

WYKORZYSTANIE JEDNOLITEJ BAZY DANYCH GEOLOGICZNYCH DO TWORZENIA CYFROWEGO MODELU GEOLOGICZNEGO ZŁOŻA WĘGLA BRUNATNEGO ZŁOCZEW

USE OF GEOLOGICAL DATABASE TO ACQUISITION OF ZŁOCZEW BROWN COAL DEPOSIT GEOLOGICAL MODEL

Andrzej Borowicz, Michał Duczmal, Grażyna Ślusarczyk - Poltegor-Institut IGO, Wrocław
Ryszard Frankowski - PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S. A. Oddział KWB Bełchatów

W artykule, w sposób syntetyczny przedstawiono realizowane w ostatnich latach prace nad Jednolitą Bazę Danych Geologicznych złoża węgla brunatnego Złoczew oraz wykorzystaniem jej przy aktualnie opracowywanym cyfrowym modelu geologicznym złoża. Tworzony w systemie MineScape przestrzenny model geologiczny złoża Złoczew, zarówno odwzoruje stan wiedzy o złożu na podstawie posiadanej dziś dokumentacji geologicznej, jak i pozwoli w przyszłości na aktualizowanie go nowymi informacjami geologicznymi o złożu z odwiercanych otworów.

Słowa kluczowe: złożo węgla brunatnego, bazy danych, przestrzenny cyfrowy model złoża, zagospodarowanie złóż

In this article Uniform Geological Database of Złoczew brown coal deposit which will be applied to acquisition of geological model of this deposit was presented. This MineScape System geological model bases on actual state of geological documentation of Złoczew deposit. In the future updating of the model will be possible.

Key words: brown coal deposit, databases, numerical geological model of deposit, development of deposits

Wstęp

W latach 2010-2013 w Poltegorze - Instytucie IGO we Wrocławiu na potrzeby PGE GiEK S.A. Oddział Kopalnia Bełchatów założono bazę danych dla złoża węgla brunatnego Złoczew.

Opracowana metodyka zbierania, porządkowania i zapisu informacji zakłada dwuetapowy przebieg procesu (rys. 1):

- wprowadzanie danych uzyskiwanych w trakcie prac wiertniczych dla pojedynczego otworu geologicznego,
- gromadzenie w bazie danych geologicznych informacji dla całego złoża.

Prace nad bazą danych geologicznych

W celu umożliwienia gromadzenia i korzystania z informacji geologicznej uzyskanej z otworów wiertniczych wykonanych w rejonie złoża Złoczew w latach 1961-2012, opracowano Jednolitą Bazę Danych Geologicznych (JBDG) złoża węgla brunatnego Złoczew [3].

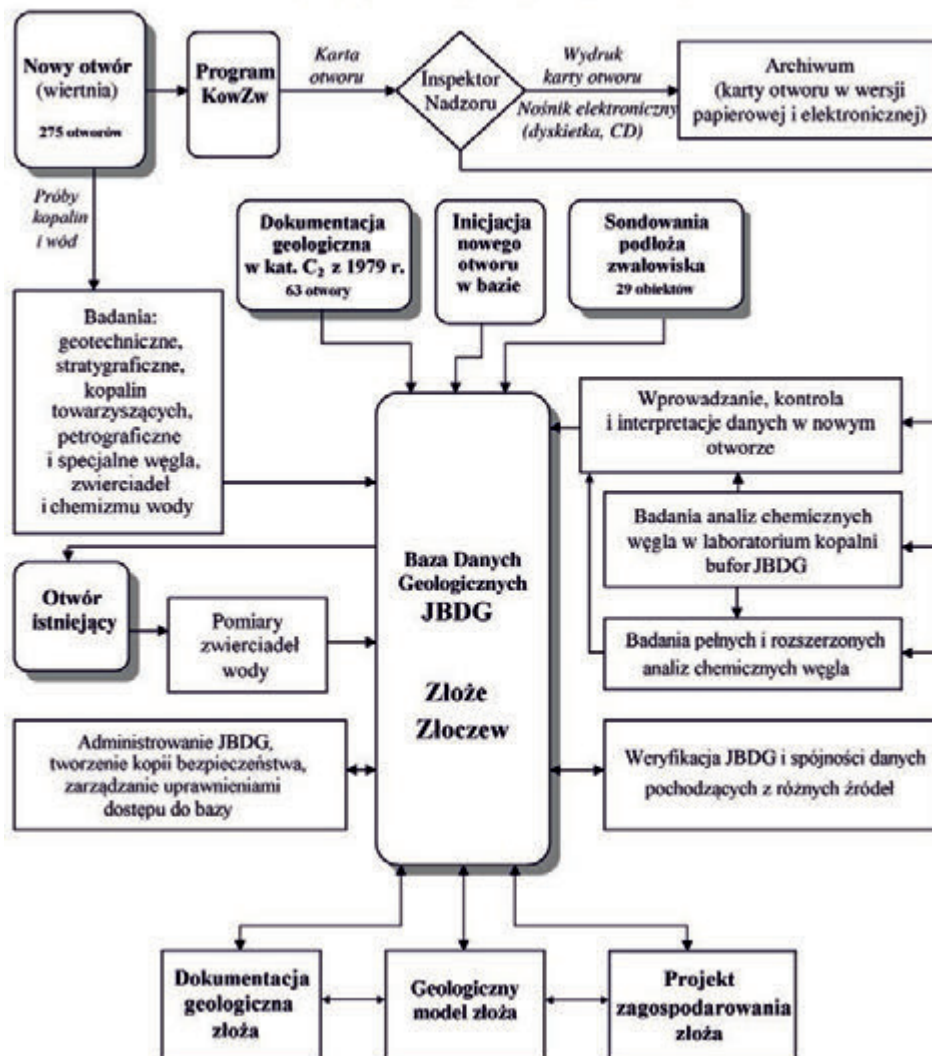
Opracowanie bazy wymagało:

- założenia struktur zbiorów Jednolitej Bazy Danych Geologicznych (JBDG) złoża węgla brunatnego Złoczew,
- opracowania założeń cyfrowego opisu złoża i tablic kodowych pozwalających na zapis informacji w bazie,

- zakodowania informacji i wprowadzenia do zbiorów materiałów dokumentujących złożo z otworów wiertniczych i punktów sondowań wraz z wynikami przeprowadzonych badań,
- wydzielenia głównych kompleksów geologicznych oraz nadanie poszczególnym warstwom z otworu wiertniczego właściwego kodu przynależnego dla danego kompleksu lito- i chronostratygraficznego według syntetycznego profilu złoża i utworzonych tablic kodowych,
- opracowania oprogramowania dla przyszłej aktualizacji zbiorów, ich weryfikacji oraz przeglądania, kreślenia przekrojów, map, a także rysowania wykresów i wykonywania różnorodnych obliczeń w oparciu o dane zawarte w zbiorach.

Do wprowadzania danych uzyskiwanych bezpośrednio w trakcie wiercenia otworu opracowano pakiet programów *KowZw*, który pozwala na wprowadzanie nowych i modyfikowanie już wprowadzonych danych źródłowych oraz stwarza środowisko jednolitego sposobu zapisu danych. Pakiet programów *KowZw* zapewnia jednoznaczność i poprawność zapisu danych, a także ich zgodność z założeniami oraz podgląd danych w postaci graficznej i tekstowej oraz wydruk „Karty Otworu Wiertniczego”. Za pomocą pakietu *KowZw* tworzona jest wersja cyfrowa otworu geologicznego umożliwiająca przesyłanie wybranych danych poza bazę JBDG. Jedną z

Schemat przepływu danych i powiązań bazy JBDG



Rys. 1. Schemat przepływu danych i powiązań JBDG złoże węgla brunatnego Złoczew
 Fig. 1. Scheme of data flow and links in JBDG of Złoczew brown coal deposit

możliwość jest przesyłanie danych do systemu geologiczno-górniczego MineScope.

Dla potrzeb prac edycyjnych i użytkowych, w bazie JBDG utworzony został pakiet programów *BdgZw*. Programy mogą być uruchamiane samodzielnie lub przez inny program z możliwością przesyłania parametrów wyboru, danych i ustawień pomiędzy nimi.

W bazie danych występują dwa typy zbiorów:

- zbiory danych z przechowywanymi informacjami pobieranymi z dokumentacji geologicznych, projektów, analiz, ekspertyz i ocen np. parametrów jakościowych złoże oraz wpływu eksploatacji złoże na środowisko,
- zbiory kodów, stanowiące słowniki umożliwiające zapis w bazie posiadanych informacji wraz z ich postacią zdekodowaną.

Podstawę cyfrowego opisu złoże Złoczew stanowi profil stratygraficzny będący syntetycznym, a zarazem schematycznym odzwierciedleniem koncepcji budowy geologicznej złoże. Oprócz usystematyzowanej informacji geologicznej, syntetyczny profil stratygraficzny zawiera również cyfrowe kody wyróżnionych kompleksów litostratygraficznych, spełniające rolę identyfikatora pozwalającego na jednoznaczną interpretację warstw geologicznych. Dla potrzeb cyfrowego modelowania złoże, zgeneralizowano opis struktury złoże,

tworząc główne kompleksy litostratygraficzne LiStrN (tab. 1). Cyfrowy opis warstw umożliwia przestrzenne odwzorowanie struktury złoże [1, 2].

Tab. 1. Główne kompleksy litostratygraficzne - LiStrN w bazie złoże węgla brunatnego Złoczew

Tab. 1. Main lithostratigraphical complexes - LiStrN in Złoczew database

| Kod | Opis |
|-----|---|
| 0 | Brak informacji |
| 10 | Czwartorzęd - Q |
| 20 | Kompleks ilasto-piaszczysty - I-P |
| 30 | Kompleks ilasto-piaszczysto-węglowy - I-P-W |
| 40 | Kompleks węglowo-węglanowy - W-W |
| 50 | Kompleks podwęglowy - P |
| 60 | Mezozoik - PM |

Dla potrzeb prac edycyjnych i użytkowych w bazie utworzony został pakiet programów *BdgZw*. Wśród nich wyróżnić można programy: aktualizacyjno-edycyjne, weryfikująco-kontrolne, przeglądające, eksportujące, graficzne, obliczeniowe oraz pomocnicze i zarządzające.

Programy służące do przeglądu i eksportu danych:

- *Przegląd* – wielowariantowy system wyszukiwania danych i przedstawiania ich w tabeli wyników, przetwarzania wtórnych danych (np. średnie ważone parametrów jakościowych, parametry statystyczne, rzędne kompleksów stratygraficznych), eksportu do plików w standardowych formatach, drukowania, przekazywania do innych używanych programów (rys. 2).
- *Mapa* – wielowariantowy system wyszukiwania danych i kreślenia na ich podstawie map. Obsługuje dane bazowe oraz dane zewnętrzne. Udostępnia standardowe mechanizmy automatycznego tworzenia map na podstawie dowolnie zestawianych parametrów, selekcji i wyglądu rysunku oraz liczne interakcyjne funkcje do tworzenia konturów, list otworów, przebiegu przekroju, izol linii itd. Umożliwia eksport wyszukanych danych.
- *Przekrój* – wielowariantowy system wyszukiwania danych i kreślenia na ich podstawie przekrojów geologicznych. Udostępnia standardowe mechanizmy automatycznego tworzenia rysunków na podstawie dowolnie zestawianych parametrów selekcji i wyglądu rysunku oraz liczne interakcyjne funkcje, np. do tworzenia dowolnych linii, obszarów zamkniętych wraz z ich stylistyką i opisami. Umożliwia eksport wyszukanych danych.
- *Tekstowe* – eksportowanie danych do plików w formacie tekstowym (ANSI).
- *Eksport/Import* – eksportowanie wybranych zbiorów bazy do plików w formacie dbf, w celu przenoszenia pomiędzy bazami umiejscowionymi na serwerach nie mających ze sobą bezpośredniego kontaktu.

Jednolita Baza Danych Geologicznych (JBDG) złoża Złoczew, umiejscowiona jest na serwerze sieciowym Kopalni Bełchatów i przechowywana w systemie MSSqlServer. Baza była tworzona od 2010 r. i rozszerzana o kolejne zbiory i po-

trzebne oprogramowanie. Dostęp do bazy mają użytkownicy zarejestrowani przez wyznaczonego w Kopalni Administratora bazy, który nadał im odpowiednie prawa dostępu do poszczególnych zbiorów i danych.

Prace nad modelem geologicznym

Geologiczną bazę danych złoża węgla brunatnego Złoczew utworzono jeszcze przed rozpoczęciem jego eksploatacji. Aktualnie, w ramach realizowanego projektu zagospodarowania złoża Złoczew, opracowywany jest cyfrowy model złoża. Realizowany jest on w systemie geologiczno-górnictwem MineScape i będzie wykorzystywany w pracach nad zagospodarowaniem złoża charakteryzującego się skomplikowaną budową geologiczną. Do tworzenia cyfrowego modelu wykorzystano dane zawarte w JBDG złoża Złoczew. Na podstawie ich analizy i w nawiązaniu do syntetycznego profilu litostratygraficznego złoża, wytypowano powierzchnie strukturalne konieczne do cyfrowego opisu warunków zalegania złoża. Są to powierzchnie erozyjne spągu czwartorzędu i spągu kompleksu ilasto-piaszczystego, a także sedimentacyjne powierzchnie stropu i spągu kompleksu węglowo-węglanowego oraz powierzchnia stropu podłoża mezozoicznego. Na potrzeby blokowego modelowania rozkładu litologii i jakości węgla w obrębie kompleksu węglowo-węglanowego, do modelu zaimplementowano również powierzchnię spągu głównego (górnego) pokładu węgla (rys. 3).

Biorąc pod uwagę potrzebę przyszłej aktualizacji modelu o nowo pozyskiwane dane, opracowano schemat postępowania dopasowany do specyficznej budowy geologicznej złoża Złoczew. Poprzez wykorzystanie bezpośredniego transferu informacji z JBDG do modelu w systemie MineScape, możliwa jest jego stopniowa rozbudowa, z ciągłym zachowaniem pełnej korelacji danych. Na obecnym etapie prac, ilość i zakres importowanych danych do modelu jest mniejsza w stosunku do

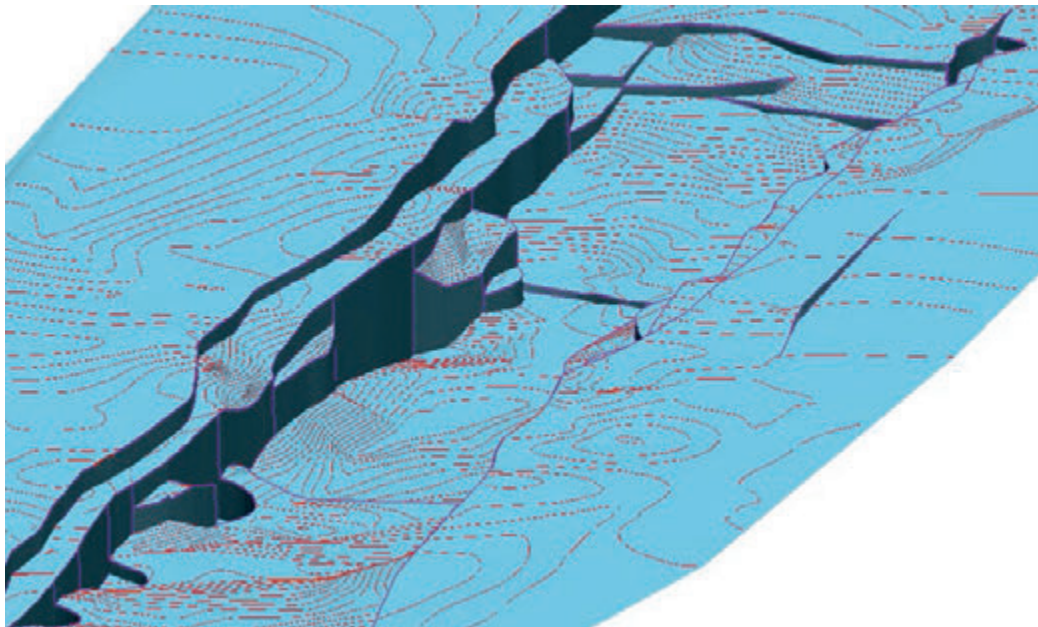
| Nazwa obiektu | Ni warstwy | Głębokości [m] | | Miejsczość [m] | Rzędne [m rpm] | | Składnik | | | Kolory | | Stratygrafia | | | Opis | |
|---------------|------------|----------------|-------|----------------|----------------|--------|----------|---------|-----------|--------|----|--------------|--------|------|------|---|
| | | Strop | Spąg | | Strop | Spąg | Główny | Łącznik | Dodatkowy | Odnier | 1 | 2 | Chrono | Lito | | Nowa lito |
| 35 | 96 | 177.0 | 207.0 | 30.0 | -11.9 | -41.9 | 418 | 20 | 95 | 0 | 0 | 0 | 26 | 41 | 40 | węgiel brunatny kuzylkowo-omiaty, w |
| 35 | 97 | 207.0 | 211.5 | 4.5 | -11.9 | -46.4 | 421 | 4 | 501 | 0 | 0 | 0 | 28 | 41 | 40 | węgiel brunatny kuzylkowo-ziemisty z rc |
| 35 | 98 | 211.5 | 216.4 | 4.9 | -46.4 | -51.3 | 501 | 19 | 414 | 0 | 0 | 0 | 27 | 42 | 40 | kretda jasiowa kremowa, łobalanie z kuz |
| 35 | 99 | 216.4 | 217.6 | 1.2 | -51.3 | -52.5 | 414 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 42 | 40 | węgiel brunatny ziemiako-kuzylkowy |
| 35 | 100 | 217.6 | 219.6 | 2.0 | -52.5 | -54.5 | 501 | 22 | 403 | 3 | 44 | 21 | 27 | 42 | 40 | kretda jasiowa jasnoczarno-kremowa, tr |
| 35 | 101 | 219.6 | 226.0 | 6.4 | -54.5 | -63.9 | 426 | 20 | 501 | 0 | 0 | 0 | 27 | 42 | 40 | węgiel brunatny kuzylkowy z wkładkami |
| 35 | 102 | 226.0 | 229.7 | 2.7 | -63.9 | -63.6 | 501 | 19 | 410 | 0 | 21 | 0 | 27 | 42 | 40 | kretda jasiowa kremowa z kuzylkami, z- |
| 35 | 103 | 229.7 | 232.2 | 2.5 | -63.6 | -67.1 | 414 | 18 | 501 | 0 | 0 | 0 | 27 | 42 | 40 | węgiel brunatny ziemiako-kuzylkowy z rc |
| 35 | 104 | 232.2 | 256.0 | 23.8 | -67.1 | -90.9 | 501 | 23 | 403 | 1 | 20 | 8 | 27 | 42 | 40 | kretda jasiowa ciemnokremowo-brązow |
| 35 | 105 | 256.0 | 260.6 | 4.6 | -90.9 | -95.5 | 418 | 23 | 501 | 0 | 0 | 0 | 28 | 43 | 40 | węgiel brunatny kuzylkowo-ziemisty, w |
| 35 | 106 | 260.6 | 261.2 | 0.6 | -95.5 | -96.1 | 80 | 14 | 437 | 0 | 11 | 0 | 50 | 50 | 50 | piasek drobnozianisty brunatny z pyłk |
| 35 | 107 | 261.2 | 263.6 | 2.4 | -96.1 | -98.5 | 320 | 17 | 412 | 0 | 20 | 8 | 50 | 50 | 50 | piasek drobnozianisty brunatny z pyłk |
| 35 | 108 | 263.6 | 266.1 | 2.5 | -98.5 | -101.0 | 510 | 0 | 0 | 0 | 44 | 21 | 81 | 81 | 60 | margiel szaro-kremowa w formie oluz |
| 35 | 109 | 266.1 | 276.0 | 9.9 | -101.0 | -110.9 | 510 | 0 | 0 | 0 | 21 | 21 | 81 | 81 | 60 | margiel popielato-kremowa w formie k |

| Rzędne głównych kompleksów litostratygraficznych dla wybranych danych ze zbioru warstw bazy Złoczew | | | | | | | | |
|---|------------------|---------------|----------------|------------|-----------|----------|---------|--------|
| Nazwa obiektu | Rzędna H [m rpm] | Głębokość [m] | Rzędne [m rpm] | | | | | |
| | | | Spąg Q | Strop KIPW | Strop KWW | Spąg KWW | Podłoże | Dno |
| 35 | 169.1 | 276.0 | 137.8 | -11.9 | -11.9 | -95.5 | -96.5 | -110.9 |
| 40 | 169.5 | 290.0 | 143.1 | -7.9 | -18.4 | -100.1 | -102.3 | -123.5 |
| 45 | 169.7 | 298.0 | 136.8 | -5.3 | -26.2 | -110.4 | -112.1 | -131.3 |

Rys. 2. Zakodowane dane litologiczne, stratygraficzne i opisy warstw geologicznych wraz z rzędnymi głównych kompleksów litostratygraficznych
Fig. 2. Encoded lithological and stratigraphical data and description of geological layers with datums of main lithostratigraphical complexes

| HOLENAME | COLLAR | COLLAR_X | COLLAR_Y | TEREN3D | TOTALDEPTH | Q_SP | KIP_SP | KIPW_SP | KWw_SP | KP_ST | PM_ST |
|----------|--------|--------------|--------------|---------|------------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
| 48_48 | 170.00 | 6 541 449.21 | 5 692 527.82 | 169.99 | 17.00 | 146.00 | 40.14 | -1.26 | 11.23 | 27.21 | 29.50 |
| 2GI | 166.20 | 6 541 456.32 | 5 694 259.46 | 166.20 | 72.20 | 143.10 | -9.32 | 18.76 | -0.25 | 79.53 | 83.10 |
| 1GI | 165.30 | 6 541 649.07 | 5 693 173.48 | 165.31 | 67.30 | 123.70 | 31.60 | 2.42 | 8.67 | 34.87 | 32.87 |
| 3GI | 165.70 | 6 541 803.44 | 5 693 936.57 | 165.74 | 33.70 | 121.80 | 0.49 | 12.40 | -0.12 | 71.87 | 70.20 |
| 1Z | 164.80 | 6 541 883.16 | 5 693 259.92 | 164.81 | 11.80 | 144.70 | 32.33 | 2.65 | 9.13 | 28.80 | 27.40 |
| 4GI | 165.80 | 6 541 907.39 | 5 693 669.25 | 165.80 | -34.20 | 143.00 | 16.00 | 7.78 | -17.30 | -17.30 | -21.00 |
| 2Z | 168.50 | 6 542 005.57 | 5 692 716.69 | 168.49 | 8.50 | 121.50 | 33.91 | -1.87 | 12.73 | 31.22 | 32.50 |
| 5GI | 165.50 | 6 542 095.26 | 5 693 336.14 | 165.50 | 21.50 | 146.10 | 37.24 | 2.46 | 6.59 | 29.11 | 29.50 |
| 9GI | 167.10 | 6 542 111.66 | 5 694 249.58 | 167.14 | 49.10 | 85.10 | -0.43 | 16.92 | -0.25 | 88.65 | 85.10 |
| 21P_2 | 167.40 | 6 542 196.28 | 5 693 970.87 | 167.37 | -32.60 | 93.40 | 3.97 | 11.29 | -0.24 | 50.19 | 49.70 |
| 1 | 165.20 | 6 542 207.26 | 5 693 909.07 | 165.23 | -90.80 | 113.90 | 5.30 | 10.14 | -72.30 | -72.30 | -76.80 |
| 48_50 | 167.00 | 6 542 232.18 | 5 692 495.58 | 167.00 | 23.50 | 137.20 | 29.12 | -3.76 | 9.29 | 27.18 | 28.40 |
| 10GI | 166.80 | 6 542 233.12 | 5 694 542.20 | 166.79 | 64.80 | 119.80 | 0.19 | 22.26 | -0.28 | 90.53 | 85.60 |
| 6GI | 167.50 | 6 542 235.75 | 5 692 815.53 | 167.50 | 7.50 | 122.10 | 29.29 | -2.70 | 12.45 | 11.72 | 21.50 |
| 7GI_P1 | 165.00 | 6 542 289.06 | 5 693 411.43 | 164.99 | 60.00 | 144.50 | 42.40 | 2.04 | 34.19 | 34.19 | 32.38 |

Rys. 3. Zapis modelu stratygraficznego złoża Złoczew w systemie MineScape
Fig. 3. Record of stratigraphical model of Złoczew deposit in MineScape System



Rys. 4. Fragment powierzchni sterującej podłoża mezozoicznego w tworzonym modelu geologicznym złoża
Fig. 4. Fragment of mesozoic basement trend surface in geological model of deposit

danych zawartych w modelu złoża węgla brunatnego Bełchatów i obejmuje informacje o wydzieleniach litostratygraficznych w otworach oraz informacje o parametrach jakościowych węgla. W przyszłości, istnieje jednak możliwość poszerzenia zakresu informacji np. o dane hydrogeologiczne czy o zabudowie otworów. W celu umożliwienia konfrontacji nowo pozyskiwanych danych z aktualną interpretacją budowy geologicznej, dla modelu tworzone są tzw. *powierzchnie sterujące* [4]. Są to izoliniowe powierzchnie, które nadają trend modelowanym warstwom. Dane z nowych otworów będą mogły być więc z nimi porównywane, wykorzystując do tego celu przekroje, mapy oraz wizualizację 3D, co pozwoli na „ręczną” modyfikację przebiegu tych powierzchni zgodną z założeniami i aktualną wiedzą o rzeczywistej budowie złoża. Taki schemat realizacji zadania daje znacznie lepsze wyniki modelowania niż wykorzystywanie jedynie możliwości programów modelujących. Jest to uzasadnione, zwłaszcza w przypadku modelowania złoża o tak skomplikowanej budowie geologicznej jakim jest złożo węgla

brunatnego Złoczew, który charakteryzuje się rozbudowanym systemem uskoków i spękań związanych z zaleganiem w rowie tektonicznym uformowanym w wyniku laramijskich ruchów tektonicznych. Przyjęty schemat realizacji, generalnie jest spójny z wypracowanym w ciągu wielu lat w Kopalni Bełchatów, schematem tworzenia i aktualizacji modelu geologiczno-górniczego złoża węgla brunatnego Bełchatów.

Tworzony obecnie cyfrowy model złoża, w wyniku zakończenia realizowanego etapu prac, będzie obejmował model warstwowy przedstawiający przebieg głównych powierzchni litostratygraficznych oraz model blokowy rozkładu klas litologicznych dla wszystkich wydzielonych kompleksów geologicznych i jakości węgla w obrębie kompleksu węglowo-węglanowego.

Wyniki prac

Jednolitą Bazę Danych Geologicznych (JBDG) złoża węgla brunatnego Złoczew stanowi 31 zbiorów, do których oprócz informacji z 338 otworów wiertniczych, wprowadzono dane z 29 sond geotechnicznych oraz z badań i pomiarów wykonywanych dla pobranych prób. Łącznie, baza JBDG złoża węgla brunatnego Złoczew zawiera dane zapisane w 55727 rekordach wraz z oprogramowaniem użytkowym około 20 programów w postaci pakietu *BdgZw* [4].

Tworzony, z wykorzystaniem JBDG, cyfrowy model geologiczny złoża węgla brunatnego Złoczew jest przestrzen-

nym odwzorowaniem wyróżnionych w złożu powierzchni erozyjnych: spągu czwartorzędu oraz spągu kompleksu ilasto-piaszczystego, a także sedymentacyjnych: powierzchni stropu i spągu kompleksu węglowo-węglanowego oraz powierzchni stropu podłoża mezozoicznego - model warstwowy. Ponadto, elementem cyfrowego modelu złoża jest model blokowy rozkładu klas litologicznych oraz jakości węgla.

Opracowany cyfrowy model złoża węgla brunatnego Złoczew zapewnia możliwość przyszłej jego aktualizacji o informacje geologiczne pozyskiwane z nowych otworów wiertniczych.

Literatura

- [1] Złoże Złoczew. Opracowanie dokumentacji syntetycznego profilu litostratygraficznego dla potrzeb kodowania i modelowania geologicznego, praca niepubl. PROGiG Wrocław, październik 2012
- [2] Opracowanie kodów lito i chronostratygraficznych dla syntetycznego profilu litostratygraficznego złoża węgla brunatnego Złoczew w poszczególnych wydzieleniach (kompleksach i subkompleksach) lito i chronostratygraficznych, praca niepubl. Poltegor-Instytut IGO Wrocław, październik 2012
- [3] Opracowanie i aktualizacja Jednolitej Bazy Danych Geologicznych (JBDG) dla złoża w rejonie miejscowości Złoczew, praca niepubl. Poltegor-Instytut IGO, Wrocław, marzec 2013
- [4] Węgiel brunatny – szanse i zagrożenia, VIII Międzynarodowy Kongres Górnictwa Węgla Brunatnego, Bełchatów 7-9 kwietnia 2014, Kraków AGH 2014



Oz turtulski

fot. Teresa Świerubska