



Barbara Kuraś

**TECHNOLOGIA GIS JAKO KOMPLEKSOWE NARZĘDZIE
W BADANIACH WALORYZACYJNYCH ŚRODOWISKA
PRZYRODNICZEGO NA PRZYKŁADZIE MIASTA
BIELSKO-BIAŁA**

**TECHNOLOGY OF GIS AS A COMPLEX TOOL IN STUDIES
OF NATURAL ENVIRONMENT VALORIZATION ON EXAMPLE
CITY OF BIELSKO-BIAŁA**

*Akademia Pedagogiczna im. KEN, Katedra Informatyki i Metod Komputerowych
Pedagogical University of Krakow. Chair of Computer Science and Computer Methods*

STRESZCZENIE: Harmonijne funkcjonowanie człowieka w otaczającym go środowisku wymaga racjonalnego gospodarowania jego zasobami. Wszelkie antropogeniczne zmiany w środowisku winny mieć na względzie możliwie jak najmniejszą ingerencję w jego naturalną strukturę oraz powinny być poparte badaniami waloryzacyjnymi środowiska przyrodniczego. Pozwolą one określić optymalny sposób wykorzystania jego zasobów i uniknąć w nim niepożądanych zmian. Wyniki badań waloryzacyjnych będą nieocenione na etapie planowania zagospodarowania przestrzennego.

Właściwie przeprowadzona waloryzacja wymaga doskonałej znajomości elementów środowiska i nowoczesnych metod analizy powiązań między nimi.

Prezentowane opracowanie przedstawia próbę waloryzacji przyrodniczej miasta Bielsko-Biała z punktu widzenia optymalnego gospodarowania zasobami środowiska i zastosowania jej wyników na etapie planowania przestrzennego. Waloryzacja oparta została na zestawie 16 wskaźnikowych cech środowiska. Obszar badań pokryty został 1-kilometrową siatką pól podstawowych. Dla każdego, z nich wyznaczano wartości poszczególnych cech. Ich natężenie i wzajemny układ zadecydowały o przyporządkowaniu danego obszaru do jednego z pięciu rodzajów zagospodarowania: rolnictwo, komunikacja, zabudowa mieszkaniowa, zabudowa przemysłowa i turystyka.

Niezbędnym wręcz narzędziem badawczym okazała się technologia GIS, która umożliwiła nie tylko szeroko rozumianą wizualizację wyników badań, ale zwłaszcza pozyskanie bardzo różnorodnych, niezbędnych danych dla opracowań taksonomicznych mających na celu klasyfikację cech wskaźnikowych środowiska, oraz wieloczynnikowe ich analizy.

SŁOWA KLUCZOWE: waloryzacja, środowisko, GIS, taksonomia, Czekanowski

1. CELE BADAWCZE

Prezentowane opracowanie oparte jest na rozbudowanych badaniach waloryzacyjnych środowiska przyrodniczego miasta Bielsko-Biała prowadzonych dla potrzeb przestrzennego zagospodarowania terenu.

Waloryzacja ta polega na przyporządkowaniu przestrzeni geograficznej, podzielonej na obiekty, konkretnych funkcji zagospodarowania terenu. Z jednej strony cel ten ma charakter merytoryczny i poznawczy ze względu na ogół informacji zebranych dla potrzeb waloryzacji środowiska, z drugiej zaś, uwidacznia się niezwykle ważny aspekt funkcjonalny czy też utylitarny. Prawdopodobnie przeprowadzona waloryzacja środowiska przyrodniczego powinna bowiem zmierzać do wskazania najwłaściwszych sposobów zagospodarowania terenu, zgodnych z naturalnymi predyspozycjami danego obszaru. Mając te względy na uwadze aspekt praktyczny realizowano poprzez:

- analizę wyników przeprowadzonej waloryzacji w nawiązaniu do aktualnego stanu zagospodarowania terenu,
- wskazanie korelacji pomiędzy istniejącym planem zagospodarowania miasta a zagospodarowaniem wynikającym z przeprowadzonej waloryzacji,
- propozycje zagospodarowania konkretnych terenów w aspekcie najwłaściwszego wykorzystania spełnianych przez nie funkcji środowiskowych.

Poza głównym wątkiem badania zmierzały również do osiągnięcia celu o charakterze metodycznym. Prezentowana w opracowaniu waloryzacja przyrodnicza przeprowadzona została przy pomocy trzech różnych metod taksonomicznych oraz Systemów Informacji Geograficznej, których wykorzystanie posłużyło również do oceny przydatności (funkcjonalności) każdej z nich dla potrzeb waloryzacji przyrodniczej. Funkcjonalność wykorzystanych metod należy rozpatrywać zarówno w sferze metodycznej i technicznej (etapy postępowania, stopień skomplikowania) jak i w aspekcie zgodności i porównywalności uzyskanych wyników z aktualnym i planowanym zagospodarowaniem terenu badań. Ten ostatni aspekt może mieć szczególne znaczenie praktyczne zwłaszcza z punktu widzenia dalszych badań w zakresie waloryzacji warunków środowiska przyrodniczego dla różnych potrzeb (Żynda, 1998).

2. OBSZAR PRACY

Teren badań stanowi miasto Bielsko-Biała, położone u wylotu Bramy Wilkowieckiej, oddzielającej Beskid Śląski od Beskidu Małego. Starsza część miasta zlokalizowana została na terasach rzeki Białej, prawego dopływu Wisły. Dynamiczny rozwój miasta spowodował, iż osadnictwo wkroczyło na wierzchołki Pogórza Cieszyńskiego i objęło również dorzecze rzeki Wapienicy (Ziętara, 1976). Miasto zajmuje obecnie powierzchnię około 125 km².

W obecnym podziale administracyjnym, funkcjonującym od 1 stycznia 1999 roku, liczące blisko 200 tys. mieszkańców miasto Bielsko-Biała jest siedzibą powiatu grodzkiego bielsko-bialskiego. Powiat ten położony jest w południowej części województwa śląskiego.

3. METODY PRACY

Spośród metod wykorzystanych dla potrzeb waloryzacji warunków przyrodniczych badanego obszaru największe znaczenie miały statystyczne metody taksonomiczne oraz techniki i narzędzia stosowane w ramach Systemów Informacji Geograficznej.

3.1. Metody taksonomiczne

Nazwa **metody taksonomiczne** wywodzi się od słowa **taksonomia**, które pochodzi od dwóch słów greckich: „**taxis**” – porządek, ład oraz „**nomos**” – zasada, prawo. Objęta nimi została nauka o zasadach klasyfikacji jednostek opisywanych wieloma cechami (Bielecka, Paprzycki, Piasecki, 1979).

Celem metod taksonomicznych jest realizacja procesu klasyfikacji, czyli podział, niejednolitego z punktu widzenia określonych i wymiernych cech diagnostycznych zbioru obiektów, na zespoły wewnętrznie bardziej jednolite. Opierają się one na różnych kryteriach. W większości metod taksonomicznych, rozróżnia się dwa kryteria: porządkowania zbioru i podziału uporządkowanego już zbioru.

W prezentowanych badaniach posłużono się trzema metodami taksonomicznymi: dendrytem wrocławskim, metodą Czekanowskiego i metodą Warda.

Pierwszy etap procedury klasyfikacyjnej sprowadza się do wyboru podstawowej jednostki badawczej oraz cech charakteryzujących zbiór jednostek badawczych.

W niniejszej pracy arkusz badawczy został podzielony na 19 rzędów i 14 kolumn co dało 266 kwadratów o powierzchni 1 km² każdy. W obręb tego arkusza wchodzi miasto Bielsko-Biała zajmujące 151 kwadratów (nie wszystkie o całkowitej powierzchni topograficznej). Obiekty o powierzchni 1 km² zostały scharakteryzowane poprzez 16 cech diagnostycznych.

Na etapie pozyskiwania danych cechy opisujące warunki geologiczne i glebowe miały charakter jakościowy (zmiennie dyskretne) i dla potrzeb waloryzacji zostały przetransformowane do postaci cyfrowej. Wszystkie pozostałe parametry są cechami ilościowymi (zmiennie ciągłe). Cyfrowy sposób zapisu danych jest konieczny z punktu widzenia prowadzonych obliczeń i niezbędny dla unitaryzacji wykorzystywanych w opracowaniu cech. Zestaw tych cech jest następujący:

- warunki geologiczne
 - klasy odporności skał,
- ukształtowanie terenu
 - wysokość w m npm,
 - wysokość względna,
 - nachylenie terenu,
- warunki klimatyczne
 - temperatura w °C,
 - opady w mm,
 - ekspozycja terenu,
- sieć rzeczna
 - gęstość sieci rzecznej w km/km²,
- warunki glebowe
 - typy gleb,
- zagospodarowanie terenu
 - wskaźnik zadrzewienia w %,
 - % udział zabudowy mieszkaniowej i przemysłowej w powierzchni całego kwadratu,

- gęstość sieci dróg i kolei w %,
- skażenie środowiska naturalnego
 - zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem siarki,
 - zanieczyszczenie powietrza tlenkami azotu,
 - zanieczyszczenie pyłem zawieszonym,
 - skażenie wód.

W wyniku przeprowadzonej klasyfikacji przestrzennej na podstawie oceny określonych cech środowiska geograficznego i przy pomocy sprecyzowanych uprzednio metod taksonomicznych, zostały wydzielone klasy skupień obiektów podobnych. Powierzchnie należące do danej klasy, nie zawsze graniczą ze sobą, często występują mozaikowo, w znacznych odległościach od siebie (przykładem może być klasyfikacja dokonana metodą Czekanowskiego) (Chojnicki, 1980).

Wyodrębnionym klasom przypisywane są określone funkcje, czyli dokonywana jest waloryzacja przyrodnicza. Pod uwagę zostały wzięte następujące funkcje zagospodarowania terenu:

1. Zabudowa mieszkaniowa i przemysłowa,
2. Rolnictwo,
3. Komunikacja,
4. Turystyka,
5. Ochrona środowiska.

Z uwagi na to, iż klasyfikacja przestrzeni geograficznej została przeprowadzona trzema różnymi sposobami, a wyniki w każdym przypadku są dla wielu analizowanych obiektów inne od dwóch pozostałych, uznano iż funkcja, która została przypisana danemu obiektowi jedną metodą będzie dominująca, natomiast w wyniku pozostałych, będą to funkcje uzupełniające.

Dla terenu badań, jako funkcję dominującą przyjęto tę, która wybrana została przy pomocy klasyfikacji metodą Czekanowskiego, ponieważ w sposób najbardziej trafny oddaje ona przestrzenne zróżnicowanie terenu. Spośród wszystkich cech diagnostycznych, które wzięto pod uwagę w klasyfikacji, jedne są decydujące dla zabudowy, inne dla turystyki, a jeszcze inne predestynują obszar do wykorzystania przez rolnictwo lub pod zabudowę mieszkaniową i przemysłową.

3.2. Technologia GIS w prezentowanych badaniach

Możliwości wprowadzania danych, zarządzanie nimi, ich analiza i transformacje oraz wizualizacja wyników badań, to najważniejsze funkcje GIS (Werner, 1992). Ostatnia z wymienionych funkcji swoje korzenie wiąże głównie z rozwojem grafiki komputerowej, jako narzędzia niezbędnego do prezentacji wyników badań. Najogólniej ujmując funkcja ta umożliwia prezentacją wyników badań w formie map, rysunków, tabel, wykresów i animacji.

Każda z wykorzystanych dla potrzeb waloryzacji cech diagnostycznych została poddana estymacji na etapie obliczeń dokonywanych na mapie lub też przy pomocy odpowiedniego oprogramowania GIS, w czasie transformacji danych wejściowych.

1. Cechy ukształtowania terenu oddają rzeźbę terenu w kwadracie o powierzchni 1 km². Poprzez konstrukcję tych wskaźników otrzymywane są informacje o intensywności

ności rzeźby terenu. W ten sposób można uchwycić zróżnicowanie hipsometryczne wewnętrzne (w polu podstawowym) i zewnętrzne (w porównaniu z każdym innym kwadratem obszaru). Zarówno nachylenie terenu (oddające energię rzeźby), jak i wysokości względne, które informują o deniwelacjach terenu, odgrywają duże znaczenie dla każdej formy zagospodarowania terenu. Wysokość względna i bezwzględna dla każdego kwadratu wyznaczana była na podstawie mapy topograficznej w skali 1:25000, natomiast nachylenie terenu obliczane było przy pomocy programu IDRISI, który posłużył także do stworzenia mapy rozkładu tej zmiennej na całym obszarze.

2. Dane dotyczące głównych cech mikroklimatycznych jakimi są opady i temperatura, można uzyskać tylko w kilku punktach miasta, gdyż na jego terenie istnieją tylko dwa posterunki klimatyczne (Klimczok, Aleksandrowice) oraz dodatkowo trzy punkty pomiarowe opadu (Straconka, Wapienica wieś, Bielsko-Biała centrum). Do obliczenia wartości tych cech dla pozostałych pól posłużyły wzory korelacyjne dla opadów i temperatury z uwzględnieniem ekspozycji oraz ukształtowania terenu. W wyniku tych obliczeń i map powstałych na bazie otrzymanych wartości w programie IDRISI, istnieje możliwość porównania ze sobą każdego z pól podstawowych. Wartości ekspozycji terenu zostały wyliczone w podobny sposób jak nachylenie, również dzięki wykorzystaniu jednego z modułów programu IDRISI.
3. Klasy odporności skał oraz typy gleb zostały nadane każdemu kwadratowi na podstawie rozmieszczenia tych cech na mapach w skali 1:100000.
4. Gęstość sieci rzecznej a także gęstość sieci dróg i kolei to wskaźniki bardzo pracochłonne. Wymagają one pomiaru długości zmiennej metodą kroczkowania przy użyciu mapy topograficznej 1:25000. W przypadku rzek, wzięto pod uwagę tylko te ciekły, które posiadają wodę przez cały rok.
5. Pozostałe dwa wskaźniki zagospodarowania terenu: zadrzewienia oraz zabudowy mieszkaniowej i przemysłowej były mierzone i obliczane przy pomocy kalki milimetrowej. W takim ujęciu, dany wskaźnik informuje jaka część powierzchni kwadratu jest zajęta przez daną cechę (drzewa, krzewy, las, budynki mieszkalne i infrastruktury przemysłowej).
6. Cechy oddające skażenie środowiska naturalnego opierają się na danych liczbowych zebranych przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Bielsku-Białej w kilku punktach pomiarowych. Ze względu na punktowy charakter dostępnych w ten sposób danych przeprowadzono w programie IDRISI procedurę ich ekstrakcji tzn. odniesienia do całej powierzchni badanego obszaru.

4. WYNIKI BADAŃ

Na podstawie przeprowadzonej klasyfikacji można wnioskować, iż w obrębie miasta Bielska-Białej zaznacza się krańcowo różny typ użytkowania pomiędzy Pogórzem Śląskim a Beskidami. W bardzo ogólnym zakresie można ten problem przedstawić, oceniając poszczególne sposoby zagospodarowania terenu, w podziale na dwa podregiony. Przy pomocy trzech kategorii: przydatne (+), neutralne (o) i nieprzydatne (-), wygląda to następująco (rys. 1):

Regiony	Sektory	ochrona środowiska	turystyka	rolnictwo	budownictwo	komunikacja
	Podregiony					
I	Pogórze Śląskie	o	o	+	+	+
II	Beskid Śląski	+	+	-	-	-
	Beskid Mały	+	+	-	o	o

Rys. 1. Przydatność regionów dla różnych rodzajów zagospodarowania terenu.

Źródło: Opracowanie własne

Fig. 1. Usefulness of regions for different kinds of terrain economy.

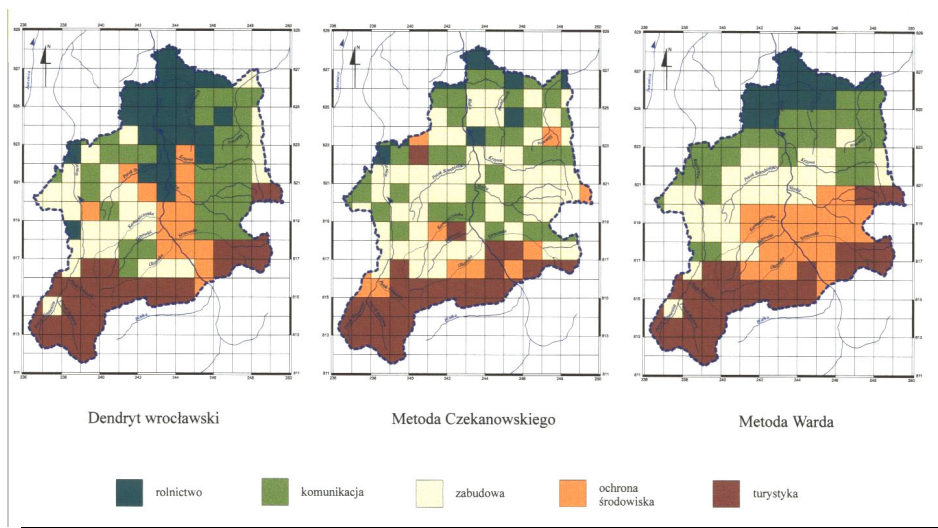
Source: Own elaboration

W aktualnej strukturze użytkowania ziemi w obrębie miasta dominują obszary rolnicze, których udział powierzchniowy przekracza 40%. Rozproszone są one na całym obszarze pogórskiej części miasta. Wyniki waloryzacji przeprowadzonej trzema metodami wskazują na największy udział terenów rolniczych w metodzie dendrytu wrocławskiego – ponad 20%. Pozostałe metody bardzo podobnie lokalizują funkcję rolniczą, chociaż jej udział powierzchniowy jest znacznie mniejszy; w granicach kilku procent (rys. 2).

Wyniki te są zgodne z założeniami planu przestrzennego zagospodarowania, który zakłada likwidację drobnych gospodarstw rolnych i rozwój wielkoobszarowych gospodarstw w północnej części terenu badań.

Blisko $\frac{1}{4}$ powierzchni terenu badań zajmuje zabudowa mieszkaniowa i przemysłowa. Tereny te są najbardziej narażone na antropopresję. Prawie 40% obszaru badań przypada w metodzie diagraficzej Czekanowskiego dla tej właśnie funkcji. Tereny przeznaczone pod zabudowę metoda ta lokalizuje na całym obszarze pogórskiej części miasta. Mniejszą powierzchnie tereny zabudowane zajmują w dwóch pozostałych metodach i zlokalizowane są głównie w prawobrzeżnej części doliny Białej i w dolinie Wapienicy. Biorąc pod uwagę deglomeracyjne założenia planu przestrzennego zagospodarowania i warunki przyrodnicze sprzyjające zabudowie (zwłaszcza mieszkaniowej) najbardziej korespondujące wyniki uzyskane zostały metodą Czekanowskiego.

Zarówno w obecnej strukturze zagospodarowania ziemi jak i w uzyskanej dzięki zastosowaniu poszczególnych metod tereny zajęte przez infrastrukturę komunikacyjną zajmują podobną powierzchnię (20-25%). Każda z metod odmiennie lokalizuje omawianą funkcję. Ze względu na wielokierunkowy przebieg głównych tras komunikacyjnych wyniki uzyskane metodą diagraficzną wydają się najbardziej korespondować z aktualnym i planowanym zagospodarowaniem w tej dziedzinie.

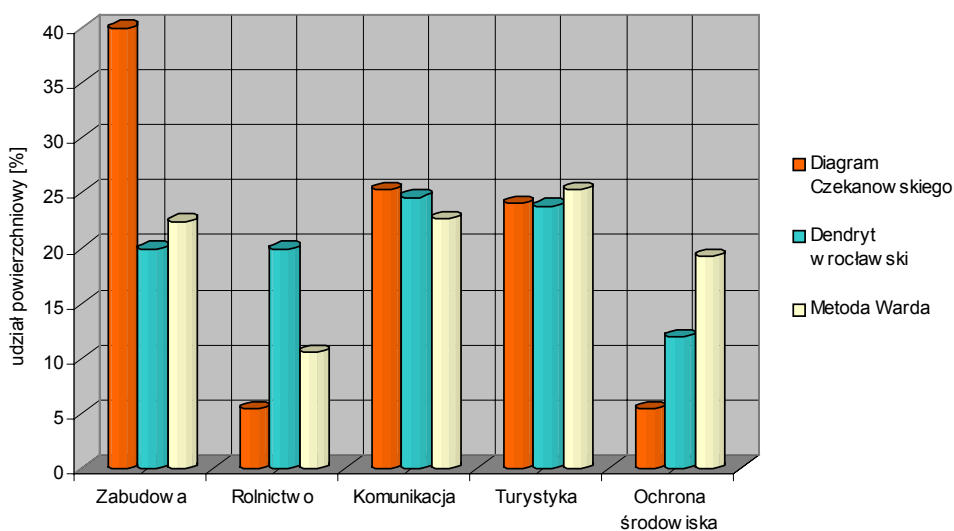


Rys. 2. Zagospodarowanie terenu przedstawione trzema metodami.

Źródło: Opracowanie własne

Fig. 2. Economy of terrain showed with the aid of three methods.

Source: Own elaboration



Rys. 3. Udział powierzchniowy klas zagospodarowania uzyskanych poszczególnymi metodami.

Źródło: Opracowanie własne

Fig. 3. Surface share economy classes obtained by separate methods.

Source: Own elaboration

Największa zgodność stanu aktualnego z wynikami uzyskanymi dzięki wykorzystanym metodom taksonomicznym cechuje tereny przeznaczone dla funkcji turystycznej. Zakładając ochronę najbardziej atrakcyjnych krajobrazowo terenów miasta wszystkie metody predestynują dla turystyki najwyższe partie Beskidu Śląskiego i Małego. Tereny podstokowe są z kolei tymi, które spośród najatrakcyjniejszych krajobrazowo najbardziej narażone są na antropopresję ze względu na bliskość przejawów działalności człowieka. Potrzebę ich ochrony oddaje lokalizacja ostatniej klasy zagospodarowania. Tereny przeznaczone pod ochronę środowiska zajmują największą powierzchnię w metodzie Warda i wykazują daleko idące zgrupowanie. Diagram Czekanowskiego przeznacza dla funkcji tej znacznie mniejszą powierzchnię, a rozmieszczenie jej wykazuje zdecydowanie większe rozproszenie (rys. 3).

Porównując uzyskane rezultaty waloryzacji z aktualnym stanem zagospodarowania należy stwierdzić, iż wyniki diagramu Czekanowskiego najwyraźniej korespondują z użytkowaniem bieżącym. Blisko 40% badanych obiektów wykazuje w metodzie Czekanowskiego ten sam typ użytkowania i tę samą lokalizację w zestawieniu ze stanem aktualnym.

Poza wykorzystaniem trzech metod taksonomicznych aspekt użytkowy ma również zastosowanie Systemów Informacji Geograficznej jako narzędzia badawczego. Technika ta została wykorzystana zarówno na etapie pozyskiwania jak i przetwarzania i wizualizacji danych. Technologia GIS szczególnie przydatna okazała się w zakresie transformacji danych punktowych do powierzchniowych i pozyskiwania danych dzięki przetwarzaniu mapy poziomicowej (DEM-u).

LITERATURA

- Bielecka K., Paprzycki M., Piasecki Z., Ocena stosowalności wybranych metod ilościowych w typologii rolnictwa, Polska Akademia Nauk, Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju - Studia, tom LXVIII, Warszawa 1979.
- Chojnicki Z., Metody taksonomiczne w geografii, PWN, t. V, Warszawa-Poznań 1980, praca zbiorowa.
- Werner P., Wprowadzenie do geograficznych systemów informacyjnych, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1992.
- Ziętara T., Krajobraz Ziemi Żywieckiej. WSiP. Warszawa. 1976.
- Żynda S., Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Widuchowa (woj. Szczecińskie) – wybrane problemy, praca zbiorowa, Poznań 1998.

TECHNOLOGY OF GIS AS A COMPLEX TOOL IN STUDIES OF NATURAL ENVIRONMENT VALORIZATION ON EXAMPLE CITY OF BIELSKO-BIAŁA

S u m m a r y

Primary aim of this study is valorization, that mean assessment of environmental conditions made for land management and spatial planning. Presented valorization has been carried out using

three taxonomic methods: diagram of Czekanowski, Wrocław dendrite and Ward's method, with help of special tool in the form of Geographical Information Systems and functions, they offer.

Secondary aim of this elaborate was comparison of used taxonomic methods from the point of view of their purposes in valorization researches.

Realized assessment was relied on study area division into elementary fields in the form of rectangles with side equal 1 km. The next step was to impute one of five landuse types to every basic field. Main types of land management were: agriculture, communication, urban and industrial buildings, tourism and preservation of environment.

Theoretical aspect of valorization is related to the whole of information need for assessment of natural conditions. Practical aspect of this paper we can notice after confrontation of obtained results with plan of land management. Well-done valorization should show first of all the more proper ways of spatial land use.

Agricultural areas are dispersed on all foothill part of study area. The plan of land management provide for their concentration in the northern part of the city and simultaneous reduction of agricultural activity in another parts of Bielsko-Biała.

In turn communication function is concentrated in the city center just as urban and industrial activity. The plan of spatial management provide for industrial deglomeration, that mean removing more arduous production functions from the city center.

Touristic areas are located on the slopes of two mountain groups: Beskid Śląski and Beskid Mały. The foots of these mountains slopes were classified to preservation of environment considering the near antropogenic factor in the form of human activity.

From among three used methods, everyone enable to classify the objects set, but only diagram of Czekanowski allow to show simultaneously the detailed differentiation of environmental conditions. The obtained results indicate, these researches are particularly important in the point of view of environmental functioning, because spatial land use should include natural predispositions of given area.

KEY WORDS: valorization, environment, GIS, taxonomics method, Czekanowski

Recenzent: dr inż. Joanna Bac-Bronowicz, Akademia Rolnicza, Wrocław