

Państwowy Instytut Geologiczny–Państwowy Instytut Badawczy
Oddział Karpacki im. Mariana Książkiewicza w Krakowie, ul. Skrzatów 1, 31-560 Kraków
barbara.radwanek-bak@pgi.gov.pl; izabela.laskowicz@pgi.gov.pl

BARBARA RADWANEK-BAK, IZABELA LASKOWICZ

Ocena georóżnorodności jako metoda określania potencjału geoturystycznego obszaru

Assessment of geodiversity as a method of geotourism potential assessment

Słowa kluczowe: georóżnorodność, ocena, Szczawnica, geoturystyka

Key words: geodiversity, assessment, Szczawnica, geotourism

WSTĘP

Ochrona różnorodności środowiska przyrodniczego – biotycznego, abiotycznego i krajobrazu, stanowi jeden z priorytetów działań w zakresie ochrony środowiska naturalnego, znajdując odzwierciedlenia w dokumencie II Polityka Ekologiczna Państwa. Badania w zakresie georóżnorodności i jej ochrona, a także popularyzacja jej roli w rozwoju nowych form turystyki kwalifikowanej – geoturystyki, jest z kolei jednym z celów zapisanych w Programie Zrównoważonego Rozwoju i Ochrony Środowiska na lata 2001–2015. Popularyzacja dziedzictwa geologicznego Ziemi ma również wiodące znaczenie dla podniesienia świadomości ekologicznej społeczeństwa, a równocześnie może korzystnie wpłynąć na rozwój wielu regionów kraju.

Celem niniejszych badań jest ocena zróżnicowania i waloryzacja głównych komponentów środowiska abiotycznego: budowy geologicznej, rzeźby terenu oraz wód powierzchniowych, pod kątem ich znaczenia dla oceny jego walorów geoturystycznych. Do analiz wytypowano rejon Szczawnicy, znany z wysokich walorów przyrodniczych, urozmaiconej budowy geologicznej i morfologii. Jego centrum – Szczawnica, to jedno z ważnych w skali regionu i kraju uzdrowisk, a zarazem ważny ośrodek turystyki i rekreacji.

CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ

Obszar badań zlokalizowany jest w południowej części kraju, w Karpatach, w gminie uzdrowiskowej Szczawnica i Krościenko w województwie małopolskim. Jest on ograniczony współrzędnymi: 49°24'16" N do 49°27'30" N oraz 20°26'15" E do 20°30'00" E.

BUDOWA GEOLOGICZNA

Badany obszar znajduje się na pograniczu Karpat wewnętrznych i zewnętrznych. Karpaty zewnętrzne obejmują północną część terenu, zbudowaną głównie z paleogeńskich (lokalnie górnokredowych) osadów jednostki magurskiej. Do Karpat wewnętrznych należy pieniński pas skałkowy (PPS), który jest oddzielony od jednostki magurskiej stromo zapadającą ku północy regionalną dyslokacją o charakterze przesuwczym. Przebiega ona na tym terenie generalnie wzdłuż doliny Grajcarka.

W obrębie jednostki magurskiej odsłaniają się utwory należące do najbardziej wewnętrznej z jej stref facjalnych, tzw. strefy krynickiej. W jej obrębie wyróżniono (od dołu profilu): łupki pstre z Malinowej (kampan?, oraz warstwy szczawnickie (formacja szczawnicka) (? kreda–paleocen–najniższy eocen) i warstwy magurskie nierozdzielone (eocen) (Birkenmajer, Oszczytko, 1989). We wschodniej części obszaru, przy stropie warstw szczawnickich, występują gruboławicowe piaskowce z Życzanowa (ogniwo życzanowskie). Najmłodszym wydzieleniem w profilu jednostki magurskiej są nierozdzielone warstwy magurskie, zbudowane z gruboławicowych piaskowców i zlepieńców kwarcowych, a przeławiczone pod rządnie cienkimi wkładkami ciemnoszarych łupków mułowcowych lub pakietami średnio- bądź drobnorytmicznego fliszu. Warstwy te zajmują całą północną część obszaru badań.

Pieniński pas skałkowy (PPS) zbudowany jest tu głównie z utworów węglanowych jury i kredy zaliczanych do jednostek braniskiej, czertezickiej i pienińskiej (Horwitz, 1963) oraz otaczającej je kredowo-paleogeńskiej pokrywy. W jej obrębie wydzielono: piaskowcowo-łupkowe warstwy sromowieckie, piaskowce jarmuckie, łupki i margle pstre oraz tzw. czarny flisz, wyodrębniany niekiedy jako jednostka (podjednostka) Grajcarka (Birkenmajer, 1977; Golonka, Rączkowski, 1983). W skład pokrywy PPS wchodzi też pstre łupki i margle różnego wieku o podobnym wykształceniu litologicznym: formacja margli z Jaworek (tzw. margle puchowskie) i formacja łupków z Malinowej wraz z formacją hułińską. Najmłodszymi (eocen–oligocen) są piaskowce, zlepieńce i łupki (warstwy złatniańskie?), które budują fragmenty grzbietu małych Pienin w rejonie Łażnych Skał i Witkuli.

Nazewnictwo serii węglanowych formalnie zostało wprowadzone przez Birkenmajera (1977). W kolejności wiekowej wyróżnia on: warstwy nadposidonio-we (formacja wapieni z Podzamcza – środkowy bajos); formacja wapieni ze Smolegowej (środkowy–górnny bajos); czerwone wapienie krynoidowe (bajos–baton), czyli formacja wapieni z Krupianki. Nad serią wapieni krynoidowych środkowej jury w profilu Czertezika oraz nad formacją wapieni z Podzamcza w profilu Sokolicy (a także na Zabaniśczu) występują serie radiolarytów: formacja radiolarytów z Sokolicy (środkowa–górnna jura) oraz formacja radiolarytów z Czajakowej (oksford–kimeryd). Nad nimi w profilu występuje formacja wapienia czorsztyńskiego (kelowej–tyton), zbudowana z czerwonych wapieni bulastych i pseudobulastych. Największe miąższości i rozprzestrzenienie osiąga formacja wapienia pienińskiego (hoteryw–barrem), zbudowana z jasnych, uławionych wapieni z ciemnymi czertami. Sekwencję pienińską kończą warstwy globigerinowo-radiolariowe formacji z Kapuśnicy (apt-alb).

Odrębnym wydzieleniem przedczwartorzędowym są mioceńskie andezyty, tworzące żyły lub sille, które tną twory jednostki magurskiej.

Pod względem tektonicznym, poza główną dyslokacją o orientacji równoleżnikowej wzdłuż dolin Dunajca i Grajcarka, oddzielającą PPS od jednostki magurskiej, występują bardzo liczne uskoki przesuwcze i przesuwczo-zrzutowe lub całe strefy uskokowe, na których rozwinięte są doliny rzeczne. W części zachodniej uskoki te mają orientację WSW-ENE, w centralnej i wschodniej dominują kierunki S-N i SSW-NNE. Przesuwają one struktury fałdowe w obrębie jednostki magurskiej. Generalnie pomiędzy Potokiem Zagórkim w Krościenku a Potokiem Szczawnym w Szczawnicy występuje strefa poprzecznej depresji strukturalnej, zaś tereny położone na wschód od Potoku Szczawnego i przede wszystkim na północny zachód od Potoku Zagórskiego są wyraźnie elewowane.

Północna – karpacka część terenu badań, zbudowana jest z szeregu struktur fałdowych (synklina Dzwonkówki, antyklina Bereśnika, synklina Ciżowa–Bryjarka–Połoniny) z warstwami magurskimi.

Ważnym elementem budowy geologicznej, znajdującym wyraźne odbicie w morfologii omawianego terenu, jest jego podatność na powierzchniowe ruchy masowe. Zinventaryzowano tu aż 135 form osuwiskowych o różnym stopniu aktywności (Bąk i in., 2007). Osuwiska zajmują łącznie powierzchnię 5,7 km², co w odniesieniu do powierzchni badanego obszaru (23,2 km²) daje wskaźnik osuwiskowości powierzchniowej $Op = 24,5\%$ (Bober, 1984).

RZEŻBA TERENU

Badany teren obejmuje Beskid Sądecki i Małe Pieniny rozdzielone doliną Grajcarka. Te dwa pasma górskie charakteryzują się krańcowo odmienną budową geologiczną, a co za tym idzie – zmiennością typów rzeźby i krajobrazu, sto-

sunków hydrograficznych, szaty roślinnej oraz osobliwości biotycznych i abiotycznych. Pod względem fizjograficznym jest to teren dość zróżnicowany, o średnich wysokościach względnych rzędu 300 m. Maksymalne deniwelacje sięgają 460 m. Obszar badań w większości należy do gór niskich i średnich o klasycznie rozwiniętym schodowym stylu rzeźby, od pogórzy średnich do gór średnich, z wyodrębniającymi się kilkoma poziomami równań (spłaszczeń) grzbietowych (Starkel, 1972). Występują tu zarówno pasma górskie, ze stromo opadającymi skalistymi zboczami, jak i bardziej połogie grzbiety o łagodniej opadających stokach.

Część obszaru leżąca na północ od Grajcarka należąca do Beskidu Sądeckiego obejmuje południowe skłony rozległego pasma Radziejowej, a głównie zbocza Dzwonkówki. Charakterystyczną cechą rzeźby są długie boczne grzbiety o stromych stokach, z przewagą spadków powyżej 20° (często powyżej $25\text{--}30^\circ$), poprzecinane gęstą siecią głębokich, stale odwadnianych dolin wciosowych. Najwyższe wzniesienia to Czerteż (801 m n.p.m.) i Góra Popa (843 m n.p.m.). Grzbiety górskie są z reguły szerokie, zaokrąglone, rozczłonkowane. Około 20% powierzchni zajmują pogórza, z przewagą pogórzy średnich, o spłaszczonych wierzchołkach, ale stromych stokach. Powierzchnie zrównania pogórskiego są dobrze widoczne w morfologii terenu, w interwale wysokości rzędu 520–800 m (Kulka i in., 1991). Występują one w rejonie Góry Ciżowej i Chłopisk na zachód od Szczawnicy oraz w obrębie stoków górskich wznoszących się nad Krościenkiem. Specyficznym elementem morfologii terenu jest góra Bryjarka, wznosząca się bezpośrednio nad Szczawnicą. Góra ta, zbudowana z andezytów, tworzy regularną stożkową formę, a na jej wschodnich zboczach występuje charakterystyczne gołoborze.

Obszar położony na południe od Grajcarka należy do polskiej części Małych Pienin. Ukształtowanie terenu jest tu inne. Wysokości względne i bezwzględne są mniejsze niż w Beskidzie Sądeckim. Szerokie odsłonięte doliny sąsiadują z wąskimi, głęboko wciętymi, skalistymi wąwozami. W krajobrazie Małych Pienin zaznaczają się dwa poziomy morfologiczne: pogórski, który tworzą spłaszczenia o wysokości ok. 700 m n.p.m., oraz grzbietowy, który tworzą zaokrąglone, ale wąskie grzbiety o wysokości 700–800 m n.p.m. zwieńczone formami skałkowymi. Na obszarze tym dominują elementy rzeźby krasowej, a jednocześnie występuje wiele rysów charakterystycznych dla Beskidów. Najwyższymi wzniesieniami są Sokolica (należąca do Pienin) oraz Szafranówka, Palenica i Łażne Skały, należące do Małych Pienin.

Pasma Radziejowej i Małych Pienin rozdziela ujściowy fragment doliny Grajcarka. Przebiegająca równoleżnikowo, głęboko wcięta dolina jest osią badanego obszaru. Jej dno położone jest na wysokości od 430 do 480 m n.p.m., a szerokość wzrasta z biegiem rzeki od 150 m w Jaworkach do ok. 400 m w Szczawnicy, przy ujściu do Dunajca. W dolinie Grajcarka wykształciły się wą-

skie tarasy zalewowe i nadzalewowe oraz wyżej położone tarasy erozyjno-akumulacyjne, na których posadowiona jest część zabudowy miasta. Uchodzący do Grajcarka potok Szczawny tworzy rozległy stożek napływowy, niestety słabo widoczny w terenie ze względu na zabudowę. W dolinie Dunajca dobrze rozwinięte są tarasy niskie: zalewowy i nadzalewowy, widoczne zwłaszcza w zakolu rzeki naprzeciw ujścia Grajcarka. Położona centralnie Szczawnica charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem wysokości, od ok. 430 m n.p.m. (część dolna) do ponad 500 m n.p.m.

WODY POWIERZCHNIOWE

Głównym ciekim wodnym jest potok Grajcarek o całkowitej długości 15,3 km, który powstał z połączenia dwóch potoków: Czarnej i Białej Wody. Omawiany obszar obejmuje dolny bieg tego potoku, wraz z dopływami, Potokami: Klimontowskim i Głębokim (lewobrzeżne) oraz Sopotnickim, Szczawnym, Bryjarka, Skotnickim i Ścigockim (prawobrzeżne). Wszystkie wymienione wyżej potoki to typowe rzeki górskie, odznaczające się znacznymi wahaniami wodostanów i deszczowo-śnieżnym zasilaniem. Oprócz nich występują również cieki okresowe, niosące wody sezonowych wezbrań. Grajcarek ma asymetryczną zlewnię – znacznie lepiej rozwinięta jest jej część prawostronna, odwadniająca południowe zbocza pasma Radziejowej, niż lewostronna, odwadniająca północne stoki Małych Pienin. Spadek doliny wynosi średnio 3,3%.

Z uwagi na wysokie opady omawiany obszar ma charakter źródłiskowo-alimentacyjny o wysokim potencjale hydrologicznym. Odznacza się najwyższą w skali Karpat gęstością źródeł (7–12 źródeł/l km²), a także największą gęstością sieci rzecznej (ponad 3 km/km²). Duża ilość źródeł wpływa na znaczny odpływ podziemny wód. Wzrasta on podczas sezonowych wezbrań, kiedy to aktywują się małe okresowe źródła i strumyki.

Dużym bogactwem tego obszaru są źródła wód mineralnych. Są to głównie szczawy wodorowęglanowo-chlorkowo-sodowe wzbogacone w jod, brom i bor. Udokumentowano tu 10 źródeł wód mineralnych. Są one ujmowane i użytkowane dla celów balneologicznych do leczenia górnych dróg oddechowych, chorób przewodu pokarmowego, mocznicy, niedokrwistości, otyłości. Łączna wydajność źródeł szczawnickich jest zmienna i wynosi średnio ok. 60 m³/dobę (Józefko, 1998).

METODYKA I ZAKRES PRAC

Prezentowana ocena georóżnorodności jest rodzajem przestrzennej analizy środowiska przyrodniczego, w tym przypadku – jego wybranych komponentów abiotycznych. Przeprowadzono ją, opierając się na szeroko stosowanej

metodzie nakładkowej z wykorzystaniem narzędzi GIS. Polega ona na komputerowym przetwarzaniu odpowiednio opracowanych map tematycznych, czego efektem końcowym jest syntetyczna mapa numeryczna – kartogram, ukazująca zjawiska i elementy środowiska przyrodniczego oraz zachodzące między nimi relacje, w zakresie dostosowanym do celu badań. Do analiz georóżnorodności metodę tę z powodzeniem zastosował R. Kot do oceny fordońskiego odcinka doliny dolnej Wisły i jej otoczenia (Kot, 2006). Do przetwarzania danych użyto modelu wektorowego.

Wielkość pola podstawowego kartogramu, będącego elementarną powierzchnią, do której odnoszą się wykonywane analizy i ich interpretacja, dobrano przez analogię z wykonywanymi wcześniej i opisanymi podobnymi analizami przestrzennymi dla skali mapy 1:10 000 (Kot, 2006) oraz po przeprowadzeniu własnych testów praktycznych. Ze względu na urozmaiconą rzeźbę terenu i skomplikowaną budowę geologiczną zdecydowano się na przeprowadzenie testowania w zakresie dwóch wielkości kwadratów: 100 m i 150 m. Test przeprowadzono na mapie wydzieleni litostratygraficznych. Ze względu na wielkości największych i najmniejszych wydzielonych obiektów oraz ich zróżnicowanie, a także mając na uwadze założony cel badań, jako pole podstawowe wybrano kwadrat o boku 150 m, wydzielając na obszarze badań 1049 pól podstawowych.

Analizą objęto następujące komponenty środowiska abiotycznego: rzeźbę terenu, budowę geologiczną wyrażoną przez zróżnicowanie litostratygraficzne oraz wody powierzchniowe. Nie uwzględniono natomiast gleb i topoklimatu ze względu na brak bezpośredniego wpływu na walory geoturystyczne obszaru, a więc niewielkie powiązanie z celem badań oraz brak dostatecznej ilości danych, zwłaszcza w odniesieniu do topoklimatów.

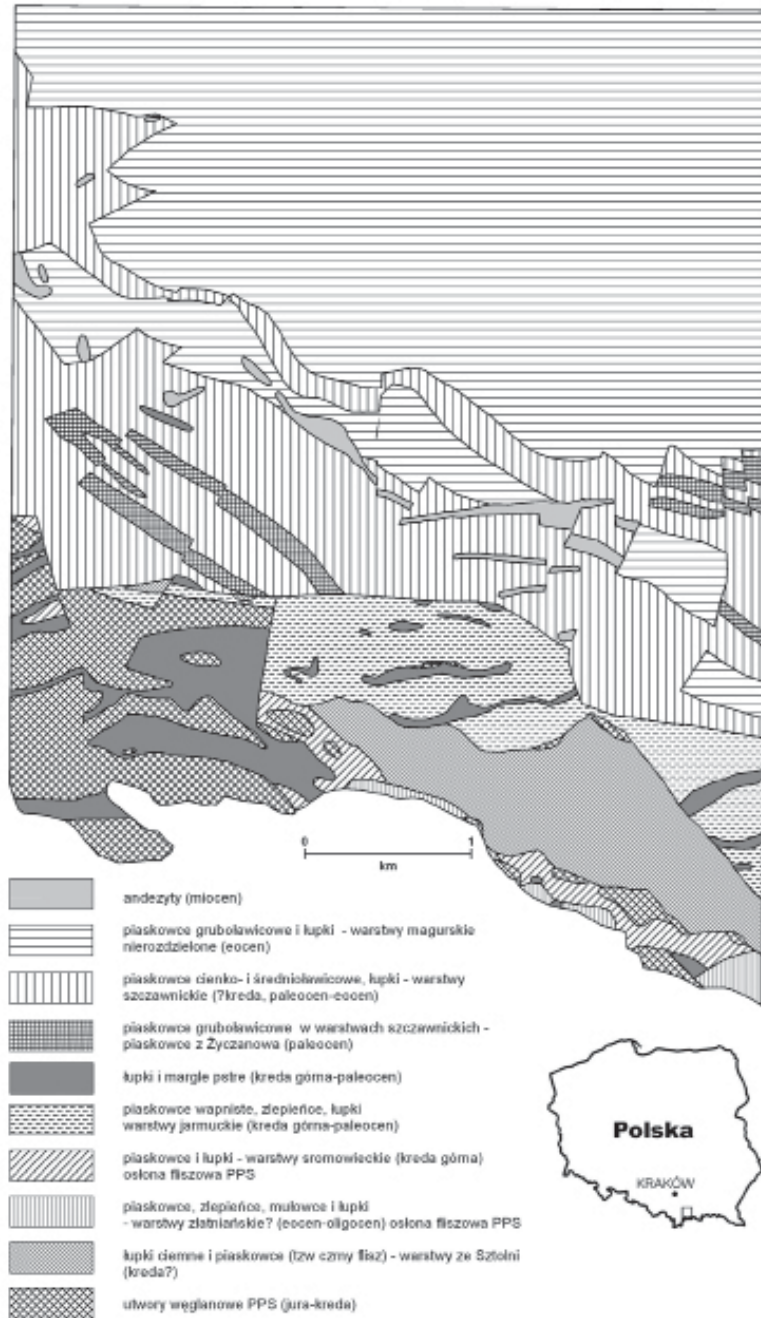
Ocenę przeprowadzono za pomocą powszechnie stosowanej w badaniach środowiskowych metody bonitacji punktowej. Dla wybranych komponentów środowiska abiotycznego, będących zarazem głównymi kryteriami oceny, wytypowano po kilka reprezentatywnych elementów, które poddano procedurze oceny, stosując metodę bonitacji punktowej. Liczba kryteriów szczegółowych wahała się od dwóch (dla budowy geologicznej i wód powierzchniowych) do trzech (dla rzeźby terenu) (tab. 1).

W przypadku mapy litostratygraficznej w każdym polu podstawowym zliczono ilość wydzieleni oraz ilość różnych typów wydzieleni geologicznych (ryc. 1). W przypadku rzeźby terenu przeprowadzono analogiczną procedurę, uwzględniając ponadto zakres średnich spadków terenu (ryc. 3). Ocena wód powierzchniowych była bardziej skomplikowana ze względu na zróżnicowanie charakteru geometrycznego obiektów. W skali mapy potoki są obiektami liniowymi, rzeki poligonami, a źródła obiektami punktowymi. W polach podstawowych obliczono długość cieków o charakterze liniowym, długość linii brzegowej rzek o charakterze poligonów oraz liczbę źródeł.

Tab. 1. Kryteria oceny georóżnorodności
 Tab. 1. Criteria of geodiversity assessment

Kryterium główne	Kryterium szczegółowe	Liczba/długość w polu podstawowym	Punkty bonitacyjne
Budowa geologiczna	liczba wydzieleń	1	1
		2	2
		3	3
		>3	4
	liczba różnych typów wydzieleń	1	1
		2	2
3		3	
>3		4	
Rzeźba terenu	liczba wydzieleń	1	1
		2	2
		3	3
		>3	4
	liczba różnych typów wydzieleń	1	1
		2	2
		3	3
		>3	4
	średnie spadki terenu	0–15	1
		16–30	2
31–45		3	
46–90		4	
Wody powierzchniowe	długość obiektu liniowego (cieku, linii brzegowej)	0	0
		1–87	1
		88–147	2
		148–254	3
		255–546	4
	źródła	źródło wód zwykłych	1
	źródło wód mineralnych	2	

Przeprowadzone badania mają charakter wieloetapowy. Pierwszy etap prac obejmuje zgromadzenie i wstępną analizę dostępnych materiałów dokumentacyjnych, ich uporządkowanie, a niekiedy generalizację. Generalizacji takiej dokonano w przypadku budowy geologicznej i rzeźby terenu. Dla oceny zróżnicowania budowy geologicznej wykorzystano Szczegółową mapę geologiczną Polski w skali 1:50 000, arkusz Szczawnica–Krościenko (Kulka i in., 1987). W północnej, fliszowej części obszaru, ze względu na konieczność uszczegółowienia przebiegu wydzieleń geologicznych, wykonano też dodatkowe szczegółowe prace kartograficzne, do skali 1:10 000. Etap drugi polega na sporządzeniu map cyfrowych i przestrzennej bazy danych zawierającej charakterystykę wprowadzanych obiektów. Kolejny etap to podział map tematycznych na pola podstawowe i obliczenie wartości poszczególnych kryteriów szczegółowych. W jego efekcie powstają kartogramy odwzorowujące wartości kryteriów szczegółowych. Dalsze



Ryc. 1. Mapa litostratygiczna obszaru badań
 Fig. 1. Lithostratigraphic map of the study area

etapy polegają na wprowadzeniu bonitacji punktowej dla poszczególnych kryteriów szczegółowych, a następnie sumowaniu tak zbonitowanych kartogramów i ich ponownej bonitacji w obrębie kryteriów głównych.

Ostateczną ocenę georóżnorodności sporządza się, dodając do siebie wartości kryteriów głównych, a uzyskany w ten sposób kartogram poddaje się bonitacji w celu uzyskania oceny ostatecznej.

OCENA GEORÓŻNORODNOŚCI WYBRANYCH KOMPONENTÓW ŚRODOWISKA ABIOTYCZNEGO

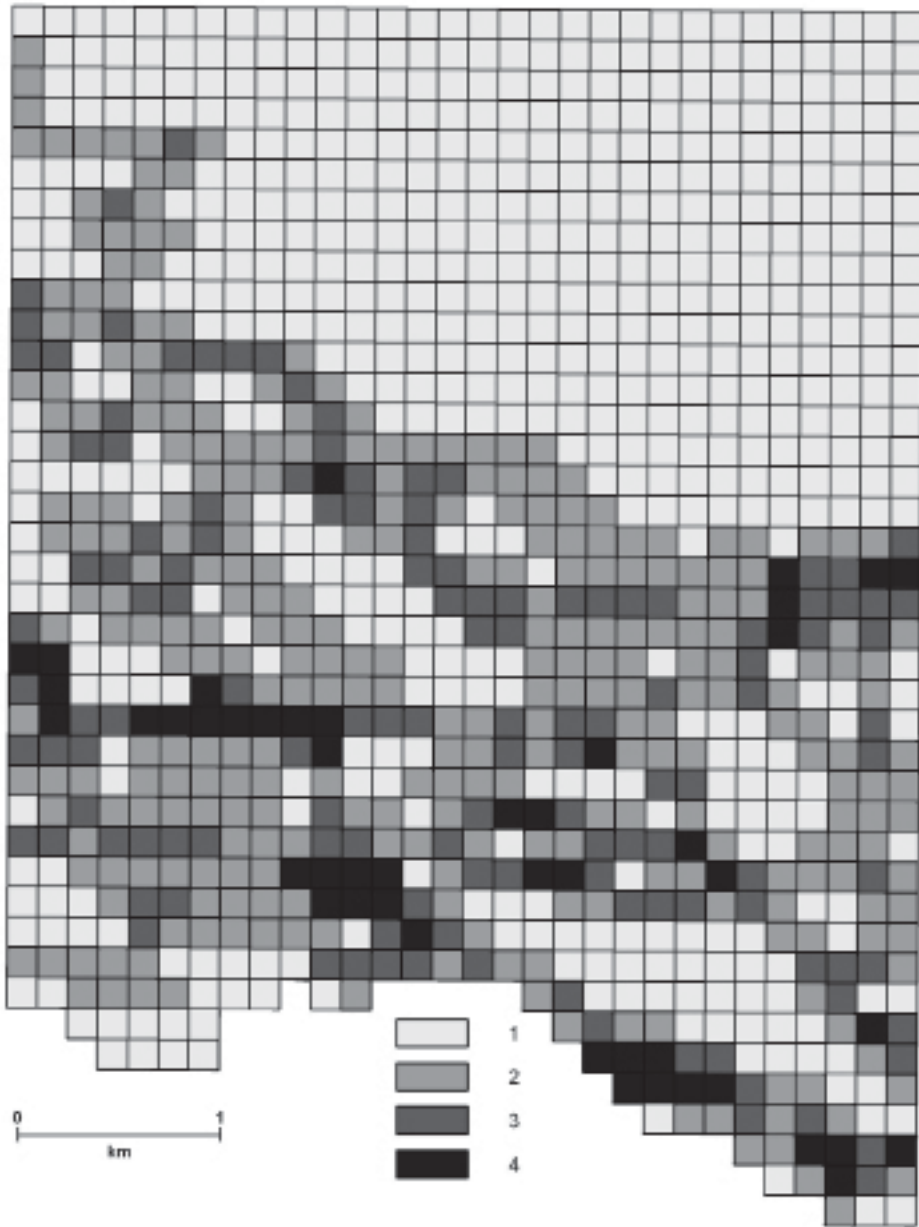
Budowa geologiczna

Dla celu niniejszego opracowania budowę geologiczną przedstawiono na odpowiednio zestawionej mapie litostratygraficznej (ryc. 1). Z uwagi na wymogi dalszej analizy statystycznej liczbę zastosowanych wydzielen ograniczono do 10, wystarczająco uwzględniających specyfikę budowy geologicznej badanego obszaru. Przy generalizacji wydzielen kierowano się głównie ich charakterem lito logicznym, pomijając niekiedy szczegółowe wydzielenia strukturalne. W jedno wydzielenie połączone zostały więc wszystkie utwory węglanowe pienińskiego pasa skałkowego, które ze względu na bogatą tektonikę tworzą skomplikowaną mozaikę odrębnych wydzielen o małych zasięgach przestrzennych. Z tego względu łączono je w większe wydzielenia również na mapach szczegółowych (Kulka i in., 1987). Złączono też wszystkie wystąpienia margli i łupków pstrych, niezależnie od ich wieku, przynależności tektonicznej, a także pozycji w profilu (Bąk i in., 2007).

Następnie w poszczególnych polach podstawowych zliczono wydzielenia lito-stratygraficzne i ich typy. Największa liczba wydzielen w polu podstawowym to 5, najmniejsza – 1. Podobnie liczba typów jednostek w polu podstawowym wyniosła od 1 do 5. Na podstawie otrzymanych wyników zliczeń dla obydwu ww. kryteriów opracowano dla każdego z nich odpowiednie szeregi bonitacyjne, przyznając wyodrębnionym klasom wartości punktów od 1 – dla przedziału najmniejszych liczb cech, do 4 – dla najwyższych, a następnie wykonano kartogramy pośrednie.

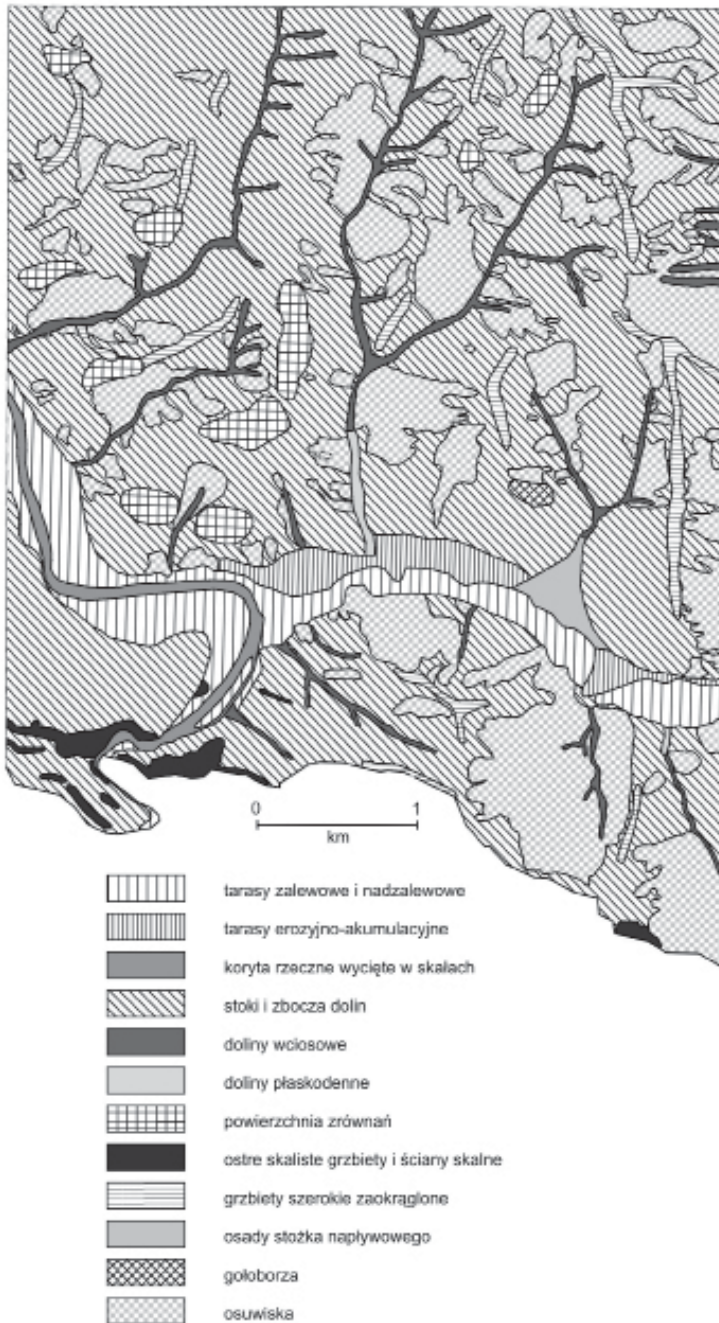
W celu uzyskania syntetycznej mapy różnorodności litostratygraficznej dokonano agregacji przez sumowanie punktów bonitacyjnych przyznanych każdemu z dwóch kryteriów szczegółowych, tworząc nowe szeregi bonitacyjne, a następnie przeprowadzono bonitację zgodnie z przyjętym kryterium. Przestrzenny obraz różnorodności litostratygraficznej przedstawia ryc. 2. Największe zróżnicowanie budowy geologicznej stwierdzono:

– w grzbietowych i górnych częściach północnych stoków Małych Pienin, gdzie mimo dużej generalizacji na małym obszarze występuje duże zróżnicowanie wydzielen;



Ryc. 2. Kartogram różnorodności litostratygraficznej; różnorodność: 1 – mała, 2 – średnia, 3 – duża, 4 – bardzo duża

Fig. 2. Carthogram of litostratigraphic diversity assessment: 1 – small, 2 – average, 3 – large, 4 – extremely large



Ryc. 3. Mapa typów rzeźby

Fig. 3. Geomorphological map

- w zróżnicowanych litostratygraficznie strefach jednostki magurskiej, gdzie obok dominującego wydzielenia warstw magurskich nierozdzielonych pojawiają się andezyty lub przeławicenia łupków pstrych albo piaskowców z Życzanowa;
- wzdłuż strefy uskokowej rozdzielającej utwory jednostki magurskiej od PPS oraz przy kilku mniejszych uskockach, gdzie kontaktują z sobą różne litostratygraficznie utwory.

Rzeźba terenu

Zróżnicowanie rzeźby terenu określono na podstawie dwóch zasadniczych jej elementów: zmienność typów rzeźby i zmienność spadków terenu. Mapę typów rzeźby sporządzono na podstawie mapy geomorfologicznej oraz map topograficznych, wyodrębniając 12 różnych typów rzeźby (ryc. 3). Odrębnie wykonano mapę spadków terenu.

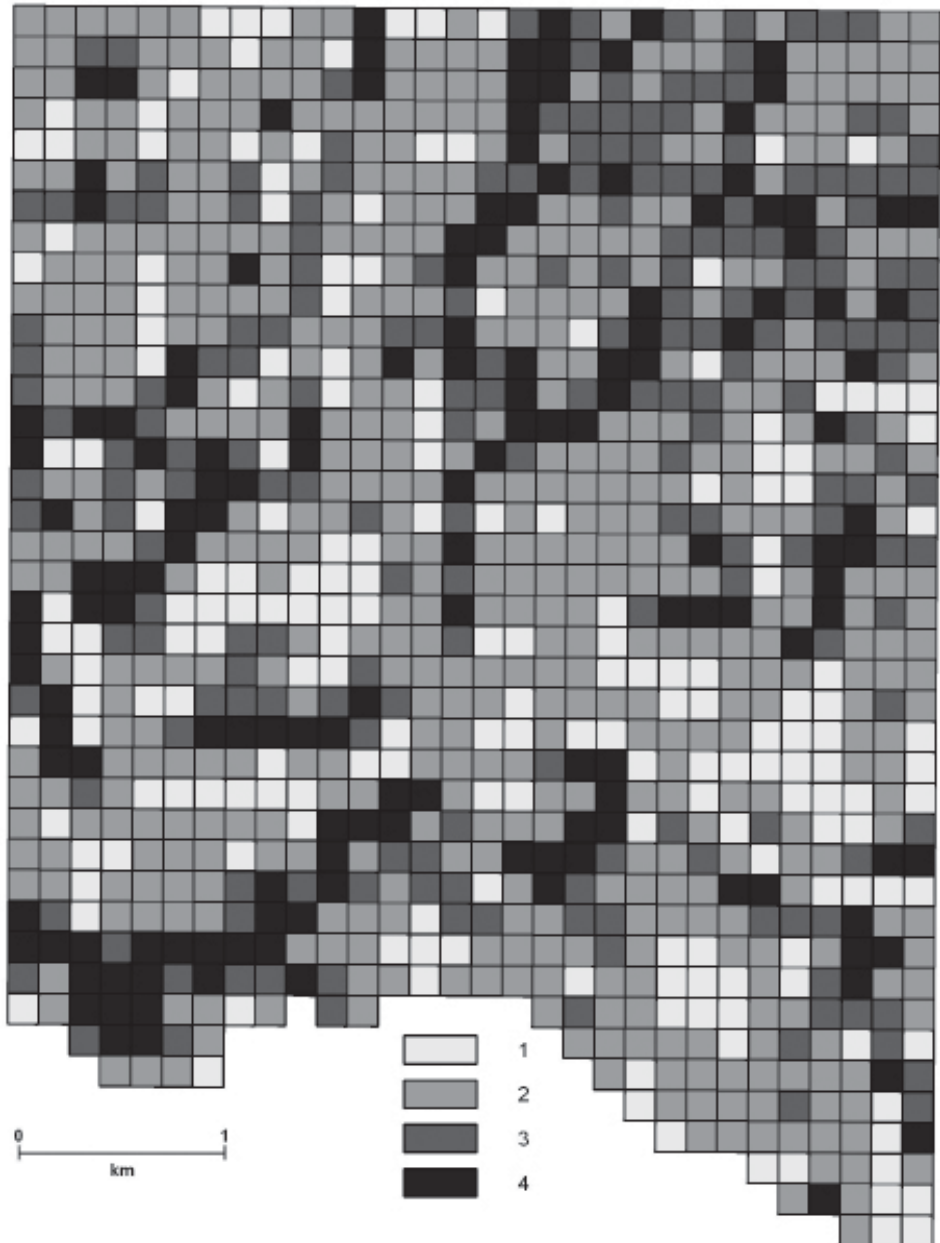
Ocenę różnorodności typów rzeźby terenu przeprowadzono analogicznie do oceny zróżnicowania litostratygraficznego. Liczba wydzieleni typów rzeźby w polu podstawowym na podstawie dokonanych zliczeń wyniosła od 1 do 7, natomiast liczba różnych typów wydzieleni – od 1 do 5. Następnie opracowano syntetyczny kartogram zróżnicowania typów rzeźby terenu.

Największe ich zróżnicowanie występuje w południowo-zachodniej części omawianego obszaru na skłonach Pienin opadających stromo do Dunajca oraz na obszarach wzdłuż wąskich dolin wciosowych, na których zboczach występują osuwiska.

Mapę nachylenia terenu opracowano na podstawie numerycznego modelu terenu (NMT).

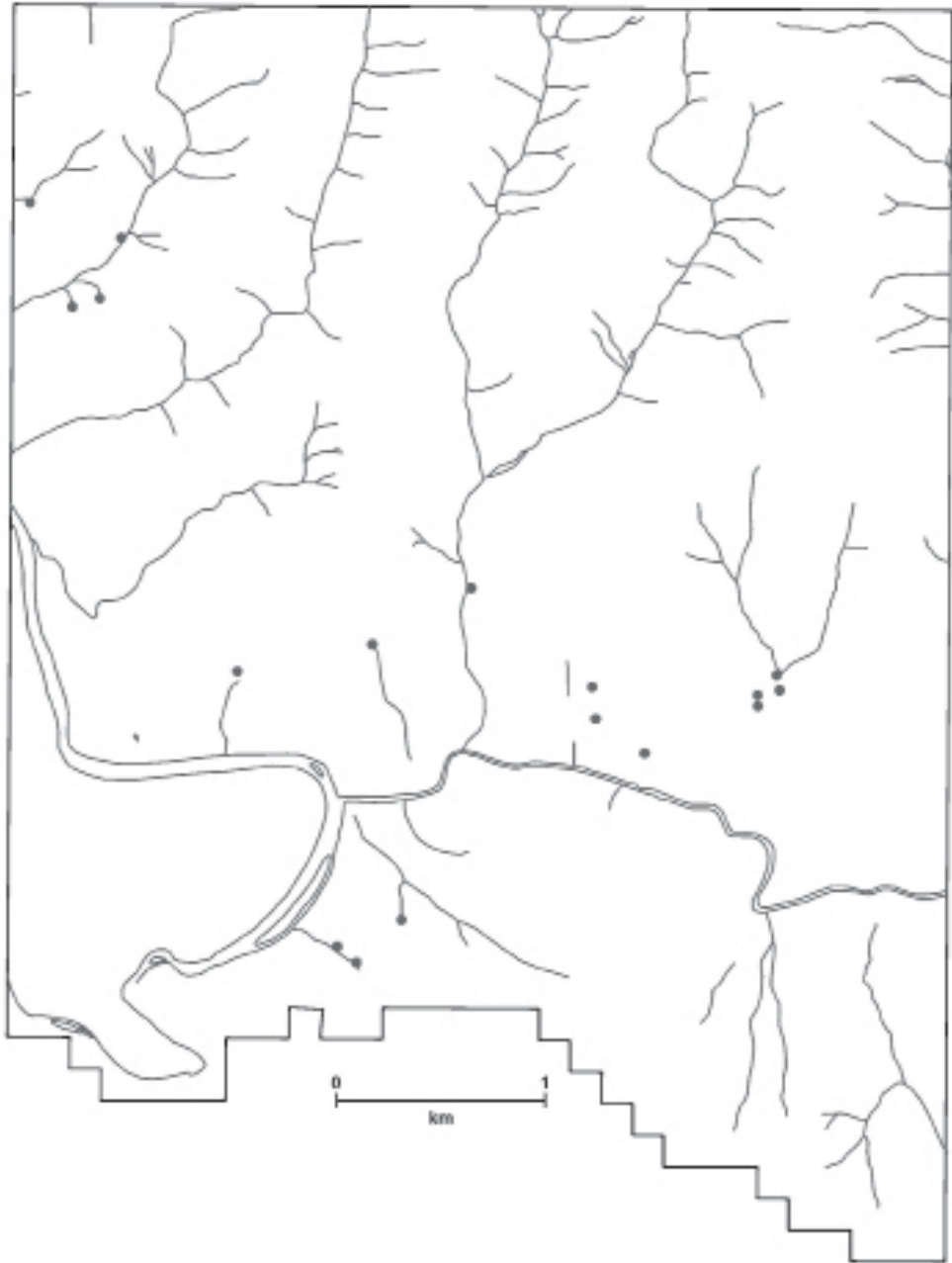
Model ten, o rozdzielczości horyzontalnej 10 m, został skonstruowany na podstawie mapy topograficznej w skali 1:10 000. W każdym ze 1049 pól podstawowych wyliczono minimalną i maksymalną wartość nachylenia powierzchni terenu. Następnie na podstawie tych dwóch wartości wyliczono zróżnicowanie nachylenia powierzchni terenu jako ich różnicę. Wynikowe wartości zmienności nachyleń pogrupowano w cztery klasy i wykonano odpowiedni kartogram.

Kończącą ocenę różnorodności morfologii sporządzono przez dodanie do siebie zbonitowanych map różnorodności rzeźby oraz nachylenia terenu (ryc. 4). Na kartogramie wyraźnie widoczne są strefy o maksymalnej różnicy wzniesień, zlokalizowane w południowo-zachodniej części badanego obszaru, w obrębie stromych, skalistych zboczy Sokolicy, Hukowej Skały i Palenicy. Wyodrębniła się góra Bryjarka, górująca nad Szczawnicą. W najwyższej klasie znalazły się też głęboko wcięte doliny Potoków Białego i Czarnego – zarówno z racji różnicy spadków, jak i zróżnicowania typów rzeźby. Stosunkowo słabo uwidoczniły się tu północne stoki fragmentu Małych Pienin, głównie z powodu nieco mniejszych nachyleń oraz małej ilości wydzieleni typów rzeźby.

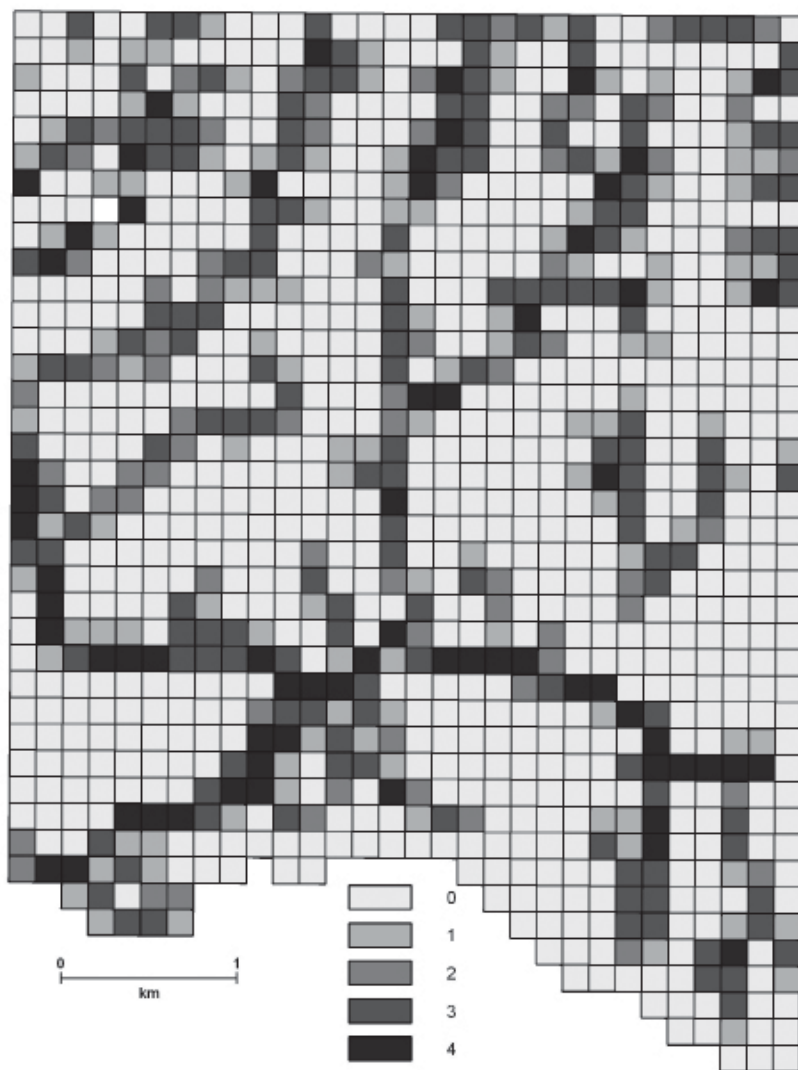


Ryc. 4. Kartogram różnorodności morfologii terenu; różnorodność: 1 – mała, 2 – średnia, 3 – duża, 4 – bardzo duża

Fig. 4. Cartogram of geomorphological diversity assessment: 1 – small, 2 – average, 3 – large, 4 – extremely large



Ryc. 5. Mapa wód powierzchniowych i źródeł
Fig. 5. Map of superficial waters inside the study area



Ryc. 6. Kartogram bonitacji wód powierzchniowych: 0 – brak, 1 – mała, 2 – średnia, 3 – duża, 4 – bardzo duża

Fig. 6. Cartogram of waters diversity assessment: 0 – absence, 1 – small, 2 – average, 3 – large, 4 – extremely large

Wody powierzchniowe

Na mapie wektorowej wód powierzchniowych przedstawiono ciek wodne w postaci liniowej oraz źródła w postaci punktowej (ryc. 5). Analizowano długość cieków wodnych w poszczególnych polach podstawowych, a w przypadku Dunajca, który osiąga tu szerokość do 100 m, w analizie uwzględniono długość

obydwu linii brzegowych. Spośród 1049 pól podstawowych w 415 występują wody powierzchniowe. Na podstawie wykresu rozkładu wartości długości cieków w polach podstawowych metodą naturalnej przerwy wyznaczono cztery klasy długości cieków, wyznaczające przedziały bonitacyjne.

Na obszarze badań znajduje się kilkanaście źródeł wód słodkich i mineralnych. Przedstawiono je jako obiekty punktowe i przypisano każdemu polu obliczeniowemu niezależnie od liczby występujących w nim źródeł wartości 1 dla źródeł wód słodkich i 2 dla źródeł wód mineralnych.

Kartogram bonitacji wód powierzchniowych nawiązuje do przebiegu głównych cieków wodnych. Bardzo silnie wyeksponowane zostały elementy liniowe odpowiadające przebiegowi cieków powierzchniowych: Dunajca, Grajcarka, Zagórskiego, Ścigockiego, Szczawnego i Skotnickiego Potoku, a zarazem głęboko wcięte doliny. Niewielka liczba obiektów punktowych – źródeł nie wpływa w widoczny sposób na jego charakter (ryc. 6).

OCENA GEORÓŻNORODNOŚCI OBSZARU BADAŃ

Syntetyczną ocenę georóżnorodności badanego obszaru dokonano przez zsumowanie punktów bonitacyjnych różnorodności poszczególnych składników, tj. budowy geologicznej, morfologii terenu i wód powierzchniowych.

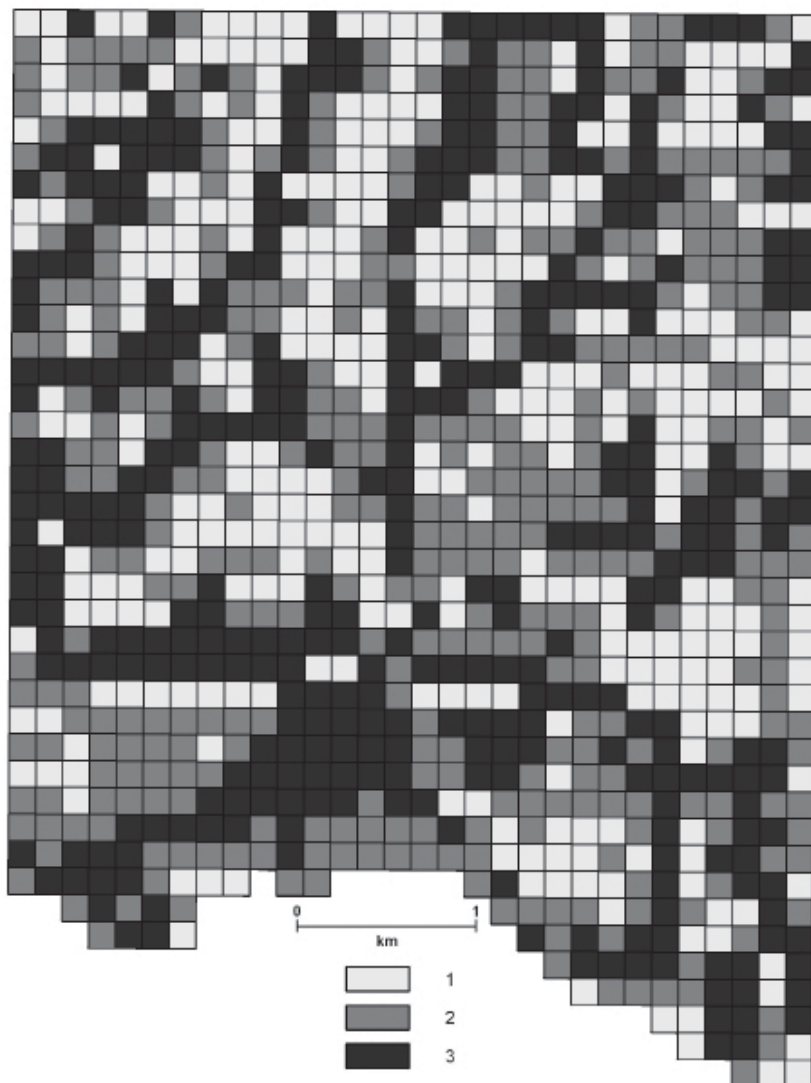
W toku tej operacji stwierdzono, że na sumarycznym kartogramie bardzo silnie wyeksponowane zostały elementy liniowe, odpowiadające przebiegowi cieków powierzchniowych, a zarazem głęboko wcięte doliny. W górskim terenie, w jakim znajduje się analizowany obszar, te dwie warstwy informacyjne są bowiem ze sobą silnie skorelowane. Jest to specyfika rzeźby Karpat wpływająca na większą atrakcyjność geoturystyczną terenu, zatem do analizy georóżnorodności uwzględniono obydwie warstwy tematyczne.

Dla ułatwienia przestrzennej oceny georóżnorodności zaproponowano użyć tylko 3 klas bonitacyjnych: małej, średniej i dużej (tab. 2). Pozwala to na łatwiejszą i bardziej czytelną interpretację wyników, zwłaszcza w aspekcie założonego celu oceny – określenia potencjału geoturystycznego obszaru. Wynik tak przeprowadzonej bonitacji przedstawiono na wynikowym kartogramie (ryc. 7).

Tab. 2. Syntetyczna bonitacja punktowa georóżnorodności
Tab. 2. Synthetic point classification of geodiversity

Klasy sumy punktów	Punkty bonitacyjne	Liczba pól obliczeniowych
2–3	1	332
4–5	2	363
6–12	3	354

Na załączonym kartogramie wyraźnie widoczne są najbardziej interesujące strefy o dużej georóżnorodności. Dominują one w południowej części obszaru, zarówno w obrębie Małych Pienin, jak i w strefie ich styku z utworami jednostki magurskiej. Wysoką georóżnorodnością cechuje się również Szczawnica i okolice. W strefach tych należałoby w pierwszej kolejności poszukiwać geotopów, które są lub mogą stać się atrakcjami geoturystycznymi. Przedstawiony



Ryc. 7. Kartogram syntetycznej bonitacji georóżnorodności: 1 – mała, 2 – średnia, 3 – duża
Fig. 7. Cartogram of synthetic geodiversity assessment: 1 – small, 2 – average, 3 – large

obraz ujawnia również wysoką na ogół georóżnorodność całego analizowanego obszaru. Tereny o niskiej georóżnorodności stanowią ok. 30% jego całości i jest ich więcej w środkowej i północnej części badanego obszaru, obejmującej jednostkę magurską.

WNIOSKI

1. Przedstawiona i zweryfikowana na przykładzie obszaru testowego metoda przestrzennej oceny georóżnorodności przy użyciu GIS może stanowić dobre narzędzie dla usprawnienia i obiektywizacji takich ocen. Pozwala ona również na określenie potencjału geoturystycznego obszaru, które może być pomocne m.in. w stworzeniu jednolitego krajowego systemu ochrony georóżnorodności.

2. Metoda ta może zostać wdrożona jako wiodąca metoda analizy przestrzennej dla tego typu zagadnień, może być używana w skali kraju, służąc szeroko pojętemu kształtowaniu środowiska oraz promując i rozwijając geoturystykę.

3. Zaprezentowana metoda w szczególności może być stosowana przy realizacji celów zapisanych w Krajowym i Regionalnych Programach Zrównoważonego Rozwoju i Ochrony Środowiska, w zakresie ochrony dziedzictwa środowiska abiotycznego.

LITERATURA

- Bak B., Laskowicz I., Krzak I., Malata T., Mrozek T., Pająk R., Radwanek-Bak B., Wójcik A., 2007: Mapa terenów zdegradowanych i podwyższonego ryzyka naturalnego, 1 : 10 000, Arkusze Szczawnica, Szafranówka M-34-89-D-b-4, M-34-89-D-d-2. Opracowanie niepublikowane, CAG PIG-PIB.
- Birkenmajer K., 1977: *Jurassic and Cretaceous Lithostratigraphic Units of the Pieniny Klippen Belt, Carpathians, Poland*. Stud. Geol. Pol., 45, 159.
- Birkenmajer K., Oszczytko N., 1989: *Cretaceous and Palaeogene lithostratigraphic units of the Magura Nappe, Krynica Subunit, Carpathians*. Annal. Societ. Geol. Poloniae, vol. 59, no. 1–2, 145–181.
- Bober L., 1984: *Regiony osuwiskowe w polskich Karpatach fliszowych i ich związek z budową geologiczną regionu*. Biul. IG, ss. 340.
- Golonka J., Rączkowski W., 1983: *Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Piwniczna*, Wyd. Geol. Warszawa, ss. 87.
- Horowitz L., 1963: *Budowa geologiczna Pienin [wydanie pośmiertne, przygotował do druku i opatrzył przypisami K. Birkenmajer]*. Prace IG XXXVIII, Warszawa, ss. 152.
- Józefko I., 1998: *Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów dyspozycyjnych i eksploatacyjnych wód podziemnych (lecniczych i zwykłych) na obszarze miasta Szczawnicy i gminy Krościenko n. Dunajcem*. Cz. III: *Wody lecznicze* (arch. CAG. PIG-PIB. Warszawa), ss. 32.
- Kot R., 2006: *Georóżnorodność – problem jej oceny i zastosowania w ochronie i kształtowaniu środowiska na przykładzie fordońskiego odcinka Wisły i jej otoczenia*. Studia Soc. Sci. Torunienisis, XI, nr 2, ss. 190.

- Kulka A., Rączkowski W., Żytko K., Gucik S., Paul Z., 1987: *Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000*, ark. Szczawnica–Krościenko (1050) wraz z objaśnieniami (1991). Wyd. Geol. Warszawa.
- Starkel L., 1972: *Charakterystyka rzeźby polskich Karpat (i jej znaczenie dla gospodarki ludzkiej)*. Zagospodarowanie Ziemi Górskich, 10: 75–92.

SUMMARY

The aim of the presented paper was to assess the geodiversity in the aspect of a geotourist potential by using modern GIS tools. The study area was Szczawnica region with known high nature and landscape values, interesting geology, geomorphology, as well as one of famous Polish health resorts. The analysis was made by overlapping method, basing on several thematic sheets creating the main criteria of assessment: lithostratigraphy, geomorphology, waters. Main criteria were divided into detailed ones like: the number of units, number of different types of units, land slope, length of watercourse, number of springs. The assessment itself was made by simply quality classification. The final map of the geodiversity assessment allows to show the most diverse and most interesting areas. Such zones are preferable to find some geotopes and geotourist attractions inside them to expose and explain the geodiversity.