

Metodyka waloryzacji przestrzennej pokrycia terenu i obiektów ochrony przyrody na potrzeby oceny konfliktowości potencjalnej eksploatacji kopalin w obszarach perspektywicznych

Jacek Koźma¹



Methodology of spatial valorization of land cover and objects of nature conservation in assessment of potential conflict of exploitation of minerals in prospective areas. *Prz. Geol.*, 63: 581–588.

A b s t r a c t. One of the elements of the mineral deposit prospectivity analysis is the evaluation of land surface in terms of the conditions and possible restrictions on the potential exploitation of ores, which are connected with diverse forms of land use and protecting valuable nature areas.

In the article the quantitative method of cartographic environmental analysis of the accessibility of mineral deposit areas is presented, based on the evaluation of land cover (CORINE Land Cover) and legal protected areas by the GIS system application. The core of the method is the point bonitation made in the specially calculated grid of elementary fields. The method was used to show and evaluate both the spatial planning and nature protection conditions for the potential exploitation in prospective areas of selected raw materials, such as: metal ores and gypsum, rock salt, K–Mg salts and native sulphur in Poland. The prospective areas with estimated resources were presented on maps at scale 1 : 200 000. The results are presented in the cartographic form, allowing appointing locations for mine investments.

conditions for the potential exploitation in prospective areas of selected raw materials, such as: metal ores and gypsum, rock salt, K–Mg salts and native sulphur in Poland. The prospective areas with estimated resources were presented on maps at scale 1 : 200 000. The results are presented in the cartographic form, allowing appointing locations for mine investments.

Keywords: conditioning for mineral deposit exploitation, land cover, nature protected areas, prospective raw material areas, GIS

Jednym z zagadnień związanych z gospodarką surowcową państwa jest ocena perspektyw surowcowych, której wynikiem jest oszacowanie wielkości spodziewanych zasobów oraz ich przestrzenne rozmieszczenie. Położenie zidentyfikowanych obszarów perspektywicznych i znajdujących się w ich granicach potencjalnych złóż kopalin często, choć nie zawsze, koliduje z istniejącym użytkowaniem terenu, warunkowanym prawnie ustalonym kierunkiem zagospodarowania terenu oraz obszarami prawnej ochrony środowiska przyrodniczego. Skala tego konfliktu determinuje możliwości gospodarczego wykorzystania zasobów kopalin, wynikające ze zróżnicowanego pod względem skali ograniczenia lub całkowitego wykluczenia dostępności złoża. Wymienione zagadnienia, istotne z punktu widzenia gospodarki kopalinami, stały się przedmiotem licznych analiz zmierzających do sformułowania polityki ochrony złóż kopalin (Nieć & Radwanek-Bąk, 2014).

Na podstawie wymienionych badań daje się zauważyć, że nieodzownym elementem analiz konfliktowości eksploatacji złóż i związanej z tym konieczności ich ochrony jest ocena wzajemnych relacji przestrzennych potencjalnych inwestycji górniczych i obiektów ochrony przyrody oraz sposobu pokrycia i użytkowania terenu. Jedną ze stosowanych do tego celu technik badawczych jest system informacji geograficznej (GIS), który umożliwia dokonanie oceny struktury wykorzystania przestrzeni, za pomocą różnych miar i wskaźników uzyskiwanych na podstawie różnorodnych źródeł danych środowiskowych. Narzędzia geoinformatyczne pozwalają ponadto na dogodną kartograficzną wizualizację wyników, uzyskiwanych w drodze obliczeń i analiz porównawczych.

Omawianą w artykule metodykę analiz przestrzennych GIS wykorzystano do realizacji tematu „Mapy obszarów perspektywicznych wystąpień rud metali i surowców chemicznych w Polsce w skali 1 : 200 000 wraz z oceną surow-

cową oraz ograniczeniami środowiskowymi i zagospodarowania przestrzennego” (Mikulski i in., 2015). Wyniki tych prac są również przedstawione w niniejszym numerze Przeglądu Geologicznego (Czapowski i in., 2015; Mikulski, 2015; Mikulski & Sadłowska, 2015; Oszczepalski & Chmielewski, 2015; Sikorska-Maykowska i in., 2015; Sztromwasser i in., 2015).

Celem waloryzacji obszaru Polski było dostarczenie porównywalnej informacji na temat skali spodziewanej konfliktowości potencjalnej eksploatacji kopalin wynikającej z użytkowania terenu i ochrony przyrody w rejonach perspektywicznych złóżowo. Jej efektem jest prezentacja przestrzennego rozkładu konfliktowości środowiskowej i planistycznej spodziewanych inwestycji górniczych, wyrażonej liczbowo dla każdego dowolnego punktu obszaru kraju, na mapach w skali 1 : 200 000.

Waloryzację przeprowadzono na podstawie metody bonitacji punktowej w polach podstawowych, która należy do jednych z najczęściej stosowanych w odniesieniu do oceny zasobów środowiskowych (Richling, 1992, 1993). Jej zasady szczegółowo omówiono w opracowaniach Bartkowskiego (1971, 1974, 1986) oraz Sołowiej (1992), uznawanych za prekursorów kompleksowej analizy środowiska przyrodniczego.

Istota metody bonitacji punktowej sprowadza się do przypisywania punktów poszczególnym polom oceny, które odzwierciedlają nasilenie kolejno analizowanych elementów lub zjawisk przyrodniczych. W ramach pola jednostkowego jest sumowana punktacja oceny poszczególnych elementów, a następnie klasyfikowana do ustalonych przedziałów wartości. Znaczącą zaletą tego rodzaju postępowania jest uzyskanie syntetycznego obiektywnego wyniku, pozwalającego na porównywanie wyników poszczególnych pól oceny. Natomiast kontrowersję budzi często dobór skal wartości oraz ewentualnych wag oce-

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Dolnośląski, al. Jaworowa 19, 53-122 Wrocław; jacek.kozma@pgi.gov.pl.

ny, który jest najczęściej subiektywny i uzależniony od wiedzy, doświadczenia i opinii ekspertów. Mimo tych wątpliwości, metoda bonitacji punktowej ma wyraźne zalety – jasne zasady i, co bardzo istotne, umożliwia, w zależności od celu analizy, dowolne powtórzenie oceny, z uwzględnieniem doboru nowych kryteriów, wyrażonych inną skalą bonitacji.

Ocena zasobów środowiska prowadzona metodą bonitacji punktowej jest najszerzej stosowana w badaniach z zakresu ekologii krajobrazu, w szczególności na potrzeby oceny atrakcyjności turystycznej obszaru oraz w ocenie przyrodniczych uwarunkowań występujących w planowaniu przestrzennym. Wymienione zastosowania przedstawiono w bardzo licznych publikacjach, często poświęconych szczegółowym analizom o zróżnicowanych celach i w ograniczonych obszarach. Z punktu widzenia omawiania metody można wskazać jedynie prace o charakterze przeglądowym, np. Dubel, 2000; Kożuchowski, 2005; Richling & Solon, 2011. W dużo mniejszym stopniu metodę bonitacji punktowej stosowano w odniesieniu do zagadnień geologiczno-środowiskowych, gdzie jednak stopniowo zyskuje ona uznanie na przykład w ocenie georóżnorodności (Kot, 2006; Radwanek-Bąk & Laskowicz, 2012) oraz, co istotne dla omawianej tematyki, w ocenie środowiskowych uwarunkowań eksploatacji kopalni (Sikorska-Maykowska, 2001; Radwanek-Bąk & Koźma, 2011).

METODA ANALIZY PRZESTRZENNEJ

Dane źródłowe

Analizie przestrzennej dotyczącej obszaru Polski podano dane na temat klas pokrycia terenu wyróżnianych w programie CORINE Land Cover (CLC) oraz powierzchniowe obszary ochrony przyrody ustanowione przepisami prawa ochrony środowiska.

„Pokrycie terenu” w rozumieniu systemu CORINE jest określeniem właściwości fizycznych danego fragmentu powierzchni ziemi i wskazuje na przykład, że dany obszar jest zajęty przez roślinność, utwory pochodzenia antropogenicznego lub w jego granicach znajduje się woda (CORINE, 1994). Pokrycie terenu jest kartowane metodą wizualnej interpretacji zdjęć satelitarnych dostarczonych przez satelity Landsat, SPOT i IRS, przez co odzwierciedla ono biofizyczne cechy środowiska i nie powinno być utożsamiane z użytkowaniem terenu, które, zgodnie z społeczno-ekonomicznym zapotrzebowaniem, jest definiowane w planistycznych dokumentach, przewidzianych przepisami o zagospodarowaniu przestrzennym.

Klasy pokrycia terenu umieszczone w bazie danych CLC są zorganizowane hierarchicznie, w trzech poziomach (CORINE, 1994, 2000, 2002). Pierwszy poziom obejmuje pięć głównych typów pokrycia globu ziemskiego: tereny antropogeniczne, obszary rolnicze, tereny leśne i półpustynne, mokradła oraz wody. Na drugim poziomie wyróżniono 15 form pokrycia terenu, a na trzecim – 44 klasy. W granicach obszaru Polski, spośród 44 klas pokrycia terenu wydzielonych dla Europy, występuje 31 klas (Ciołkosz & Bielecka, 2005). Waloryzacją objęto wydzielenia drugiego poziomu (zestawione w tabeli 1), przy czym „przybrzeżne obszary podmokłe”, z uwagi na stosunkowo niewielką powierzchnię, zgrupowano w jedną klasę „obszary podmokłe” (tab. 2). Przyjmuje się, że wielkość wydzielenia pokrycia terenu drugiego poziomu odpowiada kar-

tograficznej skali opracowań planistycznych realizowanych co najmniej na poziomie województw (Kistowski, 2003), do którego należy również odnosić wyniki przedstawionej waloryzacji.

Do celów analizy przestrzennej użyto danych wektorowych wydzielenia pokrycia terenu (pliki w formacie shape) pozyskanych z zasobów Europejskiej Agencji Środowiska (EEA).

Za waloryzowane obszary prawnej ochrony przyrody, w analizie przyjęto obszary chronione wymienione w Ustawie o ochronie przyrody (Ustawa..., 2004). Należą do nich parki narodowe i ich otuliny, rezerwaty przyrody, obszary Natura 2000, parki krajobrazowe i ich otuliny oraz obszary chronionego krajobrazu. Z uwagi na cel i sposób waloryzacji, uwzględniono wyłącznie rezerwaty obszarowe (o powierzchni powyżej 5 ha) oraz nie rozdzielano obszarów naturalnych na typy: „specjalny obszar ochrony siedlisk” i „obszar specjalnej ochrony ptaków”. W obrębie wymienionych obszarów ochronnych uwzględniono ponadto te, które znajdują się w fazie projektowania, co uszczegóławia wskazanie przyszłych możliwych ograniczeń środowisko-

Tab. 1. Klasyfikacja form pokrycia terenu CLC – poziom 1 i 2 (wg CORINE, 2000)

Table 1. Classification of land cover forms CLC – level 1 and 2 (after CORINE, 2000)

Poziom 1	Poziom 2
1. Tereny antropogeniczne <i>1. Artificial surface</i>	1.1. Zabudowa miejska <i>1.1. Urban fabric</i>
	1.2. Tereny przemysłowe handlowe i komunikacyjne <i>1.2. Industrial, commercial and transport areas</i>
	1.3. Kopalnie, wyrobiska i budowy <i>1.3. Mine, dump and construction sites</i>
	1.4. Miejskie tereny zielone i wypoczynkowe <i>1.4. Artificial, non-agricultural vegetated areas</i>
2. Tereny rolne <i>2. Agricultural areas</i>	2.1. Grunty orne <i>2.1. Arable land</i>
	2.2. Uprawy trwałe <i>2.2. Permanent crops</i>
	2.3. Łąki i pastwiska <i>2.3. Pastures</i>
	2.4. Obszary upraw mieszanych <i>2.4. Heterogeneous agricultural areas</i>
3. Lasy i ekosystemy seminaturalne <i>3. Forest and semi natural areas</i>	3.1. Lasy <i>3.1. Forestes</i>
	3.2. Zespoły roślinności drzewiastej i krzewiastej <i>3.2. Scrub and/or herbaceous vegetation associations</i>
	3.3. Tereny otwarte pozbawione roślinności lub z rzadkim pokryciem roślinnym <i>3.3. Open spaces with little or no vegetation</i>
4. Obszary podmokłe <i>4. Wetlands</i>	4.1. Śródlądowe obszary podmokłe <i>4.1. Inland wetlands</i>
	4.2. Przybrzeżne obszary podmokłe <i>4.2. Maritime wetlands</i>
5. Obszary wodne <i>5. Water bodies</i>	5.1. Wody śródlądowe <i>5.1. Inland waters</i>
	5.2. Wody morskie <i>5.2. Marine waters</i>

Tab. 2. Bonitacja punktowa wydziałen w zależności od udziału w powierzchni pola oceny wyrażonego w %
Table 2. Point grading of properties depending on the share in the unite area in %

Wydziałenia CLC <i>Corine Land Cover units</i>	% udziału w polu oceny <i>proportion in unite area %</i>		Bonitacja punktowa w podziale na klasy procentowego udziału w polu oceny <i>Point bonitation in the division for classes of percentage share in cover unite area</i>				
	Średnio <i>Average</i>	Maksymalnie <i>Maximum</i>	do 10 <i>up to 10</i>	10–15	15–30	30–60	60–100
Zabudowa miejska <i>Urban fabric</i>	2,44	80,29	3	5	5	5	5
Tereny przemysłowe handlowe i komunikacyjne <i>Industrial, commercial and transport areas</i>	0,39	42,25	2	2	3	3	–
Kopalnie, wyrobiska i budowy <i>Mine, dump and construction sites</i>	0,17	14,72	3	4	–	–	–
Miejskie tereny zielone i wypoczynkowe <i>Artificial non-agricultural vegetated areas</i>	0,18	26,41	4	5	5	–	–
Grunty orne <i>Arable land</i>	43,32	99,00	1	2	3	3	4
Uprawy trwałe <i>Permanent crops</i>	0,28	65,33	4	4	4	5	5
Łąki i pastwiska <i>Pastures</i>	8,52	95,97	3	4	4	5	5
Obszary upraw mieszanych <i>Heterogeneous agricultural areas</i>	10,70	80,45	3	3	3	4	4
Lasy <i>Forests</i>	28,60	100,00	1	3	3	3	4
Zespoły roślinności drzewiastej i krzewiastej <i>Shrub and herbaceous vegetation association</i>	0,88	90,72	1	3	3	4	5
Tereny otwarte <i>Open spaces</i>	0,09	39,65	1	2	3	3	–
Obszary podmokłe <i>Wetlands</i>	0,34	84,22	4	5	5	5	5
Wody śródlądowe <i>Continental waters</i>	1,50	100,00	4	4	4	4	4
Wody morskie <i>Marine waters</i>	0,14	100,00	4	4	4	4	4
Obszary prawnej ochrony przyrody <i>Protected areas defined by the Act on Nature Protection</i>							
Park narodowy <i>National Park</i>	1,06	100,00	4	5	5	5	5
Otulina parku narodowego <i>External protected zones of National Park</i>	1,10	100,00	2	2	3	4	4
Rezerwat przyrody <i>Nature reserves</i>	0,81	76,90	4	5	5	5	5
Obszar Natura 2000 <i>NATURE 2000 area</i>	19,44	100,00	2	3	3	4	4
Park krajobrazowy <i>Landscape Park</i>	9,42	100,00	2	3	3	4	4
Otulina parku krajobrazowego <i>External protected zones of Landscape Park</i>	3,90	100,00	1	2	2	3	3
Obszar chronionego krajobrazu <i>Protected landscape area</i>	23,73	100,00	1	2	2	2	3

Skala konfliktowości: 1 – bardzo niska, 2 – niska, 3 – średnia, 4 – wysoka, 5 – bardzo wysoka
 Scale of cause problems: 1 – very low, 2 – low, 3 – medium, 4 – high, 5 – very high

wych. Dane wektorowe reprezentujące „warstwę ochrony przyrody” pozyskano z zasobów bazy danych Mapy geosrodowiskowej Polski w skali 1 : 50 000, realizowanej przez PIG-PIB Warszawa (Instrukcja, 2005), która umożliwia tworzenie nowych warstw tematycznych (Sikorska-Maykowska i in., 2007).

Analiza w systemie GIS

Ilościowej oceny konfliktowości potencjalnej eksploatacji kopaliny dokonano, wykorzystując oprogramowanie GIS MapInfo ver. 8.5, w którym w trakcie analizy zastosowano takie funkcje, jak: tworzenie baz danych przestrzennych, wyszukiwanie i przetwarzanie danych za pomocą języka SQL oraz obliczenia powierzchni obiektów.

Analizowany obszar Polski podzielono na 12 917 kwadratów o boku 5 km i powierzchni 25 km², stanowiących podstawowe pole oceny (ryc. 1). Dobór jego wielkości przeprowadzono metodą ekspercką, z uwzględnieniem celu opracowania, zróżnicowania rozmieszczenia ocenianych obiektów oraz wielkości najmniejszego i największego wydzielenia. Za pomocą siatki kwadratów, metodą odcinania poligonów pozyskano w bazie GIS wymierną wartość powierzchni, jaką w polu oceny zajmuje obszar określonego typu. Na tej podstawie zbudowano przestrzenną bazę danych, w której punktowi o zidentyfikowanych współrzędnych, odpowiadającemu środkowi pola oceny, przypisano kolejne powierzchnie 14 wydzieleni (klas) CLC i 7 wydzieleni odpowiadających przyrodniczym obszarom chronionym (tab. 2).

Dalsze operacje na bazie danych o wielkości 12 917 rekordów (punkty środka pola oceny) i 21 pól (analizowane wydzielenia) przeprowadzono z zastosowaniem programu Microsoft Access, w którym pozyskane dla poszczególnych analizowanych wydzieleni wartości wielkości zajmowanej powierzchni w polu oceny, wyrażone w km², przeliczono na udział procentowy liczony względem powierzchni pola oceny. Następnie dane wyrażone w procentach podzielono na klasy, którym przypisano subiektywnie przyjęte wartości bonitacji punktowej. Ich dobór przedstawiono w tabeli 2.

Bonitację punktową skonstruowano tak, że uwzględnia wielkość powierzchni wydzielenia, w ocenie której była pomocna analiza rozkładu wyników. Dane o rozkładzie ilustrują wartości średnie i maksymalne zestawione w tabeli 2. Z uwagi na cel opracowania, za obszary najbardziej konfliktowe, o najwyższej wartości punktowej (od 4 do 5 punktów), uznano tereny zabudowy miejskiej, obszary podmokłe (często dodatkowo objęte prawną formą ochrony przyrody), wody śródlądowe i morskie oraz parki narodowe i rezerwaty. Kolejno większe wartości punktacji (średnia i wysoka konfliktowość) przypisano uprawom trwałym oraz łąkom i pastwiskom, stanowiącym często cenne siedliska przyrodnicze dolin rzecznych, często znajdujące się w granicach obszarów Natura 2000. Gruntom ornym i lasom, których średni udział powierzchni w polu oceny jest największy, przypisano punktację odpowiadającą głównie średniej i wysokiej wartości konfliktowości. Wartości punktacji konfliktowości z zakresu średnich przyjęto z uwagi na to, że nie analizowano tutaj gruntów ornym w rozdzieleniu na gleby ustawowo chronione (od I do IVa) oraz lasów w podziale na siedliska. Analiza taka, na poziomie map wielkoskalowych, powinna być jednak wy-

konana w przypadku oceny dokumentowanych złóż w granicach obszarów perspektywicznych, np. gmin lub powiatów.

W kolejnym kroku operacji na opracowanym zbiorze danych wartości bonitacji wydzieleni CLC i obszarów chronionych, za pomocą relacji skonstruowanych w programie Access, utworzono tablicę zawierającą sumę punktów bonitacji poszczególnych wydzieleni. W ten sposób dla każdego pola oceny uzyskano jedną wartość waloryzacji obszaru, odpowiadającą sumie obciążeń analizowanych cech obszaru. Podobnie jak w przypadku zliczania powierzchni, sumaryczną wartość bonitacji przypisano do środków pól oceny.

Wizualizacja wyników

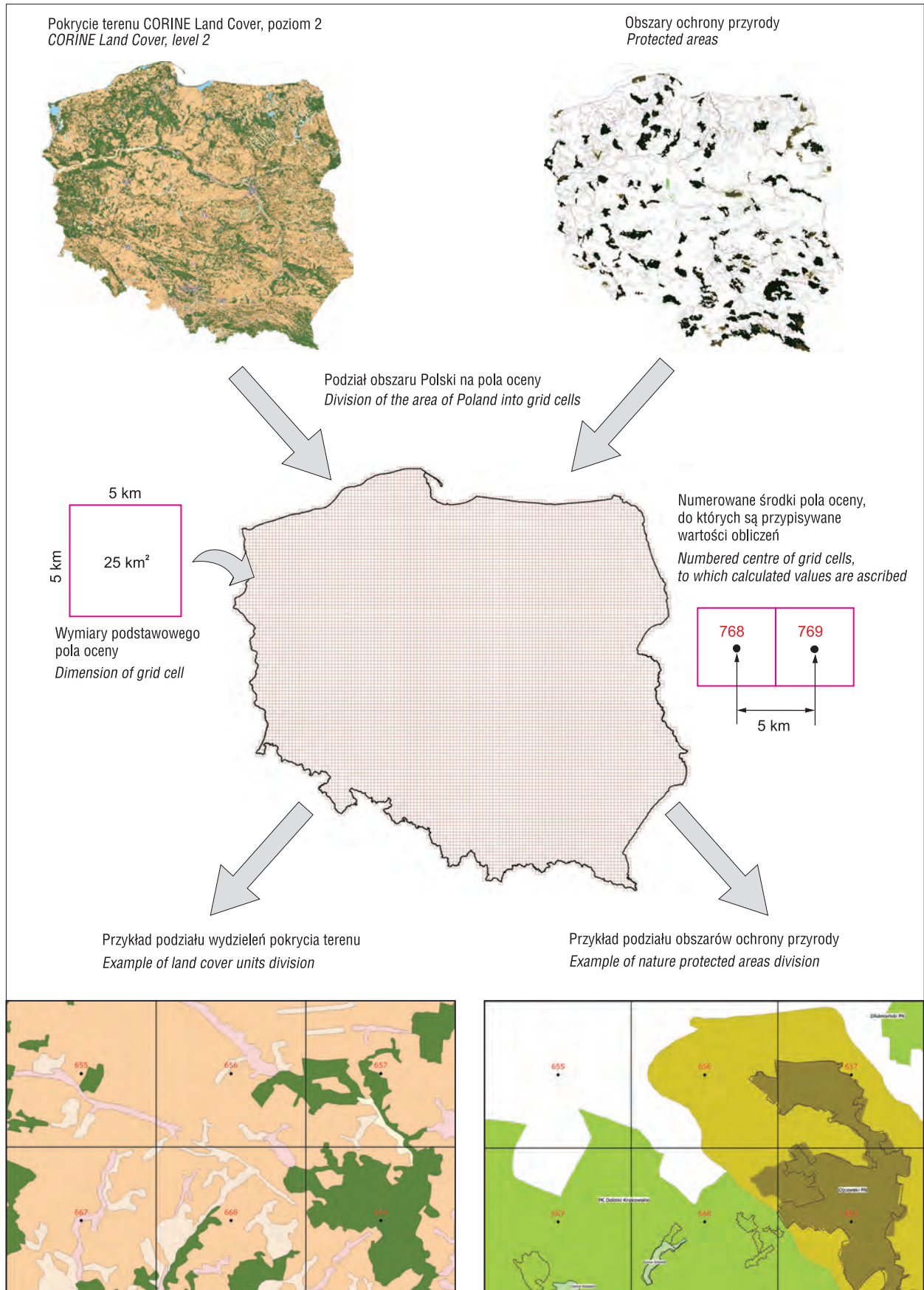
Kolejnym elementem obróbki danych w systemie GIS była kartograficzna wizualizacja wyników, umożliwiająca między innymi ich prezentację na mapach rozmieszczenia obszarów perspektywicznych wystąpień rud metali i surowców chemicznych w Polsce w skali 1 : 200 000 (Mikulski i in., 2015).

Wizualizację wyników przeprowadzono metodą krivingu za pomocą programu Surfer ver. 8, w rezultacie czego utworzono plik typu „grid”. Stanowi on rodzaj odwzorowania przestrzeni w systemie GIS – ma postać regularnej siatki, gdzie w miejscu przecięcia linii przypisano atrybuty zbioru, którymi są wartości sumy punktów bonitacji. Odwzorowanie „grid” pozwala na przedstawienie danych w postaci powierzchni ciągłej, co z kolei umożliwia odczytanie wyniku waloryzacji dla każdego dowolnego miejsca analizowanego obszaru Polski. Dane w postaci pliku „grid” wyświetlono w programie Global Mapper, za pomocą którego dopasowano również skale barw (ryc. 2).

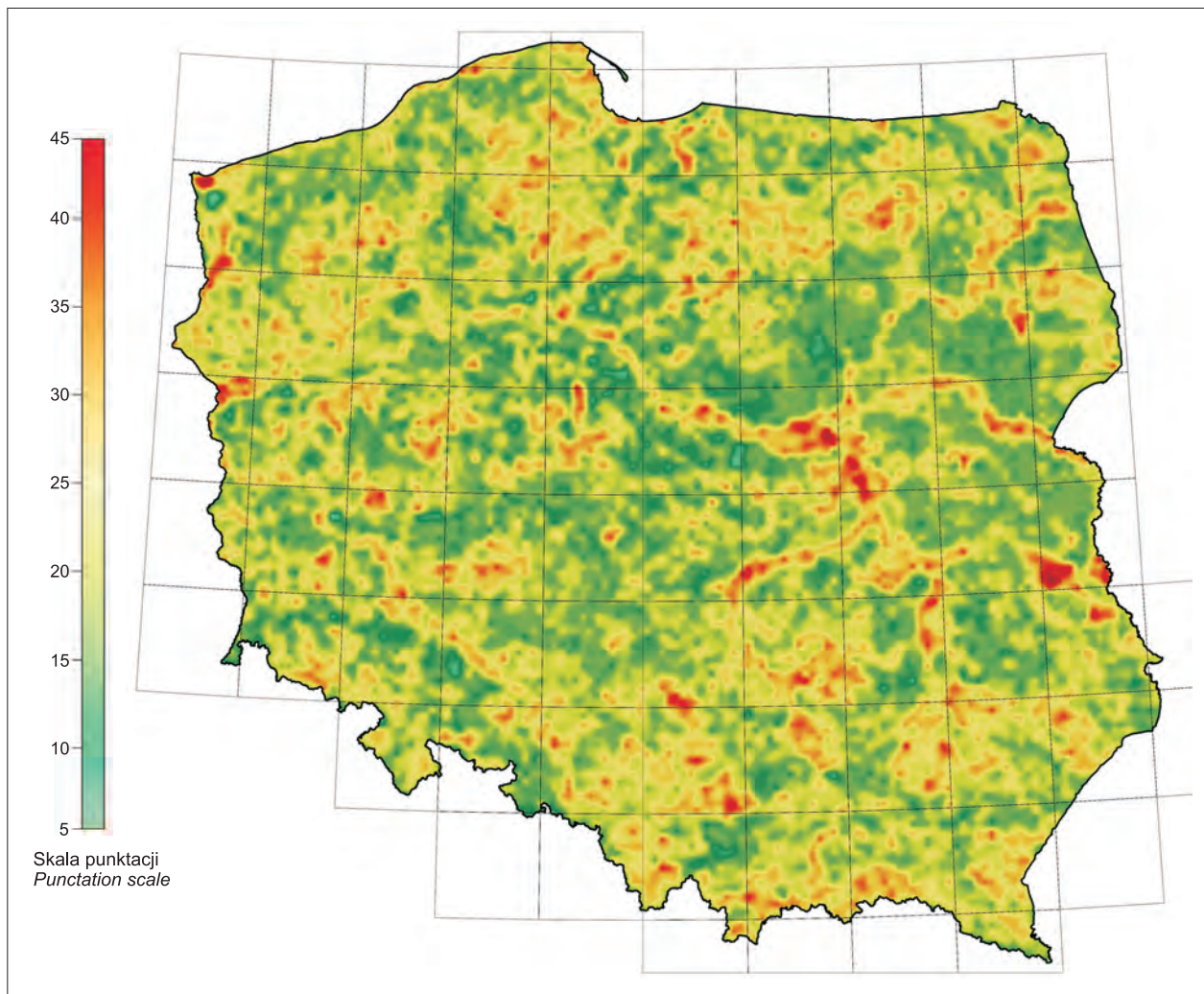
UWAGI DOTYCZĄCE INTERPRETACJI WYNIKÓW

Ostateczny rozkład wartości bonitacji punktowej odzwierciedlający stopień spodziewanej konfliktowości interesów gospodarki kopalini z zagospodarowaniem przestrzeni, widoczny na mapie Polski (ryc. 2), mieści się w przedziale od 5 do 45 punktów. Mowa jest tutaj o konfliktowości potencjalnej, ponieważ występowanie złożeń w danym miejscu lub obszarze perspektywicznego występowania kopaliny samo w sobie nie wywołuje konfliktowości z analizowanymi elementami obszaru, a powstaje dopiero w czasie uruchomienia wydobycia kopaliny. Dopiero na tym etapie jest możliwe wystarczająco precyzyjne wartościowanie ekonomicznych korzyści wynikających z pozyskiwania kopaliny oraz różnoaspektowych strat związanych ze zmianą sposobu użytkowania terenu lub utraty jego wartości przyrodniczych. Mimo tego ograniczenia, wynikającego z przyjętego uogólnienia, wyniki analizy, szczególnie przydatne do planowania na poziomie wojewódzkim, pozwalają na prowadzenie szczegółowej rejonizacji obszaru Polski pod kątem wskazań bardziej lub mniej korzystnych miejsc lokowania inwestycji górniczych. Dotyczy to w szczególności eksploatacji kopaliny, których wydobycie nie jest możliwe bez naruszenia właściwości powierzchni terenu.

Na potrzeby interpretacji wyników, na podstawie rozkładu punktacji, arbitralnie przyjęto trójstopniową skalę



Ryc. 1. Konstrukcja podstawowego pola oceny oraz przykład podziału analizowanych wydziałów
Fig. 1. The construction of the assessment grid cells and an example of division of the analyzed properties



Ryc. 2. Rozkład wyników przestrzennej waloryzacji obszaru Polski pod kątem oceny stopnia konfliktowości potencjalnej eksploatacji kopalin względem form użytkowania terenu i prawnych obiektów ochrony przyrody, z zaznaczonym podziałem na arkusze mapy w skali 1 : 200 000

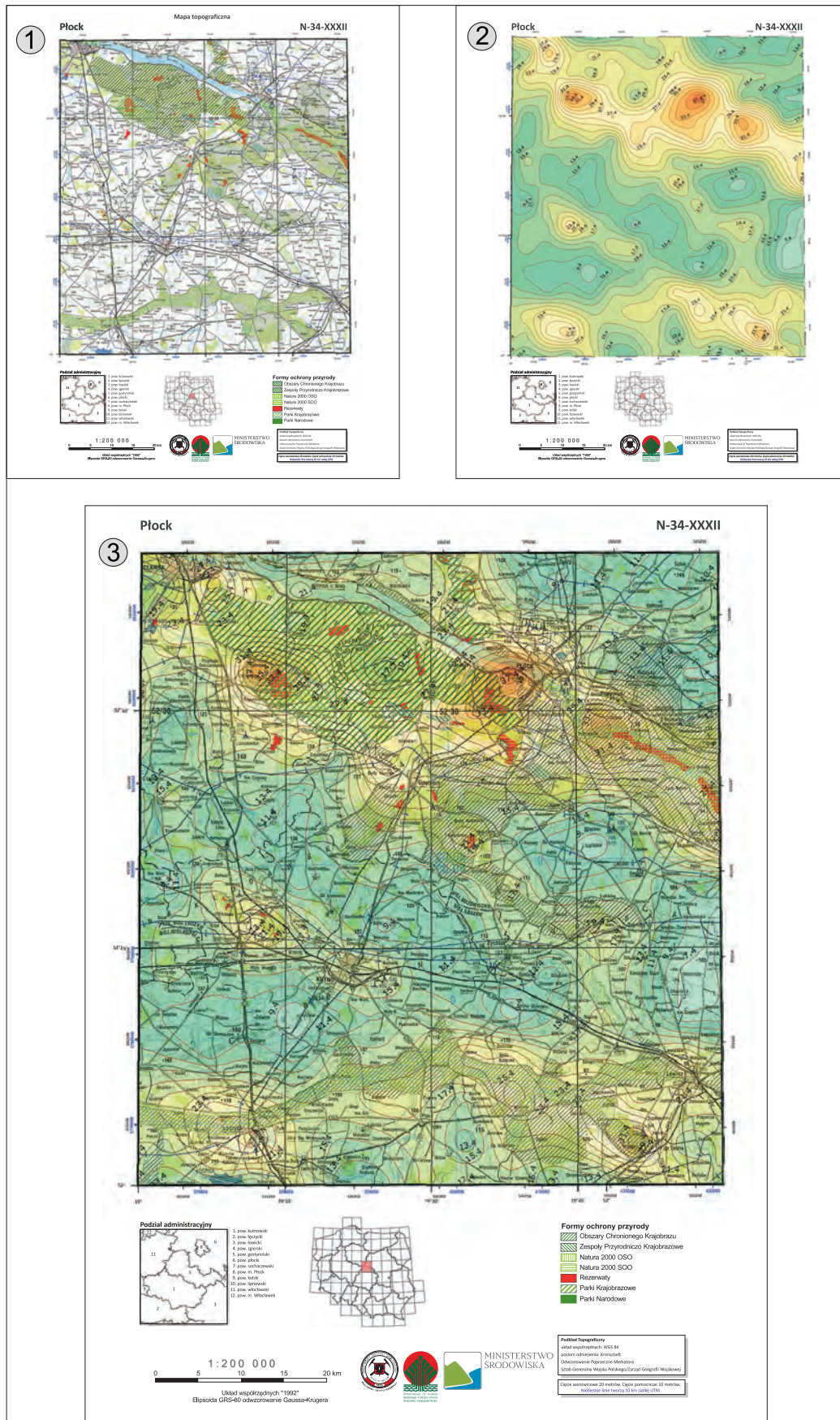
Fig. 2. The distribution of the results of spatial evaluation the area of Poland in terms of the assessment of the level of conflicts with potential exploitation of ores towards the forms of terrain usage and legal protected nature objects, with a marked division for the map sheets at scale 1 : 200 000

oceny obszaru, w przedziałach: 5–15; 15–30 i 30–45, co oznaczono odpowiednio jako niski, średni i wysoki stopień zdefiniowanej wcześniej konfliktowości. W sytuacji zawężenia obszaru analizy, na przykład do granic administracyjnych lub jednostek geologiczno-złożowych, gdzie może wystąpić inny rozkład wyników, skala ta może zostać rozszerzona do pięciu i więcej klas.

Nie sposób w zakresie ogólnego opisu prezentowanej metodyki waloryzacji przestrzennej przedstawić szczegółowej charakterystyki wyników opracowanych dla obszaru Polski. Można jedynie wskazać, że uzyskany obraz rozkładu stopnia analizowanej konfliktowości obszaru Polski (ryc. 2), widoczny w skali mapy przeglądowej, ujawnia istotny trend rozkładu, potwierdzony wynikami odrębnych szczegółowych ocen oddziaływania eksploatacji pojedynczych złóż, najczęściej kruszyw. Poza spodziewanym wzrostem stopnia konfliktowości w miejscu występowania obszarów zurbanizowanych i obszarów ochrony przyrody, szczególnie parków narodowych i w mniejszym stopniu

parków krajobrazowych, wyraźnie jest widoczne podwyższenie skali konfliktowości w granicach dolin rzecznych i dużych kompleksów ekosystemów wodnych, co między innymi wynika z ich przynależności do cennych przyrodniczo obszarów NATURA 2000. W pewnym stopniu potwierdza to wiarygodność uzyskanych wyników. Oczywiście uwarunkowania związane z konfliktowością działalności górniczej w stosunku do wykorzystania i ochrony powierzchni terenu będą miały mniejsze znaczenie w przypadku złóż eksploatowanych metodami podziemnymi niż odkrywkowymi, choć i tu należy liczyć się z konfliktami związanymi z budową infrastruktury kopalni.

Szczegółową analizę wyników waloryzacji wykonano w ramach opracowania Mikulski i in., 2015. Za pomocą metody map nakładkowych w systemie GIS przeprowadzono konfrontację rozkładu uzyskanych wartości bonitacji z rozmieszczeniem obszarów perspektywicznych złożowo, prezentowanych w postaci wektorowej lub rastrowej, czego przykład przedstawiono na rycinie 3.



Ryc. 3. Przykładowa mapa w skali 1 : 200 000, arkusz Płock (N-34-XXXII): 1 – mapa topograficzna z naniesionymi obszarami ochrony przyrody, 2 – mapa konfliktowości, 3 – mapa wynikowa powstała z nałożenia map 1 i 2
Fig. 3. A demonstration map at scale 1 : 200 000, Płock sheet (N-34-XXXII): 1 – topographic map with marked areas of protected nature, 2 – map of the conflict areas 3 – resultant map created by combining maps 1 and 2

PODSUMOWANIE

Waloryzacja powszechnie dostępnych danych środowiskowych w postaci referencyjnych danych przestrzennych z zastosowaniem techniki GIS pozwala na stworzenie precyzyjnego rozkładu przestrzennego konfliktowości obszaru Polski względem potencjalnej eksploatacji złóż kopalni, w tym w granicach obszarów perspektywicznych wystąpień rud metali i surowców chemicznych. Zastosowana metodyka umożliwia porównywanie wyników oceny w dowolnym punkcie analizowanego obszaru, dzięki wyrażeniu badanej wartości konfliktowości za pomocą danych liczbowych oraz w formie ciągłego rozkładu danych, modelu „grid”, który łatwo poddaje się analizom statystycznym i przestrzennym. Metodyka waloryzacji umożliwia dowolne sprawdzenie wyników, które przez zmianę skali bonitacji mogą być dostosowane do określonych celów oceny, wynikających ze zróżnicowanych koncepcji gospodarki środowiskiem, strategii rozwoju poszczególnych obszarów oraz długofalowych programów wykorzystania terenu i ochrony środowiska. Metoda może być zastosowana dla dowolnych obszarów, na przykład w ujęciu granic różnoskalowych map, granic administracyjnych, jednostek fizycznogeograficznych, jednostek geologiczno-surowcowych i innych. Przedstawioną metodę waloryzacji obszaru w kierunku wskazań stopnia konfliktowości eksploatacji kopalni można w dużym stopniu uznać za uniwersalną, dającą się zastosować w wielu opracowaniach z zakresu oceny uwarunkowań gospodarki kopaliniami.

Autor dziękuje recenzentom za wnikliwe i konstruktywne uwagi, które wzbogaciły niniejszą publikację. Praca została wykonana w ramach zadań PSG i sfinansowana przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

LITERATURA

- BARTKOWSKI T. 1971 – O metodyce oceny środowiska geograficznego. *Prz. Geogr.*, 53 (3): 263–281.
- BARTKOWSKI T. 1974 – Zastosowania geografii fizycznej. PWN, Warszawa.
- BARTKOWSKI T. 1986 – Zastosowania geografii fizycznej. PWN, Warszawa.
- CIOLKOSZ A. & BIELECKA E. 2005 – Pokrycie terenu w Polsce: bazy danych CORINE Land Cover. Wyd. Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska.
- CORINE Land Cover. Technical Guide 1994 – Luxembourg (Office for Official Publications of European Communities).
- CORINE Land Cover Technical Guide – Addendum 2000 – Technical report No 40, May 2000, prepared by M. Bossard, J. Feranec, J. Otahel, EEA.
- CORINE Land Cover update I & CLC 2002 – Project. Technical Guidelines 2002, European Environment Agency & European Topic Center, Terrestrial Environment. Final version, August 2002.
- CZAPÓWSKI G., BUKOWSKI K., GAŚIEWICZ A. & SADŁOWSKA K. 2015 – Obszary perspektywicznych wystąpień i zasoby przewidywane surowców chemicznych Polski na mapach w skali 1 : 200 000 – sól kamienna, sole potasowo-magnezowe i siarka. *Prz. Geol.*, 63 (9): 561–571.
- DUBEL K. 2000 – Uwarunkowania przyrodnicze w planowaniu przestrzennym. Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok.
- EEA – European Environment Agency, <http://www.eea.europa.eu>.
- INSTRUKCJA opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1 : 50 000. MŚ, PiG, Warszawa, 2005.
- KISTOWSKI M. 2003 – Procedura sporządzania opracowań ekofizjograficznych w świetle najnowszych uregulowań prawnych. [W:] Ochrona przyrody na obszarach rolnych. Fundacja Wspierania Inicjatyw Ekologicznych, Towarzystwo na rzecz Ziemi, Kraków–Oświęcim: 14–33.
- KOT R. 2006 – Georóżnorodność – problemy oceny i zastosowania w ochronie i kształtowaniu środowiska na przykładzie fordońskiego odcinka Wisły i jej otoczenia. *Stud. Soc. Sc. Tor.*, 9 (2).
- KOZUCHOWSKI K. 2005 – Walory przyrodnicze w turystyce i rekreacji, Wyd. Kurpisz, Poznań.
- MIKULSKI S.Z. 2015 – Mapy obszarów perspektywicznych wystąpień rud metali w Polsce w skali 1 : 200 000 – rudy złota typu żyłowego i metasomatycznego towarzyszące mineralizacji siarczkowej na Dolym i Górnym Śląsku oraz w Małopolsce (południowa Polska). *Prz. Geol.*, 63 (9): 546–555.
- MIKULSKI S.Z. & SADŁOWSKA K. 2015 – Mapy obszarów perspektywicznych wystąpień rud metali w Polsce w skali 1 : 200 000 – rudy niklu typu wietrzeniowego (saproliitowego) na bloku przedsudeckim (SW Polska). *Prz. Geol.*, 63 (9): 556–560.
- MIKULSKI S.Z., OSZCZEPALSKI S., CZAPOWSKI G., SADŁOWSKA K., GAŚIEWICZ A., MARKOWIAK M., KOŻMA J., SZTROMWASSER E., GIEŁŻECKA-MĄDRY D., CHMIELEWSKI A., BUKOWSKI K., RADWANEK-BAK B., SIKORSKA-MAYKOWSKA M., KOSTRZ-SIKORA P., BLIŻNIUK A. & PIOTROWSKA M. 2015 – Mapy obszarów perspektywicznych wystąpień rud metali i surowców chemicznych w Polsce w skali 1 : 200 000 wraz z oceną surowcową oraz ograniczeniami środowiskowymi i zagospodarowania przestrzennego, *Narod. Arch. Geol. PiG-PIB* [1714/2015], Warszawa.
- NIEĆ M. & RADWANEK-BAK B. 2014 – Ochrona i racjonalne wykorzystanie złóż kopalni, Wyd. IGSMiE, Kraków.
- OSZCZEPALSKI S. & CHMIELEWSKI A. 2015 – Zasoby przewidywane surowców metalicznych Polski na mapie w skali 1 : 200 000 – miedź, srebro, złoto, platyna i pallad w utworach cechsztyńskiej serii miedziowo-srebrnej. *Prz. Geol.*, 63 (9): 534–545.
- RADWANEK-BAK B. & KOŻMA J. 2011 – Przestrzenna ocena perspektyw surowcowych obszaru krakowskiego (północno-zachodnia część województwa małopolskiego). *Gór. Odkryw.*, 52 (6): 26–37.
- RADWANEK-BAK B. & LASKOWICZ I. 2012 – Ocena georóżnorodności jako metoda określania potencjału geoturystycznego obszaru. *Ann. UMCS Lublin – Polonia*, 67 (2): 77–95.
- RICHLING A. 1992 – Kompleksowa geografia fizyczna. PWN, Warszawa.
- RICHLING A. (red.) 1993 – Metody szczegółowych badań geografii fizycznej. PWN, Warszawa.
- RICHLING A. & SOLON J. 2011 – Ekologia krajobrazu. PWN, Warszawa.
- SIKORSKA-MAYKOWSKA M. (red.) 2001 – Waloryzacja środowiska przyrodniczego i identyfikacja jego zagrożeń na terenie województwa śląskiego. PiG i Urz. Marsz. Województwa Śląskiego, Warszawa.
- SIKORSKA-MAYKOWSKA M., KOSTRZ-SIKORA P., BLIŻNIUK A. & PIOTROWSKA M. 2015 – Ograniczenia środowiskowe obszarów perspektywicznych wystąpień rud metali i surowców chemicznych w Polsce. *Prz. Geol.*, 63 (9): 589–597.
- SIKORSKA-MAYKOWSKA M., ROSSA M. & CHEŁMIŃSKI J. 2007 – Wykorzystanie baz danych Państwowego Instytutu Geologicznego do tworzenia tematycznych warstw interferencyjnych. *Prz. Geol.*, 55 (8): 666–670.
- SOŁOWIEJ D. 1992 – Podstawy metodyki oceny środowiska przyrodniczego człowieka. Wyd. Nauk. UAM, Poznań.
- SZTROMWASSER E., GIEŁŻECKA-MĄDRY D., MĄDRY S., KUĆ P. & SADŁOWSKA K. 2015 – Zasoby perspektywiczne surowców siarczanowych Polski na mapach w skali 1 : 200 000 – gipsy i anhidryty. *Prz. Geol.*, 63 (9): 572–580.
- USTAWA z dn. 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz.U. z 2004 r. nr 92, poz. 880 z późn. zm., Dz.U. z 2013 poz. 627).