

ROLA SYSTEMÓW GIS W GOSPODARCE ZŁOŻEM – STUDIUM PRZYPADKU

ROLE OF GIS SYSTEMS IN DEPOSITS MANAGEMET - CASE STUDY

Justyna Górniak-Zimroz - Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii, Zakład Geodezji i Geoinformatyki, Politechnika Wrocławska
Katarzyna Pactwa - Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii, Zakład Ekonomiki Przemysłu i Geoeconomii, Politechnika Wrocławska

W publikacji omówiono możliwości systemów GIS jako narzędzia wspomagającego gospodarkę złożami w wybranych etapach ich funkcjonowania tzn. na etapie rozpoznania i udostępniania złoża oraz na etapie zagospodarowania wyrobiska po eksploatacji kopaliny. Na podstawie literatury wykonano charakterystykę procesów związanych z poszczególnymi etapami funkcjonowania złoża, na przykładzie wybranego złoża granitu. Dla każdego z tych procesów wyszczególniono kategorie oddziaływań związanych z działalnością górnictw mających wpływ na poszczególne elementy środowiska oraz na człowieka. Do analiz wykorzystano dane przestrzenne pochodzące z wielu źródeł wskazanych w artykule. W artykule przedstawiono rezultaty analiz uwzględniające jedynie wybrane etapy funkcjonowania złoża granitu.

Słowa kluczowe: systemy GIS, gospodarka złożem, ochrona środowiska

The publication discusses the possibilities of GIS as a tool to support the deposits management in selected stages of their operation, ie. at the stage of identification and giving access to the deposit and at the stage of establishment of the excavation post mineral exploitation. Based on the available literature, characteristics of the unit processes which were related to the specific stages of functioning of the granite mine was performed. Each of these processes indicated categories of effects related to the mining works impacting the particular elements of environment and on human. In the analyzes we used spatial data from multiple sources mentioned in the article. The article presents the results of analysis taking into account only some stages of the operation granite deposits.

Keywords: GIS systems, deposits management, environmental protection

Wprowadzenie

Systemy informacji geograficznej to systemy do pozyskiwania, przechowywania, przetwarzania i prezentacji danych przestrzennych. Pojęcie GIS (z ang. *Geographic Information System*), pojawiło się w drugiej połowie ubiegłego wieku. Obecnie systemy GIS stosowane są coraz powszechniej w wielu dziedzinach, zyskując na popularności m.in. dzięki geoportalom dostępnym w sieci internet [1]. W niniejszej pracy zaprezentowane zostaną przykładowe analizy wspomagające gospodarkę złożami kopalin, rozumianą jako działalność zmierzającą do racjonalnego ich wykorzystania przy uwzględnieniu ochrony środowiska [5], gdzie przez racjonalne wykorzystanie złoża rozumie się wykorzystanie całości zasobów lub wykorzystanie zasobów w sposób przynoszący określony zysk atrakcyjny w porównaniu z innymi przedsięwzięciami [14]. W związku z powyższym systemy GIS przedstawione zostaną jako narzędzie służące maksymalizacji wykorzystania zasobów przy jednoczesnej

minimalizacji strat oraz wspomagające minimalizację szkód w środowisku. Charakterystyka problemu w oparciu o przykładową gospodarkę złożem granitu, obejmować będzie wybrane aspekty z całego cyklu życia złoża, począwszy od jego rozpoznania do rekultywacji i zagospodarowania terenów górniczych.

Wpływ zagospodarowania złoża granitu na środowisko

Projekt systemu informacji geograficznej to przedsięwzięcie złożone. Istotnym i pracochłonnym etapem powstawania systemu GIS jest budowa bazy danych przestrzennych. Jej projekt powinien być poprzedzony analizami wymagań stawianych systemowi i potrzeb, które ma zaspokajać. W prezentowanym przypadku, przed przystąpieniem do realizacji budowy bazy danych, na podstawie literatury określono jaki wpływ na poszczególne elementy środowiska i na człowieka mają kolejne etapy funkcjonowania złoża, od momentu jego rozpoznania do momentu

zagospodarowania. Wyniki umieszczono w tabeli 1.

Z literatury przedmiotu wynika, że odkrywkowa działalność górnicza związana z eksploatacją kopalin związanych takich jak granit jest różna od oddziaływania na środowisko i na człowieka pozostałych kopalin eksploatowanych odkrywkowo. Wiąże się to z tym, iż odkrywki kopalin związanych są obszarowo mniejsze, zwałowiska zewnętrzne są nieduże, zmiany hydrogeologiczne nie stanowią większego problemu. Głównymi uciążliwościami

dla środowiska i dla człowieka są wstrząsy, hałas, rozrzut odłamków skalnych oraz trudności spotykane w zagospodarowaniu odkrywki po zakończeniu jej eksploatacji.

Charakterystyka wejściowych danych przestrzennych

Po wykonaniu opisu procesów jednostkowych dokonano analizy źródeł danych wejściowych mogących zasilać opraco-

Tab. 1. Charakterystyka procesów jednostkowych w kopalni granitu, opracowanie własne na podstawie [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11]

Tab. 1. Unit processes characteristics in the granite quarry, own study based on [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11]

Rodzaj procesu jednostkowego	Opis procesu jednostkowego	Kategorie oddziaływań
Poszukiwanie złoże - odwierty	Wykonywanie prac geologicznych w celu rozpoznania i wstępnego udokumentowania złoże	Zużycie energii, drgania, hałas, degradacja terenu i szaty roślinnej
Rozpoznanie złoże - odwierty	Wykonywanie prac geologicznych na obszarze wstępnie udokumentowanego złoże	Zużycie energii, drgania, hałas, degradacja terenu i szaty roślinnej
Roboty przygotowawcze	Zespół robót koniecznych do wykonania w celu umożliwienia rozpoczęcia eksploatacji i prowadzenia gospodarki złożem w sposób zgodny z przepisami górniczymi. - ogrodzenie i zabezpieczenie terenu kopalni - roboty odkrywkowe - przygotowanie terenu pod przyjęcie nadkładu, skały płonnej i odpadów z zakładu przerobczego - odwodnienie terenu kopalni (wyróbiska i zwałowiska odpadów) - wykonanie udostępnień partii złoże przeznaczonych do eksploatacji – zdejmowanie i zwałowanie gleby i nadkładu w sposób mechaniczny i/lub za pomocą robót strzałowych (nadkład związły) - wykonanie dróg dojazdowych i technologicznych	Zużycie energii, usunięcie warstwy glebowej, zmiana morfologii i charakteru terenu (degradacja terenu), niezorganizowana emisja zanieczyszczeń pyłastych, emisja zanieczyszczeń komunikacyjnych (tlenki azotu, tlenek węgla, dwutlenek siarki, sadza, węglowodory alifatyczne)
Roboty udostępniające złoże	Roboty górnicze umożliwiające rozpoczęcie eksploatacji kopaliny - wykonanie wkopu udostępniającego z poziomami eksploatacyjnymi i pochylniami transportowymi. - urabianie ręczne młotkiem pneumatycznym lub wiertarką i ręczne klinowanie - urabianie materiałem wybuchowym (strzelanie podbierkowe, szczelinowe, w otworach krótkich) - urabianie termiczne palnikiem termicznym - urabianie mechaniczne: piłami linowymi z piaskiem lub z wkładkami diamentowymi, wrębiarkami łańcuchowymi, udarowymi lub łańcuchowo-diaamentowymi, maszynami i kombajnami tarczowymi, rozłuparkami hydraulicznymi, perforatorami	Zużycie energii, degradacja terenu, drgania, likwidacja upraw i hodowli, likwidacja infrastruktury, zmiana morfologii i charakteru terenu, wpływ na wody powierzchniowe i podziemne (zmiana struktury wód powierzchniowych i podziemnych), hałas, wibracje, niezorganizowana emisja zanieczyszczeń pyłastych, rozrzut odłamków skalnych, drgania górotworu, wydzielanie gazów postrzałowych, emisja zanieczyszczeń komunikacyjnych (tlenki azotu, tlenek węgla, dwutlenek siarki, sadza, węglowodory alifatyczne)
Eksploatacja	Eksploatacja z udostępnionych złóż kopalin przez zdjęcie zalegającego nad złożem nadkładu lub eksploatacja ze złóż zalegających bezpośrednio na powierzchni ziemi. - urabianie ręczne młotkiem pneumatycznym lub wiertarką i ręczne klinowanie - urabianie materiałem wybuchowym (strzelanie podbierkowe, szczelinowe, w otworach krótkich) - urabianie termiczne palnikiem termicznym - urabianie mechaniczne: piłami linowymi z piaskiem lub z wkładkami diamentowymi, wrębiarkami łańcuchowymi, udarowymi lub łańcuchowo-diaamentowymi, maszynami i kombajnami tarczowymi, rozłuparkami hydraulicznymi, perforatorami	Zużycie energii, deformacja powierzchni terenu (degradacja terenu), wpływ na wody powierzchniowe i podziemne, drgania, hałas, wibracje, niezorganizowana emisja zanieczyszczeń pyłastych, rozrzut odłamków skalnych, odpady, emisja zanieczyszczeń komunikacyjnych (tlenki azotu, tlenek węgla, dwutlenek siarki, sadza, węglowodory alifatyczne)

Rodzaj procesu jednostkowego	Opis procesu jednostkowego	Kategorie oddziaływań
Transport bloków z wyrobiska	Zespół czynności związanych z przemieszczeniem w odpowiednim czasie na obszarze kopalni urabianej kopaliny, nadkładu i innych ładunków z jednego miejsca w inne przy wykorzystaniu właściwie dobranych środków technicznych i organizacyjnych takich jak: - poduszki pneumatyczne lub wodne - rozsuwnik mechaniczny - urządzenia wysięgnikowe z zębem - suwnica bramowa - ładowarka z łyżkami lub widłami - dźwig samochodowy i samochody technologiczne - żuraw - dźwignica linowa	Zużycie energii, zużycie oleju napędowego, hałas, niezorganizowana emisja zanieczyszczeń pylistych, emisja zanieczyszczeń komunikacyjnych (tlenki azotu, tlenek węgla, dwutlenek siarki, sadza, węglowodory alifatyczne), zanieczyszczenie powietrza
Przeróbka	Ogół procesów technologicznych, fizycznych i chemicznych, którym poddawane są wydobyte ze złoża kopaliny. - wielostopniowe linie technologiczne z łupiarkami hydraulicznymi - kruszarki - przesiewacze - przenośniki taśmowe	Zużycie energii, zużycie oleju napędowego, hałas, wibracje, zapylenie, zanieczyszczenie powietrza, emisja zanieczyszczeń komunikacyjnych (tlenki azotu, tlenek węgla, dwutlenek siarki, sadza, węglowodory alifatyczne)
Likwidacja zakładu górniczego	Roboty prowadzone w zakładzie górniczym po zakończeniu eksploatacji złoża polegające na: zabezpieczeniu lub likwidacji wyrobiska górniczego raz obiektów i urządzeń zakładu górniczego, zabezpieczeniu niewykorzystanej części złoża kopaliny, zabezpieczeniu sąsiednich złóż kopaliny, przedsięwzięciu niezbędnych środków chroniących wyrobiska sąsiednich zakładów górniczych, przedsięwzięciu niezbędnych środków w celu ochrony środowiska oraz rekultywacji gruntów i zagospodarowaniu terenów po działalności górniczej.	Zużycie energii, zużycie oleju napędowego, hałas, wibracje, zapylenie, zanieczyszczenie powietrza, emisja zanieczyszczeń komunikacyjnych (j.w.)
Rekultywacja i zagospodarowanie terenu pogórniczego	Ogół czynności prowadzących do rekultywacji wyrobisk górniczych, zwałowisk i innych terenów z uwzględnieniem obiektów po działalności górniczej - kształtowanie rzeźby terenu - regulacja stosunków wodnych - rekonstrukcja lub budowa dróg dojazdowych - ulepszenie fizyko-chemicznych lub biologicznych właściwości gruntów i wód - budowa techniczno-biologiczna skarp - wprowadzenie roślinności odtwarzającej warunki biologiczne i zabezpieczającej przed erozją powierzchniową Ponowne wykorzystanie terenów objętych działalnością górniczą.	Zmniejszenie deformacji powierzchni terenu (zmiana morfologii i charakteru terenu), zagospodarowanie gleby i nadkładu, zużycie energii i olejów napędowych, hałas, emisja zanieczyszczeń pyłowych i komunikacyjnych Po zakończeniu eksploatacji możliwe są trudności w wyborze sposobu zagospodarowania.

wywaną bazę danych przestrzennych. Dane do wykonanych analiz zebrano podczas prac studialnych prowadzonych w ramach projektu *Strategie i scenariusze technologiczne zagospodarowania i wykorzystania złóż surowców skalnych*. Prace te umożliwiły wgląd w dokumenty dotyczące zagospodarowania przestrzennego gmin, na terenie których jest zlokalizowane analizowane złożo, w dokumenty związane z ochroną środowiska takie jak np.: programy ochrony środowiska przygotowane przez poszczególne gminy i powiat oraz raporty środowiskowe opracowywane co roku przez pracowników Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska. Dane graficzne do analiz pozyskano z Państwowego Instytutu Geologicznego, z Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska oraz z Geoportalu INSPIRE.

Jako pierwsze źródło przeanalizowano dokumentację geologiczną złoża surowców skalnych, której treść określają prze-

pisy prawne dotyczące sporządzania dokumentacji geologicznej złoża kopaliny [11, 13]. W oparciu o ww. źródło sporządzono bazę zawierającą dane dotyczące:

- kryz otworów wiertniczych – lokalizacja (współrzędne XYZ) oraz nazwy otworów,
- otworów wiertniczych - dane pochodzą z profili geologicznych otworów wiertniczych – miąższość występowania poszczególnych warstw litostratygraficznych,
- ukształtowania obszaru górniczego w postaci numerycznego modelu terenu, lokalizacji wyrobisk górniczych - dane uzyskano przez wektoryzację skalibrowanej mapy sytuacyjno-wysokościowej w skali 1:2000.

Dane wymienione powyżej, określić można mianem danych podstawowych. Pochodzą one wprost z dokumentacji geologicznej, wymagają jedynie przeniesienia do tabeli

arkusza kalkulacyjnego (format *.xls), czy tak jak miało to miejsce w przypadku warstw na mapie sytuacyjno wysokościowej – digitalizacji (ostateczny zapis w formacie *.shp), co umożliwia wczytanie danych i obsługę z wykorzystaniem oprogramowania typu GIS. Zagadnienie przydatności danych pochodzących z dokumentacji geologicznej do budowy modeli 3D prezentowanych w systemie geoinformacyjnym, poruszane było w pracy [9]. Na podstawie dokonanej analizy dokumentacji geologicznych stwierdzono, że dane opisowe zawarte w dokumentacjach niosą ze sobą informacje, które mogą zasilać bazy danych przestrzennych. Stopień ich przydatności w procesie tworzenia modeli 3D określono jako niski. Przypisano im charakter ogólny, uznając, iż jedynie część z nich zostanie wykorzystana w tym celu. Spośród danych za użyteczne do budowy modeli 3D uznano dane określające: powierzchnię całkowitą złoża, ilość pokładów, grubość nadkładu, miąższość złoża, głębokość spągu oraz litologię skał otaczających. Dane graficzne dołączone do dokumentacji geologicznej miały służyć do opisu geometrii złoża. W związku z powyższym w niniejszej pracy, wymienione wyżej dane zasilili bazę, będącą wejściowym zbiorem do analiz. Wszystkie dane, w większości przypadków wykorzystane do analiz z zastosowaniem narzędzi GIS, finalnie zgromadzone zostały w geobazie.

Za kolejne źródło danych uznać należy internetowe systemy GIS. Przeglądu systemów geoinformacyjnych udostępniających dane o surowcach skalnych dokonano w pracy [1]. Zakres danych obejmuje m.in.: granice złóż, granice obszarów i terenów górniczych (z możliwością eksportu do formatów *.dxf lub *.shp), zagrożenia środowiska (hałas, zapylenie), powierzchnię i rodzaj terenów nad złożem, dane dotyczące kopaliny. Oprócz wymienionych danych graficznych pochodzących z geoportali, czy danych które mogą wzbogacić część opisową w systemie GIS, wykorzystać można dane udostępniane w specyfikacji OGC WMS¹ jako warstwy referencyjne.

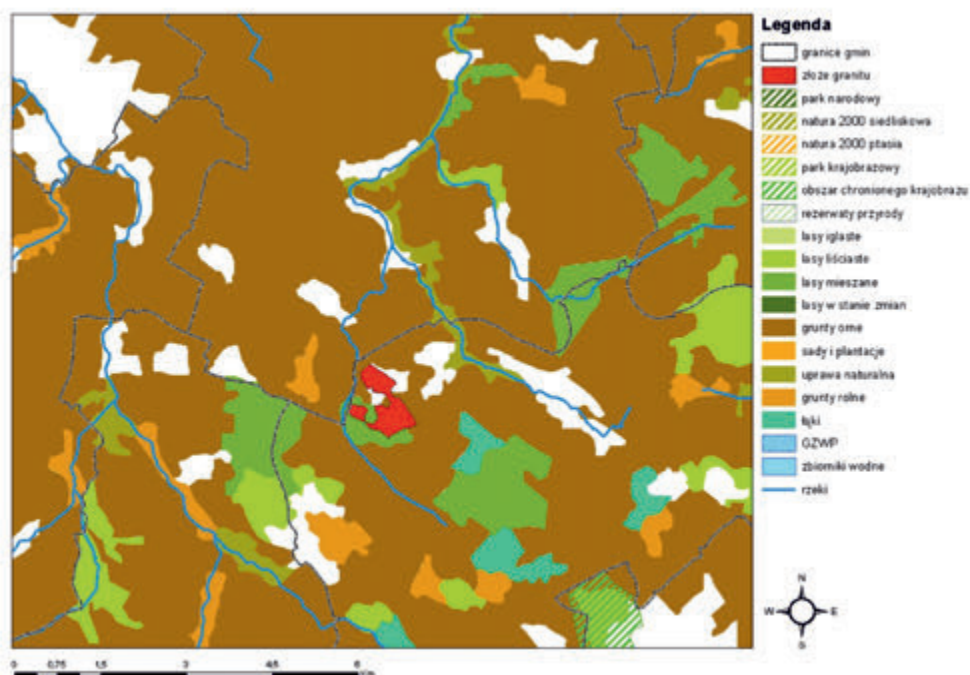
W systemie geoinformacyjnym istnieje możliwość prezentacji

dostępnych danych przestrzennych, jak również wykonywanie analiz, które dostarczają informacji z zakresu, np.:

- budowy geologicznej złoża,
- charakterystyki zagospodarowania terenu w obszarze oddziaływania złoża – pokazanie rozmieszczenia w przestrzeni oraz wzajemnego oddziaływania złoża na obiekty znajdujące się w zasięgu jego wpływu na np.: ochronę przyrody, obszary ochrony uzdrowiskowej, wody powierzchniowe i podziemne, gleby chronione, lasy chronione, obiekty zabytkowe, obiekty objęte ochroną konserwatorską, dobra materialne w tym: zabudowa mieszkalna, infrastruktura drogowa i kolejowa, obiekty dziedzictwa kulturalnego i inne,
- zmiany roślinności i drzewostanu wynikające z prowadzonej działalności górniczej – porównanie stanu przed i po eksploatacji,
- charakterystyki źródeł emisji zanieczyszczeń i emisji hałasu, np.: pracujące maszyny, transport samochodowy, przemieszczanie lub kolejowy,
- gospodarki odpadami i gospodarki wodno-ściekowej,
- kubatury nadkładu/urobku/odpadów,
- zasięgu drgań gruntu i oddziaływania dźwiękowej fali powietrznej powodowanych robotami strzałowymi oraz ruchem maszyn i urządzeń,
- strefy odrzutu odłamków skalnych,
- zasięgu stref ochronnych składów materiałów wybuchowych,
- zaplanowanie (projekt) zagospodarowania terenu pogórniczego.

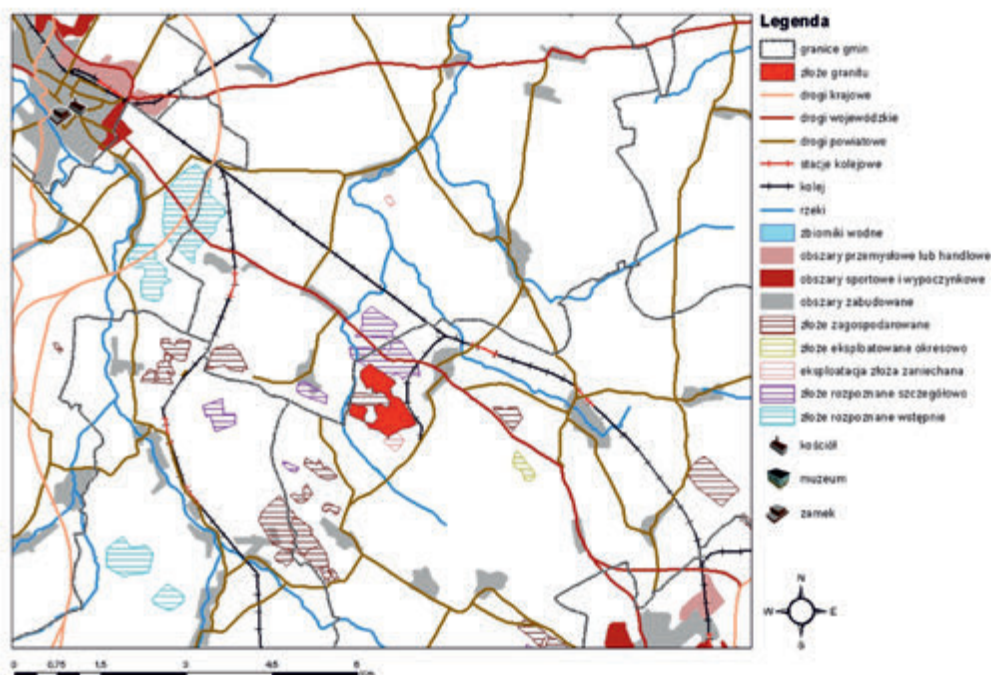
Rezultaty analiz

W systemie geoinformacyjnym można przedstawić wpływ prowadzonej działalności górniczej związanej z eksploatacją granitu od momentu rozpoznania, udostępniania i eksploatacji złoża na obiekty znajdujące się nad lub pod złożem oraz w



Rys. 1 Wybrane obiekty środowiskowe w otoczeniu złoża granitu
Fig. 1 Selected environmental objects near granite deposit

¹ Jeden ze standardów udostępniania danych organizacji OGC ang. *Open Geospatial Consortium*

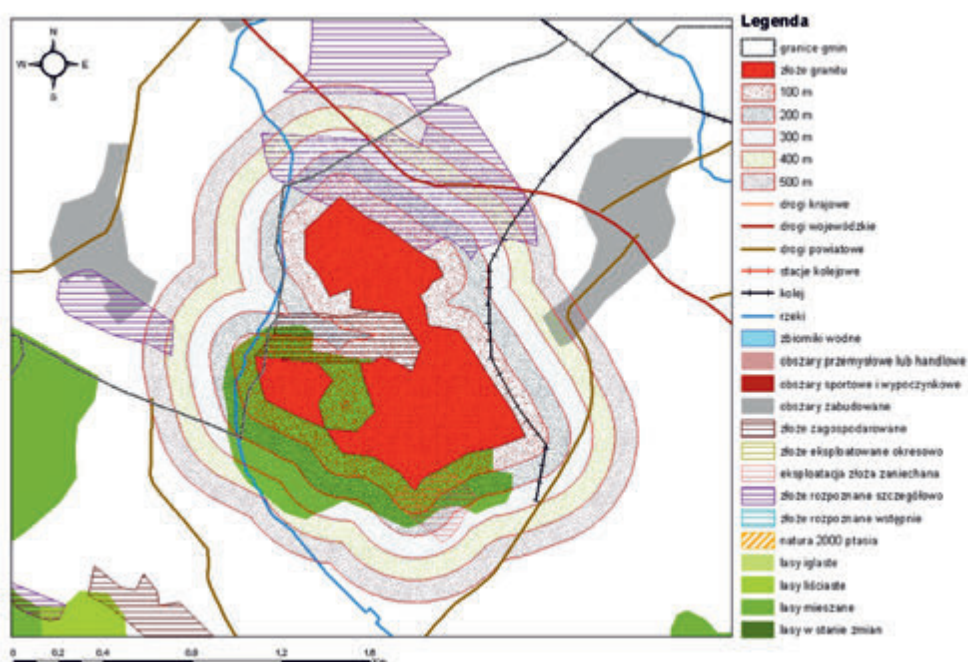


Rys. 2. Wybrane obiekty społeczne i techniczne w otoczeniu złoża granitu
Fig. 2. Selected social and technical objects near granite deposit

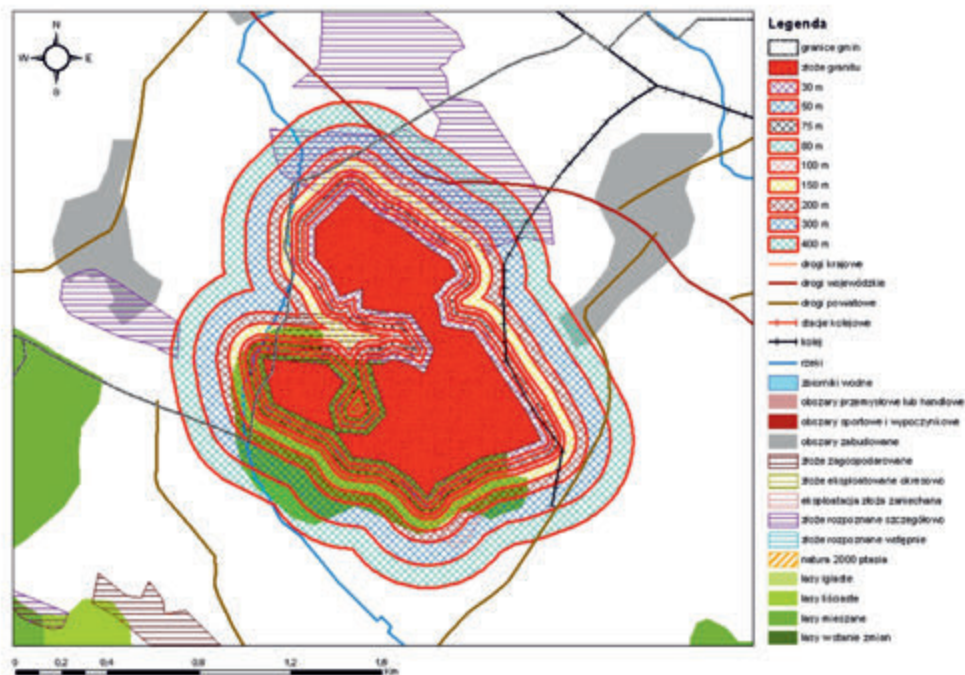
jego sąsiedztwie. W analizowanym przypadku zidentyfikowano następujące obiekty: obiekty środowiskowe, czyli lasy, obszary cenne przyrodniczo w postaci parków narodowych, parków krajobrazowych, rezerwatów przyrody, obszarów chronionego krajobrazu i obszarów Natura 2000, wody powierzchniowe i podziemne, grunty orne, łąki, pastwiska i sady, obiekty społeczne, czyli kompleksy przemysłowe i handlowe, zabudowa mieszkaniowa, cmentarze, obszary ochrony archeologicznej, obiekty objęte ochroną konserwatora zabytków oraz obiekty techniczne, czyli obiekty infrastruktury naziemnej w postaci infrastruktury drogowej i kolejowej oraz miejsca eksploatacji złóż, które podlegać mogą wpływom takich procesów jednostkowych jak: poszukiwanie i rozpoznania złoża (tab.1) Po kategoryzacji obiektów na środowiskowe, społeczne i techniczne przygotowa-

no dane w postaci warstwy tematycznej przedstawiającej przestrzenny zasięg analizowanego złoża co pozwoliło na wstępną identyfikację obiektów z wymienionych grup (las, grunty orne), na które oddziaływać będą ww. procesy (rys.1 i 2).

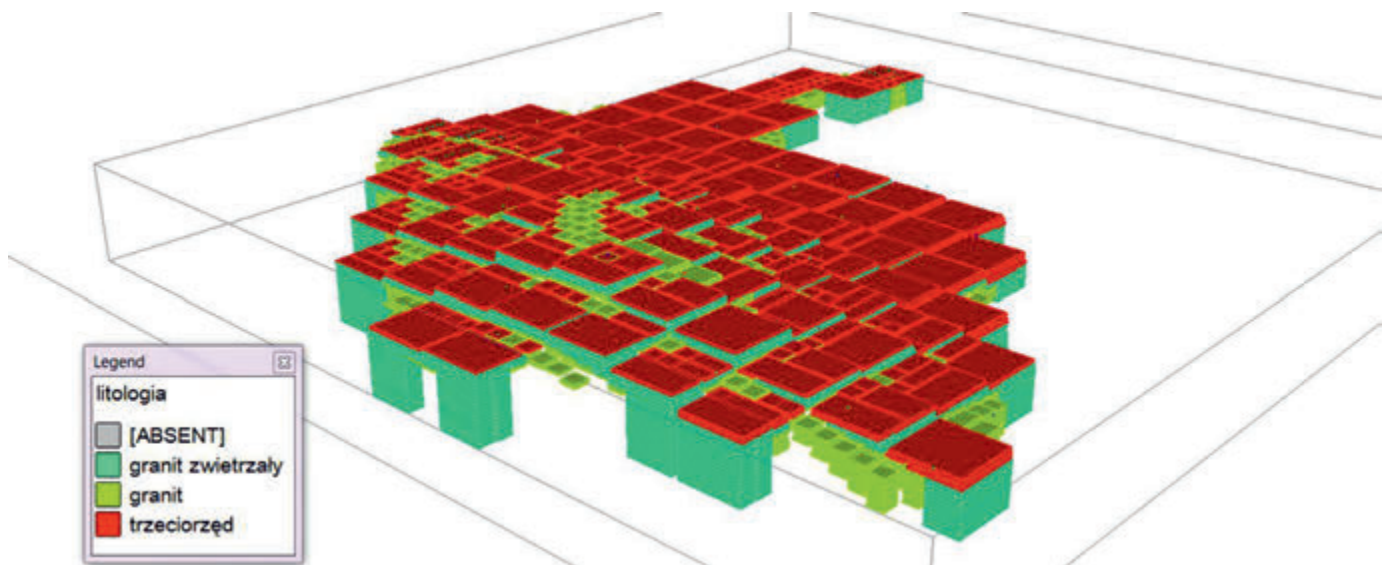
Za pomocą narzędzi dostępnych w systemach geoinformacyjnych wokół miejsc wykonywania robót strzałowych w odkrywkowych zakładach górniczych można również wyznaczyć strefy zagrożenia ze względu na działanie powietrznej fali uderzeniowej, rozrzut odłamków skalnych i drgania sejsmiczne górotworu, czyli oddziaływania występujące przy eksploatacji kopaliny. Strefy te wyznacza się na podstawie wzorów empirycznych i wytycznych zawartych w załączniku nr 4 do rozporządzenia Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 1 kwietnia 2003 roku w sprawie przechowywania i uży-



Rys. 3. Wielkość strefy zagrożenia ze względu na rozrzut odłamków skalnych
Fig. 3. Danger zone size due to the scattering of debris



Rys. 4. Wielkość strefy zagrożenia dla obiektów ze względu na drgania sejsmiczne przy strzelaniu w otworach wiertniczych
Fig. 4. Danger zone size for objects due to boreholes blasting seismic vibrations



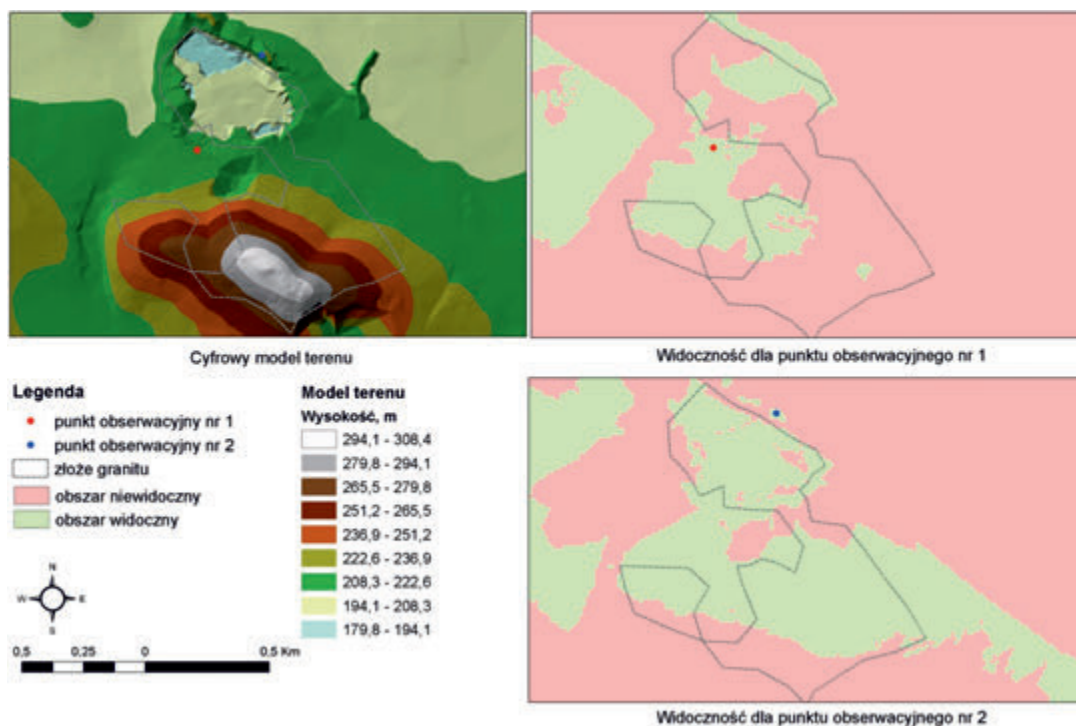
Rys. 5. Strukturalny model blokowy złoża granitu
Fig. 5. Granite deposit structural block model

wania środków strzałowych i sprzętu strzałowego w zakładach górniczych [12]. Na rysunku 3 pokazano minimalną bezpieczną wielkość strefy zagrożenia ze względu na rozrzut odłamków skalnych w zależności od metody wykonywania robót strzałowych. W analizowanym przypadku pokazano strefy rozrzutu dla wszystkich metod wykonywania robót strzałowych w celu zobrazowania przykładowego wpływu rozrzutu odłamków skalnych na otoczenie. Gdy użytkownik złoża wie jaką metodą będą prowadzone prace dotyczące wykonywania robót strzałowych to wówczas można wyznaczyć ww. strefy rozrzutu dla danej metody wykonywania robót strzałowych i dla maksymalnego ładunku materiału wybuchowego jaki będzie użyty.

Na rysunku 4 pokazano zasięg stref zagrożenia ze względu na drgania sejsmiczne przy strzelaniu w otworach wiertniczych do celów geofizycznych dla obiektów takich jak: zwarte osiedla

mieszkaniowe, budynki użyteczności społecznej i przemysłowej, obiekty gospodarcze i zabytkowe, rzeki, zbiorniki wodne, infrastruktura drogowa i kolejowa. Wielkości tych stref zostały wyznaczone dla poszczególnych wielkości ładunków wybuchowych opisanych w tabeli 5 w załączniku nr 4 do rozporządzenia [12]. We wszystkich omówionych przypadkach korzystano z narzędzia buforowanie dostępnego w oprogramowaniu ArcGIS firmy ESRI.

W oparciu o dane podstawowe (kryzy otworów wiertniczych oraz otwory wiertnicze) zapisane w formacie *.xls, zaimportowane do oprogramowania CAE Studio 3, przygotowano model terenu wraz z modelami sieciowymi powierzchni (wireframes) ilustrującymi przebieg kolejnych warstw stratygraficznych. Na tej podstawie zbudowano strukturalny model blokowy złoża, który zaprezentowano na rysunku 5.



Rys. 6. Przykładowe analizy widoczności dla dwóch wybranych punktów obserwacyjnych

Fig. 6. Viewshed analysis example for two selected observation points

W oparciu o wyżej przedstawiony model można obliczyć kubaturę nadkładu, czy wielkość zasobów.

Narzędzia geoprzetwarzania mogą również wspomagać podejmowanie decyzji związanych z wykorzystaniem wyrobiska po eksploatacji kopaliny, z zagospodarowaniem terenów pogórnich (proces jednostkowy - rekultywacja i zagospodarowanie terenu pogórnego). Projektując lokalizację obiektów rekreacyjnych takich jak: ścieżki (piesze, rowerowe, zdrowia), tereny wypoczynkowe, parki, skwery, tarasy i punkty widokowe czy obiekty kulturalne, posiadając cyfrowy model terenu podlegającego zagospodarowaniu, możemy określić atrakcyjność lokalizacji planowanego obiektu poprzez ocenę widoczności otoczenia z danego punktu obserwacyjnego. Analizy przeprowadzać można zarówno dla jednego jak i kilku punktów oraz dla obiektów liniowych. Przykład takiej analizy ilustruje rysunek 6.

Na przedstawionym przykładzie (gdy wyeksploatowana została północna część złoża) wyraźna jest różnica widoczności dla dwóch przeciwnie zlokalizowanych punktów obserwacyjnych. Analizy takie służyć mogą nie tylko wyeksponowaniu

walorów środowiskowych i zwiększeniu atrakcyjności planowanych obiektów, ale również ocenie widoczności składowisk odpadów (np. z okolicznych dróg), które mogą znajdować się w wyrobiskach górniczych.

Podsumowanie

W artykule zweryfikowano tezę, że zasadne jest wykorzystanie systemów GIS w gospodarce złożami kopaliny. Weryfikacja opiera się na analizach przeprowadzonych z wykorzystaniem danych przestrzennych pochodzących z wielu źródeł. Dotyczy ona konkretnego obiektu jakim jest złożo granitu. Przedstawione analizy nie są kompleksowym rozwiązaniem, a propozycją, która świadczy o przydatności danych przestrzennych i systemów geoinformacyjnych jako narzędzi wspomagających racjonalne wykorzystanie złóż kopaliny przy uwzględnieniu ochrony środowiska. Prezentowane przykłady odnoszą się do wybranych procesów jednostkowych (etapów funkcjonowania złoża) i stanowią podstawę do dalszych, szczegółowych rozważań w tym temacie.

Literatura

- [1] Blachowski, Jan. Górniak-Zimroz, Justyna. Pactwa, Katarzyna. *Analiza wybranych systemów geoinformacyjnych udostępniających dane o surowcach skalnych*. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, 2010, LV. 37: 17-30. ISSN 0370-0798
- [2] Burnat Bogusław, Korzeniowski Jan Izidor, *Prowadzenie ruchu zakładu górniczego*, Wrocław: Wydawnictwa i Szkolenia Górnicze Burnat&Korzeniowski, 2003, 338s, ISBN 8391939308
- [3] Czaplicka, Krystyna. Bojarska-Kraus, Małgorzata. *Zastosowanie oceny cyklu życia w przemyśle wydobywczym. Metoda szacowania ekowskaźników dla procesów jednostkowych*. Prace Naukowe GiG, Górnictwo i Środowisko, Kwartalnik, 2002, LV. 2: 5-16. ISSN 1643-7608
- [4] Fourie A., Brent Alan. *A project-based Mine Closure Model (MCM) for sustainable asset Life Cycle Management*. Journal of Cleaner Production, 2006, LV. 14: 1085-1095. ISSN 0959-6526

- [5] Glapa Wojciech, Korzeniowski Jan Izidor, *Mały leksykon górnictwa odkrywkowego*, Wrocław: Wydawnictwa i Szkolenia Górnicze Burnat&Korzeniowski, 2005, 140s, ISBN 83-919393-2-6
- [6] Hustrulid William, Kuchta Mark, *Open pit mine planning&design, Volume 1 – Fundamentals*, London/Leiden/New York/Philadelphia/Singapore: Taylor&Francis, 2006, 735s, ISBN 978-0415397629
- [7] Korzeniowski Jan Izidor, *Górnictwo odkrywkowe: ruch zakładów eksploatujących złoża kopalin*, Wrocław: Wydawnictwo Wikbest, 2010, 312s, ISBN 9788393114405
- [8] Lapcik, Vladimir. Lapcikova, Marta. *Environmental Impact Assessment of Surface Mining*. Inżynieria Mineralna, Jurnal of the polish Mineral Engineering Society, 2011, LV. 1(27): 1-10. ISSN 1640 - 4920
- [9] Pactwa, Katarzyna. Górniak-Zimroz, Justyna. Blachowski, Jan. Jurdziak, Leszek. Kawalec, Witold. Pozyskiwanie danych wejściowych do budowy systemu geoinformacyjnego złóż surowców skalnych. *Górnictwo Odkrywkowe*, 2011, LV. 52 (1/2): 110-115. ISSN 0043-2075
- [10] Popiołek Edward, *Ochrona terenów górniczych*, Kraków: Wydawnictwa Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, 2009, 298s, ISBN 9788374642293
- [11] Prawo geologiczne i górnicze ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. (Dz.U.2011.163.981)
- [12] Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 1 kwietnia 2003 r. w sprawie przechowywania i używania środków strzałowych i sprzętu strzałowego w zakładach górniczych (Dz.U.2003.72.656)
- [13] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 grudnia 2011 r. w sprawie dokumentacji geologicznej złoża kopalin (Dz.U.2011.291.1712)
- [14] <http://geoportal.pgi.gov.pl>, prezentacja autorstwa Nieć Marek, *Problemy racjonalnej gospodarki złożami kopalin*, 2013



Jordanów Stary Łom