

Małgorzata Pietrzak, Janusz Siwek

Uniwersytet Jagielloński, Instytut Geografii

WYKORZYSTANIE MAP HISTORYCZNYCH, PRZE- TWORZONYCH PRZY UŻYCIU GIS DO OCENY ZMIAN UŻYTKOWANIA ZIEMI NA POGÓRZU WIŚNICKIM

Zarys treści: Do charakterystyki zmian użytkowania ziemi Pogórza Wiśnickiego w rejonie Bochni wykorzystano mapy z 1779, 1861 i 1996 r. Analizę map przeprowadzono przy użyciu pakietu GIS. Przeprowadzona rektyfikacja pozwoliła na ujednoczenie skali, odwzorowania oraz zasięgu analizowanych map. Stwierdzono, że najbardziej dynamicznym elementem krajobrazu są obszary zabudowane, których powierzchnia wzrosła w ciągu 200 lat o 13%. Wzrost ten następował kosztem gruntów ornych w strefie wierzchowin. Nie stwierdzono zmian powierzchni łąk położonych w dnach dolin i terenach osuwiskowych. Nastąpiła defragmentacja dużych kompleksów leśnych przy nieznacznych zmianach powierzchni.

Słowa kluczowe: Geograficzne Systemy Informacyjne, użytkowanie ziemi, Pogórze Karpackie.

Key words: Geographical Information Systems, landuse, Carpathian Foothills.

1. Wstęp

Historyczne mapy to niezwykle cenne źródło informacji o stanie środowiska geo-graficznego ostatnich 200 lat. Mapy stosuje się do analizy struktury użytkowania ziemi; najczęściej do charakterystyki zmian zalesienia, do wyznaczania zasięgu osadnictwa, do określania przemian stosunków wodnych a zwłaszcza zmian geometrii koryt rzecznych (Dobrowolska, 1961; Maruszczak, 1950; Klimek, 1983, 1987; Partyka, 1997; Wyźga, 1992, 1993; Łajczak, 1995). Bogaty przegląd metod stosowanych w rekonstrukcji przemian krajobrazu, ze szczególnym uwzględnieniem metod wykorzystujących

źródła kartogra-ficzne, zawiera praca E. Papińskiej (1997). Oryginalną metodę oraz przykłady przeprowa-dzenia analizy map zawierają prace J. Plit (1990, 1994). Autorka zwraca uwagę na niedostateczne wykorzystanie archiwaliów kartograficznych wyni-kające nie tylko z braku informacji, że interesujące materiały zostały już opracowane i są udostępni-one, ale przede wszystkim z powodu trudności technicznych wstępnego przetworzenia historycz-nych map oraz niedopracowania metod przeprowadzania ana-lizy (Plit, 1990). O ile zdobycie informacji o opracowaniu kartograficznym zależy od determinacji samego badacza, a metoda analizy map wynika z indywidualnego celu, który przyświeca jego pracy, o tyle trudności techniczne przy przygotowywaniu map dotyczą wszystkich mate-riałów kartograficznych. Dostępność sprzętu komputerowe-go i coraz powszechniejsze stosowanie specjalistycznych programów stworzyło nowe możliwości analizy starych map.

Celem metodycznym pracy było zastosowanie Systemów Informacji Geograficz-nej (GIS) do analizy historycznych map, a celem merytorycznym – charakterystyka struktury użytkowania ziemi w 1779 i 1861 r. oraz poznanie przemian środowiska geo-graficznego (krajobrazu) zachodzących w wyniku zmian użytkowania ziemi w obszarze progó Pogórza Wiśnickiego. Mapą bazową była współczesna mapa użytkowania ziemi, powstała w 1996 r. w wyniku kartowania terenowego (Pietrzak, Tutaj, 1996). Niniejsze opracowanie składa się więc z dwóch części: pierwszej – opisującej procedury stosowa-ne przy ujednocianiu skali oraz odwzorowania map i części drugiej przedstawiającej pierwszy etap analizy map.

Do analizy wybrano obszar około 153 km², położony na Pogórzu Wiśnickim między Rabą a Uszwią, gdzie zlokalizowana jest Stacja Naukowa Instytutu Geografii Uniwer-sy-tetu Jagiellońskiego (Kaszowski, 1991, 1995). Stacja prowadzi badania dotyczące dynamiki i antropogenicznego przeobrażenia środowiska przyrodniczego progó Karpat. Niniejsza praca włączona jest w jeden z programów badawczych realizowanych na Stacji.

2. Materiały źródłowe

W pracy zestawiono materiały kartograficzne z lat 1779, 1861 i 1996, przedsta-wia-jące fragment progó Pogórza. Historyczne mapy pochodzą z Archiwum Wojennego w Wiedniu, gdzie wykonano ich barwne kopie w skali 1:1 (ryc. 1; na barwnej wklej-ce). Wykorzystano mapę Miega „*Karte das Königsreichs Galizien und Lodomerien*” z lat 1779-1782; wykonaną w skali 1 : 28 800 (nr w katalogu BIXa 390, arkusze Col VII Sec 39, Col VII Sec 40, Col VIII Sec 46, Col VIII Sec 47). Druga wykorzystana mapa to „*Oryginaufnahme von Galizien und Bukowina*” w skali 1 : 28 800, z lat 1861-1864, któ-rej autorami są: Hennig, Fodransperg, Horrack, Kopystynki, Pandini, Littrow, Fidler, Nagy, Rainer, Lutz, Schlott, Baumgarten (*nr w katalogu BIXa 387, arkusze Sec 7 W Col XVII, Sec 8 W Col XVII, Sec 7 W Col XVIII, Sec 8 W Col XVIII*).

Mapy progó Pogórza Wiśnickiego służące do porównań to: cyfrowy model terenu (DEM – Digital Elevation Model) oraz mapy cyfrowe: użytkowania ziemi z 1996 r., sieci rzecznej oraz głównych elementów rzeźby (Horbacewicz, Kaszowski, Pietrzak, 1999). Wykorzystanie różnych warstw tematycznych oraz digitalizacja wybranych cech środowiska (lasów, sieci osadniczej,

stawów, rzek) z map archiwalnych pozwalają na nakładanie oraz zestawianie dowolnych elementów środowiska przyrodniczego z różnych okresów i dokonywanie porównań. Możliwe jest wtedy stwierdzenie zmian powierzchni różnych użytków przez bezpośrednie porównania. Ponadto możliwe jest zestawienie współczesnych elementów środowiska (np. głównych form rzeźby) wraz z dawnym użytkowaniem (np. lasy). Istnieją zatem potencjalne możliwości rekonstrukcji rodzaju i natężenia procesów morfogenetycznych w nawiązaniu do głównych form rzeźby i typów użytków. Na przykład wycięcie lasu na stoku o dużym nachyleniu może być przyczyną przewagi erozji powierzchniowej nad linią, denudacji mechanicznej nad chemiczną itd., podczas gdy wycięcie lasu w dnie doliny lub na wierzchołku nie spowoduje większych zmian zachodzących procesów. Celem niniejszej pracy jest przedstawienie wstępnych wyników tak przeprowadzonej analizy map historycznych.

3. Metody

Merytoryczna analiza map archiwalnych wymagała przetworzenia tradycyjnych materiałów kartograficznych na postać cyfrową. Mapy były skanowane z rozdzielczością 300 dpi. Uzyskane rastry poddane zostały rektyfikacji, tak aby wszystkie mapy obejmowały ten sam obszar w jednakowym układzie odniesienia. Układem współrzędnych, do którego sprowadzono wszystkie mapy był tzw. układ 1965 - ten sam, w którym odwzorowany był cyfrowy model wysokości oraz współczesne mapy użytkowania terenu. Procedura rektyfikacji wykorzystywana jest w GIS zazwyczaj do korekcy geometrycznej zdjęcia lotniczego lub satelitarnego. Jednak może być również użyta do ujednoczenia układu współrzędnych skanowanych materiałów kartograficznych (Widacki, 1997). Rektyfikacja przeprowadzana jest na podstawie punktów kontrolnych, zlokalizowanych na mapie archiwalnej, którym przypisywane są nowe współrzędne we właściwym układzie odniesienia. Na ich podstawie tworzona jest funkcja, według której obliczane są nowe współrzędne dla całej mapy. W przypadku analizy materiałów historycznych dobór punktów kontrolnych bywa często trudny, co jest spowodowane zmianami przebiegu dróg, granic lasów, rzek. Pewną trudnością jest również wyznaczenie punktów kontrolnych na najstarszych, mało dokładnych mapach, jak również na mapach o dużych sygnaturach.

Na badanym obszarze Pogórza Wiśnickiego dla każdej z map udało się wyznaczyć ponad 20 punktów kontrolnych (tab. 1). Wykorzystano miejsca charakterystyczne, łatwe do zlokalizowania na starych i nowych mapach (skrzyżowania dróg, mosty, kapliczki, itd.), przy czym były one dobierane tak, aby uzyskać ich równomiernie rozmieszczone na całym obszarze badań. Punktów kontrolnych nie umieszczano w miejscach ujść rzek, charakterystycznych załamania przebiegu granicy lasu, gdyż wymagałoby to założenia stabilności tych elementów na przestrzeni dziejów. Ponieważ analizie merytorycznej podlegać miała między innymi sieć rzeczna oraz zmiany zasięgu lasów, przyjęcie takiego założenia ograniczyłoby możliwości obiektywnej oceny wyników.

Rektyfikację przeprowadzono w oparciu o transformację według funkcji liniowej. W porównaniu z funkcjami nieliniowymi daje ona nieco gorsze rezultaty (większy błąd transformacji), pozwala jednak na równomierne rozłożenie błędu transformacji na całej powierzchni mapy.

Tab. 1. Liczba punktów kontrolnych oraz średni błąd transformacji rektyfikowanych map
 Table 1. Number of control points and mean RMS error of maps transformation

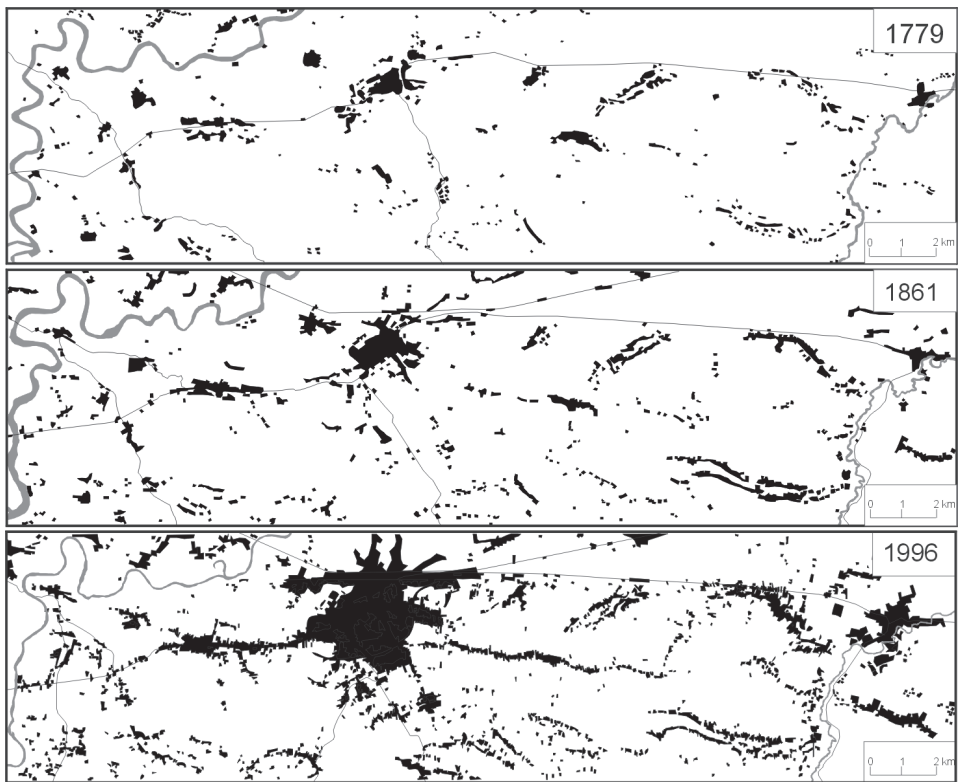
Mapa	Skala	Liczba punktów kontrolnych	Średni terenowy błąd transformacji RMS
Karte des Königreichs Galizien und Lodomerien (1779)	1 : 28 800	21	106 m
Orginalaufnahme von Galizien und Bukowina (1861)	1 : 28 800	23	32 m

W czasie rektyfikacji raster wyjściowy tworzony jest poprzez przepróbkowanie (*resampling*). Proces ten może być przeprowadzany różnymi metodami (Widacki, 1997). Dla potrzeb niniejszego opracowania przepróbkowanie przeprowadzono metodą najbliższego sąsiedztwa (*nearest neighbour*), która pozwala na zachowanie takich samych wartości pikseli jak w mapie źródłowej. Rastrom wyjściowym narzucono taką samą rozdzielczość (5x5 m) i zasięg jak w przypadku DEM badanego obszaru. Rektyfikację przeprowadzono przy użyciu programu *Idrisi for Windows*, przy zastosowaniu modułu *Resample*.

Na tak przygotowanych rastrach przeprowadzono digitalizację „na monitorze” analizowanych obiektów – zasięgi lasów, sieć osadniczą, stosunki wodne. Powstałe wektory mogły być w prosty sposób nakładane na współczesną mapę użytkowania terenu oraz DEM.

4. Dyskusja wyników

Najbardziej dynamicznym elementem krajobrazu są obszary zabudowane (ryc. 2). Liczba głównych skupisk osadniczych w ciągu 200 lat pozostała ta sama, ale wyraźnie zwiększyła się powierzchnia zabudowana. Miejsce odosobnionych osad zajęły całe ciągi osadnicze skupione wzdłuż głównych traktów komunikacyjnych. Powierzchnia terenów zabudowanych rosła od 0,01% obszaru w 1779 r. do 13% – w 1996 r. Przyrost terenów wiejskich i miejskich nastąpił głównie kosztem obszarów gruntów ornych, zwłaszcza w strefie wierzchowin. Wyjątek stanowi Bochnia, której lokalizacja w znacznym stopniu uwarunkowana była występowaniem słonych źródeł, w mniejszym – warunkami morfologicznymi. Elementem krajobrazu ściśle związanym z gospodarką są drogi, których przebieg i gęstość świadczy o stabilnym układzie komunikacyjnym na tym terenie. Dotyczy to jednak tylko dróg głównych (utwardzonych i bitych), nie zaznaczano bowiem na mapach wszystkich dróg polnych. Gęstość tych ostatnich ściśle związana była z liczbą poletek i ich kształtem, a o ich znaczeniu w środowisku można wnioskować na podstawie dokumentów archiwalnych (Pietrzak 1997a,b). Analiza map pozwala stwierdzić, że drogi, które były intensywnie użytkowane, zostały znacznie pogłębione.

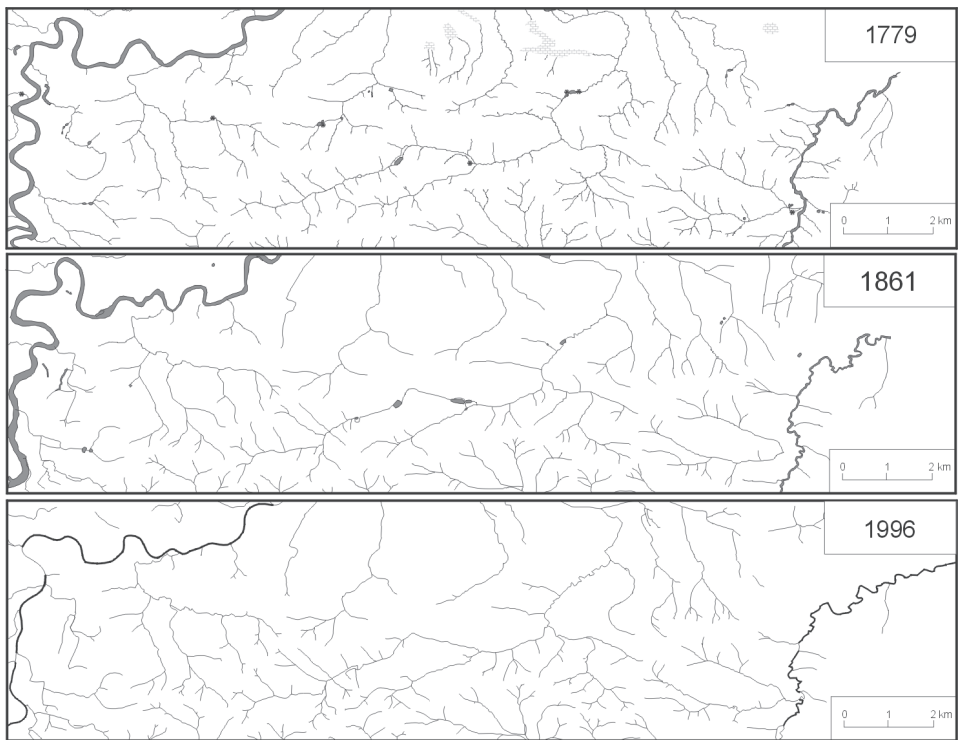


Ryc. 2. Zmiany zasięgu terenów zabudowanych w ciągu ostatnich 200 lat

Fig. 2. Changes in the extent of developed (urban) areas over the last 200 years

Pozostałością po dawnych liniach komunikacyjnych są albo głębokie wcięcia, dochodzące do 4 m, porośnięte drzewami i nadal użytkowane, albo porzucone głębocznice, częściowo zapłniete, bardzo zarośnięte, wzdłuż których prowadzi współczesna droga. Porównanie map prowadzi do wniosku, że okres kilkudziesięciu lat jest wystarczający do utworzenia tego typu form terenu. Należy przy tym dodać, że formy te utworzone zostały w utworach lessopodobnych, w obszarze o średnich nachyleniach 7°.

Istotne konsekwencje dla obiegu wody miały zmiany sieci rzecznej (ryc. 3). Na podstawie analizy przebiegu koryt Raby i Uszwicy można stwierdzić, iż w XVIII w. ich koryta były wąskie i kręte, co świadczy o stabilności reżimu hydrologicznego i niedociężeniu niesionym materiałem. Na mapie z XIX w. koryta rzek są wyraźnie szersze i mniej kręte, co potwierdza tezę o agradacji rzek w tym okresie, wyrażoną przez innych badaczy (Klimek, 1983, 1987; Wyżga, 1992, 1993). Na mapie z XVIII w. widoczna jest duża gęstość sieci rzecznej, wynikająca z zarówno dużej krętości rzek, jak i istnienia stałej sieci małych cieków o długościach nie przekraczających 300 m. Na mapach późniejszych, w miejsce dawnych wcięć stale odwadnianych, powstały suche doliny typu niecek lub debrzy. Niecki tworzyły się wskutek zaorania terenu, łagodzenia



Ryc. 3. Zmiany sieci rzecznej w ciągu ostatnich 200 lat

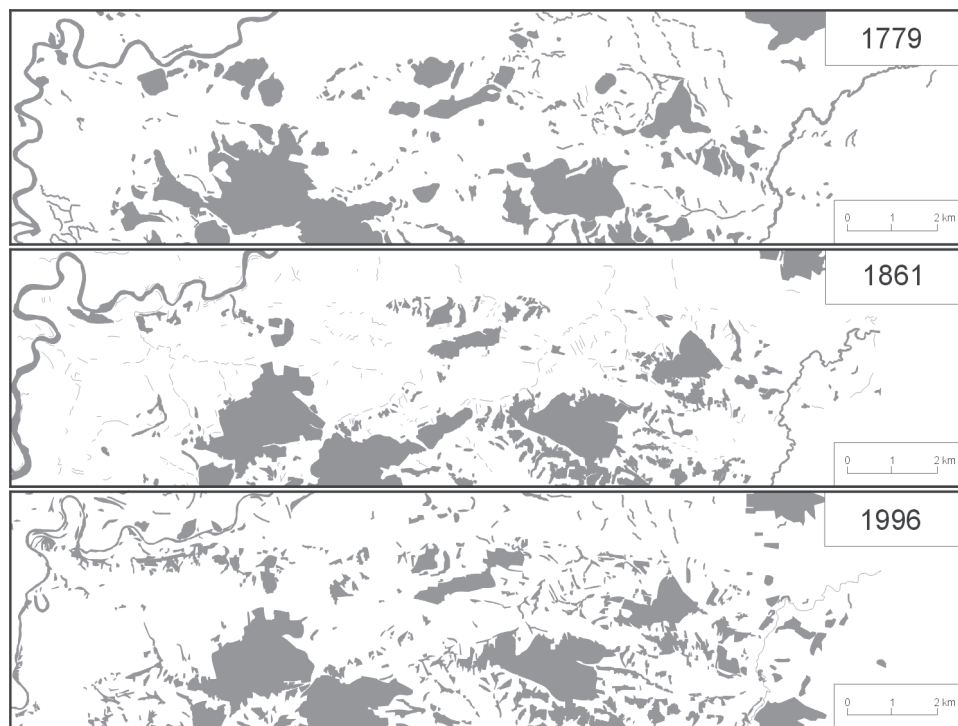
Fig. 3. Changes in the river network over the last 200 years

nachylenia stoków i użytkowania terenu jako gruntu ornego. Debrza noszą charakter młodych rozcięć erozyjnych, o wyraźnie zaznaczonych krawędziach. Erozyjne rozcięcia linijne są w obszarze progu Pogórza typową formą występującą na terenach leśnych zwłaszcza w wyższej – fliszowej strefie progu, natomiast opisywane tu formy stanowią odosobnione, pojedyncze elementy, rozcinające głównie strefę niższego, lessowego progu Pogórza. Tereny podmokłe, stawy (9) oraz młyny (7) znikły z krajobrazu w XX w. Wygląd sieci rzecznej na mapie z XIX w. świadczy o tym, że układ sieci rzecznej nie zmienił się zasadniczo do dnia dzisiejszego. Znaczne zwiększenie długości i częstości występowania krawędzi wzdłuż koryt rzecznych na mapie z XX w. w stosunku do mapy z XIX w. świadczy o intensywnej działalności erozyjnej rzek w obecnym stuleciu. Na skutek regulacji koryt w ich dolnych odcinkach (w dolinie Raby i Kotlinie Sandomierskiej) nastąpiło zwiększenie zdolności erozyjnej rzek, a wskutek postępującej erozji wstecznej koryta w obrębie progu Pogórza pogłębiły się o ponad 3 m. Małe dopływy dowiązywały do bazy erozyjnej uregulowanych rzek (Starej Rzeki, Stradomki, Babicy), i w konsekwencji potoki te w swych dolnych odcinkach wcięte są na głębokość 3 m. W górnych odcinkach nastąpiło cofanie się krawędzi lejów źródłowych. Z analizy mapy wynika, że w niektórych obszarach mogło to spowodować zmniejszenie się powierzchni

wierzchowin. Procesowi temu nie należy przypisywać zbyt dużego znaczenia, nigdzie bowiem nie doszło do zmiany przebiegu linii grzbietowej czy fragmentacji wierzchowin. Proces zmniejszania powierzchni wierzchowin, w połączeniu z wyraźnym wcinaniem się rzek, świadczy o dużej wrażliwości rzek pogórskich na zmiany reżimu hydrologicznego i regulację głównych rzek na przedpolu Karpat.

Analiza granic obszarów leśnych pozwala na stwierdzenie, że w ciągu ostatnich 200 lat nastąpiła defragmentacja dużych kompleksów leśnych na ich obrzeżach (ryc. 4). Ogólnie, zasięg występowania dużych skupisk leśnych nie zmienił się, choć na mapie z XVIII w. tworzą bardziej zwarte kompleksy. We wszystkich przekrojach czasowych stwierdzono występowanie łągów, zadrzewień śródpolnych, jak również odosobnionych „plam” leśnych związanych z rozcięciami drogowymi. Obecnie drzewostany zwarte zajmują 20% powierzchni, a zajmowały 18% w XVIII w. i 15% w XIX w. Z dokumentów archiwalnych wiadomo, iż najbardziej dynamiczne zmiany zalesień następowały w XIX w., kiedy ich udział w ogólnym areale wahał się między 15-19% (Pietrzak, 1998). Zmniejszenie powierzchni lasów nastąpiło w wyniku przekształcenia ich w grunty orne.

Najbardziej stabilnym elementem krajobrazu są łąki, których udział w ogólnym areale wynosił zawsze około 20%. Wiąże się to najprawdopodobniej z tym, że znaj-



Ryc. 4. Zmiany obszarów leśnych w ciągu ostatnich 200 lat

Fig. 4. Changes in the extent of forested areas over the last 200 years

dowały się one na terenach osuwiskowo-żłaziskowych oraz w dnach dolin okresowo podmokłych. Obszary te nie nadawały się więc nigdy ani na rolę, ani na zabudowę, jak również nie sprzyjały sukcesji lasów.

Ogólnie, należy stwierdzić, że próg Pogórza Wiśnickiego między Rabą a Uszwicą cechuje stabilny układ zagospodarowania terenu. Największe zmiany w strukturze użytkowania ziemi nastąpiły wskutek zwiększenia powierzchni terenów zabudowanych do 13% kosztem takiego samego ubytku gruntów ornych. Stoki stanowią ten element krajo-brazu, który poddany był najbardziej dynamicznym zmianom zarówno z uwagi na zmiany zasięgu lasów, gruntów ornych, jak i pojawiające się głębokie rozcięcia drogowe. Największe zmiany w natężeniu procesów morfogenetycznych nastąpiły na skutek regulacji rzek, likwidacji stawów i zwiększenia gęstości dróg. Spowodowało to przyspieszenie odprowadzania wody ze zlewni, drenaż gruntów przyległych do dróg oraz bezpośrednią dostawę materiału do koryta.

Literatura

- Dobrowolska M., 1961, *Przemiany środowiska geograficznego Polski do XV wieku*, PWN, Warszawa.
- Horbacewicz A., Kaszowski L., Pietrzak M., 1999, *Mapa głównych elementów rzeźby progu Pogórza Karpackiego między Rabą a Uszwicą*, Archiwum komputerowe Stacji Nauk. Inst. Geogr. UJ w Łazach k. Bochni.
- Kaszowski L., 1991, *Stacja Naukowa Instytutu Geografii UJ w Łazach – cele i zadania*, Zesz. Nauk UJ, Prace Geogr., 83.
- Kaszowski L., 1995, *Struktura i funkcjonowanie systemów fizyczno-geograficznych progu Karpat* [w:] L. Kaszowski (red.), *Dynamika i antropogeniczne przeobrażenia środowiska przyrodniczego progu Karpat pomiędzy Rabą a Uszwicą*, Inst. Geogr. UJ, Kraków.
- Klimek K., 1983, *Erozja wglębna dopływów Wisły na przedpolu Karpat* [w:] Z. Kajak (red.), *Ekologiczne podstawy zagospodarowania Wisły i jej dorzecza*, PWN, Warszawa.
- Klimek K., 1987, *Man's impact on fluvial processes in Western Carpathians*, Geografiska Annaler, 69A (1).
- Łajczak A., 1995, *The impact of river regulation, 1850-1990, on the channel and floodplain of the upper Vistula river; Southern Poland* [w:] E.J. Hickin (ed.), *River Geomorphology*, John Wiley & Sons, Chichester.
- Maruszczak H., 1950, *Stan i zmiany lesistości województwa lubelskiego w latach 1830-1930*, Ann. UMCS, Sect. B., 5.
- Papińska E., 1997, *Przegląd metod stosowanych w rekonstrukcji antropogenicznych przemian krajobrazu*, Acta Univ. Lodz., Folia Geogr., 1.
- Partyka J. 1997, *Zmiany w użytkowaniu ziemi na obszarze Ojcowskiego Parku Narodowego w ciągu XIX i XX w., praca doktorska, Dział Rękopisów Bibl. Jagiell., Kraków.*
- Plit J., 1990, *Metoda zasięgów w analizie historycznych przemian środowiska przyrodniczego*, *Przegl. Geogr.*, 62, 1-2.
- Plit J., 1994, *Transformacja środowiska w świetle analizy historycznej* [w:] A. Kostrowicki, J. Solon (red.), *Studium geobotaniczno-krajobrazowe okolic Pińczowa*, Dokum. Geogr., IGiPZ PAN, 1-2.

- Pietrzak M., Tutaj A., 1996, *Mapa użytkowania ziemi progó Pogórza Karpackiego między Rabą a Uszwicą w skali 1:10 000*, archiwum komputerowe Stacji Nauk. Inst. Geogr. UJ w Łazach k. Bochni.
- Pietrzak M., 1997a, *Morfologiczne skutki gospodarki rolnej w obszarze progó Pogórza Karpackiego między Rabą i Uszwicą na przełomie XVIII i XIX w.* [w:] *Odzwierciedlenie zmian klimatycznych ostatniego 1000-lecia w środowisku przyrodniczym*, Mat. symp. w Sosnowcu 20-21.03.1997.
- Pietrzak M., 1997b, *Metryka józefińska i franciszkańska – materiały źródłowe do badań antropogenicznych przemian środowiska przyrodniczego w Galicji na przełomie XVIII i XIX w.* [w:] *Odzwierciedlenie zmian klimatycznych ostatniego 1000-lecia w środowisku przyrodniczym*, Mat. symp. w Sosnowcu, 20-21.03.1997 r.
- Pietrzak M., 1998, *Development of settlement and farming from the neolithic period to date in the marginal zone of the Carpathian Foothills between the Raba and Uszwica rivers* [w:] W. Chełmicki (red.), *The Carpathian Foothills Marginal Zone. Man and Environment*, Prace Geogr., Inst. Geogr. UJ, 103.
- Widacki W., 1997, *Wprowadzenie do systemów informacji geograficznej*, Inst. Geogr. UJ, Kraków.
- Wyźga B. 1992, *Współczesne pogłębianie koryt karpackich dopływów Wisły*, Wierchy, 56.
- Wyźga B., 1993, *Funkcjonowanie systemu rzecznoego środkowej i dolnej Raby w ostatnich 200 latach*, Dokum. Geogr., IGiPZ PAN, 6.

APPLICATION OF HISTORICAL MAPS AND GIS FOR LAND-USE CHANGE ASSESSMENT IN THE WIŚNICZ FOOTHILLS

Summary

In order to characterise land-use changes in the Wiśnicz Foothills near Bochnia the maps dated to years 1775, 1861 and 1996 were used. The analyses of the maps were made with the use of GIS. The rectification procedure allowed unifying scale, projection and range of the maps. It was stated that the most dynamic element of the landscape is developed (urban) land, which increased by 13% in the last 200 years. The increase proceeded at the cost of arable land in the uphill area. The area of meadows located in the valley floors and in the landslide regions did not change. Fragmentation of large forest complex took place, however the change in forested area was found insignificant.

Ryc. 1. Fragmenty archiwalnych map pochodzące ze zbiorów kartograficznych Archiwum Wojennego w Wiedniu

Fig. 1. Fragments of historical maps from War Archives in Vienna “Karte das Königsreichs Galizien und Lodomerien” 1779-1782; Mieg (nr w katalogu BIXa 390, arkusze Col VII Sec 39, Col VII Sec 40, Col VIII Sec 46, Col VIII Sec 47)

„Oryginaufnahme von Galizien und Bukowina” 1861-1864; Hennig, Fodrantsperg, Horrack, Kopystynki, Pandini, Littrow, Fidler, Nagy, Rainer, Lutz, Schlott, Baumgarten (nr w katalogu BIXa 387, arkusze Sec 7 W Col XVII, Sec 8 W Col XVII, Sec 7 W Col XVIII, Sec 8 W Col XVIII)