

ZŁOŻE KRUSZYWA NATURALNEGO „MIROWO II” - OBRAZ ZŁOŻA W DOKUMENTACJI GEOLOGICZNEJ A RZECZYWISTOŚĆ

THE AGGREGATE DEPOSIT „MIROWO II” - DEPOSIT REPRESENTATION BASED ON DATA COMPILED IN A GEOLOGICAL DOCUMENTATION VERSUS REALITY

Leszek Jurys, Mateusz Damrat - Państwowy Instytut Geologiczny - PIB Oddział Geologii Morza, Gdańsk

Autorzy artykułu przedstawiają porównanie obrazu złoża z dokumentacji geologicznej z obrazem rzeczywistym uzyskanym w wyniku eksploatacji. Robią to na przykładzie złoża kruszywa naturalnego „Mirowo II” położonego niedaleko Gdańska, eksploatowanego w latach 2003 – 2014. Szczegółowe porównanie obejmuje położenie spągu złoża oraz zasobów udokumentowanych i wydobytych w poszczególnych polach obliczeniowych. W sposób ogólny odniesiono się do budowy geologicznej, genezy i metodyki wyznaczania granic złoża oraz do warunków hydrogeologicznych. W wielu przypadkach wykazano brak zgodności rzeczywistych cech złoża z poznanymi w drodze geologicznych badań rozpoznawczych, podając ich prawdopodobne przyczyny, zarówno naturalne jak i wynikające z uwarunkowań prawnych oraz przyjętej metodyki badań.

Słowa kluczowe: porównanie zasobów, wielkość wydobywania, budowa geologiczna, zmienność parametrów złoża, położenie spągu złoża

The authors present a comparison of a model of aggregate deposit which is based on data compiled in a geological documentation with one developed using data gathered during the mining phase. The collation was done using the mining site „Mirowo II” located near Gdansk, which was operated from 2003 until 2014. This detailed comparison verifies the level of the bottom boundary of the deposit and the amount of resources initially estimated with those actually excavated from each of the calculation fields. The geological structure and the origin of deposit as well as the methodology of determining the boundaries and hydrogeological conditions were broadly described. In many cases, lack of conformity between the actual characteristics of the deposit and the model based on geological investigation was demonstrated. Its most probable causes ranged from limitations related to the geology to those resulting from the legal requirements or research methods used.

Keywords: comparison of resources, the size of excavation, geological setting, variability of the deposit, level of the bottom boundary

Wstęp

Porównywanie cech złóż przedstawionych w dokumentacjach geologicznych z ich rzeczywistymi parametrami i budową geologiczną jest codziennością służb geologicznych kopalni. Ich celem jest uzyskanie wniosków o praktycznym znaczeniu dla prowadzenia robót górniczych. Znacznie rzadziej istnieje możliwość oceny zgodności obrazu całego złoża uzyskanego w wyniku prac rozpoznawczych z obrazem uzyskanym w czasie wydobywania kopaliny. Podstawową przyczyną jest długi czas eksploatacji (zwykle kilkadziesiąt lat), który dezintegrująco wpływa na gromadzone dane geologiczne. Zwykle też nie widzi się potrzeby dokonania całościowych porównań, mając świadomość, że różnice zawsze będą, a w chwili zakończenia eksploatacji stają się nieistotne. Zgodnie z przepisami, po zakończeniu eksploatacji wykonuje się dodatek do dokumentacji geologicznej rozliczający (jedynie) zasoby.

Wyjątkową okazją sprawdzenia zgodności obrazu złoża przedstawionego w dokumentacji geologicznej z obrazem

rzeczywistym była eksploatacja złoża kruszywa naturalnego „Mirowo II”.

Eksploatację kopaliny ze złoża „Mirowo II” prowadziła firma Cemex Polska Sp. z o.o. Dzięki życzliwości jej kierownictwa autorzy mieli możliwość prowadzenia obserwacji geologicznych oraz wglądu do dokumentacji mierniczo-geologicznej zakładu górniczego w tym we wszystkie sporządzane corocznie operaty ewidencyjne zasobów, w których obliczano wielkość wydobywania kopaliny w danym roku na podstawie mapy sytuacyjno-wysokościowej wyrobiska. Głównie dane z operatów wraz z obserwacjami terenowymi są podstawą porównania rzeczywistych parametrów złoża „Mirowo II” z przedstawionymi w dokumentacji geologicznej (tab. 1).

Złoże kruszywa naturalnego „Mirowo II” znajduje się w woj. pomorskim w gminie Skarszewy około 28 km na południowy wschód od Gdańska (rys. 1). Pierwsze prace poszukiwawcze kruszywa naturalnego w rejonie złoża „Mirowo II” wykonane zostały w drugiej połowie lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku w ramach regionalnych poszukiwań. Ich efektem było

Tab. 1. Złoże „Mirowo II”, wybrane parametry złoże
 Tab. 1. Deposit „Mirowo II”, the selected parameters of deposits

Rodzaj parametru	Podstawa obliczenia	Wartość minimalna	Wartość maksymalna	Wartość średnia	Odchylenie standardowe
Rzędna spągu w wielobokach Bołdyriewa w m n.p.m.	Dokumentacja geologiczna	97,0	112,8	105,4	3,5
	Eksploracja	97,9	113,5	106,4	4,0
Rzędna spągu w trójkątach obliczeniowych w m n.p.m.	Dokumentacja geologiczna	101,5	110,6	107,3	2,3
	Eksploracja	97	110,4	104,5	3,0
Wyższe położenie spągu w wielobokach Bołdyriewa w m	Eksploracja	0,1	5,9	2,2	-
Wyższe położenie spągu w trójkątach obliczeniowych w m	Eksploracja	0,1	11,1	3,5	-
Niższe położenie spągu w wielobokach Bołdyriewa w m	Eksploracja	1,0	8,3	3,1	-
Niższe położenie spągu w trójkątach obliczeniowych w m	Eksploracja	0,4	11,7	5,9	-
Miąższość złoże w wielobokach Bołdyriewa w m	Dokumentacja geologiczna	2,0	17,2	7,9	3,8
	Eksploracja*	0,7	17,2	8,9	4,0
Miąższość złoże w trójkątach obliczeniowych w m	Dokumentacja geologiczna	4,0	9,6	6,2	1,4
	Eksploracja*	1,1	18,0	7,2	5,2

* - miąższość obliczona względem położenia stropu z dokumentacji geologicznej

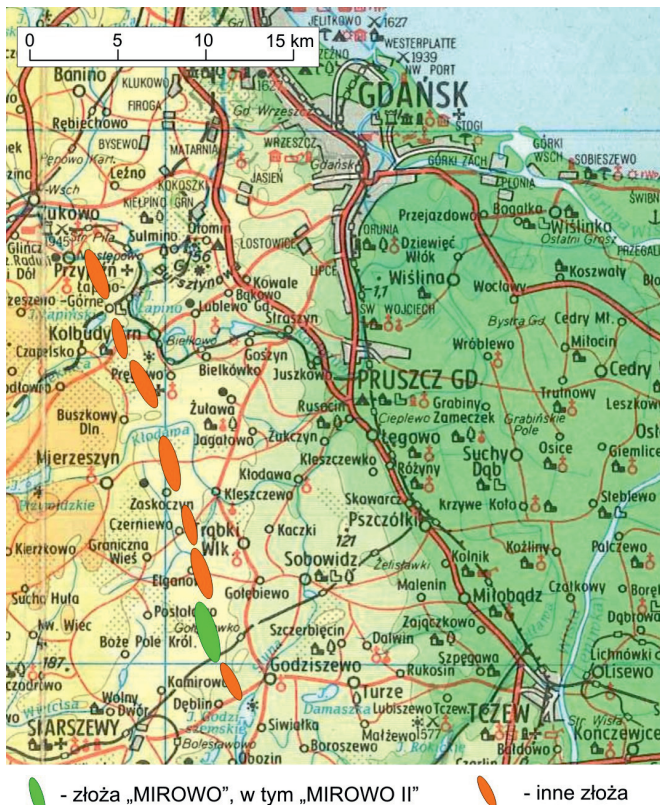
udokumentowanie w kat. C₂ złoże „Mirowo”, którego zasoby zatwierdzono w 1980 r. Pod koniec lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku podjęto prace rozpoznawcze złoże w kat. C₁ zakończone w 1990 roku zatwierdzeniem zasobów w kat. C₂, i C₁ z rozpo-

znaniem jakości kopaliny w stopniu odpowiadającym kat. B. W roku 1997 z centralnej części złoże „Mirowo” wydzielono złoże „Mirowo I” a w roku 1999 opisujące złoże „Mirowo II”.

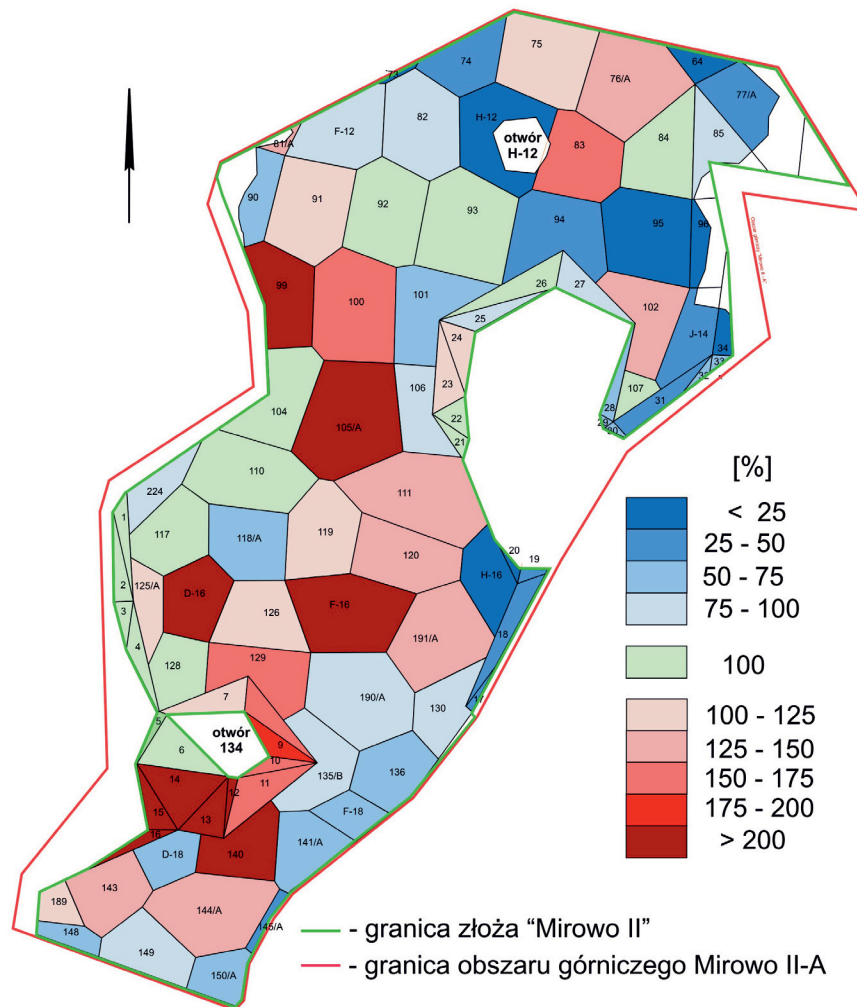
Złoże „Mirowo II” rozpoznane jest za pomocą 78 otworów wiertniczych wykonanych do głębokości od 7,0 do 20,0 m, co przy powierzchni złoże 25,5 ha daje aż 3 otwory na 1 ha (największy wielobok obliczeniowy ma powierzchnię 0,7 ha, średnio 0,3 ha). Odległości pomiędzy otworami wynoszą zwykle około 70-90 m. Rozpoznanie wydawało się być wystarczającym dla kategorii C₁. Eksploatację złoże „Mirowo II” rozpoczęto w 2003 r. W roku 2014 eksploatacja była już na ukończeniu i można było dokonać porównania danych z dokumentacji geologicznej z uzyskanymi podczas eksploatacji.

Z formalnego punktu widzenia ocena rozpoznania złoże „Mirowo II” jest utrudniona. Złoże w zasadniczym zakresie zostało udokumentowane w kat. C₁ w 1990 r. Obowiązywały wówczas inne, bardziej rygorystyczne kryteria bilansowości, wpływające na sposób określania granic złoże, a o stopniu rozpoznania decydowały głównie odległości pomiędzy otworami rozpoznawczymi oraz zakres badań laboratoryjnych kopaliny. Złoże „Mirowo II” zostało wydzielone ze złoże Mirowo w 1999 r. już w okresie funkcjonowania Ustawy prawo geologiczne i górnictwo. W wydanym na podstawie tej Ustawy „Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie szczegółowych wymagań jakim powinny odpowiadać dokumentacje geologiczne złóż kopaliny” zapisano, że stopień rozpoznania złoże w kategorii C₁ „...winien być wystarczający dla oceny wpływu przewidywanej eksploatacji złoże i użytkowania kopaliny ze złoże na środowisko; dopuszczalny błąd oszacowania średnich wartości parametrów złoże i zasobów nie powinien przekraczać 30%”.

Prawdopodobnie rozpoznanie złoże „Mirowo II” warunki te spełnia, zwłaszcza w zakresie dokładności oszacowania zasobów.



Rys. 1. Mapa lokalizacji złoże „Mirowo II”
 Fig. 1. Map of location of the deposit „Mirowo II”



Rys. 2. Złoże „Mirowo II” – porównanie wielkości zasobów udokumentowanych i wydobytych w poszczególnych polach obliczeniowych – w % zasobów udokumentowanych

Fig. 2. Deposit „Mirowo II” - comparison of the amount of resources documented and excavate from each of the calculation fields - in % of the documented resources

Najnowsze Rozporządzenie w sprawie dokumentacji geologicznej złoża kopaliny z wyłączeniem złoża węglowodorów z 2015 r. uzupełnia wymagania ogólne o to, by stopień rozpoznania był „wystarczający dla opracowania projektu zagospodarowania złoża, w tym dla szczegółowego określenia formy, budowy, tektoniki złoża i jakości kopaliny w złożu, warunków geologiczno-górnictwa eksploatacji oraz do dokonania oceny wpływu przewidywanej eksploatacji na środowisko, przy czym błąd oszacowania średnich wartości parametrów złoża i zasobów nie może przekraczać 30%”.

Eksploatacja złoża wykazała, że rzeczywiste warunki geologiczno-górnictwa były miejscami zaskakująco zmienne, podobnie jak zachowanie się wód złożowych, także po zakończeniu eksploatacji.

Porównanie parametrów i cech złoża

Porównania wartości parametrów złoża i wielkości zasobów dokonano wyłącznie w jego granicach z dokumentacji geologicznej. Nie brano pod uwagę danych pochodzących z eksploatacji poza granicami złoża.

Pionowe granice złoża a zasięg eksploatacji

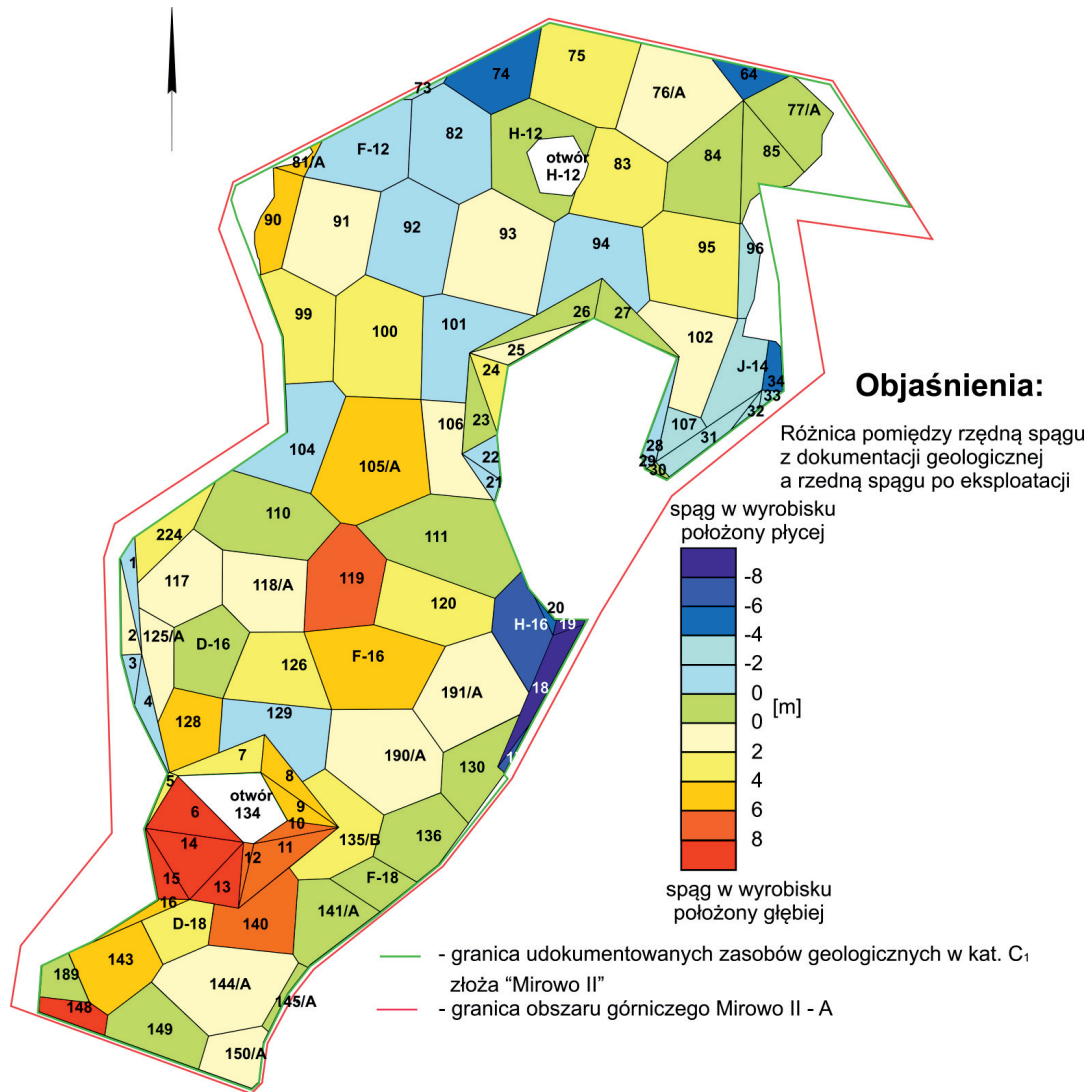
Dokumentując w kat. C₁ złożo „Mirowo” granice pionowe poprowadzono po skrajnych bilansowych otworach. Podczas wydzielania zeń złóż „Mirowo I” i „Mirowo II” nowe odcinki

granic pionowych prowadzono wzdłuż granic nieruchomości gruntowych oraz dróg i linii kolejowej. W efekcie jedynie w części wschodniej i zachodniej granicy złoża „Mirowo II” zostały określone na podstawie budowy geologicznej. Pierwotnie biegła ona po skrajnych bilansowych otworach. W roku 2004 nieco ją skorygowano interpolując jej nowy przebieg pomiędzy otworami bilansowymi a pozabilansowymi oraz negatywnymi.

Sztuczny przebieg pionowych granic złoża, wymuszony przez granice własności i zagospodarowanie terenu, sprawił, że zasięg eksploatacji jest generalnie z nimi zgodny. Tam gdzie granice złoża zostały określone na podstawie danych geologicznych zasięg eksploatacji miejscami przekracza granice złoża, mieszcząc się w granicach obszaru górnictwa. Przekroczenia te mają charakter incydentalny, także z powodu braku akceptacji ze strony organu nadzoru górnictwa.

Mają miejsce również przypadki nie wyeksploatowania części udokumentowanych zasobów. Zawsze spowodowane to było lokalnym, radykalnym pogorszeniem się warunków geologiczno-górnictwa i hydrogeologicznych.

W rezultacie wiarygodna ocena prawidłowości określenia granic złoża podczas jego dokumentowania, nie jest możliwa. Wyjątkiem jest złe określenie przebiegu granicy w południowej części złoża wokół otworu nr 134 (rys. 2) wynikające prawdopodobnie z nieprawdziwego opisu litologicznego, przez co otwór został uznany za negatywny.



Rys. 3. Złoże „Mirowo II” – porównanie położenia spągu złoże ustalonego w dokumentacji geologicznej i podczas eksploatacji w poszczególnych polach obliczeniowych

Fig. 3. Deposit „Mirowo II” - comparison of the level of the bottom boundary predicted in the geological report and that established during the extraction from each of the calculation fields

Strop i spąg złoże a zasięg eksploatacji

W dokumentacji geologicznej określono przebieg poziomych granic złoże, stropu i spągu na granicy pomiędzy piaszczysto-żwirową serią złożową a głównie gliniastymi osadami w nadkładzie i pod złożem. Wyróżniająca się litologią seria złożowa stwarzała możliwość łatwej obserwacji stropu i spągu podczas eksploatacji. Niestety w odniesieniu do stropu obserwacji tych nie dokumentowano. Jedynie w jednym miejscu gdzie zwiększona grubość nadkładu sprawiła, że strop złoże znajdował się znacznie poniżej poziomu wód gruntowych, było to odnotowane i służyło jako podstawa do rezygnacji z eksploatacji tej części złoże. W dokumentacji geologicznej powierzchnia stropu zawsze znajduje się powyżej zwierciadła wód gruntowych.

Pomiary położenia spągu złoże prowadzone były systematycznie na podstawie formalnego obowiązku obmiaru wyrobiska dla dokumentowania wielkości wydobywania. Pomiary wykonywane były metodami geodezyjnymi w ciągu roku oraz na jego koniec.

Porównania położenia spągu złoże przedstawionego w dokumentacji geologicznej i w operatach ewidencyjnych zasobów dokonywano dla każdego wieloboku i trójkąta obliczeniowego zasobów (rys. 3). W dokumentacji geologicznej położenie spągu

złoże rozpoznano wyłącznie otworami badawczymi, wokół których tworzone obliczeniowe wieloboki Bołdyriewa. Na położenie spągu w trójkątach obliczeniowych składały się dane z trzech otworów. W rezultacie w obrębie całego złoże jeden punkt pomiarowy położenia spągu przypadł na około 0,36 ha. Podczas eksploatacji złoże takich punktów pomiarowych, geodezyjnych było znacznie więcej. Zwykle w obrębie jednego wieloboku było ich co najmniej 5, a niekiedy nawet kilkanaście. Z danych tych wynika, że w 66 na 103 pola obliczeniowe spąg złoże zalegał na głębokości istotnie innej niż przewidywana w dokumentacji geologicznej. W 23 polach znajdował się płycej a w 43 głębiej (rys. 3). W wielobokach Bołdyriewa największa różnica wynosi 8,3 m, a w trójkątach aż 11,7 m. Występowanie tak dużych różnic rzeczywistego położenia spągu złoże względem położenia udokumentowanego otworami utrudniało planowanie eksploatacji i stwarzało zagrożenia dla bezpieczeństwa ruchu zakładu górniczego. Zapewne wpływało także niekorzystnie na wielkość strat eksploatacyjnych. Częstsze i większe różnice położenia spągu w odniesieniu do trójkątów obliczeniowych dają się uzasadnić ich położeniem przy granicy złoże, którą na tych odcinkach określano metodą interpolacji. Zwykle trójkąt tworzyły dwa otwory badawcze i jeden punkt interpolacyjny, ale zdarzało się, że na dwa punkty interpolacyjne



Fot. 1. Spąg wyrobiska w centralnej części złoże „Mirowo II”
Fot. 1. Bottom boundary in the central part of the deposit „Mirowo II”

przypadał jeden otwór. Największe różnice położenia spągu mają jednak miejsce w rejonie gdzie do interpolacji wzięto dane z otworu nr 134, prawdopodobnie niedowierconego (rys. 2, 3), uznanego w dokumentacji geologicznej za negatywny ze względu na małą miąższość złoże (1 m). W rzeczywistości złoże miało w tym rejonie miąższość dziesięciokrotnie większą. Poza tymi przypadkami różnice pomiędzy przewidywanym a rzeczywistym położeniem spągu w obrębi wieloboków Bołdyriewa wynikały z faktu większej niż przewidywano naturalnej zmienności.

Zmienności położenia spągu złoże przedstawionego w dokumentacji geologicznej i uzyskanego rozpoznaniem przez eksploatację (fot. 1) mają charakter losowy, przez co nie miały dużego wpływu na wartości średnich parametrów złoże i w konsekwencji na ilość zasobów (tab. 1).

Zasoby geologiczne a wielkość wydobycia i zasięg eksploatacji

Stan początkowy zasobów na 31. XII. 1998 r. („Dokumentacja geologiczna w kat. C₁ ...”) wynosił 3 872,00 tys. Mg zasobów geologicznych bilansowych w kat. C₁.

W 2004 roku sporządzony został „Dodatek nr 1 do Dokumentacji geologicznej w kat. C₁ złoże kruszywa naturalnego Mirowo II (powiększający stan zasobów)” na dzień 31. grudnia 2003 r. Zasoby bilansowe po uwzględnieniu przyrostu 329,61 tys. Mg i ubytku 216,62 tys. Mg. (w wyniku wydobycia w 2003 r.) wynosiły 3 986,00 tys. Mg zasobów geologicznych

bilansowych w kat. C₁.

Łączna ilość udokumentowanych zasobów geologicznych w kat. C₁ wynosiła **4 202,62 tys. Mg**.

W następnych latach, do roku 2015 włącznie, sporządzane były operaty ewidencyjne zasobów.

Ubytek zasobów wynikający z płytszego położenia spągu wyniósł około 821,72 tys. Mg (19,6 % zasobów udokumentowanych). Przyrost zasobów w miejscach gdzie spąg zalegał głębiej wyniósł około 740,63 tys. Mg (17,6 % zasobów udokumentowanych) (rys. 2).

W rejonie otworu H-12 oraz na północnym, południowo-zachodnim i wschodnim krańcu złoże znajdują się niewielkie obszary o łącznej powierzchni około 1,78 ha, z których kopaliny nie wydobywano ze względu na niekorzystne warunki geologiczno-górnice oraz zaleganie w końcowych skarpach wyrobiska. Na terenach tych pozostawiono około 283,55 tys. Mg zasobów udokumentowanej kopaliny. Łączny ubytek zasobów geologicznych bilansowych spowodowany płytszym zaleganiem spągu złoże oraz pozostawieniem nie wyeksploatowanych fragmentów złoże wynosi 1 024,15 tys. Mg, około 24 % zasobów udokumentowanych.

Poziomy zasięg eksploatacji w zasadzie odpowiada granicom złoże. Granice te przekroczone w istotnym zakresie jedynie w czterech miejscach uzyskując 215,93 tys. Mg kopaliny. Trudniej jest opisać rzeczywisty zasięg eksploatacji w pionie. Systematycznie wykonywane pomiary geodezyjne wyrobisk dokumentują jedynie położenie spągu złoże. Niestety

Tab. 2. Złoże „Mirowo II”, zasoby udokumentowane, wydobyte oraz straty
Tab. 2. Deposit „Mirowo II”, documented resources, extracted and loss

Rodzaj zasobów	Wielkość zasobów	% zasobów udokumentowanych
Zasoby udokumentowane ogółem w kat. C ₁	4 202,62 tys. Mg	100%
Zasoby wydobyte ze złoże	3 891,55 tys. Mg	92,6%
Zasoby nie wydobyte, straty	283,55 tys. Mg	6,7%
Ubytek zasobów z powodu płytszego położenia spągu złoże	821,72 tys. Mg	19,6%
Przyrost zasobów z powodu głębszego położenia spągu złoże	740,63 tys. Mg	17,6%

nie jest znane rzeczywiste położenie stropu złoża, poza jednym miejscem gdzie nie wydobywano kopaliny ze względu na zbyt dużą grubość nadkładu, znacznie większą niż wynikało to z dokumentacji geologicznej. Można jednak przypuszczać, że strop złoża w wielu miejscach znajdował się na wysokości innej niż przewidywano.

W granicach udokumentowanego złoża wydobyto 3 891,55 tys. Mg kopaliny. Wraz z zasobami pozostawionymi (283,55 tys. Mg) uzyskujemy bliską rzeczywistej wielkość zasobów **4 174,89 tys. Mg**, niemal identyczną z zasobami udokumentowanymi. Różnica wynosi zaledwie 27,73 tys. Mg (0,66 %) (tab. 2).

Ocena metod obliczenia zasobów

Zasoby złoża „Mirowo II” obliczone zostały, w różnych okresach czasu, trzema metodami. Najpierw metodą wieloboków Bołdyriewa i średniej arytmetycznej obliczone zostały zasoby złoża „Mirowo”, którego granice poprowadzono po skrajnych bilansowych otworach rozpoznawczych. Wydzielając ze złoża „Mirowo” złożo „Mirowo II” nie zmieniano metody obliczeń. Zmieniono jedynie granice części wieloboków obliczeniowych dostosowując je do nowych granic złoża. W 2004 r. nowe granice złoża, tam gdzie było to możliwe, określono metodą interpolacji. Wynikający z tego przyrost zasobów obliczono metodą trójkątów.

Niemal identyczne wielkości zasobów udokumentowanych oraz sumy zasobów wydobytych i strat w granicach złoża pozwalają sądzić, że zastosowane metody obliczenia zasobów były jak najbardziej właściwe. Jednak porównując zasoby udokumentowane i wydobyte w obrębie poszczególnych pól obliczeniowych, widoczne są duże różnice sięgające 154,7 % zasobów udokumentowanych. Różnica średnia wynosi 31,5 %. Zjawisko to nie wpłynęło na ogólną dokładność obliczenia zasobów prawdopodobnie ze względu na wielkość i losowy charakter zmian miąższości złoża, ale istotnie utrudniało planowanie wielkości eksploatacji i bieżącą ewidencję zmian zasobów. Wielokrotnie rzeczywista, roczna wielkość wydobywania nie odpowiadała ubytkowi zasobów obliczonemu na podstawie danych z dokumentacji geologicznej.

W odniesieniu do trójkątów obliczeniowych różnice te dają się wyjaśnić określeniem granic złoża metodą interpolacji, także pomiędzy otworami negatywnymi a bilansowymi. Znaczenie miał także sposób obliczenia zasobów, w którym miąższość złoża w niektórych punktach użyta była do obliczeń więcej razy niż w innych. Największe różnice wystąpiły w trójkątach utworzonych wokół „negatywnego” otworu nr 134, który w rzeczywistości okazał się być bilansowym.

Istotne różnice miąższości złoża w obliczeniowych wielobokach Bołdyriewa znajdują tylko jedno wyjaśnienie. Jest nim większa niż sądzono zmienność budowy geologicznej, zwłaszcza położenia spągu i prawdopodobnie również stropu złoża. Zatem można by uznać, iż otwory rozpoznawcze wykonano w zbyt rzadkiej siatce. Z górniczego punktu widzenia jest to wniosek słuszny. Lepsze rozpoznanie budowy geologicznej pozwoliłoby uniknąć wielu problemów z planowaniem i prowadzeniem eksploatacji. Jednak istniejące rozpoznanie złoża okazało się być właściwe dla dokładności obliczenia zasobów, spełniając ówczesne formalne wymagania.

Geneza złoża

Jak już wspomniano złożo kruszywa naturalnego „Mirowo II” jest geologicznie częścią większego złoża „Mirowo”, które jest jednym z wielu złóż kruszywa udokumentowanych w pasie równoległym do południowo-zachodniego brzegu Żuław (rys. 1).

W dokumentacji geologicznej genezę złoża określono zbyt ogólnie jako fluwioglacjalną, sandrową. Dane z otworów rozpoznawczych pozwalały na bardziej szczegółowy opis genezy, zgodny z wnioskami opartymi na obserwacjach poczynionych podczas eksploatacji.

Piaszczysto-żwirowa seria złożowa akumulowana była prawdopodobnie w wąskim obniżeniu pomiędzy czołem łądolodu wypełniającego łob Wisły a ówczesnym brzegiem wysoczyzny morenowej, którym płynęły okresowo wody roztopowe. Miejscami akumulacji fluwioglacjalnej piasków i żwirów towarzyszyła akumulacja zwałowa (wodno-morenowa), której świadectwem jest duża ilość glazów i grubych otoczków. Z taką genezą złoża wiąże się duża zmienność jego parametrów, zwłaszcza położenia spągu i stropu, a przez to miąższości złoża i grubości nadkładu.

Seria złożowa jest wieku plejstoceńskiego i była akumulowana prawdopodobnie w okresie zlodowaceń środkowopolskich. Świadczy o tym obecność w złożu zlepieńców, żwirów spojonych węglanem wapnia i tlenkami żelaza oraz manganu, a w stropie glin zwałowych, mułków zastoiskowych i piasków wodnolodowcowych.

Budowa geologiczna

Nadkład złoża stanowiły głównie gliny zwałowe o zmiennej grubości, miejscami przekraczającej 6 m. Lokalnie na glinach zalegały mułki zastoiskowe i płyty wodnolodowcowych piasków ze żwirem o niewielkiej miąższości. Na etapie dokumentowania złoża łączna grubość nadkładu wahała się od 0,3 do 6,0 m. Podczas eksploatacji lokalnie stwierdzono występowanie nadkładu o grubości przekraczającej 6 m.

Serię złożową stanowiły wodnolodowcowe piaski i żwiry akumulowane w zmiennych w czasie i przestrzeni warunkach. W konsekwencji złożo miało bardzo zmienne położenie stopu i spągu (fot. 1) oraz zmienną miąższość i jakość kopaliny. Rzędne stropu złoża (wg Dokumentacji geologicznej) wahały się od 108,4 do 119,0 m n.p.m., a rzędne spągu od 97,0 do 112,8 m n.p.m. Miąższość złoża zmieniała się od 2,0 do 17,0 m.

Udokumentowaną kopalinę cechowała niska średnia zawartość frakcji piaszczystej 49,5 % i wysoka zawartość frakcji o średnicy powyżej 31,5 mm, miejscami występującej w ilości ponad 20 %. Cechę tę potwierdziły obserwacje geologiczne prowadzone podczas eksploatacji. Rozpoznanie złoża poprzez eksploatację wykazało, że w granicach przedstawionej rozpiętości wartości jego parametrów częstość zmian była większa niż wynikało to z rozpoznania otworami. Zmienność ta miała charakter losowy.

Miejscami w serii złożowej występowały warstwy zlepieńców spojonych węglanem wapnia i tlenkami żelaza oraz manganu, nie zauważone podczas robót rozpoznawczych. Stanowiły one duże utrudnienie podczas eksploatacji złoża przy użyciu pogłębiarki.

Złożo podścielają bardzo różne osady, głównie gliny, piaski oraz mułki mioceńskie zawierające domieszkę rozartego węgla brunatnego i zielone mułki i piaski glaukonitowe prawdopodobnie paleogeńskie. Obecność osadów paleo i neogenu wskazuje na glacitektoniczne zaburzenie osadów pod złożem.

Rozpoznanie na etapie dokumentowania cech geologicz-

nych górotworu, w którym występowało złożo okazało się z formalnego i praktycznego punktu widzenia, w generalnym zakresie właściwym. Niezgodności polegały na większej niż sądzono częstotliwości zmian położenia stropu i spągu złoża oraz niestety na niewłaściwym opisie niektórych osadów nad i podłożowych. W nadkładzie mułki mylono miejscami z glinami a występujące poniżej spągu złoża brunatne, neogeńskie mułki i piaski pylaste nazwano gytą. Na etapie rozpoznania złoża nie zwrócono uwagi na występowanie w nim warstw zlepieńców znacznie utrudniających eksploatację. Błędy te usprawiedliwia w części fakt ówczesnego braku wiedzy o geologicznych cechach złóż położonych w linii równoległej do zachodniego brzegu Żuław (rys. 1).

Warunki hydrogeologiczne

Istotnymi dla eksploatacji złoża były warunki hydrogeologiczne. Na etapie dokumentowania stwierdzono występowanie wód gruntowych w północnej i środkowej części złoża, których zwierciadło nawiercono na rzędnych od 106,3 do 114,6 m n.p.m. W południowej części złoża zwierciadła wody nie nawiercono nawet na rzędnej 101,8 m n.p.m. Niestety dane te nie zostały zinterpretowane w dokumentacji geologicznej i projekcie zagospodarowania złoża.

Eksploatacja potwierdziła występowanie w północnej części złoża wód zawieszonych, które pod koniec eksploatacji spłynęły do południowej części wyrobiska, częściowo infiltrując do gruntu. Wynikiem tego było obniżenie się poziomu wody w północnej części złoża. Pierwotnie część tę wyłączono z eksploatacji właśnie ze względu na zawodnienie nadkładu i zlokalizowano na niej osadnik drobnych piasków i pyłów z przeróbki kopaliny. Obecnie, gdyby nie składowisko, kopalina mogłaby być wydobyta.

Poziom wody w wyrobisku nadal ulega zmianie. Są to prawdopodobnie zmiany sezonowe. Aktualnie zwierciadło wody w wyrobisku znajduje się na wysokości nieco poniżej 105 m n.p.m.

Wnioski

Podstawowym wnioskiem jest to, że pomimo generalnie dobrej oceny rozpoznania złoża, zwłaszcza w zakresie wielkości zasobów, można wskazać kilka zagadnień, których nie

wyjaśniono na etapie dokumentowania w wystarczającym stopniu.

- * Rzeczywista zmienność parametrów geologiczno – górniczych, zwłaszcza położenia stropu i spągu złoża była znacznie większa niż wynikało to z dokumentacji geologicznej. Utrudniało to planowanie eksploatacji i prowadziło do częstych nieplanowanych zmian w organizacji ruchu zakładu górniczego. Gdyby nie duża, przekraczająca 300 tys. Mg, roczna wielkość wydobycia mogło to także wpływać na dokładność prowadzonej ewidencji zasobów.
- * Pomimo prawdopodobnie wystarczającego rozpoznania warunków hydrogeologicznych nie dokonano pełnej ich analizy i nie wyciągnięto wniosków istotnych dla eksploatacji i rekultywacji wyrobisk. Zawodnienie wyrobisk zmieniało się w dużym zakresie podczas eksploatacji złoża, niestety także po jej zakończeniu.

Obraz złoża „Mirowo II” przedstawiony w dokumentacji geologicznej był miejscami na tyle niezgodny z rzeczywistością, że występowały problemy z planowaniem i prowadzeniem eksploatacji oraz bieżącą ewidencją zmian zasobów. Zatem rozpoznanie złoża raczej nie spełniało stawianych przez najnowsze rozporządzenie wymagań w zakresie szczegółowego określenia formy, budowy i tektoniki złoża. Jednak nie należy zapominać, że wyrobiska eksploatacyjne są również wyrobiskami rozpoznawczymi, a uzyskane z nich dane mogą, a nawet winny być uwzględniane w planowaniu robót górniczych, rozliczaniu wielkości wydobycia kopaliny i w procesie rekultywacji wyrobisk. W praktyce jest to jednak utrudnione. Plany ruchu muszą być opracowywane w oparciu o projekt zagospodarowania złoża, który z kolei powstał na podstawie dokumentacji geologicznej. Wprawdzie operaty ewidencyjne zasobów należy także wykonywać na podstawie danych z dokumentacji geologicznej – tak jest najwygodniej, ale winno się w nich przedstawiać dane o rzeczywistych parametrach złoża i kopaliny wpływających na ubytek lub przyrost zasobów.

Żadne przepisy nie wymagają kompleksowej oceny zgodności obrazu złoża przedstawionego w dokumentacji geologicznej z obrazem rzeczywistym, ale dokonanie takiego porównania byłoby w wielu przypadkach pouczające. Właściwy dla tego miejscem wydają się być dodatki do dokumentacji geologicznej sporządzane w związku z zakończeniem eksploatacji.

Literatura

- [1] Nieć M. red. *Metodyka dokumentowania złóż kopalni stałych Część I i IV*. IGSMiE Kraków. 2012
- [2] Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego w kat. C₂ Mirowo. Gdańsk. 1980
- [3] Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego w kat. C₂ i C₁ ze zbadaniem jakości kopaliny w kat. B Mirowo. Gdańsk. 1990
- [4] Dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża kruszywa naturalnego Mirowo II. Gdańsk. 1999
- [5] Dodatek nr 2 do Dokumentacji geologicznej złoża kruszywa naturalnego „MIROWO II” rozliczający zasoby w związku z zakończeniem eksploatacji wg stanu na 31 grudnia 2014 r. Gdańsk. 2015
- [6] Operaty ewidencyjne zasobów złoża kruszywa naturalnego Mirowo II ... za lata od 2003 do 2014