

**WYKORZYSTANIE ANALIZ PRZESTRZENNYCH GIS
W REGIONALNEJ GOSPODARCE
SUROWCAMI MINERALNYMI
NA PRZYKŁADZIE WOJEWÓDZTWA
DOLNOŚLĄSKIEGO**

USING GIS SPATIAL ANALYSIS IN REGIONAL
MANAGEMENT OF MINERAL RAW MATERIALS:
THE CASE OF DOLNOŚLĄSKIE VOIVODESHIP

Jan Blachowski

Politechnika Wrocławska, Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii, Zakład Geodezji i Geoinformatyki
Instytut Rozwoju Terytorialnego, Urząd Marszałkowski Województwa Dolnośląskiego

Słowa kluczowe: analizy przestrzenne, GIS, regionalne planowanie przestrzenne surowce mineralne

Keywords: spatial analysis, GIS, regional spatial planning, mineral resources

Wprowadzenie

Systemy informacji geograficznej (ang. *Geographic Information Systems*, akronim GIS) wykorzystywane są w planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, w procesach tworzenia i prowadzenia baz danych przestrzennych, przygotowywania dokumentacji planistycznych oraz ich prezentacji, w tym *on-line* za pośrednictwem sieci Internet. Coraz powszechniej technologie GIS służą także do wykonywania różnego rodzaju analiz przestrzennych, dostarczających informacji o procesach i zjawiskach, zachodzących w przestrzeni lub wspomagających podejmowanie decyzji planistycznych. Można przyjąć, że prekursorem tych ostatnich zastosowań, dotyczących wyboru optymalnej lokalizacji inwestycji jest McHarg, który w latach 60. ubiegłego wieku, jeszcze bez wykorzystania systemów komputerowych, wprowadził do praktyki koncepcję nakładania map (ang. *Map Overlay*) w planowaniu przestrzennym (Steinar, 2006). W ostatnich dekadach rozwijano i implementowano w systemach geoinformacyjnych różnego rodzaju metody analizy wielokryterialnej (ang. *Multi-Criteria Analysis*, akronim MCA). Ich istotą jest rozpatrywanie skończonej liczby możliwości, uwzględniającej wielorakie kryteria i różne cele (Voogd, 1983). Zwięzły przegląd tych metod (deterministycznych, probabilistycznych oraz opartych na teorii zbiorów rozmytych) przedsta-

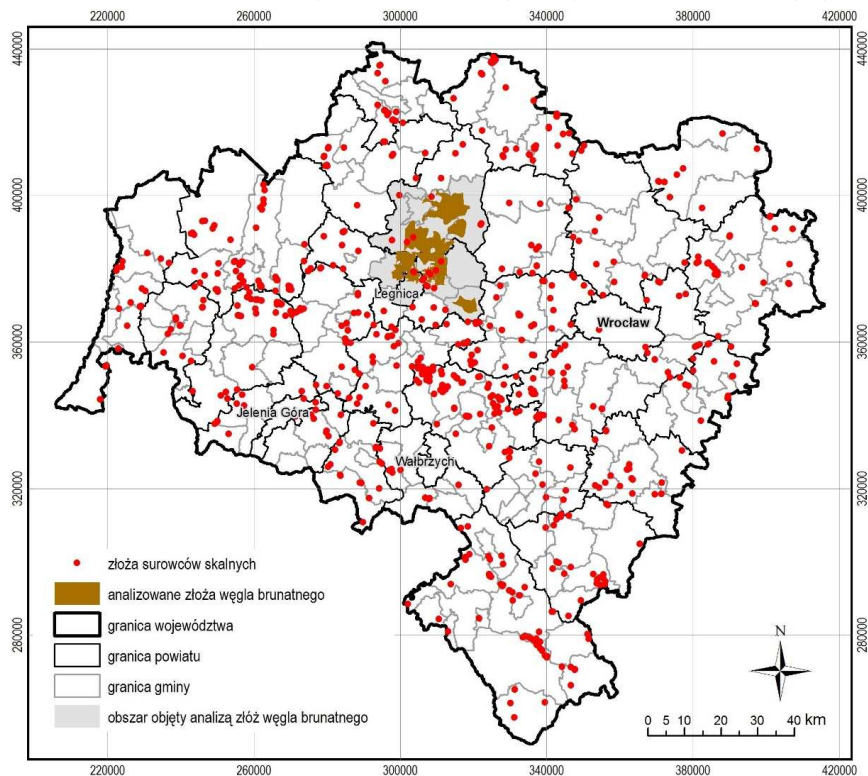
wia Malczewski (2006), a przykłady ich zastosowań w ocenie przydatności terenów oraz optymalnym wyborze lokalizacji między innymi Malczewski (2004) oraz Drobne i Lisec (2009).

Intencją autora artykułu jest przedstawienie zastosowań wybranych przykładów analiz przestrzennych w systemach informacji geograficznej, dotyczących gospodarki zasobami surowców mineralnych i jej wpływu na otoczenie w regionalnym planowaniu przestrzennym. Pierwszy przykład dotyczy analizy rozkładu przestrzennego wydobycia surowców skalnych i jego zmian w czasie, drugi konfliktowości terenów nad niezagospodarowanymi złożami węgla brunatnego z funkcją ochrony przed innym niż górnictwo zagospodarowaniem terenu.

Obszar opracowania i dane źródłowe

Województwo dolnośląskie znajduje się w południowo-zachodniej Polsce i charakteryzuje się zróżnicowaną budową geologiczną, a w związku z tym występowaniem bogatych oraz różnorodnych złóż surowców mineralnych (Badura i in., 2005). Wśród nich do najistotniejszych, ze względu na gospodarcze znaczenie, należą między innymi: rudy miedzi i pierwiastków współwystępujących, węgiel brunatny oraz różnorodne surowce skalne, a w szczególności magmowe i metamorficzne kamienie łamane i bloczne.

W pierwszej z opisywanych analiz, dotyczącej przestrzennego rozkładu wydobycia surowców skalnych, badaniami objęto obszar całego województwa. W drugiej, dotyczącej



Rysunek 1. Lokalizacja złóż surowców skalnych oraz najważniejszych, niezagospodarowanych złóż węgla brunatnego w województwie dolnośląskim

dostępności udokumentowanych złóż węgla brunatnego w rejonie Legnicy i Lubina, badaniami objęto obszar ośmiu gmin, na terenie których występuje ta kopalina. Lokalizację złóż surowców mineralnych (skalnych oraz węgla brunatnego) na tle podziału administracyjnego województwa dolnośląskiego przedstawiono na rysunku 1. Dane o lokalizacji złóż pozyskano z Państwowego Instytutu Geologicznego (PIG) natomiast o wydobyciu od Geologa Województwa oraz z publikowanego corocznie przez PIG Bilansu Zasobów Kopalin i Wód Podziemnych w Polsce (PIG, 2014). Pozostałe dane przestrzenne, dotyczące między innymi zagospodarowania przestrzennego, pozyskano z zasobów Instytutu Rozwoju Terytorialnego.

Metodyka

Pierwszy przykład dotyczy analizy rozkładu przestrzennego wydobycia surowców skalnych z czynnych kopalń oraz jego zmian w czasie. Okres analizy objął lata 2006-2013. Do przeprowadzenia obliczeń użyto nieparametrycznego estymatora jądrowego gęstości Epanechnikowa, który jest najefektywniejszą metodą, biorąc pod uwagę kryterium błędu średniokwadratowego o postaci (1) (Epanechnikov, 1969):

$$f_{\lambda}(x) = \frac{1}{n\lambda} \sum K_0\left(\frac{x-x_i}{\lambda}\right) \quad (1)$$

gdzie:

K_0 – jest kwadratową funkcją jądra gęstości (2),

λ – jest parametrem wygładzającym.

$$K_0(t) = \begin{cases} 0.75(1-t^2) & \text{dla } |t| \leq 1 \\ 0 & \text{w pozostałych przypadkach} \end{cases} \quad (2)$$

Funkcja ta jest zaimplementowana w oprogramowaniu Esri ArcGIS (Esri, 2013) pod postacią narzędzia *Kernel Density*, które po wskazaniu wejściowej punktowej klasy obiektów zwraca powierzchnię dopasowaną do każdego z punktów reprezentujących wartość analizowanej zmiennej na jednostkę powierzchni. Parametry wejściowe funkcji to: położenie (x, y) punktów reprezentujących zmienną, wartość zmiennej w danym punkcie, promień przeszukiwania, jednostka powierzchni.

W rozpatrywanym przykładzie dane wejściowe obejmowały punktową klasę obiektów z lokalizacjami zakładów górniczych i przypisanym im rocznym wydobyciem. Obliczeń gęstości wydobycia dokonano dla lat 2006-2013, z przyjętym promieniem przeszukiwania równym 20 km. Otrzymane mapy gęstości wydobycia – rastry o rozmiarze piksela 100×100 m – posłużyły do analizy zmian przestrzennego rozkładu wydobycia surowców skalnych w województwie dolnośląskim, w czasie. Wyniki przedstawiono w dalszej części „Analiza koncentracji wydobycia surowców skalnych”

Druga analiza miała na celu wstępne określenie konfliktowości obszaru nad udokumentowanymi złożami węgla brunatnego, ze względu na występujące tam zagospodarowanie i funkcje terenu. Do określenia konfliktowości zastosowano metodę ważonej kombinacji liniowej (ang. *Weighted Linear Combination*, akronim WLC) – jedno z narzędzi analitycznych w rozszerzeniu Spatial Analyst programu ArcGIS. Metodę WLC w badaniach dotyczących wspomagania procesów podejmowania decyzji planistycznych stosowali między innymi Hejmanowska i Hnat (2009), Jaroszewicz i in. (2012) oraz Donevska i in. (2012) dla

analizy i oceny przydatności terenu dla wysypiska odpadów. W metodzie tej, zestandaryzowane mapy rastrowe, reprezentujące poszczególne kryteria konfliktowości, są w pierwszej kolejności mnożone przez przypisane im wagi, reprezentujące istotność danego kryterium, a następnie iloczyny te są sumowane (3). W rozpatrywanym przypadku mapy wejściowe sklasyfikowano do wartości: 0 – brak kryterium, 1 – kryterium występuje.

$$\sum_{i=1}^n w_i k_i \quad (3)$$

gdzie:

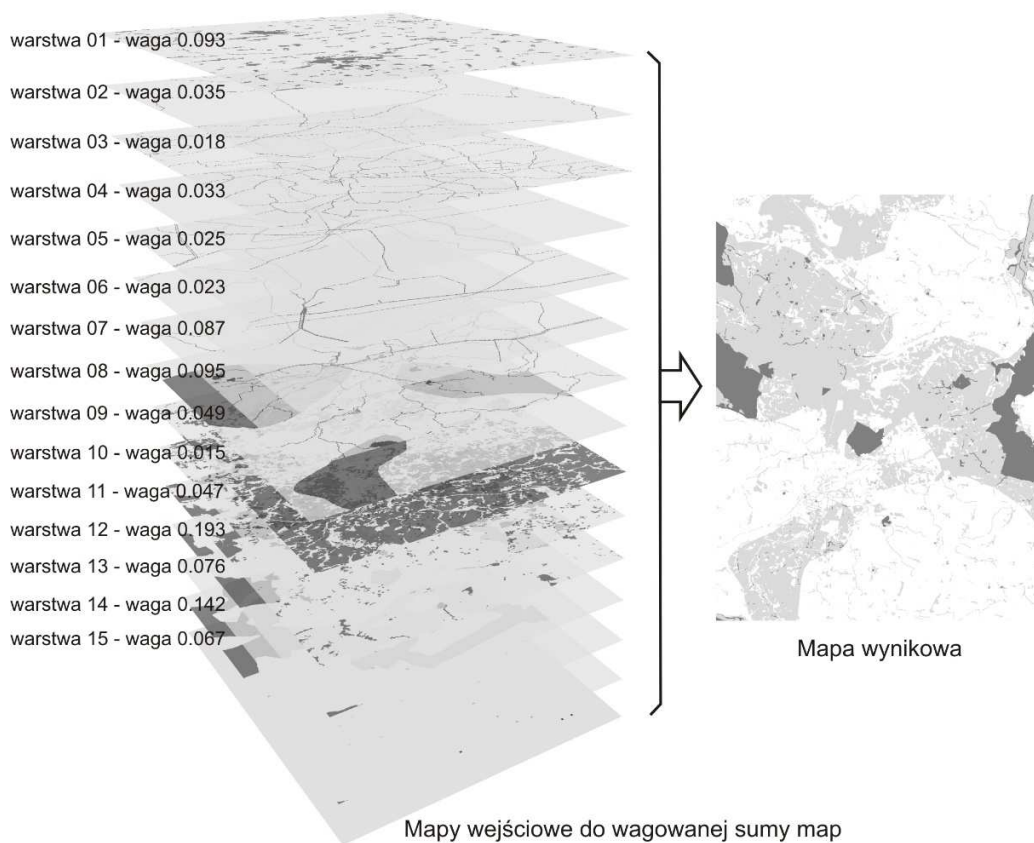
S – wartość komórek wynikowej mapy konfliktowości,

w_i – waga kryterium $i = 1, \dots, n$

k – wartość kryterium $i = 1, \dots, n$

n – liczba kryteriów.

Rezultatem jest mapa rastrowa przedstawiająca stopień konfliktowości terenu, reprezentowany jako wartość poszczególnych pikseli. Procedurę przedstawiono schematycznie na rysunku 2.



Rysunek 2. Schemat procedury ważonej kombinacji liniowej w GIS (Blachowski, 2014a)

Analizowane kryteria dostępności terenu zostały określone na podstawie ankiety eksperckiej specjalistów reprezentujących: planowanie przestrzenne, ochronę środowiska, górnictwo, rolnictwo, leśnictwo, infrastrukturę techniczną, transport i komunikację, naukę oraz administrację publiczną. Wagi kryteriów zostały określone z zastosowaniem metody wielokryterialnej analizy procesu decyzyjnego (ang. *Analitycal Hierarchy Process*, akronim AHP) (Saaty, 1987). W badaniu nie brano pod uwagę czynnika społecznego. Metodę identyfikacji kryteriów oraz określenia ich wag przedstawiono w Blachowski (2014b). Otrzymane kryteria konfliktowości oraz ich wagi, przyjęte w analizie metodą WLC, są następujące:

- przyrodnicze obszary chronione 0.193,
- zabytki kultury – 0.142.
- wody podziemne 0.095,
- obszary zabudowane 0.093,
- wody powierzchniowe 0.087,
- obszary cenne przyrodniczo 0.076,
- korytarze ekologiczne 0.067,
- grunty orne (najwyższej jakości) 0.049,
- lasy 0.047,
- infrastruktura drogowa (podstawowa) 0.035,
- infrastruktura kolejowa 0.033,
- sieci elektroenergetyczne 0.025,
- sieć gazowa 0.023,
- infrastruktura drogowa (pozostała) 0.018,
- grunty orne (pozostałe) 0.015.

Wyniki analizy konfliktowości zaprezentowano dalej w części „Analiza dostępności złóż węgla brunatnego”.

Analiza i rezultaty

Analiza koncentracji wydobycia surowców skalnych

Pierwszy przykład dotyczy analizy przestrzennej koncentracji wydobycia surowców skalnych z czynnych kopalń oraz jego zmian w czasie. Okres analizy obejmował lata 2006-2013. Dla każdego roku opracowano mapę gęstości wydobycia surowców skalnych, według metody opisanej w rozdziale „Metodyka”. Otrzymane mapy pozwalają na ocenę koncentracji tego zjawiska w przestrzeni województwa i analizę zmian intensywności wydobycia w czasie.

Maksymalna gęstość wydobycia w przestrzeni województwa dla poszczególnych lat wynosiła od 7539 Mg/km² do 15 209 Mg/km² i była największa w roku 2011. Jest to zgodne z zarejestrowanym sumarycznym wydobyciem surowców skalnych (kamieni łamanych i blocznych oraz piasków i żwirów) w województwie, które wzrastało od pierwszego analizowanego okresu (2006) osiągając maksymalną wielkość w 2011 roku, po którym nastąpił spadek i powrót to wartości z lat 2008-2009. Wydobycie w kolejnych latach przedstawiono w tabeli. Obszary koncentracji wydobycia związane są z pasmową i mozaikową budową geologiczną regionu i występowaniem przeważającej części złóż surowców w południowej i środkowej części województwa (Badura i in., 2005) (rys. 1). Obszary największej koncentracji występują w powiatach dzierzoniowskim, jaworskim, świdnickim i ząbkowickim.

Tabela. Wydobycie kamieni łamanych i blocznych oraz piasków i żwirów w województwie dolnośląskim w latach 2006-2013 (na podstawie Bilansów zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce, PIG)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
kłib	17 891	22 886	25 952	28 116	30 423	38 727	27 847	26 108
piż	11 995	13 049	14 066	14 439	14 505	21 674	13 903	10 024

kłib – kamienie łamane i bloczne, piż – piaski i żwiry

Ponadto, duże wydobycie obserwowane jest w powiatach: kłodzkim, lubańskim i wałbrzyjskim. Generowane są one przez dużą liczbę mniejszych i średniej wielkości zakładów górniczych, występujących w niewielkiej odległości od siebie i związanych często z tymi samymi formacjami geologicznymi (np. w powiecie świdnickim) lub przez pojedyncze, ale bardzo duże zakłady górnicze o ogromnym wydobyciu (np. w powiecie dzierzoniowskim).

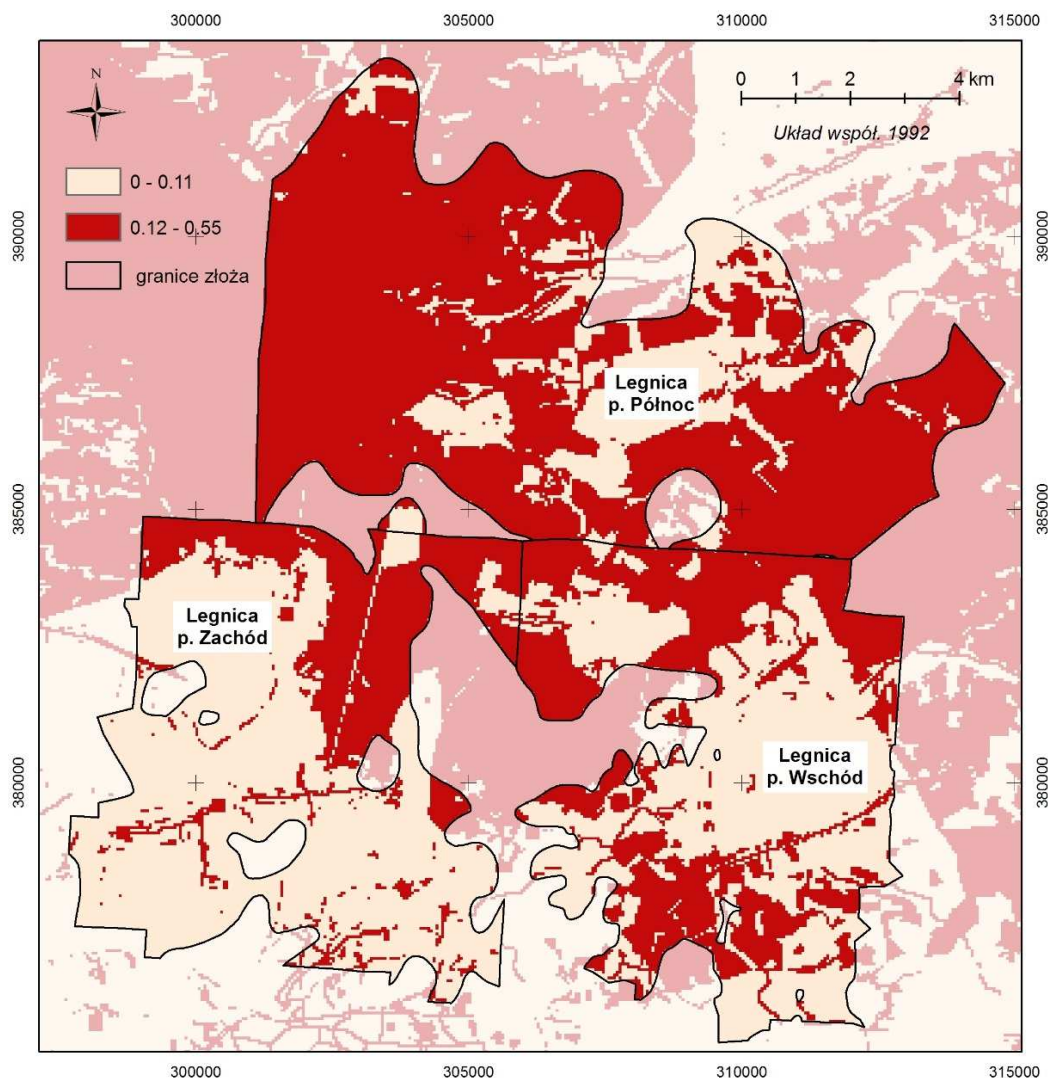
Rozpatrując mapy gęstości wydobycia (rys. 3) opracowane dla kolejnych lat (do 2011 roku) uwidacznia się intensyfikacja produkcji górniczej w tradycyjnych obszarach wydobycia oraz pojawianie się nowych obszarów koncentracji, wynikających z uruchamiania nowych kopalń (powiaty: wrocławski i oleśnicki).

Z kolei mapy zmian gęstości wydobycia (rys. 4) pozwalają na identyfikację obszarów o największej dynamice przyrostów i spadków wydobycia, związanych między innymi z okresowym zapotrzebowaniem na te surowce.

Analiza dostępności złóż węgla brunatnego

W rezultacie zastosowania, opisanej w rozdziale „Metodyka” procedury, otrzymano raster wynikowy reprezentujący stopień konfliktowości terenu z ochroną i potencjalną odkrywkową eksploatacją węgla brunatnego, ze względu na zidentyfikowane kryteria przestrzenne. Obszar objęty analizą ograniczony jest współrzędnymi od $X = 291\ 300$ m do $X = 324\ 450$ m oraz od $Y = 362\ 700$ m do $Y = 405\ 850$ m wg PUWG 1992 i dotyczy złoża węgla brunatnego Legnica. Rozmiar komórki rastrowych map wejściowych i wynikowej wynosi 50×50 m.

Otrzymana wartość maksymalna komórek rastra, wagowanej sumy map wejściowych, wyniosła 0,55, a wartość średnia 0,11. Wartość odchylenia standardowego, czyli miary zmienności charakteryzującej jak bardzo otrzymane wartości są rozrzucone wokół wartości średniej, wyniosła dla obszaru złoża Legnica 0,07. Na podstawie analizy statystycznej wartości komórek rastra, wynikową mapę konfliktowości sklasyfikowano w dwóch przedziałach wartości, poniżej i powyżej wartości średniej. Przyjęto, że wartości poniżej średniej odpowiadają terenom, które są mniej konfliktowe, a te powyżej – najbardziej konfliktowe z ochroną złoża i jego potencjalną odkrywkową eksploatacją. Oznacza to, że z całkowitej powierzchni złoża Legnica ($161,26 \text{ km}^2$) $86,49 \text{ km}^2$ czyli 53,6% jest istotnie konfliktowe, natomiast $73,77 \text{ km}^2$ czyli 46,4% nie jest istotnie konfliktowe. Rozpatrując poszczególne pola tego złoża, najbardziej konfliktowe jest pole Północne, w którym blisko 4/5 powierzchni osiąga wartości powyżej średniej ($54,25 \text{ km}^2$). Natomiast dla pól Legnica Wschód i Legnica Zachód są to odpowiednio 43,1% oraz 28,8% powierzchni (rys. 5). Obszary mniej konfliktowe są najbardziej zwarte w polu Zachód i stosunkowo bardziej pofragmentowane w pozostałych dwóch polach złoża.



Rysunek 5. Konfliktowość terenów złoża węgla brunatnego Legnica określona metodami AHP i WLC

Zastosowana metodyka, pozwala na ilościową ocenę dostępności terenu złoża węgla brunatnego, ze względu na zidentyfikowane kryteria przestrzenne (środowiskowe i planistyczne). Im wyższa wartość komórek mapy rastrowej, będącej wynikiem analiz metodami AHP oraz WLC, tym bardziej konfliktowy jest obszar.

Należy pamiętać, że otrzymany wynik stanowi przybliżenie, ze względu na ograniczony zakres przyjętych do analizy kryteriów oraz ciągły charakter danych w metodzie WLC, co nie pozwala na określenie wartości progowych dla obszarów najbardziej konfliktowych i mniej konfliktowych. To ograniczenie może zostać zniwelowane przez wprowadzenie do analizy operatorów Boole'a, które umożliwią zastosowanie twardych kryteriów, wykluczających dostępność obszarów uznanych za niedostępne (np. rezerваты przyrody, główne drogi).

Podsumowanie i wnioski

W artykule przedstawiono, wybrane dwa przykłady analiz przestrzennych w systemach informacji geograficznej, które dostarczają informacji i służą monitorowaniu gospodarowania surowcami mineralnymi w przestrzeni województwa dolnośląskiego. Służą także wspomaganie kreowania i prowadzenia regionalnej polityki przestrzennej w zakresie ochrony i zarządzania kopalinami przez samorząd województwa. Rezultaty tych analiz oraz innych powiązanych, badań realizowanych w ramach projektów, takich jak na przykład: „Studium wydobywania i transportu surowców skalnych” (Blachowski, 2011) lub „Charakterystyka zasobów węgla brunatnego w rejonie Legnicy i uwarunkowania społeczno-gospodarcze oraz planistyczne ich ochrony” są wykorzystywane w formułowaniu zaleceń i rekomendacji dla podstawowych dokumentów kształtujących politykę przestrzenną województwa, Plan Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Dolnośląskiego do 2020 roku (UMWD, 2013b) i Strategia Rozwoju Województwa Dolnośląskiego 2020 (UMWD, 2013a).

W prezentowanych przykładach, analizowano zmiany wielkości wydobywania surowców skalnych w przestrzeni województwa dolnośląskiego oraz potencjalną konfliktowość terenów nad udokumentowanymi złożami węgla brunatnego. Rezultaty pierwszej analizy dostarczyły informacji o obszarach koncentracji wydobywania surowców skalnych, które przekłada się między innymi na obciążenia środowiskowe, społeczne i transportowe (np. wzrost obciążenia dróg publicznych transportem towarów masowych). Posłużyły także do analiz zmian intensywności wydobywania w przestrzeni województwa w czasie, które związane są z cyklicznym wzrostem i spadkiem popytu na te surowce. Rezultaty drugiej posłużyły do wstępnej oceny konfliktowości terenów, ze względu na uwarunkowania środowiskowe i przestrzenne. Wykazano istnienie w obszarze udokumentowanych złóż istotnych ograniczeń, związanych z występowaniem terenów cennych pod względem przyrodniczym i zainwestowanych.

Literatura

- Badura J., Przybylski B., Cwojdzński S., 2005: Geologia. [W:] Opracowanie ekofizjograficzne dla województwa dolnośląskiego, Wojewódzkie Biuro Urbanistyczne, Wrocław: 25-52.
- Blachowski J., 2014a: Spatial analysis of the mining and transport of rock minerals (aggregates) in the context of regional development. *Environ Earth Sci.* 71: 1327-1338.
- Blachowski J., 2014b: Planistyczne i środowiskowe uwarunkowania obszaru udokumentowanych złóż węgla brunatnego na przykładzie złóż dolnośląskich. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* vol. 30, issue 2: 117-134.
- Blachowski J., 2011: Regionalna gospodarka surowcami skalnymi w województwie dolnośląskim. *Górnictwo Odkrywkowe* 52: 15-18.
- Donevska K.R., Gorsevski P.V., Jovanovski M., Peševski I., 2012: Regional non-hazardous landfill site selection by integrating fuzzy logic, AHP and geographic information systems. *Environmental Earth Sciences* 67: 121-131.
- Drobne S., Liseć A., 2009: Multi-attribute Decision Analysis in GIS: Weighted Linear Combination and Ordered Weighted Averaging. *Informatica* 33: 459-474.
- Epanechnikov V., 1969: Non-parametric estimation of a multivariate probability density. *Theory of Probability and its Applications* 14: 153-158.
- Esri, 2013: ArcGIS Help, <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/>
- Hejmanowska B., Hnat E., 2009: Wielokryterialna analiza lokalizacji zabudowy na przykładzie gminy Podgrodzie. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji* vol. 20: 109-121.
- Jaroszewicz J., Bielska A., Szafranek A., 2012: Wykorzystanie algebry map dla wyznaczenia terenów przydatnych pod zabudowę. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji* vol. 23: 127-137.

- Malczewski J., 2004: GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. *Progress in Planning* 62: 3-65.
- Malczewski J., 2006: GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science* 20:7: 703-726. doi:10.1080/13658810600661508.
- Państwowy Instytut Geologiczny, 2014: Centralna Baza Danych Geologicznych. Menadżer pobierania plików. Dostęp 11.08.2014r. http://bazagis.pgi.gov.pl/dwm/DownloadManager_v1.aspx?lang=pl
- Państwowy Instytut Geologiczny, 2014: Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31.12.2013 r., (praca zbiorowa), Warszawa.
- Saaty L. T., 1987: The analytic hierarchy process – what it is and how it is used. *Mathematical Modelling* vol. 9, 3-5: 161-176. Elsevier.
- Steinar F. (Ed.), 2006: *The Essential Ian McHarg: Writings on Design and Nature*. Island Press.
- Urząd Marszałkowski Województwa Dolnośląskiego, 2013a: Strategia Rozwoju Województwa Dolnośląskiego 2020 przyjęta uchwałą nr XXXII/932/13 Sejmiku Województwa z dnia 28 lutego 2013 r.
- Urząd Marszałkowski Województwa Dolnośląskiego, 2013b: Projekt Zmiany Planu Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Dolnośląskiego.
- Voogd H., 1983: *Multicriteria evaluation for urban and regional planning*. London. Pion.

Streszczenie

Wzrastająca funkcjonalność systemów informacji geograficznej (GIS) w zakresie analizowania i modelowania problemów o charakterze przestrzennym oraz coraz powszechniejsza dostępność danych przestrzennych i aplikacji GIS, pozwalają obecnie na wykonywanie i rozwiązywanie złożonych zadań, dotyczących wielu aspektów działalności administracji publicznej. Pozyskiwana w ich rezultacie informacja, stanowi cenne źródło wiedzy dla jednostek i organów odpowiedzialnych za zarządzanie i prowadzenie polityki rozwoju jednostek administracji różnego szczebla.

W artykule przedstawiono i opisano przykłady analiz przestrzennych, dotyczących ochrony zasobów surowców mineralnych oraz gospodarki tymi surowcami i jej wpływu na otoczenie w województwie dolnośląskim. Pierwszy przykład obejmuje przestrzenne analizy rozkładu wielkości wydobywania surowców skalnych oraz ich zmian w czasie. Drugi przykład koncentruje się na analizie i ocenie dostępności terenów nad niezagospodarowanymi złożami węgla brunatnego w województwie dolnośląskim z zastosowaniem metodyki analiz wielokryterialnych w GIS. W rezultacie otrzymano przestrzenny obraz zmian, zachodzących w województwie dolnośląskim, dotyczących górnictwa surowców skalnych oraz potencjalnej dostępności zasobów surowców energetycznych.

W artykule zwrócono uwagę na rolę aktualnej i wiarygodnej informacji uzyskiwanej w wyniku planistycznych prac studialnych, wspomaganych analizami przestrzennymi GIS, na możliwość prowadzenia efektywnej regionalnej polityki przestrzennej przez samorząd województwa.

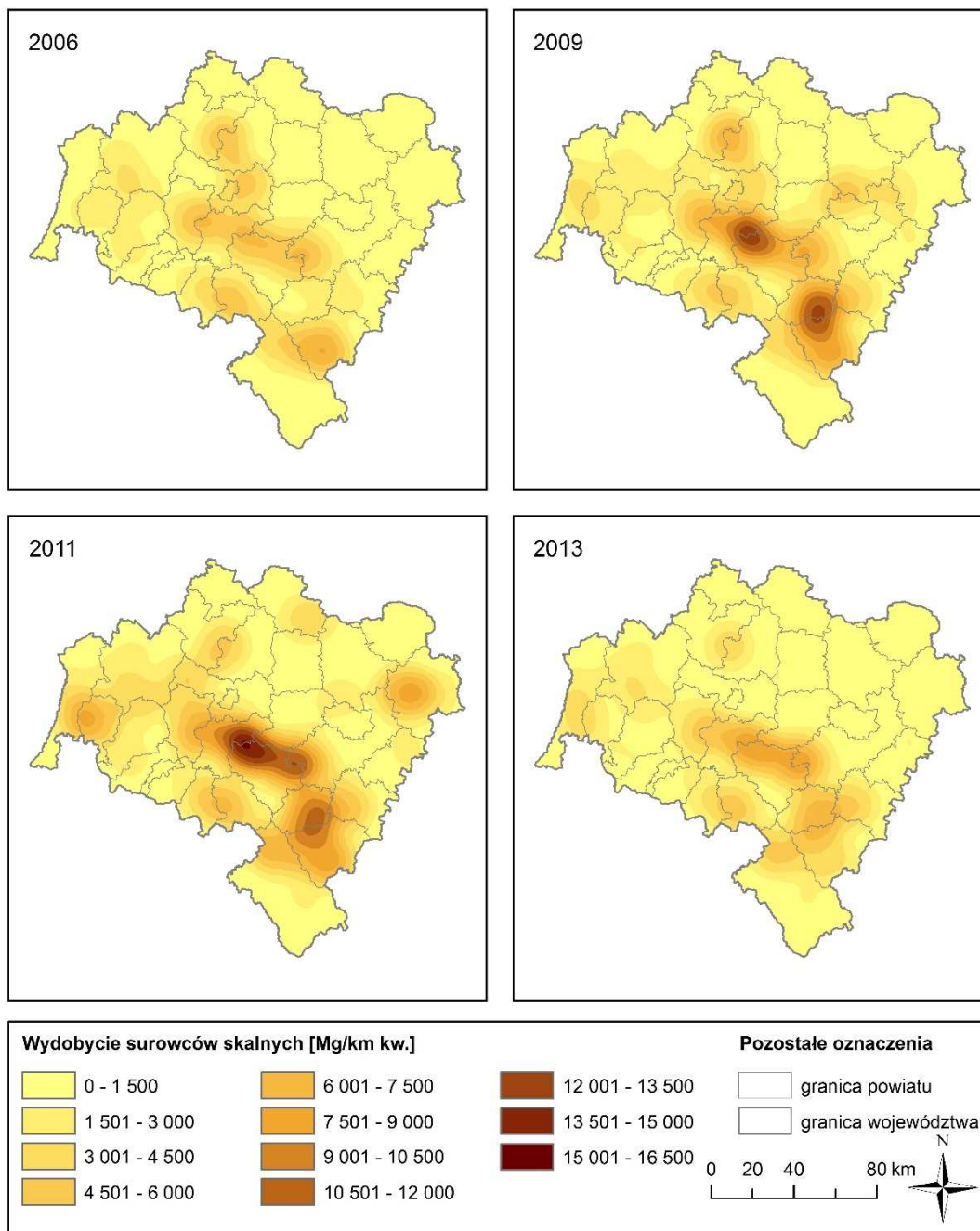
Abstract

The increasing functionality of Geographic Information Systems (GIS) in analysis and modeling of spatial problems and availability of spatial data and GIS applications nowadays allow to facilitate and solve complex tasks related to many aspects of public administration activity. The resulting information is an important component of knowledge for institutions and organizations responsible for spatial development policy at all levels of administration.

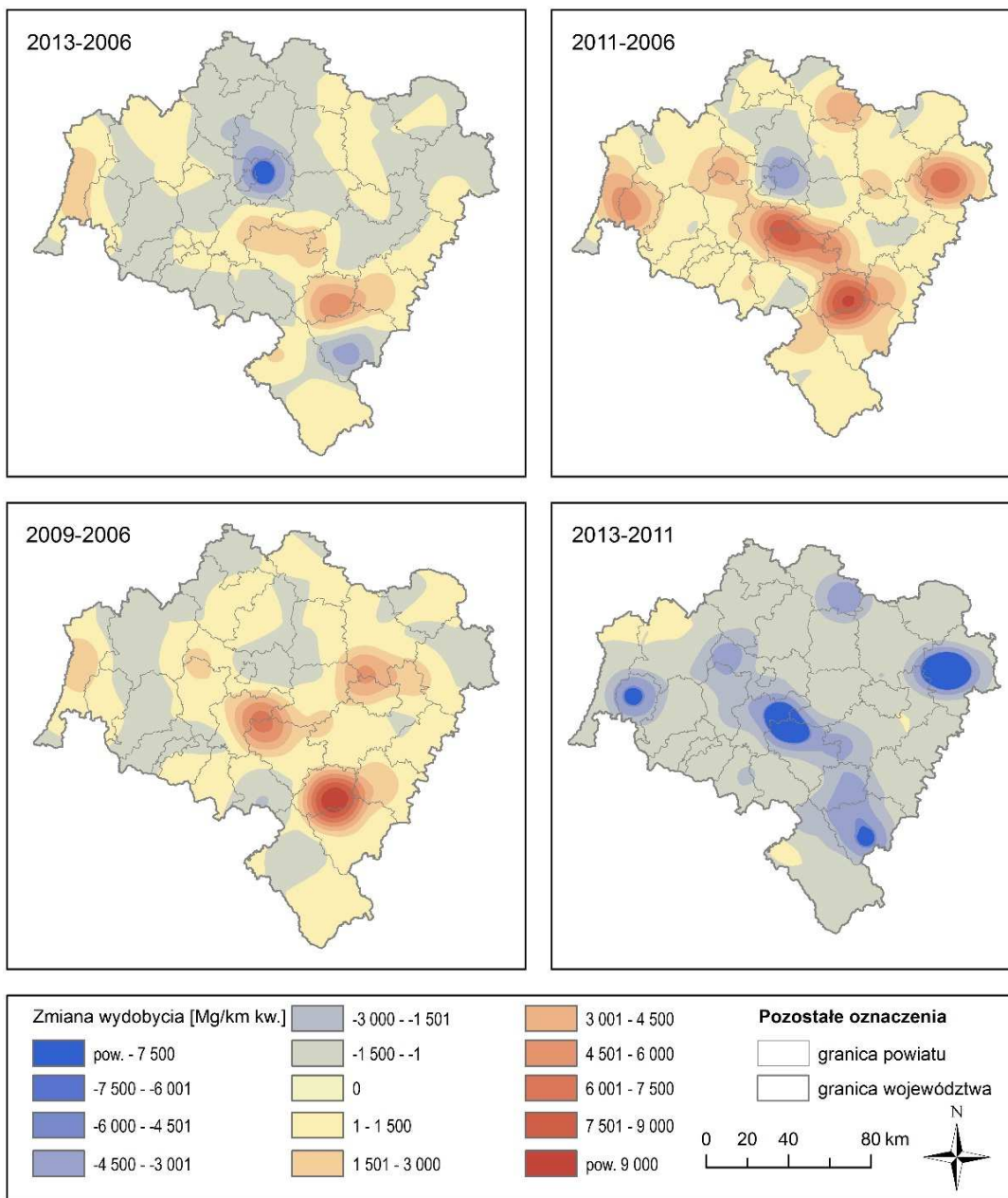
The paper presents and describes two examples of spatial analysis in GIS that concern protection and management of mineral resources in the Dolnośląskie Voivodeship. The first case focuses on analysis of spatial distribution of the production of rock mineral resources with the application of kernel density estimation. The second case concentrates on the analysis and preliminary evaluation of accessibility of undeveloped brown coal deposits in the Dolnośląskie Voivodeship with the use of multi-criteria analysis. In the result, the spatial distribution of rock minerals mining and its change in time was determined, as well as accessibility of potential energy resources.

Attention has been drawn to the role of reliable information in the effect of GIS-based studies for efficient regional spatial policy of the regional self-government.

dr inż. Jan Blachowski
jan.blachowski@pwr.wroc.pl



Rysunek 3. Gęstość wydobycia surowców skalnych w województwie dolnośląskim w latach 2006, 2009, 2011 i 2013



Rysunek 4. Zmiana gęstości wydobywania surowców skalnych pomiędzy wybranymi latami