

Wojciech NAWORYTA\*, Szymon SYPNIEWSKI\*\*

## Zagospodarowanie złoża węgla brunatnego Gubin – wybrane problemy projektowania kopalni

**STRESZCZENIE.** Zagospodarowanie złoża Gubin to przedsięwzięcie, które pod względem skali i znaczenia można porównać do budowy kopalni w Bełchatowie. Złoża Gubin i Bełchatów diametralnie się od siebie różnią jednak porównanie to jest uzasadnione ze względu na znaczenie planowanej inwestycji dla polskiego przemysłu górniczego i energetycznego. W artykule przedstawiono wybrane problemy związane z górnictwem zagospodarowaniem złoża Gubin. Zwrócono uwagę na zmianę otoczenia formalno-prawnego dla inwestycji górniczej jaka się dokonała po zmianie systemu społeczno-gospodarczego. Podkreślono znaczenie uwarunkowań przestrzennych, środowiskowych i społecznych. Przedstawiono cechy procesu projektowania – długi horyzont czasowy realizacji projektowanej inwestycji, niepewność uwarunkowań zewnętrznych i wynikające stąd trudności w ocenie opłacalności projektu. Zwrócono uwagę na wzajemne powiązanie poszczególnych elementów projektu oraz zależność czasową w procesie ich opracowania. Wykazano iteracyjny charakter procesu projektowania i wynikającą stąd konieczność częstej weryfikacji przyjętych już rozwiązań.

Jako tło do przedstawienia wybranych konkretnych problemów związanych z projektowaniem zagospodarowania złoża Gubin omówiono metody projektowania – metodę wariantów, empiryczną i kolejnych przybliżeń. Omówiono narzędzia i możliwość ich zastosowania do rozwiązywania wybranych problemów z dziedziny projektowania kopalni odkrywkowej.

Główną część pracy stanowi rozdział, w którym odniesiono się do konkretnych problemów zagospodarowania złoża Gubin. Przedstawiono założenia, na podstawie których określono wielkość rocznego wydobycia i przewidywaną ilość wydobytego węgla w całym okresie

---

\* Dr inż. – AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków; e-mail: naworyta@agh.edu.pl

\*\* Mgr inż. – Instytut Gospodarki Surowcami Mieralnymi i Energią PAN, Kraków;  
e-mail: sypniowski@min-pan.krakow.pl

funkcjonowania kopalni. Omówiono proces okonturowania wyrobiska z uwzględnieniem uwarunkowań złożowych, geotechnicznych, przestrzennych, społecznych i środowiskowych. Wymieniono kryteria wyboru lokalizacji miejsca udostępnienia złoża oraz lokalizacji zwałowiska zewnętrznego.

W podsumowaniu przedstawiono stan zaawansowania prac projektowych oraz wymieniono niektóre problemy do rozwiązania na kolejnych etapach planowania zagospodarowania złoża.

SŁOWA KLUCZOWE: górnictwo odkrywkowe, węgiel brunatny, złożo „Gubin”, projektowanie kopalń

## Wprowadzenie

Zagospodarowanie złoża Gubin to przedsięwzięcie, które pod względem znaczenia można porównać do budowy kopalni w Bełchatowie. Porównanie to, ze względu na wielkość i charakter złoża, jest trochę na wyrost, jednak na przestrzeni ostatnich 40 lat nie było w Polsce inwestycji w branży górniczo-energetycznej na tak dużą skalę. Nie jest to pierwsze podejście do budowy kopalni w tym rejonie. Równoległe z udokumentowaniem złoża w latach sześćdziesiątych pojawiały się koncepcje budowy kopalni (Program... 1982). Z różnych powodów nie doszły one do skutku. W latach siedemdziesiątych budowano Bełchatów, w latach osiemdziesiątych ze względu na warunki ekonomiczne państwo miało trudności z finansowaniem dużych inwestycji przemysłowych. Nie sprawdziły się też prognozy dotyczące wykładniczego wzrostu zapotrzebowania na energię, który nie następował ze względu na transformację ustrojową kraju, likwidację wielu nierentownych i energochłonnych gałęzi przemysłu, ale przede wszystkim z powodu rosnącej efektywności energetycznej wszystkich gałęzi gospodarki.

Zwiększone zainteresowanie złożem Gubin nastąpiło po opublikowaniu przez PIG w 2006 r. rankingu złóż węgla brunatnego (Kasiński i in. 2006). Ranking ten po raz pierwszy uwzględniał wszystkie ważne czynniki mające znaczenie dla zagospodarowania złóż w nowych warunkach społeczno-gospodarczych. Od tego momentu nastąpił wysyp inicjatyw ze strony polskich i zagranicznych inwestorów. Podejmowano próby zagospodarowania złoża nierzadko w warunkach ostrej konkurencji.

Dla zabezpieczenia możliwości eksploatacji złoża Gubin w dokumentach rządowych pt. Polityka Energetyczna Kraju do 2030r. (Polityka... 2009) oraz Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju (Koncepcja... 2011) wymieniono złożo Gubin jako bazę zasobową dla produkcji energii w celu zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju. Z kolei województwo lubuskie, na obszarze którego znajduje się złożo wprowadziło do planu wojewódzkiego ochronę terenów złoża przed zabudową. Powyższe działania na poziomie kraju i województwa znacznie przybliżają budowę kopalni jednak nie przesądają o możliwości realizacji tej inwestycji (Uberman 2011).

Współcześnie budowa nowej kopalni i elektrowni na bazie węgla brunatnego to całkiem inne zadanie niż przywołana na wstępie realizacja kombinatu bełchatowskiego w latach

siedemdziesiątych. Uwarunkowania zewnętrzne dla budowy kopalni i elektrowni diametralnie się zmieniły.

W podręcznikach do projektowania kopalń z okresu przed transformacją społeczno-gospodarczą nacisk położono na rozwiązania techniczne (np. Sulima-Samujłło 1977; Wiśniewski 1971, 1980). Pominięto kontekst uwarunkowań formalno-prawnych, środowiskowych i społecznych. Tymczasem współcześnie pozyskanie wyposażenia technicznego kopalni na globalnym rynku to wyłącznie problem środków finansowych i czasu. Prawdziwym wyzwaniem z jakim trzeba się zmierzyć jest uzyskanie koncesji na wydobywanie kopaliny ze złoża. Powodzenie procesu koncesyjnego zależy od czynników społecznych, środowiskowych, stosunków międzynarodowych, wymagań UE, jak również od zmieniającego się klimatu politycznego.

Zmiana otoczenia dla funkcjonowania górnictwa widoczna jest w czynnych kopalniach węgla brunatnego. Miejsca, gdzie kiedyś stały deski kreślarskie zajmują prawnicy, ekonomiści, specjaliści od ochrony środowiska i rekultywacji, mediatorzy, specjaliści od marketingu i kontaktu z mediami.

Projektowanie nowej kopalni ze względu na stopień planowanej ingerencji w środowisko jest procesem transparentnym (ustawa o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie... Dz. U. 2008.199.1227). Projekt konsultowany jest na wielu etapach i wielu płaszczyznach (lokalnej, regionalnej, krajowej). Propozycje i rozwiązania są przedmiotem obserwacji i krytyki ze strony zainteresowanych podmiotów, inicjatyw społecznych i organizacji pozarządowych, w tym szczególnie organizacji ekologicznych. Otoczenie dla realizacji nowej inwestycji górniczej jest dzisiaj trudne i stawia przed projektantem duże wyzwania. W ścieraniu się przeciwstawnych interesów możliwe jest wypracowanie rozwiązań kompromisowych, dzięki czemu przedsięwzięcie spotka się z akceptacją społeczną, o czym szerzej w odrębnej publikacji (Naworyta, Badera 2012).

W referacie na tle ogólnych spostrzeżeń dotyczących cech i metod projektowania przedstawiono i poddano pod dyskusję kilka wybranych problemów dotyczących projektowania odkrywkowej kopalni węgla brunatnego na złożu Gubin.

## 1. Cechy procesu projektowania

### 1.1. Długi horyzont czasowy, niepewność uwarunkowań, trudna do określenia opłacalność inwestycji

Projektowanie dużego odkrywkowego zakładu górniczego to proces wielopłaszczyznowy, skomplikowany i długotrwały (Kennedy 1990). W kopalni odkrywkowej węgla brunatnego Garzweiler w Zagłębiu Nadreńskim od decyzji o przystąpieniu do przedsięwzięcia do wbicia przysłowiowej „pierwszej łopaty” upłynęło 30 lat. Przykład ten potwierdza kompleksowość zadania i czasochłonność procesu pozyskania koniecznych decyzji i koncesji. Długi horyzont czasowy skłania do analizy problemu przez pryzmat

zmieniających się warunków – ekonomicznych, społecznych, technicznych, a także energetycznych. Jest to inwestycja długoterminowa i kosztowna; niepewna, a przez to ryzykowna. Nakłady poniesione na inwestycję zaczną się zwracać dopiero wtedy, gdy popłynie prąd z elektrowni. Zanim to nastąpi, zmieniają się zarządy inwestora, rady i wójtowie gmin, samorządy wojewódzkie, nie mówiąc o składzie sejmu, senatu i rządzie kraju.

Kopalnię wraz z elektrownią projektuje się na co najmniej kilka dekad – nierzadko okres ten przekracza pół wieku. Zatem na nowy projekt pod nazwą kompleks górniczo-energetyczny należy patrzeć jak na inwestycję długoterminową, na którą chwilowe wahania warunków zewnętrznych nie powinny mieć większego wpływu. Mimo to – wobec dalekiego horyzontu oczekiwanego zwrotu poniesionych nakładów na inwestycję oraz wielu zmiennych i nieznanych czynników decydujących o powodzeniu przedsięwzięcia – ocena jego opłacalności jest niezwykle trudna. Przy całym wachlarzu niepewności, jaki otacza taką inwestycję jedno jest niemal pewne: w nadchodzącym półwieczu energia elektryczna produkowana na bazie węgla brunatnego wciąż będzie towarem pożądanym i relatywnie tanim (Grudziński 2010).

W kontekście potrzeby zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju, co jest jednym z celów budowy kompleksu górniczo-energetycznego opłacalność takiego przedsięwzięcia jest istotnym, ale nie jedynym kryterium jego oceny.

## 1.2. Projektowanie w czasie – wzajemna zależność poszczególnych elementów projektu

Na proces projektowania kopalni odkrywkowej składa się wiele etapów, które powiązane są siecią wzajemnych zależności (Hustrulid, Kuchta 2006). Analiza złoża poprzedza jego okonturowanie, dobór maszyn wpływa na kształt wyrobiska, zasięg wyrobiska zależy od warunków geotechnicznych, kształt wyrobiska determinuje sposób odwadniania. Prognoza oddziaływania na środowisko opiera się na projekcie eksploatacji i jednocześnie w sposób zwrotny wpływa na jej zasięg i sposób jej prowadzenia. Ze względu na wymienione zależności trudno wyobrazić sobie przyspieszenie procesu projektowania przez pominięcie jednego z etapów. Elementy projektu powiązane są zależnością szeregową, a więc długość całego procesu projektowania zależy od sumarycznego tempa realizacji poszczególnych jego etapów. Innymi słowy – nie jest możliwa intensyfikacja działań przez wykonywanie kilku etapów jednocześnie.

## 1.3. Iteracyjny charakter procesu projektowania

Po osiągnięciu pewnego stanu zaawansowania projektu może okazać się, że niezbędna jest zmiana założeń wyjściowych. Przykra konieczność częstych weryfikacji przyjętych rozwiązań występuje na każdym etapie projektowania i odnosi się do każdego elementu projektu: zasięgu eksploatacji, okonturowania złoża, wyboru miejsca udostępnienia, kierunków postępu eksploatacji złoża, kształtu wyrobiska, lokalizacji zwałowisk itp. Projektant

musi być gotowy do bardzo drastycznych zmian już przyjętych elementów opracowania. Szczególny wpływ na charakter projektowanej eksploatacji ma prognoza wpływu kopalni na środowisko. Często właśnie ze względu na przewidywane przekroczenia norm środowiskowych konieczne jest przeprowadzenie pewnych etapów projektowania od początku. Brak reakcji projektanta na alarmujące prognozy oddziaływania na środowisko może skutkować fiaskiem inwestycji na etapie ubiegania się o koncesję.

## 2. Metody projektowania

### 2.1. Metoda wariantów

W procesie projektowania kopalni stosuje się metodę wariantów. Jest to naturalne, ponieważ jedno złoża można eksploatować na wiele sposobów. Wśród wielu koncepcji zagospodarowania złoża, które pojawiały się w ostatnim półwieczu nie było dwóch takich samych.

Wariantowość odnosi się właściwie do każdego etapu projektowania – okonturowania złoża, lokalizacji wkopu, lokalizacji zwałowiska, systemów odwadniania itd. Pewnym zagrożeniem wynikającym ze stosowania rozwiązań wariantowych jest ich multiplikowanie w miarę rosnącego zaawansowania projektu. Wielość przyjętych rozwiązań utrudnia wybór właściwego wariantu. Wobec mnogości kryteriów oceny poszczególnych wariantów oraz niewymiernego charakteru tych ocen, trudno sobie wyobrazić nawet taki sposób oparty na najnowocześniejszych metodach i narzędziach numerycznych, który spośród wielopoziomowego drzewa wariantów pozwoli wybrać tę jedną optymalną ścieżkę, prowadzącą do najlepszego rozwiązania. Automatyzacja tego procesu – przynajmniej na razie – jest trudna do wyobrażenia. Dla usprawnienia procesu projektowania należy na każdym etapie prac oceniać proponowane warianty i eliminować te, których zastosowanie jest mało prawdopodobne.

### 2.2. Metoda empiryczna

Do wybranych elementów kopalni można stosować schematy bazujące na rozwiązaniach stosowanych w dotychczasowej praktyce górniczej. Stosuje się rozwiązania funkcjonujące w podobnych warunkach. Takie postępowanie określa się mianem metody empirycznej. Znacznie ułatwia i przyspiesza ona proces projektowania, jednak prowadzi do konserwowania utartych schematów, co może stanowić hamulec dla innowacji. Przykładem zejścia z utartej ścieżki w historii projektowania kopalni węgla brunatnego było zastosowanie odwodnienia studziennego złoża Bełchatów albo zastosowanie powszechnego dziś transportu taśmowego w miejsce kolejowego. Stosowanie rozwiązań nowatorskich wymaga odwagi, bowiem wiąże się z określonym ryzykiem.

### 2.3. Metoda kolejnych przybliżeń

Cały proces zagospodarowania złoża to historia kolejnych przybliżeń. Począwszy od dokumentacji geologicznej, której kolejne kategorie (D, C<sub>2</sub>, C<sub>1</sub>, B) zbliżają się stopniowo do obrazu „prawdziwego złoża”, na ich bazie powstają prace studialne, koncepcje zagospodarowania, wstępne oceny opłacalności przedsięwzięcia. Projekt zagospodarowania złoża, mimo ogólnikowego i ramowego charakteru cechuje się już dużym stopniem szczególności, odnosząc się do całego czasu funkcjonowania kopalni z jej likwidacją włącznie. Plany ruchu wykonywane dla przedziałów kilkuletnich są uszczegółowieniem ramowego PZZ-tu. Dla pojedynczych elementów kopalni wykonywane są projekty techniczne. Każdy z tych etapów cechuje się większą dokładnością. Na każdym etapie pozyskuje się dodatkową informację o złożu (rozpoznanie eksploatacyjne). Niestety, najbardziej dokładną informację na temat eksploatowanego złoża przedsiębiorca nabywa dopiero wtedy, gdy złoża już nie ma.

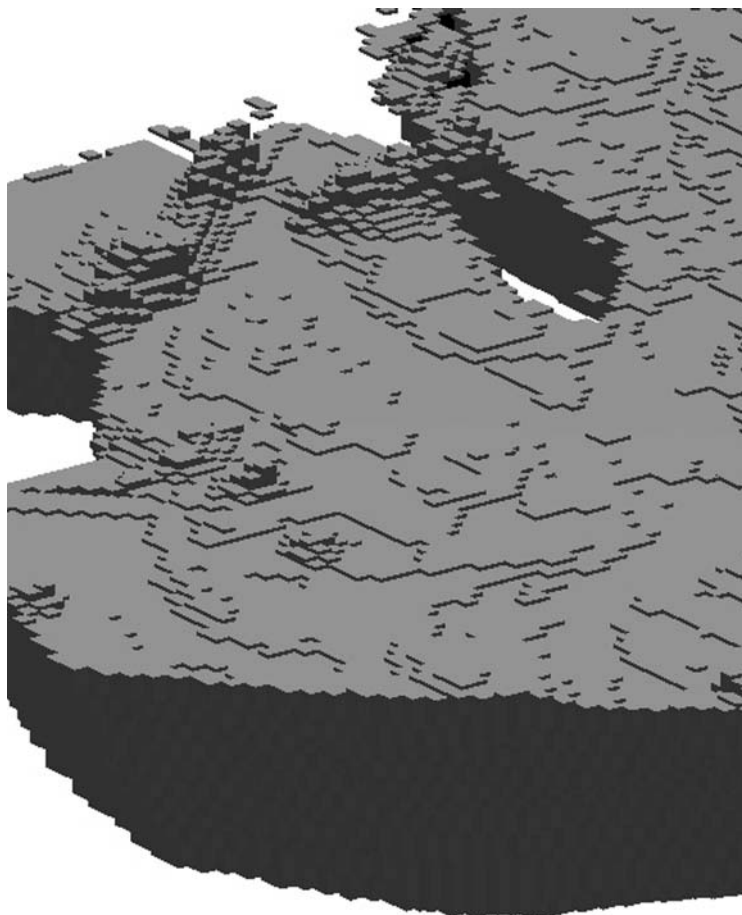
## 3. Narzędzia do projektowania

Nowoczesne narzędzia umożliwiają modelowanie numeryczne poszczególnych elementów kopalni – począwszy od modelu złoża przez model górotworu, model wyrobiska górniczego, modele układów technologicznych. Szczególne miejsce w projektowaniu ma modelowanie wpływu kopalni na środowisko – wizualizacja wpływu na krajobraz, model rozwoju leja depresji, wpływ układów technologicznych na klimat akustyczny albo modele emisji zanieczyszczeń pyłowych. Nierzadko wykorzystuje się zaawansowane metody symulacji matematycznej szczególnie do modelowania zjawisk, w których występuje wiele czynników niepewności (np. Woźniak, Jurdziak 2012; Naworyta, Benndorf 2012).

Nowoczesne narzędzia (specjalistyczny *software*) bardzo ułatwiają pracę, umożliwiając analizę różnych rozwiązań przy stosunkowo niewielkim nakładzie pracy. Warto jednak zauważyć, że najlepszy nawet komputer jest tylko tak mądry jak operator, który tę maszynę obsługuje.

Trudno sobie dzisiaj wyobrazić projektowanie kopalni węgla bez korzystania z możliwości oferowanych przez nowoczesne narzędzia z rodziny CAD czy specjalistyczne programy dedykowane specjalnie dla górnictwa (Sypniowski 2012). W przypadku niektórych zadań związanych z projektowaniem kopalni na złożu Gubin wykorzystano powszechnie znany i ceniony pakiet MicroStation (*Bentley Systems*). Analizę złoża przeprowadzono przy pomocy pakietu Isatis (*Geovariances*) – niszowego programu do analizy i modelowania danych geologicznych z użyciem metod geostatystycznych. Do budowy modelu trójwymiarowego złoża i górotworu, modelu zwałowiska, planowania długoterminowych zadań wydobywczych zastosowano pakiet Surpac (*Gemcom Software*). Dobrze przygotowany model znakomicie ułatwia obliczenia objętości utworów skalnych projektowanych do wydobycia w kolejnych etapach postępu frontów wydobywczych kopalni.

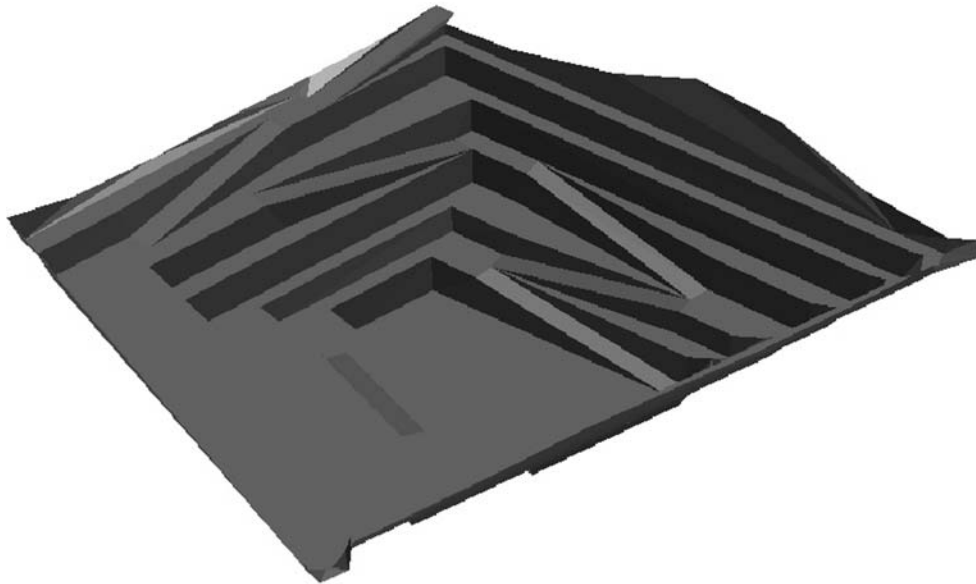
Możliwość numerycznej symulacji zdejmowanych objętości nadkładu przydaje się szczególnie wtedy, gdy konieczne jest analizowanie kilku różnych wariantów eksploatacji.



Rys. 1. Fragment modelu blokowego górotworu ograniczony powierzchnią wyrobiska i terenu

Fig. 1. A fragment of the block model of rock-mass constrained by the terrain's topography and the open pit

Korzystanie z wysublimowanych funkcji programów komputerowych jest możliwe wtedy, gdy projektant ma do dyspozycji dane o charakterze pierwotnym w postaci informacji geologicznej, modelu terenu, zdjęć lotniczych, map sytuacyjno-wysokościowych. Wprowadzenie tych danych do programu jest czynnością pracochłonną, ale od jej dokładności zależy jakość i wiarygodność efektów projektowania. Innymi słowy – błędy wykonane na tym etapie będą powielane na kolejnych etapach pracy i mogą prowadzić do błędnych i kosztownych decyzji.



Rys. 2. Trójwymiarowy model wkopu udostępniającego – przykład

Fig. 2. Three-dimensional model of the opening cut – an example

## 4. Projektowanie eksploatacji złoża Gubin – problemy wybrane

### 4.1. Zapotrzebowanie na surowiec – wielkość kopalni

Punktem wyjścia do projektowania kopalni jest określenie zapotrzebowania na surowiec pod względem ilości, jakości i czasu dostawy. W przypadku jednodokrywkowej kopalni węgla brunatnego zadanie to jest relatywnie proste – zależy od przyjętej mocy elektrowni, która ma produkować energię na bazie wydobytego węgla. Ponadto ilość zasobów przewidzianych do eksploatacji powinna wystarczyć na okres potrzebny do pełnej amortyzacji bloków energetycznych i maszyn podstawowych zakładu górniczego.

Zatem to nie wielkość złoża decyduje o mocy elektrowni, ale moc elektrowni decyduje o rocznym wydobyciu, czasie i zakresie projektowanej eksploatacji.

Moc elektrowni zależy od jej położenia w stosunku do potencjalnych odbiorców, prognozowanego zapotrzebowania na energię, od możliwości wyprowadzenia energii i wielu innych czynników, o których na podstawie własnych analiz decyduje inwestor. Założenie parametrów elektrowni jest kluczowe i pierwotne dla procesu projektowania nowej kopalni węgla brunatnego.



## 4.2. Uwarunkowania złożowe i ograniczenia zewnętrzne dla przyszłej kopalni

Projektant kopalni powinien umieć wypracować kompromis pomiędzy racjonalnym (pełnym, kompleksowym) wykorzystaniem zasobów złoża a ograniczeniami zewnętrznymi, wśród których można wymienić czynniki geologiczno-górnictwa, środowiskowe, społeczne czy formalno-prawne. Sytuacja ta w szczególności dotyczy złóż dużych, jakim jest przedmiotowe złożo Gubin. Przy tym należy zauważyć, że na tle polskich złóż węgla brunatnego złożo Gubin jawi się jako relatywnie mało konfliktowe. Relatywnie, bo przy łącznej powierzchni około 8 tys. ha, jaką w 45-letnim okresie funkcjonowania kopalni przewiduje się objąć zakresem eksploatacji, trudno będzie uniknąć konfliktów wynikających z obecnego sposobu zagospodarowania terenów złoża.

Przedmiotowe tereny charakteryzują się niską gęstością zabudowy, mało rozbudowaną infrastrukturą drogową. Mimo to projektant kopalni napotyka na wiele ograniczeń zewnętrznych (zakole Nysy Łużyckiej, rzeka Lubsza, ciąg komunikacyjny i gęsta zabudowa wzdłuż północno-wschodnich granic złoża, obszary Natura 2000 od południa i wschodu, obszary chronionego krajobrazu otaczające złożo ze wszystkich stron). Wymienione ograniczenia powodują, że ma on bardzo niewielkie możliwości manewru przy podejmowaniu ważnych decyzji w sprawie lokalizacji obiektów zakładu górnictwa – wyrobiska, zwałowiska zewnętrznego, zaplecza kopalni itp. Szerzej o ograniczeniach środowiskowych i społecznych w kontekście zagospodarowania złoża Gubin w publikacjach zamieszczonych w niniejszym numerze *Polityki Energetycznej* (Naworyta, Badera 2012; Uberman, Naworyta 2012).

## 4.3. Okonturowanie złoża – wyznaczenie zasobów przemysłowych

Czynnością pierwotną do wyznaczenia granic eksploatacji jest analiza parametrów jakościowych i strukturalnych złoża. Ze względu na ilość parametrów złoża i ich wpływ na proces wydobywania i jego opłacalność do analizy złoża przydatne są parametry syntetyczne oparte na algorytmach wiążących parametry jakościowe i strukturalne w syntetyczny parametr dający się łatwo interpretować (Naworyta, Mazurek 2010).

Dla właściwego okonturowania złoża równie istotne znaczenie mają ograniczenia przestrzenne wynikające z zagospodarowania terenów nad złożem, tj. zabudowa powierzchni, infrastruktura drogową, rurociągi, rzeki lub ograniczenia z tytułu ochrony cennych pod względem przyrodniczym obszarów.

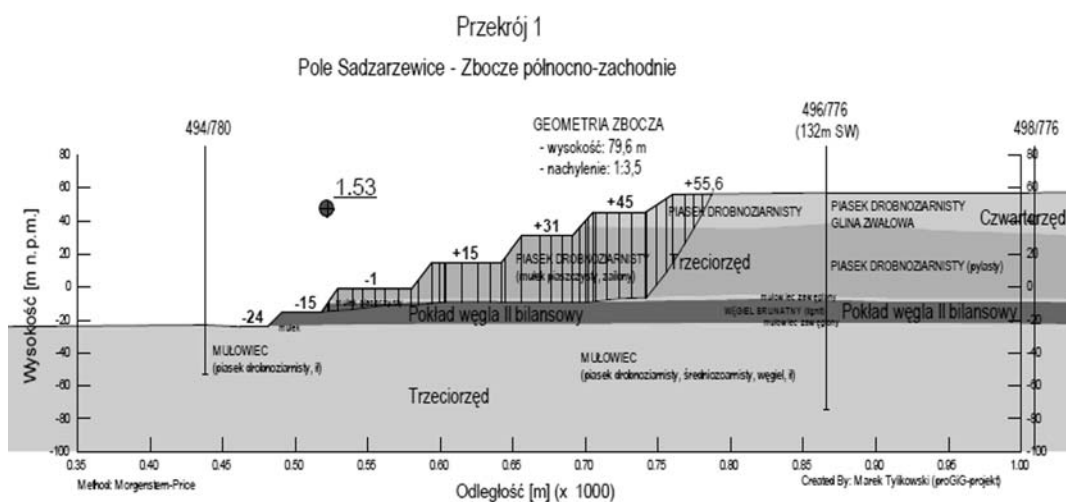
Racjonalny i ekonomicznie uzasadniony wariant okonturowania złoża powinien być zgodny z zasadą maksymalnego wykorzystania dostępnych do wydobywania zasobów przy minimalnej ingerencji w cenne elementy środowiska.

W przypadku złoża Gubin jedno z istotnych ograniczeń dla jego eksploatacji wynika z położenia obszaru ochrony siedlisk PLH 080052 Jeziora Brodzkie. Obszar ten został zgłoszony do Komisji Europejskiej we wrześniu 2009 już po wykonaniu koncepcji zagospodarowania złoża (*Prefeasibility...* 2009). Podstawowym celem ochrony są Jeziora

Brodzkie, jednak obszar Natura 2000 obejmuje również tereny podmokłe w otoczeniu rzeki Wodry zalegające nad złożem.

W celu wypracowania kompromisu pomiędzy eksploatacją i ochroną cennych siedlisk odsunięto granice wyrobiska od obszaru chronionego, a także zaprojektowano budowę ekranu szczelnego, mającego chronić cenne tereny podmokłe przed wpływem eksploatacji. Dokładną analizę uwięzionych zasobów w filarze obszaru Natura 2000 przedstawiono w osobnej publikacji (Naworyta 2011).

Kolejne przybliżenie projektowanych granic eksploatacji wynika z analiz warunków geotechnicznych. Jeżeli na podstawie obliczeń modelowych konieczne jest złagodzenie zboczy wyrobiska, a nie jest możliwe przesunięcie jego granic na zewnątrz ze względu na ograniczenia przestrzenne, to modyfikacja zboczy implikuje uwięzienie zasobów przemysłowych i konieczność ponownego ich przeliczenia. Na rysunku 3 pokazano przykładowy przekrój przez zbocze wyrobiska dla oceny jego stateczności.



Rys. 3. Analiza stateczności zbocza projektowanego wyrobiska – przykład (źródło: Projekt... 2012)

Fig. 3. Analysis of slope stability of the designed pit – an example (source: Projekt... 2012)

#### 4.4. Wybór lokalizacji wkopu udostępniającego i kierunku eksploatacji złoża

W granicach okonturowania części złoża Gubin w polach Sadzarzewice oraz Węgliny ze względu na podłużny kształt złoża i założenie jednego frontu eksploatacyjnego w praktyce możliwe są tylko dwa warianty jego udostępnienia oraz determinowane miejscem wkopu dwa kierunki eksploatacji. Przy wyborze lokalizacji wkopu udostępniającego brano pod uwagę:

- ✧ kubaturę wkopu i czas dotarcia do pokładu węgla,
- ✧ miejsce zwałowania nadkładu,

- ❖ lokalizację elektrowni,
- ❖ możliwość rozwinięcia optymalnego kierunku eksploatacji,
- ❖ konieczność minimalizacji ryzyka oddziaływania transgranicznego,
- ❖ lokalizację wyrobiska końcowego,
- ❖ ograniczenie wpływu na obiekty przyrodniczo cenne,
- ❖ umożliwienie eksploatacji kolejnych pól złoża (Mielno-Brzozów i Strzegów),
- ❖ sposób zabezpieczenia wyrobiska przed napływem wód powierzchniowych.

Na podstawie analiz zaproponowano wkop udostępniający w rejonie miejscowości Sękowice w pobliżu proponowanej lokalizacji elektrowni. Na rysunku pokazano fragment mapy wyrobiska z lokalizacją wkopu i kierunkami eksploatacji na tle dotychczasowych form zagospodarowania terenu (rys. 4).



Rys. 4. Fragment mapy z konturami wyrobiska, zwałowiska zewnętrznego na tle istniejących form zagospodarowania terenu (źródło: Projekt... 2012)

Fig. 4. A fragment of the mine map with the open pit extents and the external dump on the background of existing development (source: Projekt... 2012)

#### 4.5. Lokalizacja zwałowiska zewnętrznego nadkładu

Jednym z przykładów wpływu czynników zewnętrznych na proces projektowania może być wybór lokalizacji zwałowiska zewnętrznego. Złoże Gubin ma skomplikowaną budowę

geologiczną – pola złożowe oddzielone są od siebie głębokimi wymyciami erozyjnymi, występują liczne obszary bezwęglowe, a granice poszczególnych pól są nieregularne, co utrudnia proces projektowania. Jednocześnie obowiązujące przepisy prawa geologicznego i górniczego nie pozwalają na lokalizację zwałowiska zewnętrznego na terenie nad udokumentowanym złożem o zasobach bilansowych. W pierwotnej koncepcji (Prefeasibility ... 2009) planowano budowę dwóch niewielkich zwałowisk zewnętrznych – jednego w przestrzeni rozmyć erozyjnych pomiędzy polami złożowymi – Sadzarzewice, Węgliny, Mielno-Brzozów i Strzegów. Drugie zwałowisko miało sąsiadować z elektrownią po wschodniej stronie wyrobiska. Analizy modelowe wpływu pracy zwałowarek na klimat akustyczny wykazały jednak niebezpieczeństwo przekroczenia dopuszczalnych poziomów hałasu w miejscowościach położonych w pobliżu projektowanego zwałowiska. Prognozy emisji hałasu zostały wykonane w ramach równoległe przygotowywanego raportu oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko. Na podstawie prognoz odstąpiono od lokalizacji zwałowiska w konfliktowym terenie i zaproponowano powiększenie zwałowiska zewnętrznego w rejonie rozmycia erozyjnego. Skutkiem tego konieczne było przeprojektowanie układów technologicznych w pierwszych latach pracy kopalni i ponowne wykonanie modelu propagacji hałasu dla nowych układów.

Problem lokalizacji zwałowiska zewnętrznego jest przykładem sprzężenia zwrotnego pomiędzy pozornie niezależnymi dokumentami – projektem zagospodarowania złoża i raportem oddziaływania na środowisko. W wyniku otrzymanych informacji konieczna była zmiana w obydwu dokumentach. Przywołany przykład potwierdza iteracyjny charakter procesu projektowania.

## Podsumowanie

Projekt zagospodarowania złoża Gubin (PZZ) oraz szereg opracowań z nim związanych – m.in. Raport oddziaływania na środowisko, dokumentacja hydrogeologiczna, inwentaryzacja przyrodnicza, ocena skutków społecznych – przygotowywany jest przez specjalistów z całej Polski reprezentujących takie dziedziny jak: geologia, geotechnika, hydrogeologia, potamologia, ochrona środowiska, nauki przyrodnicze, nauki społeczne i inne.

Sam PZZ to dokument o charakterze ramowym charakteryzujący się dużym stopniem ogólności. Ze względu na zasięg projektowanej inwestycji oraz stopień przekształceń jakie nastąpią w wyniku jej realizacji konieczne jest możliwie dokładne rozwiązanie wszystkich zadań przewidzianych przepisami prawa. PZZ jako formalny załącznik do wniosku koncesyjnego w przypadku udzielenia koncesji na wydobywanie kopaliny ze złoża będzie stanowił ramy działalności kopalni w pełnym okresie jej funkcjonowania – od rozpoczęcia budowy kopalni do jej likwidacji i rekultywacji terenów poeksploatacyjnych. Mimo ogólnego charakteru, opracowane w projekcie zadania będą miały kluczowe znaczenie dla funkcjonowania nowego kompleksu górniczo-energetycznego.

Obecnie prace projektowe przebiegają wielopłaszczyznowo, wykonywane są dodatkowe badania mające zapewnić możliwie pełną wiedzę na temat przygotowywanego do eksploatacji złoża. Wśród opracowanych zagadnień wysoki priorytet mają metody minimalizacji wpływu kopalni na komponenty środowiska, w tym na obszary chronione.

Po uzyskaniu koncesji na wydobycie kopaliny ze złoża proces projektowania kopalni wejdzie na kolejny poziom szczegółowości. Wśród dokumentów o charakterze formalnym, koniecznych dla funkcjonowania kopalni, tj. planu ruchu zakładu górniczego, konieczne będzie opracowanie planów długo- i krótkoterminowych sterowania jakością urobku dla zapewnienia stabilnych parametrów jakościowych strumienia surowca podawanego do elektrowni. Utrzymanie stabilnych parametrów węgla z dwóch pokładów eksploatowanych jednocześnie będzie warunkiem osiągnięcia wysokiej efektywności produkcji energii, a to zdecyduje o konkurencyjności elektrowni w Gubinie.

## Literatura

- GRUDZIŃSKI Z., 2010 – Konkurencyjność wytwarzania energii elektrycznej z węgla brunatnego i kamiennego. *Polityka Energetyczna* t. 13, z. 2.
- HUSTRULID W., KUCHTA M., 2006 – *Open pit mine planning & design*, Vol. 1 Fundamentals. Taylor&Francis Group, Londyn.
- KASIŃSKI i in. 2006 – KASIŃSKI J.R., MAZUREK S., PIWOCKI M., 2006 – Waloryzacja i ranking złóż węgla brunatnego w Polsce. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego* Nr CLXXXVII. Warszawa.
- KENNEDY BRUCE A., 1990 – *Surface Mining*. 2nd Edition. Society for Mining, Metallurgy and Exploration Inc. Colorado.
- Koncepcja... 2011 – Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030 – załącznik do Uchwały Nr 239 Rady Ministrów z dnia 13 grudnia 2011 r. *Monitor Polski* 2012, poz. 252.
- MAZUREK S., 1997 – Cena kopaliny jako główny parametr złożowy. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi* t. 13, z. 1.
- NAWORYTA W., 2011 – Analiza uwarunkowań geologiczno-górnich oraz ograniczeń zewnętrznych dla zagospodarowania złoża węgla brunatnego Gubin. *Polityka Energetyczna* t. 14, z. 2.
- NAWORYTA W., BADERA J., 2012 – Diagnoza uwarunkowań społecznych gmin Gubin i Brody w kontekście projektowanego zagospodarowania złoża węgla brunatnego Gubin. *Polityka Energetyczna* t. 15, z. 3.
- NAWORYTA W., BENNDORF J., 2012 – Ocena dokładności geostatystycznych metod modelowania złóż pod kątem projektowania eksploatacji na podstawie jednego ze złóż węgla brunatnego. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi* t. 28, z. 1.
- NAWORYTA W., MAZUREK S., 2010 – Modelowanie cenowe złoża węgla brunatnego Gubin jako wstęp do właściwej gospodarki surowcowej. *Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN* nr 79, s. 299–314.
- NOWAK A., MODRZEJEWSKI S., 2010 – Ogólna charakterystyka stanu zagospodarowania przestrzennego oraz uwarunkowań środowiskowych w rejonie złoża węgla brunatnego Gubin. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego* Nr 138. Seria Inżynieria Środowiska 2010, Nr 18.

- Polityka... 2009 – Polityka energetyczna Polski do 2030 roku, Załącznik do uchwały nr 202/2009 Rady Ministrów z 10 listopada 2009 r.
- Prefeasibility... 2009 – Prefeasibility Study dla złoża węgla brunatnego „Gubin” i „Gubin–Zasieki–Brody”, 2009 – Fundacja dla AGH, Kraków, nie publ.
- Program... 1982 – Program rozwoju przemysłu węgla brunatnego w latach 1982–1990 i w dalszej perspektywie. Zrzeszenie Przedsiębiorstw Przemysłu Węgla Brunatnego, Wrocław 1982.
- Projekt... 2012 – Projekt Zagospodarowania Złoża węgla brunatnego Gubin, Etap I i II, 2012 – Fundacja dla AGH, Kraków, nie publ.
- SULIMA-SAMUJŁO J., 1977 – Projektowanie kopalń odkrywkowych. Cz. 1 i 2. Wyd. AGH, Kraków.
- SYPNIEWSKI S., 2012 – Produkcja informatycznie zaplanowana. Surowce i Maszyny Budowlane nr 1/2012.
- UBERMAN R., 2011 – Waloryzacja złóż węgla brunatnego dla prawnej ich ochrony. Polityka Energetyczna t. 14, z. 2.
- UBERMAN R., NAWORYTA W., 2012 – Eksploatacja złóż węgla brunatnego w warunkach ograniczeń przestrzennych i ekologicznych, studium przypadku złoża Gubin. Polityka Energetyczna t. 15, z. 3.
- WIŚNIEWSKI S., 1971 – Zasady projektowania kopalń. Część VIII – Zasady projektowania i budowy kopalń odkrywkowych. Wydawnictwo Śląsk, Katowice.
- WIŚNIEWSKI S., 1980 – Projektowanie kopalń. Część I – Kopalnie odkrywkowe. Wrocław.
- WOŹNIAK J., JURDZIAK L., 2012 – Wpływ kosztów wykupu pozwoleń na emisję CO<sub>2</sub> na wzrost ryzyka poniesienia straty przy eksploatacji studialnego złoża węgla brunatnego. Polityka Energetyczna t. 15, z. 1.

Wojciech NAWORYTA, Szymon SYPNIEWSKI

## Development of the Gubin lignite deposit – selected aspects of mine design

### Abstract

The development of the Gubin lignite deposit is a venture that can be compared to the construction of Belchatow's mine both in scale and significance. Although the Gubin and Belchatow deposits are completely different from each other, this comparison is justified because of the significance this investment represents to the Polish mining and energy sectors. This paper presents selected problems related to the mining development of the Gubin deposit. Attention has been paid to the changes in the legal and formal requirements for mining investments which were introduced after the transformation of the Polish social and economic system. The significance of spatial, environmental, and social conditionings has been underlined. Typical attributes of the mine planning process have also been presented. Those include the lengthy time horizon of the investment, uncertainty of external

conditions, and resulting difficulties in the project's economic evaluation. Focus has been placed on mutual connections between particular elements of the project and time dependences during the process of their development. The iterative character of the design process has been proven together with the resulting necessity of frequent verification of previous assumptions.

As a background for presenting selected problems related to planning the development of the Gubin lignite deposit, the article discusses the methods of design – the variants method, empirical method, and the method of consecutive approximations. Tools and the possibilities of their use for solving chosen problems related to open pit mine design have been broadly covered.

The chapter in which the authors highlight the specific problems of the Gubin deposit's development constitutes the main subject of the paper. It depicts the assumptions on which the annual production and the total extraction of lignite during the life-of-mine period have been based. The paper reviews the process of planning the full impact of the mine, which needs to take environmental, geotechnical, spatial, social, and mining conditions into account. It also indicates the criteria for choosing the location of the opening cut and the external dump.

The summary presents the current state of the mine design progress together with some problems that will need to be solved during the next stages of the deposit's development.

KEY WORDS: open-pit mining, lignite, Gubin deposit, mine design