształcone zostają w 21,3% w trwałe użytki zielone, oraz w 10% w grunty orne (tab. 6.). Wyraźnie widoczne osuszenie, związane jest z regulacją koryt rzecznych, przeprowadzoną melioracją, oraz po-

borem wody do celów rolniczych, przemysłowych i komunalnych.

Wnioski i podsumowanie

Rycina 9. przedstawia główne kierunki przekształceń na przestrzeni dwóch okresów badawczych. Schemat ten jest syntezą wniosków z powyższej analizy. Umieszczono tu wartości które mają największy procentowy udział we wszystkich zmianach, bądź też są istotne w danej kategorii. Dodatkowo wyeliminowano te kierunki zmian, które są najprawdopodobniej związane z niehomogenicznością danych.

W pracy wykazano, że:

- tereny zantropogenizowane (zabudowa miejska mieszkalna, wiejska, tereny przemysłowe i komunikacyjne) rozszerzają się głównie kosztem gruntów ornych;
- zmiany związane z działalnością człowieka intensyfikują się z biegiem lat;
- na wielkość obszarów zamieszkałych oraz liczbę ludności największy wpływ miały działania wojenne pierwszej połowy XX wieku;

– archiwalne dane kartograficzne dają mało wiarygodne wyniki podczas porównywania wielkości zabudowy wiejskiej oraz terenów podmokłych;

– największe obszary zmiany nastąpiły między lasami, użytkami rolnymi oraz obszarami zabagnionymi;

– charakterystyczne jest następstwo zmian: zbiorniki wodne naturalne – obszary zabagnione – trwale użytki zielone, czyli przemiany wyraźnie wskazujące na obniżenie poziomu wód gruntowych;

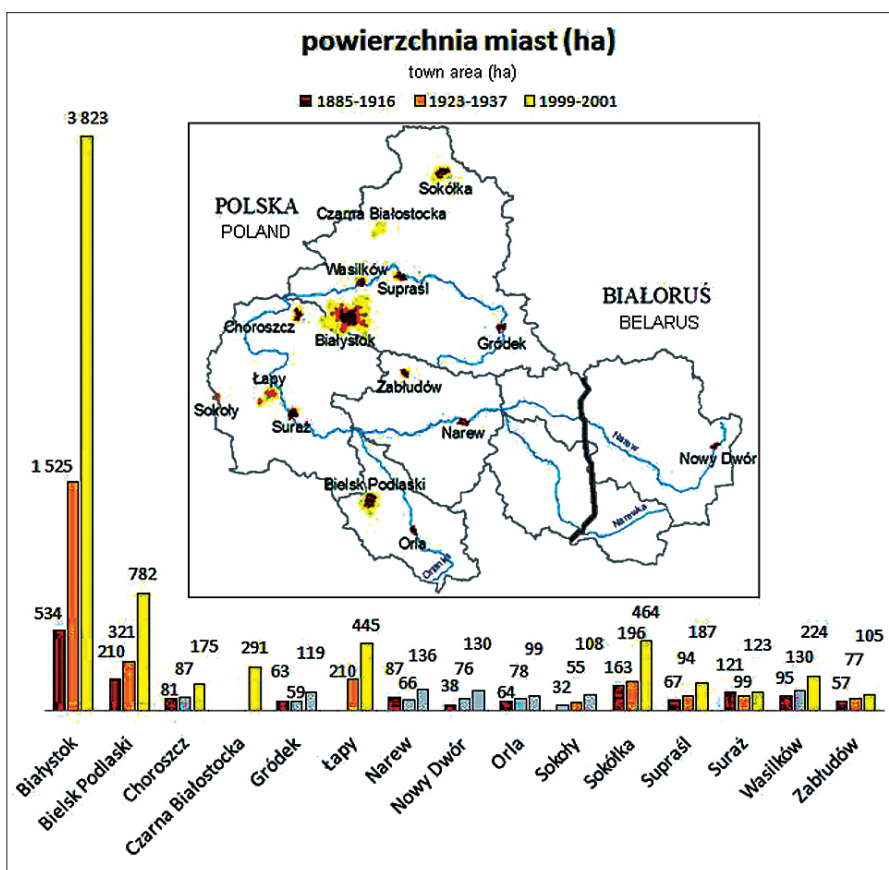
– grunty orne wykazują największą zmienność, zarówno pod względem ilościowym jak i powierzchniowym;

– pierwsza część okresu badawczego charakteryzuje się znacznie większym wylesieniem niż druga, gdyż wraz z upływem czasu coraz większą rolę odgrywa gospodarka leśna oraz ochrona terenów leśnych;

W okresie 1885–1937 wykazano zmiany na 13,6% powierzchni całego obszaru badawczego, w latach 1923–2001 na 26,5%. Dwukrotnie większa wartość zaistniałych przekształceń wiąże się głównie z większą długością analizowanego okresu oraz wzrastającą antropopresją wraz z upływem czasu.

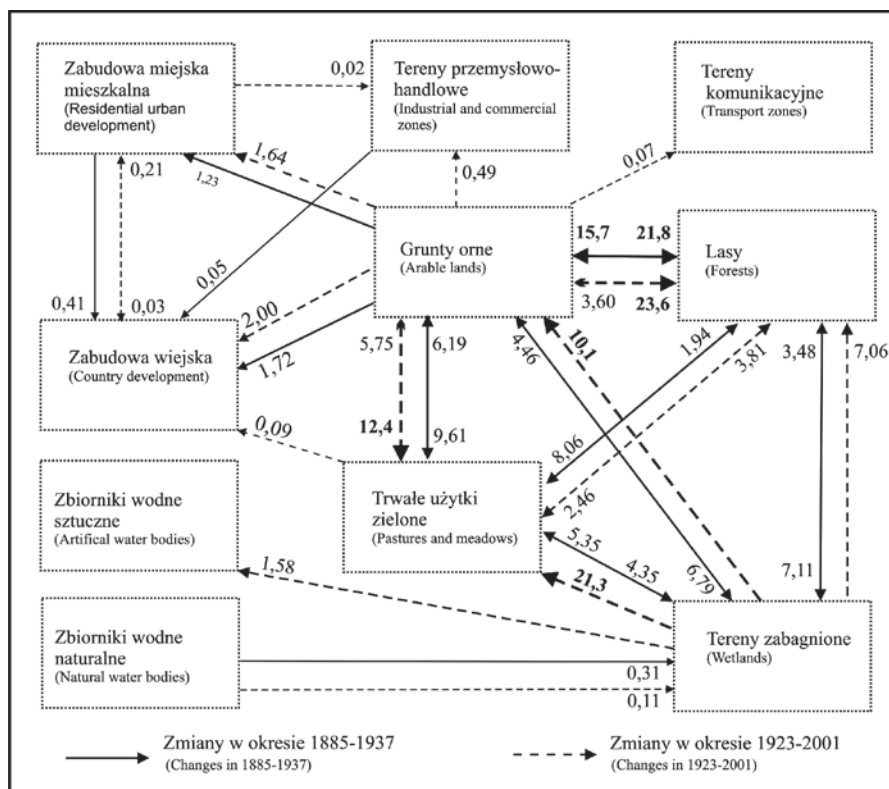
Pomimo zaistniałych zmian obszar górnej Narwi cechuje się dużym stopniem naturalności w porównaniu do pozostałego obszaru Polski. Ingerencja, która w największym stopniu zaburzyła naturalny porządek to melioracja terenów zabagnionych. Pociągnęło to za sobą obniżenie poziomu wód gruntowych. Fakt ten rzutował na zmiany użytkowania ziemi na obszarze całej zlewni.

Otrzymane wyniki są zdeterminowane przez liczbę i rodzaj poszukiwanych informacji, czyli kategorii użytkowania ziemi, o czym z kolei decyduje specyfika materiałów źródłowych. Homogeniczne materiały, czyli np. zdjęcia satelitarne dla wszystkich okresów badawczych pozwoliłyby na



Ryc. 8. Powierzchnia miast zlewni górnej Narwi w okresie 1885–2001

Fig. 8. Town area in the basin of upper Narew river, in 1885–2001



Ryc. 9. Procentowy udział najistotniejszych zmian użytkowania ziemi

Fig. 9. The most important land use transformations (%) in 1885–2001

dokładniejszą analizę. Możliwe wtedy staje się wyróżnienie większej liczby wydzielen, oraz prezentacja ich z większą dokładnością i precyzją. Spowodowałoby to jednak znaczne skrócenie okresu badań. Konieczny więc staje się kompromis, w którym decydującą kwestię ma cel opracowania.

Literatura

- Banaszuk H., 1996, *Paleogeografia: naturalne i antropogeniczne przekształcenia Doliny Górnej Narwi*, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok.
- Baranowska T., Gronet R., Poławski Z., 2000, Koncepcja i zakres tematyczny szczegółowej mapy użytkowania ziemi w skali 1:50 000 dla obszaru Polski. *Seria monograficzna, Instytut Geodezji i Kartografii*, nr 4.
- Bielecka E., Ciołkosz A., 2000, Zmiany użytkowania ziemi w dorzeczu Odry w świetle zdjęć satelitarnych i archiwalnych materiałów kartograficznych. *Fotointerpretacja w geografii, problemy telegeoinformacji*, nr 31.
- Ciesielski J., 1983, Mapa użytkowania ziemi w skalach 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000 i 1:200 000. *Prace Instytutu Geodezji i Kartografii*, t.30, z.2.
- Czarnecka H., red., 2005, *Atlas podziatu hydrologicznego Polski*. Warszawa.
- Dukaczewski D., 2005, Elektroniczna mapa animowana Gór Izerskich. *Polski Przegląd Kartograficzny*, t. 37, nr 1.
- GEOSYSTEMS Polska, 1998, *ERDAS Field Guide Przewodnik geoinformatyczny*. Warszawa.
- Grygorenko W., 1997, *Kartografia Polska*. Uniwersytet Warszawski, WGiSR, Katedra Kartografii, Warszawa.
- Hejmanowska B., Mularz S., 2000, *Integration of multitemporal ERS SAR and Landsat TM data for soil moisture assessment*. IAPRS, Vol. XXXIII, Amsterdam.
- Jankowski W., 1972, Mapy użytkowania ziemi w Polsce (Dorobek i perspektywy). *Polski Przegląd Kartograficzny*, t. 4, nr 1.
- Krassowski B., Tomaszewska M., 1979, Polskie mapy topograficzne wydane w latach 1918–1945, t. I, w: *Mapy topograficzne ziem polskich 1871–1945*, Biblioteka Narodowa, Zakład Zbiorów Kartograficznych, Warszawa.
- Kardaś P., 2000, Zastosowanie telegeoinformacji w badaniach zmian pokrycia terenu Magurskiego Parku Narodowego w latach 1945–1999. *Fotointerpretacja w geografii, problemy telegeoinformacji*, nr 31.
- Kostrowicki J., Kulikowski R., 1971, Przegładowe zdjęcie użytkowania ziemi (Projekt instrukcji), Dokumentacja Geograficzna, IG PAN, z. 2.
- Oleđzki J.R., 2007, Regiony geograficzne Polski. *Teledetekcja Środowiska*, nr 38.
- Pabjanek P., 1999, Zmiany użytkowania ziemi na Polanie Białowieskiej (do 1989 roku). *Fotointerpretacja w geografii, problemy telegeoinformacji*, nr 30.
- Parzewski M., 2005, *Wzrost zakresu informacji o użytkowaniu ziemi w wyniku łączenia satelitarnych zdjęć wielospektralnych i panchromatycznych wykonanych przez satelitę Landsat*. Praca magisterska WGiSR UW, Warszawa.
- Poławski Z. F., 2002, *Od mapy użycia ziemi do mapy użytkowania ziemi czwartego poziomu szczegółowości (CORINE LAND COVER)*. *Seria monograficzna, Instytut Geodezji i Kartografii*, nr 4.
- Shalaby A., Taeishi R., 2007, Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the northwestern coastal zone of Egypt. *Applied Geography*, T. 27, Chiba, Japonia.
- Sobczyński E., 2000, *Historia Służby Geograficznej i Topograficznej Wojska Polskiego*. Dom wydawniczy Bellona, Warszawa.
- Uhorczak F., 1969, *Polska Przegładowa Mapa Użytkowania Ziemi 1:100 000*. *Prace Geograficzne*, PWN, nr 17.
- Wyniki badań glebowo-florystycznych w dolinie Narwi Górnej. Odcinek od ujścia Orlanki do ujścia Supraśli*, 1965, CBS i PWM, Warszawa, maszynopis.
- glcf.umiacs.umd.edu/index.shtml
www.bialystokonline.pl/plan.php
www.pohali.net



Mgr Sylwia Nasiłowska jest absolwentką studiów magisterskich na kierunku geografia – specjalizacja: geoinformatyka i teledetekcja na Wydziale Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego, w Katedrze Geoinformatyki i Teledetekcji. Od października 2008 roku studentka Studium Doktoranckiego na tymże Wydziale na specjalności geoinformatyka i kartografia. Interesuje się nowoczesnymi technikami cyfrowego przetwarzania obrazów, w szczególności ich zastosowaniem w badaniu użytkowania i pokrycia terenu. Adres do korespondencji: sylwia.agata.nasilowska@student.uw.edu.pl.