

## BIEŻĄCE PROBLEMY GEOLOGII KOPALNIANEJ W ODKRYWKOWEJ KOPALNI WĘGLA BRUNATNEGO W BEŁCHATOWIE

UKD 55:622.332'271.3.002.2:[556.3+624.13+622.693.25+553.93(438—191.2 Bełchatów — rejon)

Problemy geologii kopalnianej wiążą się zarówno ze złożem, jak i z otaczającym go górotworem. Obejmują one zagadnienia z dziedziny hydrogeologii, geologii inżynierskiej i geologii złożowej. Terytorialnie zaś dotyczą nie tylko obszaru w granicach prowadzonej działalności górniczej, lecz także terenów przyległych, na których zaznaczają się (wywołane jej wpływem) zmiany naturalnych warunków przyrodniczych, a zwłaszcza szkodliwych następstw, wyrażonych odwadnianiem i osiadaniami terenu. Główne zadania geologii w kopalnictwie odkrywkowym dotyczą dwóch podstawowych obiektów górniczych: wyrobiska odkrywkowego i zwałów.

W kopalni „Bełchatów” obszar zainteresowań geologii kopalnianej obejmuje powierzchnie:

- samego złoża 18 km<sup>2</sup>,
- wyrobiska odkrywkowego 34 km<sup>2</sup>,
- zwałowiska 16,6 km<sup>2</sup>,
- stref bezpieczeństwa wokół odkrywki i zwałów ok. 10 km<sup>2</sup>,
- przewidywanego odwodnienia 1300 km<sup>2</sup>.

### OGÓLNE INFORMACJE O ZŁOŻU, JEGO BUDOWA GEOLOGICZNA

Bełchatowskie złożo węgla brunatnego odkryto w 1960 r., a następnie rozpoznano wiertniczo i udokumentowano w 1964 r. Badania uzupełniające, prowadzone w okresie 1971—1975, dostarczyły dodatkowych (15) informacji, istotnych zwłaszcza dla lokalizacji wkopu otwierającego dostęp do złoża na polu budowanej obecnie kopalni Bełchatów.

Złożo bełchatowskie leży w obrębie równoleżnikowego rowu tektonicznego Kleszczowa, uformowanego w utworach kredy i jury. Tworzy ono pas długości do 40 km i szerokości ok. 1,5—2 km. Wydziela się w nim trzy pola o nieco odmiennej budowie: zachodnie (o długości 8 km), będące bazą przyszłej kopalni „Szczerców”, środkowe (o długości 12 km), stanowiące podstawę kopalni „Bełchatów” i wschodnie pole Kamięńsk o zasobach pozabilansowych. Zasoby węgla brunatnego w dwóch pierwszych polach wynoszą ok. 2 mld ton, z czego na kopalnię „Bełchatów” przypada ok. 60%.

Podstawowe parametry złoża na polu „Bełchatów” wynoszą (2): średnia grubość nadkładu 141,6 m (z wahaniami od 100 do 200 m); grubość pokładu węgla 54,4 m, miejscami do 240 m; średnia głębokość spągu ok. 200 m (z wahaniami od 170 do 400 m).

Mezozoiczne utwory przy brzegach rowu występują na głębokości ok. 40—100 m (i więcej) pod powierzchnią, w dnie rowu (1) na głębokości 250—400 m. Rów wypełniają utwory trzecio- i czwartorzędowe. Ze względu na ich litologiczne wykształcenie, w obrębie odkrywki można wyróżnić 3 rejony, widoczne w wykonywanym wkopie otwierającym.

Północny rejon obejmuje pradolinę, w której profilu występują utwory czwartorzędowe, przeważnie piaszczysto-żwirowe. Sięga ona miejscami aż do głębokości 200—250 m i wyznacza północny kontur złoża o erozyjnym charakterze. Środkowy rejon obejmuje złożo węgla i występuje tu pełny profil utworów wypełniających rów. Idąc od mezozoicznego podłoża, wyróżnia się tu w kompleksie trzeciorzędowym trzy serie:

- utworów podłożowych, przeważnie piaszczystych, miejscami z wkładki ilów i nieregularnych wkładek węgla,
- głównego pokładu węgla, miejscami rozszczerzonego przerostami na kilka ław,

— utworów nadłożowych, przeważnie ilastych, miejscami — zwłaszcza we wschodniej części pola — zawierających kilka pokładów gorszej jakości węgla.

Wyżej leżący kompleks utworów czwartorzędowych tworzą w przewodzie utwory piaszczyste i żwirowe, lecz także mułki i łył zastoiskowe oraz gliny zwałowe. Ze względu na bezrzedniowe przewiercanie tych warstw, ich przedstawienie w przekrojach dokumentacyjnych z 1964 r. budzi wątpliwość, podobnie jak i ich granica z kompleksem trzeciorzędowym.

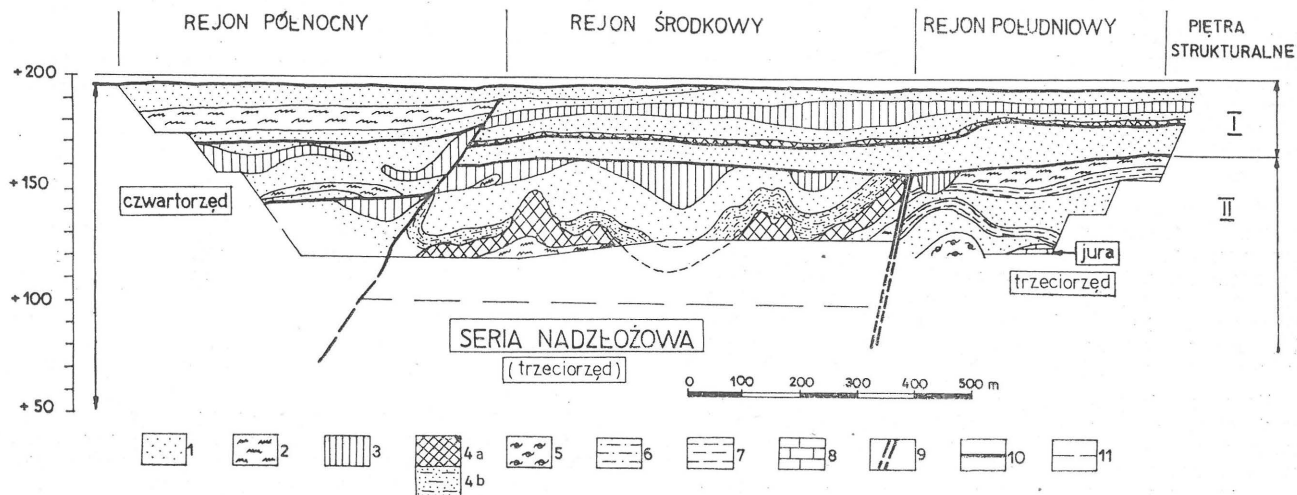
Południowy rejon obejmuje utwory trzecio- i czwartorzędowe, wkraczające na południowe zbocze rowu, zbudowane z utworów mezozoicznych. Nawiercone w nim wapienie jurajskie w zboczowych częściach są mocno spękane i skrasowiałe, pokryte własnym rumoszem i gliną wietrzeniową. Utwory trzeciorzędowe są reprezentowane przez serię nadłożową, a czwartorzędowe — przez różne osady lodowcowe i zboczowe rumosze wapieni jurajskich.

Rzadka sieć otworów (co 250 m, miejscami co 125 m) pozwala tylko na prostą interpretację budowy zwłaszcza czwartorzędowego nadkładu. Przedstawiono ją w postaci poziomo ułożonych, nieciągłych i zmiennej grubości warstw utworów spoiwanych, rozmieszczonych w przeważającym środowisku piaszczystym. Jednak obecnie widać w odsłonięciach wkopu, że taki prosty typ budowy panuje tylko w wierzchnich warstwach czwartorzędów do głębokości 30 m (+170 npm) w obrębie pradoliny, a do 40 m w części środkowej i południowej wykopu. Osady te reprezentują pierwsze, najwyższe piętro strukturalne.

Niższe utwory czwartorzędowe we wszystkich trzech rejonach, odsłonięte do głębokości ok. 80 m (na koniec 1979 r.), wg opracowań Zakładu Geologii Stosowanej Uniwersytetu Wrocławskiego (4) mają już budowę fałdową typu glaciektonicznego. Wchodzi zatem w skład innego, drugiego z kolei piętra strukturalnego, którego zasięg w głąb ujawni dopiero pogłębienie wkopu. Pouczający obraz budowy tego piętra podał L. Kasza (4), ilustrując go przekrojami poprzecznymi do krawędzi wkopu.

W północnym rejonie pradoliny, odsłoniętym we wkopie na szerokości ok. 500 m, fałdową budowę wyznaczają dwie łagodne synkliny uformowane z nieco porożrywanej gliny zwałowej (stadium warty). W środkowym rejonie — szerokości ok. 800 m — płaty gliny zwałowej (stadium radomki) występują w stropie piętra, zachowane w synklynalnych zagłębieniach. Pod nimi są widoczne dwa dość zawikłane fałdy, utworzone z osadów zastoiskowych, z dużym udziałem ilów warwowych. Południowy rejon obejmuje przechylony ku północy fałd, zbudowany z trzeciorzędowych mułków i piasków z wkładkami ilów. Jądro fałdu stanowią łył węgliste. Pod południowym, słabo nachylonym jego skrzydłem, odsłonięto wapienie jurajskie. Granicę oddzielającą rejon północny od środkowego wyznacza stromy, erozyjny brzeg pradoliny. Granicę między rejonem środkowym a południowym określa uskok, nachylony ku północy. W jego przedłużeniu w pierwszym piętrze strukturalnym występuje fleksura, zaznaczona układem ilów warwowych. Schemat budowy obu pięter podano na rycinie.

Można przypuszczać, że drugie piętro strukturalne obejmie w środkowym rejonie także górne części serii nadłożowej. Trzecie piętro, jak to wynika z poglądów wyrażonych przez Ciuka (2) i L. Kossowskiego (7), charakteryzowałaby tektonika uskokowa.



Schemat budowy dwu górnych pięter strukturalnych nadkładu we wkopie kopalni Bełchatów (na podstawie zdjęć Zakładu Geologii Stosowanej Uniwersytetu Wrocławskiego — 4).

Czwartorzęd: 1 — piaski, 2 — mułki, 3 — gliny zwałowe, 4 — ły warwowe (a), piaski zastoiskowe (b); trzeciorzęd: piaski jak 1, 5 — ły zawęglone, 6 — ły zielone pylaste, 7 — ły zielone; jura: 8 — wapień, 9 — uskoki, 10 — powierzchnie niezgodności sedymentacyjnej, 11 — spodziewany strop trzeciorzędowy w rejonie środkowym.

Scheme of structure of two upper structural stages of the overburden in the Bełchatów opencut mine (on the basis of maps compiled by the Laboratory of Applied Geology, Wrocław University; 4).

Quaternary: 1 — sands, 2 — silts, 3 — tills, 4 — varved clays (a), ice-dammed-lake sands (b); Tertiary: sands as 1, 5 — coal-bearing clays, 6 — silty green clays, 7 — green clays; Jurassic: 8 — limestones; 9 — faults, 10 — sedimentary unconformity surfaces, 11 — inferred top surface of Tertiary in central field.

Objęłaby ona pokład główny i jego podłoże, a może również części serii nadzłożowej. Może to znacznie skomplikować eksploatację węgla oraz spowodować konieczność dodatkowego odwadniania.

Konkretnym wnioskiem, wynikającym z tej bardzo skomplikowanej budowy złoża i nadkładu, której nie udało się szczegółowo zinterpretować na podstawie rozpoznania wiertniczego, jest konieczność wyjaśnienia i udokumentowania jej w trakcie odsłaniania w odkrywce. Jest to obecnie jedno z najważniejszych zadań geologicznych. Pozwoli bowiem na wyprzedzające prognozowanie warunków optymalnego prowadzenia robót górniczych.

#### PROBLEMY HYDROGEOLOGICZNE

Najważniejszym warunkiem zgłębienia wkopu odkrywki i następnie prowadzenia eksploatacji jest takie obniżenie zwierciadła wód podziemnych, by urobiony górotwór został odcięty od ich dopływu odpowiednio założonym systemem odwadniania, a wolna woda z górotworu mogła się odsączyć. Przy odwadnianiu górotworu odgrywają rolę trzy kompleksy hydrogeologiczne (15, 1): czwartorzędowy, trzeciorzędowy i mezozoiczny. Pozostają one ze sobą w kontaktach hydraulicznych, co umożliwia ich wzajemne oddziaływanie na siebie.

W celu odwodnienia zastosowano w odkrywce „Bełchatów” bariery głębokich i szerokośrednicowych studni (niektóre z nich przewidziano do głębokości nawet 350 m) wzdłuż skarp odkrywki od strony północno-wschodniej i południowej. Od zachodu zaś, w stronę rozwoju odkrywki, założono studnie na przedpolu frontu roboczego. Będą one uzupełniane w miarę jego postępu.

System ten wykorzystuje bardzo dobrze przepuszczalność utworów wypełniających pradolinę za pośrednictwem bariery północnej i części bariery wschodniej. Dobre wyniki, choć niezbyt regularne, uzyskano w studniach bariery południowej, korzystając z dopływów szczelinowych wapieni jurajskich. Trudności odwodnieniowe występują natomiast w środkowym rejonie odkrywki. Na koniec 1979 r. wytworzono we wkopie depresję dochodzącą do 100 m, co pozwoliło na przeprowadzenie robót górniczych we wkopie do głębokości ok. 80 m.

Za okres od października 1975 r. do końca 1979 r., przy stopniowo zwiększanej depresji, odpompowano z górotworu łącznie 567 mln m<sup>3</sup> wody, doprowadzając wydatek systemu odwadniającego do 317 m<sup>3</sup>/min.

Okazało się jednak, że w środkowym i południowym rejonie wkopu obniżenie zwierciadła wód nie nadąża wytworzoną depresją i w górotworze pozostają dość znaczne ilości tzw. wód reszkowych. Przyczyną tego, jak to wyjaśniono po odsłonięciu tej części górotworu robotami górniczymi, jest mocno glaciektonicznie zaburzona dolna partia utworów czwartorzędowych (drugie piętro strukturalne), poczynając już od głębokości ok. 40 m. Jej faldowa budowa — przy przewarstwianiu się przepuszczalnych utworów piaszczystych z nieprzepuszczalnymi osadami spoistymi nie pozwala na spłynięcie wód z międzyfaldzi. Wylewają się one dopiero przy ich odsłonięciu kcparką.

Występowanie wód reszkowych jest przyczyną częstych osuwisk, tworzących się łatwo zwłaszcza przy nachyleniu warstw w stronę maszyn urabiających. Ponadto wypływająca woda powoduje zalewy i rozmakanie pótek roboczych, utrudniając ruch koparek i przesuwanie taśmociągów. Zwiększona wilgotność urobku wpływa też negatywnie na urabianie i transport zawilgoconych i przez to lępkich mas ziemnych. Dla usunięcia wód reszkowych przed ich nacięciem przewiduje się różne zabiegi (6, 1). Najskuteczniejszym z nich byłoby sprowadzanie wód otworami spustowymi w głębiej leżące, dobrze przepuszczalne warstwy. Wymaga to jednak szczegółowej znajomości budowy geologicznej tego piętra strukturalnego.

Bardzo istotną sprawą jest skuteczność działania barier okalających. Bacznej uwagi wymaga zwłaszcza praca południowej bariery. Odbiera ona wodę z systemu szczelin i kanałów krasowych. Istnieją obawy (1), że niektóre z nich nie zostaną uchwycone przez studnie. Może to być powodem nieoczekiwanych wpływów do odkrywki przy nacięciu szczelin i kanałów na skarpach. Ogólnie przy odwodnieniu odkrywki do coraz większej głębokości (docelowa głębokość odwodnienia wynosi 300 m) coraz poprawniejsze musi być działanie systemu.

W miarę obniżania zwierciadła wód podziemnych powiększa się zasięg odwadniania (lej depresyjny) w terenie. Orientacyjnie ostateczny jego ustabilizowany promień oceniono dla odkrywki „Bełchatów” na 22 km, co daje 1613 km<sup>2</sup> powierzchni odwodnionego terenu (14). Zaprognozowano też jego stopniowy rozwój, odpowiadający kolejnym narastającym depresjom. Rozwój depresji w czasie i zasięg leja są śledzone siecią ok. 200 piezometrów oraz ok. 2000 studni rozmieszczonych na powierzchni leja. Pomiaru te

wykazują znaczną rozbieżność z przewidywaniami. Tak np. na koniec 1979 r. w obrębie depresji jednometrowej powierzchnia leja wynosiła 180 km<sup>2</sup> — przy prognozowanej 380 km<sup>2</sup>. Na ok. 40% powierzchni tego obszaru obniżenie zwierciadła wynosiło więcej niż 10 m, na 20—30% powierzchni leżało ono w granicach 3—10 m, a na 30—40% w granicach 1—3 m.

Również z badań prowadzonych w obszarze elektrowni Rogowiec wynika (5), że proces rozwoju leja depresyjnego postępuje wolniej niż przypuszczano. Zagadnienie dokładności prognoz postępu odwadniania jest ważne dla przewidywania strat powstających w użytkach rolnych, wskutek osuszania oraz dla oceny osiadania terenu, stanowiącego pewne zagrożenie dla czułych obiektów budowlanych.

Polepszenie prognozy musi nastąpić na podstawie dalszych obserwacji stanów piezometrycznych i podania ich analizie z zastosowaniem metod analogowych i maszyn cyfrowych. Ważne jest przy tym uwzględnienie przebiegu procesu depresjonowania w poszczególnych kompleksach hydrogeologicznych.

W końcowym okresie działalności odkrywki „Bełchatów” mogą się pojawić szczególne problemy hydrogeologiczne, ze względu na występujący przy zachodniej granicy pola bełchatowskiego wysad solny w Dębinach. Wysad ten (2) spowodował strome wypiętrzenie utworów mezozoicznych i trzeciorzędowych, wraz ze złożem węgla budujących jego boczny płaszcz. Jego zwierciadło solne leży na głębokości 169—200 m (od 0 do +30 m npm), a czapę gipsową spotyka się już od głębokości 47 m (ok. +150 m npm). Jest ona przykryta druzgotem skał wapiennych i piaskami czwartorzędowymi, które zaścielają ścięte wychodnie jury i kredy oraz serii złożowej. Jakkolwiek więc liczne analizy wód wszystkich kompleksów hydrogeologicznych w otoczeniu wysadu wykazują niską zawartość chlorków (1), to można żywić obawy, że przy zbliżeniu się eksploatacji i wyprzedzającej ją depresji sięgającej poniżej poziomu zwierciadła solnego nastąpi uruchomienie zasolek. Może to spowodować zasolenie wód kopalnianych i szczypanych systemem studziennym. Tę nader dużą sprawę należy śledzić przez systematyczną kontrolę chemizmu wód w otoczeniu wysadu i studniach odwadniających zachodnie przedpole odkrywki.

Wielkość dopływów i szeroki zasięg leja depresyjnego wielokrotnie nasuwały myśl ich ograniczenia metodą ekranizacji. Najważniejszą przeszkodę w tym zabiegu stanowi brak ciągłej nieprzepuszczalnej warstwy, której można by użyć jako podłoża ekranu. Mimo to celowe byłoby wypracowanie zasad i skonstruowanie sprzętu do budowy ekranów ilowych do głębokości co najmniej kilkudziesięciu metrów. Przy dalszym rozwoju górnictwa węgla brunatnych znalazłoby one z pewnością zastosowanie.

#### PROBLEMY GEOLOGII INŻYNIERSKIEJ

W geologiczno-inżynierskiej problematyce odkrywek na pierwsze miejsce wysuwają się zagadnienia stateczności ich skarp. Geometria skarp ma ogromny wpływ na ekonomikę eksploatacji. Tak np. zmniejszenie ogólnego nachylenia zbocza odkrywki w Bełchatowie o 1° wymaga według Z. Glazera (3) na każdy kilometr jej długości, przy głębokości 200 m, dodatkowego odspojenia, przetransportowania i zwałowania 3 mln m<sup>3</sup> utworów nadkładu. Z kolei obniżenie wysokości poszczególnych skarp zmniejsza efektywność pracy maszyn urabiających i transportu.

Nadkład odkrywki „Bełchatów” jest zbudowany ogólnie ze skał luźnych (gruntów). Jedynie w południowej skarpie zostaną miejscami nadcięte skały zwięzłe jury i kredy oraz ich rumosze. Udział głównych rodzajów gruntów podaje tabela.

Własności fizyczno-mechaniczne utworów trzeciorzędowych i czwartorzędowego kompleksu nadkładu zbadano w trakcie robót rozpoznawczych w Przedsiębiorstwie Geologicznym oraz w wielu instytutach uczelnianych. W latach 1973—1974 wykonano dodatkowo badania specjalne (3) w Zakładzie Prac Geologicznych Uniwersytetu Warszawskiego. Wyniki tych

#### RODZAJE GRUNTÓW W NADKŁADZIE ODKRYWKI „BEŁCHATÓW” W CM

Rodzaje gruntów	Rozpoznanie wiertnicze		Urobek
	1964 r. (2) %	1976 r. (4) %	do 1979 r. (4) %
piaski i żwiry	99,6	65,0	73,3
mułki	8,2	8,6	9,7
gliny	5,5	7,5	13,4
iły	15,0	18,2	3,6
inne (węgiel)	1,7	0,7	—
	100%	100%	100%

badań były podstawą zaprojektowania statecznych zboczy wkopu przy założeniu dobrego odwodnienia górotworu, co uzasadniał zarówno jego skład, jak i ówczesny obraz budowy. Jak już wspomniano poprzednio, obraz ten w szczegółach budowy znacznie odbiega od obserwowanego obecnie we wkopie.

Stwierdzono mianowicie, że przy poziomym układzie warstw i obecności — poza utworem sypkim — tylko mało spoistych mułków (jak to jest w pierwszym piętrze strukturalnym w rejonie pradoliny) uzyskano rzeczywiście pełną stateczność skarp i zachodziło najwyższe nieznaczne sączenie wód resztkowych. Natomiast w tym samym piętrze strukturalnym w środkowym i południowym rejonie wkopu obecność ciągłych warstw bardziej spoistych utworów, jak gliny zwałowe, pylaste mułki zastoiskowe, a zwłaszcza iły warwowe są przyczyną dość znacznych wypływów wód resztkowych, nagromadzonych w tych warstwach. Zbyt duży z kolei dla ilów warwowych gradient obciążenia, panujący w obrębie skarp, powoduje ich pęcznienie i rozwój osuwisk.

Szczególnie jednak niekorzystna, ze względu na znaczne nagromadzenie wód resztkowych i powstawanie osuwisk, okazała się (2) glacitektoniczna budowa drugiego piętra strukturalnego. W środkowym rejonie wkopu przyczynia się do tego ponadto duży udział spoistych utworów zastoiskowych, zwłaszcza ilów warwowych. W południowym rejonie dużą rolę odgrywają występujące tu iły trzeciorzędowe, a ponadto liczne zluźnienia tektoniczne. Dodatkową trudnością prowadzenia robót górniczych dla uformowania południowej skarpy wkopu są nieregularnie występujące zwięzłe skały mezozoiczne i ich rumosze. W utworach czwartorzędowych utrudniają pracę koparek nagromadzenia głązów narzutowych, występujące także jako bruki na powierzchniach rozmycia.

Podkreślić należy duże znaczenie rejonizacji obszaru odkrywki według zróżnicowania litologicznego utworów nadkładu oraz wydzielenie w profilu pionowym pięter strukturalnych o odmiennej budowie tektonicznej. Stwarza to bowiem ramy dla syntetycznego scharakteryzowania wydziałonych w ten sposób jednostek geologicznych, ze względu na typowe dla nich warunki prowadzenia robót górniczych i nasilające się w nich zjawiska i procesy geologiczno-inżynierskie.

#### ZWAŁOWISKO

Urabiane utwory nadkładu w początkowym okresie rozwoju odkrywki — do czasu uzyskania dostatecznej swobody ruchu na jej spągu — są składowane na zwałowisku zewnątrz odkrywki. Obok odkrywki jest to druga potężna budowla górnicza. Zwałowisko kopalni „Bełchatów” ma pomieścić ok. 1 mln m<sup>3</sup> calizny, tj. ok. 1,14 mld urobku rozluźnianego. Ma być uformowane na powierzchni ok. 12,6 km<sup>2</sup> w postaci wzgórza wysokiego do 150 m. Całe jego zbocze ma być podzielone na sześć skarp oddzielonych od siebie obszernymi półkami, na których będą pracować zwałowarki. Obecnie sypie się dopiero pierwszą warstwę zwału ok. 30-metrowej wysokości.

Problematyka geologiczno-inżynierska w trakcie sypania zwałowiska obejmuje śledzenie przejawów

jego niestateczności, wyjaśnienie ich przyczyn i na tym tle wskazywanie środków zapobiegawczych. Ogólnie przyczyna niestateczności zwałowiska tkwi albo w zbyt niskich własnościach materiału, z którego jest ono budowane, albo też w niedostatecznej nośności podłoża w stosunku do obciążeń wywołanych zwałowanymi masami ziemnymi. W pierwszym wypadku niestateczność wyraża się zwykle deformacją poszczególnych skarp, w drugim — deformacje mogą sięgać głęboko w korpus zwałowiska. Wynikałoby stąd, że prawidłowe określenie własności materiału zwałowanego oraz budowy podłoża i własności tworzących go gruntów gwarantuje stateczność zwałów.

Tak byłoby istotnie, gdyby materiał zwałowany był jednorodny, a jego własności niezmiennie w czasie. Jednak tylko grunty sypkie zbliżają się do tego ideału, natomiast własności zwałowanych gruntów spoiстых i ich mieszaniny z sypkimi są bardzo uzależnione od wilgotności zarówno w momencie ich urabiania, jak i nabytej w trakcie transportu i przy ich zwałowaniu. Ponadto na ogół nie stanowią one w zwale mieszanin jednorodnych, których własności były podstawą projektu zwałowiska, lecz tworzą większe lub mniejsze skupienia rozmaitych rodzajów gruntu urobionego w pewnym okresie w różnych miejscach odkrywki, a z kolei zwałowanego w panujących wówczas warunkach meteorologicznych.

Wykaz głównych rodzajów gruntu występujących w nadkładzie wskazuje, że kompleks czwartorzędowy cechuje bardzo wysoka przewaga utworów piaszczystych (ok. 73%) nad spoiстыми (ok. 27%, w czym tylko niecałe 4% łąw). W związku z tym materiał zwałowany w dolnych warstwach zwałowiska będzie się cechował znaczną statecznością, mimo pewnej niejednorodności. Po objęciu urabianiem całego profilu nadkładu, w zwałowisku będzie uczestniczyć 65 utworów piaszczystych i 35 spoiстых, przy czym znacznie wzrosnie udział łąw, bo aż do 18%, pogarszając warunki stateczności górnych warstw zwałowiska.

Według S. Rybickiego (4), prowadzącego na zlecenie kopalni studia nad zachowaniem się sypkich zwałów i budową ich podłoża, można już dziś obserwować zjawisko rozpełniania się dolnej części pierwszej, 30-metrowej warstwy zwałów, w miejscach usypanych z wilgotnych gruntów spoiстых. Autor ten stwierdza też, że uzyskuje ona nowy stan równowagi przy nachyleniu 18—23°, w miejsce pierwotnego kąta naturalnego nasypu, wynoszącego ok. 35°. Takie deformacje, choć nie stanowią zazwyczaj zagrożenia, nawet gdy w ich następstwie powstają osuwiska na skarpach, powinny być badane i stanowić podstawę retrospektywnej analizy dla wyznaczenia rzeczywistych parametrów własnościowych osuniętego gruntu.

Bardziej doniosłe znaczenie miałyby zjawiska wyporu podłoża na przedpolu zwałowiska, gdyż ich następstwa — sięgając głęboko w jego korpus — mogą bardzo skomplikować bezpieczną pracę zwałowarek i urządzeń transportowych. Z dotychczasowych doświadczeń, zwłaszcza na zwałach kopalni siarki w Machowie (10, 12), wiadomo że zjawiska wyporu są związane z obecnością w podłożu słabo zdrganizowanych gruntów ilastych o wysokiej wilgotności. Na ich plastyczne zachowanie po przeciążeniu duży wpływ ma ciśnienie porowe. Przy dzisiejszej mechanizacji procesu zwałowania, postęp frontu zwałowiska może być tak szybki, że woda występująca w porach utworów podłoża nie zdąży odpłynąć ze strefy narastających obciążeń.

S. Rybicki (4) zwraca uwagę na skomplikowaną budowę podłoża zwału w Bełchatowie w niektórych jego częściach. Biorą w nim udział, obok czwartorzędowych glin zwałowych i piasków, także łą i mułki o charakterze zastoiskowym. Miejscami pod nimi leżą także łą trzeciorzędowe w zagłębieniach skalistych utworów mezozoicznych. Wprawdzie odwadniająca działalność odkrywki doprowadziło już obecnie do obniżenia wód podziemnych w podłożu zwałowiska w granicach od 1 do 10 m, co mogło znacznie poprawić nośność gruntów, to jednak rozstrzygające

będą obserwacje zachowania się podłoża i zwałów po wkroczeniu ich na obszar z płytko leżącymi utworami zastoiskowymi. Należałoby wówczas, za pomocą płytkich piezometrów, prześledzić zmiany ciśnienia porowego w tych gruntach wywołane nasuwaniem się zwałów.

#### OSIADANIE TERENU WSKUTEK ODWADNIANIA

Odwodnienie luźnych utworów w otoczeniu odkrywki powoduje ich dodatkowe obciążenie, wskutek usunięcia wyporu wody działającego na ich szkielet. Następstwem tego jest ich osiadanie. Prognoza wielkości tego osiadania w rejonie kopalni Bełchatów stała się istotnym problemem, ze względu na bardzo dużą wytworzoną depresję, skomplikowaną budowę utworów trzecio- i czwartorzędowego kompleksu wodonośnego i małą odległość od odkrywki obiektów wrażliwych na osiadanie. Należy do nich elektrownia „Rogowiec”, odległa ok. 2 km od konturu odkrywki.

Prognozowanie osiadań terenu w następstwie głębokiego odwadniania odkrywek jest sprawą skomplikowaną, zwłaszcza jeśli jeszcze chce się je podać dla określonego czasu. Teoretycznie bowiem na wielkość osiadania obok sił pionowych, wynikających z usunięcia wyporu wody, może też wpływać składowa ciśnienia pływowego, działającego prawie pionowo w sąsiedztwie drenujących szczelin mezozoicznego podłoża. Rozkład naprężeń komplikują miejscami pozostałe wody resztkowe, a niejednorodność utworów wpływa na różny rozwój depresji, w gruntach spoiстых zaś — na rozmaity czas ich konsolidacji. W pewnych warunkach osiadanie może być wspomagane zjawiskiem śródgruntowej sufozji. Wreszcie mało wiarygodne są przyjęte do obliczeń moduły ściśliwości, wyznaczone na podstawie próbek pochodzących z wierceń. Niemniej osiadania obliczone ok. 1975 r. dla głównego budynku elektrowni „Rogowiec” przez trzy instytucje trzema różnymi sposobami dały stosunkowo zbieżne wyniki, znacznie jednak mniejsze od obliczonych 10 lat wcześniej.

Szczegółowe obserwacje faktycznej wielkości osiadania, prowadzone przez kopalnię w punktach o znanej depresji wód czwartorzędowych (niestety przy nie znanym w szczegółach profilu), także nie dały wyraźnego obrazu. Dla takich samych bowiem depresji (do 70 m) istnieje duży rozrzut wielkości osiadania, stanowiący  $\pm 75\%$  średnich wartości osiadania. Wskazywałoby to na znaczny wpływ lokalnej budowy.

Ponadto wielkość osiadania rośnie proporcjonalnie do wzrostu depresji nie przekraczającej 30 m. Przy dalszym wzroście depresji przyrost osiadań słabnie. Można w tym widzieć wpływ przekonsolidowania utworów starszych od stadiań radomki. Wreszcie wielkość faktycznego osiadania jest naderaz mniejsza niż ją oceniono w pierwszej prognozie orientacyjnej z 1964 r. Zapewne przyjęto wówczas zbyt niskie wartości dla modułów ściśliwości. Wyniki szerszych studiów nad osiadaniem w rejonie elektrowni „Rogowiec” przedstawili T. Jeske, M. Kurosz, Z. Sztromaier (5).

Obok osiadań wywołanych ściśliwością gruntów mogą się też pojawić zapadliskowe deformacje powierzchni w rejonach występowania skrasowanych wapieni, zwłaszcza jurajskich. Przyczyną ich powstawania byłoby zdjęcie ciśnienia naporowego wód wypełniających komory krasowe bądź sufozyczne zmniejszenie do takich komór sypkich utworów czwartorzędowej pokrywy. Jak dotychczas, zjawisk takich nie zauważono, mimo stwierdzonych wierceniami pustek krasowych w wapieniach południowego skrzydła rowu kleszczańskiego i wytworzonej tam kilkudziesięciometrowej depresji.

#### PROBLEMATYKA ZŁOŻOWA

Wyjściową podstawą dla projektu zagospodarowania złoża na polu odkrywki „Bełchatów” była dokumentacja geologiczna złoża z 1964 r. (15). Uzupełniły ją następnie badania z pierwszej połowy lat siedemdziesiątych. Zmieniły one poglądy na wy-

kształcenie złoże, kładąc nacisk na rolę tektoniki uskokuwej. Zwróciły też uwagę (7) na zespół cienkich, słabo kalorycznych pokładów, występujących nad stropem głównego pokładu w serii nadzłożowej. Właśnie węgle tej serii mają być udostępnione już w końcu 1980 r. Stanowiłyby one przedmiot kilkuletniej eksploatacji. Ich szczegółowe rozpoznanie staje się więc pilnym zagadnieniem. Strop węgla jest oczekiwany na głębokości ok. 110 m, a budowa serii — w szczegółach jeszcze nie poznana — może być (zwłaszcza w górnej części) zaburzona glacitektonicznie. Również jakość tych węgla wymaga bliższego rozpoznania. Obecnie wyróżnia się wśród nich utwory o kaloryczności:

- pokłady węgla 1600—2300 kcal,
- utwory zawęglone 800—1600 kcal,
- ility lub mułki zawęglone poniżej 800 kcal.

Zastosowanie tych węgla do celów przemysłowych jest ze wszech miar uzasadnione ich zasobami, jak i obowiązkiem zużytkowania także gorszych gatunków węgla. Będzie to wymagać ich mieszania z lepszymi asortymentami, tak by przeciętna jakość produktów spełniała wymogi elektrowni w Rogowcu. Również główny pokład wymaga szczegółowego rozpoznania budowy w celu zaprognozowania procesu eksploatacji. Według L. Kossowskiego (7), obok ogólnego zmniejszenia się jego miąższości z południa na północ, wpływ na nią będą miały uskoki poprzeczne do rowu Kleszczowa. Według E. Ciuka (2) miąższość węgla zwiększa się znacznie w drugorzędnych rowach podłużnych. Ponadto pokład główny wykazuje miejscami mocne rozwarstwienie po stronie południowej, a częściowo także i północnej. Znaczące są też deniwelacje zarówno stropu, jak i spągu, co zdaniem L. Kossowskiego jest następstwem krasowych zapadlisk podłoża mezozoicznego w dnie rowu.

Osobnym zagadnieniem będzie rozpracowanie tektoniki złoże w pobliżu wysadu solnego Dębiny, jak i wspomnianego już poprzednio jego ewentualnego wpływu na zasolenie wód. Wszystko to, a także rozpoznanie jakościowe węgla będzie wymagać wierceń badawczych zakładanych w odkrywcę, w celu poznania budowy geologicznej i warunków geologiczno-górnich złoże z paroletnim wyprzedzeniem w stosunku do frontów eksploatacji.

#### SUROWCE TOWARZYSZĄCE

Eksploatacja odkrywkowa stwarza szanse wyzyskania surowców towarzyszących, przede wszystkim utworów wchodzących w skład masowo urabianego nadkładu. Ogólną kubaturę utworów nadkładu w odkrywcę „Bełchatów” ocenia się na 3,36 mld m<sup>3</sup>. Problem ten jest stale uwzględniany w różnych opracowaniach i był już wielokrotnie referowany (2, 13, 8, 9 i in.). Są tu brane pod uwagę: na obszarze odkrywki i w zasięgu jej leża depresyjnego torfy, z nadkładu odkrywki piaski, żwirry i ility, a margle i wapienie z przybierki skarp odkrywki. Zarejestrowane zasoby torfu w rejonie Bełchatowa wynoszą ok. 30 mln ton. Przewiduje się ich użycie głównie w rolnictwie, a także przy rekultywacji terenów pogórniczych.

Piaski występują w ogromnej ilości (ok. 2 mld m<sup>3</sup>) w obrębie nadkładu. Udokumentowano je na razie w przypowierzchniowej strefie na terenie wkopu w ilości ok. 18 mln m<sup>3</sup>. Mogą mieć zastosowanie do fabrykacji cegły wapienno-piaskowej, część ich jako piaski podsadzkowe, a także budowlane.

Zasoby żwirów w nadkładzie oceniono na 30 mln m<sup>3</sup>. Tworzą one zwykle nieregularne, niewielkie wkładki. Przydatność ich do eksploatacji oceniono więc tylko na ok. 2 mln m<sup>3</sup>. Występowanie ility jest związane z serią nadzłożową. Zostaną one odsłonięte w bieżącym roku i wówczas mogą być w pełni scharakteryzowane pod względem budowy złoże oraz ich jakości i przydatności. Problem użyteczności wapieni i margli, odsłoniętych w skarpach południowego zbocza odkrywki, powinien być wyjaśniony w najbliższych latach po ich odsłonięciu. Ilość ich ocenia się na ok. 10 mln ton.

Odrębne zagadnienie mogą stanowić sole i gipsy wysadu w Dębinach. Problematyczne jest bowiem, czy powinien on być już eksploatowany i ewentualnie kiedy oraz jakie będą następstwa tego w stosunku do obu odkrywek: „Bełchatowa” i „Szczercowa”, z którymi wysad sąsiaduje. Powstający zakład energetyczny w Rogowcu będzie dysponował znaczną ilością odpadów paleniskowych, wynoszących ok. 5 mln ton popiołów lotnych i ok. 1 mln ton żużli rocznie. Ze względu na znaczną zawartość tlenków wapnia i magnezu, można by popioły traktować jako przydatne dla rolnictwa, natomiast popioły i żużle mogą znaleźć zastosowanie jako surowiec budowlany.

Swoistym surowcem towarzyszącym są znaczne ilości usuwanych wód podziemnych. Wody w kopalni „Bełchatów”, wydobywane z barier studziennych, charakteryzują się wysoką jakością odpowiadającą I klasie czystości. Na razie są one zrzucane do głównego cieku Widawki. Od 1981 r. znaczna ich część (ok. 48%) ma być wykorzystana przez elektrownię „Rogówiec” jako wody chłodnicze.

Na zakończenie przeglądu ważniejszych problemów geologii kopalnianej, związanej z budową kopalni „Bełchatów”, należy podkreślić, że skomplikowana budowa geologiczna złoże i otaczającego go górotworu, wielka głębokość odkrywki i w ślad za tym wielkość nieodzownego obniżenia wód podziemnych oraz wielkość naprężeń wywołanych w skarpach odkrywki i w zwałowisku stwarza wiele problemów wymagających indywidualnego badania i naukowego opracowania. Wykraczają one bowiem poza zakres występujących zjawisk geologicznych i nabytego doświadczenia dotychczasowego naszego kopalnictwa węgla brunatnych. Rozwiązanie tych problemów czeka się niewątpliwie potrzebne także przy przewidzianym na najbliższe dwudziestolecie zagospodarowaniu dalszych głębokich złożeń węgla brunatnych jak: „Łęgница”, „Rogóżno”, „Mosina-Czempin” i innych.

#### LITERATURA

1. Bieniowski J., Kleczkowski A., Seweryn L. — Problemy hydrogeologii i odwodnienia kopalni Bełchatów. Przewodnik 52 Zjazdu PTG Bełchatów. Wyd. Geol. 1980.
2. Ciuk E. — Geologiczne podstawy realizacji inwestycji bełchatowskiej. [W:] Bełchatowskie Zagłębie Węglowe. Sympozjum SITG Łódź 14—15 IV 1975.
3. Glazer Z. — Inżyniersko-geologiczna problematyka zagłębia bełchatowskiego. Ibidem.
4. Glazer Z., Kasza L., Rybicki S. — Problemy geologii inżynierskiej na obszarze Zespołu Górniczo-Energetycznego Bełchatów. Przewodnik 52 Zjazdu PTG Bełchatów. Wyd. Geol. 1980.
5. Jeske T., Kurosz M., Sztromajer Z. — Mechanizm powstawania wielkich depresji i towarzyszących im deformacji terenu w świetle teorii i danych z obserwacji polowych w rejonie KWB Bełchatów. Hydrotechnika 1979 z. 1.
6. Kleczkowski A. S. — Zagadnienia hydrogeologiczne i odwodnieniowe złoże węgla brunatnego „Bełchatów”. [W:] Bełchatowskie Zagłębie Węglowe. Sympozjum SITG Łódź 14—15 IV 1975.
7. Kossowski L. — Problemy geologii złoże Bełchatowskiego Zagłębia Węglowego. Przewodnik 52 Zjazdu PTG Bełchatów. Wyd. Geol. 1980.
8. Kozłowski S. — Surowce towarzyszące złożeń węgla brunatnego w rejonie Bełchatowa. Ibidem.
9. Kozłowski Z. — Technologiczno-górnice problemy Bełchatowskiego Zagłębia Węglowego. Ibidem.
10. Krajewski R., Kielek E. — Deformacje korpusu zwałów kopalni Machów. [W:] Zmiany środowiska geologicznego pod wpływem działalności człowieka. Sympozjum IAEG. 1979 t. 2.
11. Krajewski R., Rybicki S., Szczepańska H. i in. — Organizacja i zadania służby geologiczno-inżynierskiej KWB Bełchatów. Arch. Inst. Hydrogeol. i Geol. Inż. AGH 1975.

12. Mularz S., Rybicki S. — Zniszczenie terenu wokół zwałów kopalnianych spowodowane wypieraniem gruntów podłoża. [W:] Zmiany środowiska geologicznego pod wpływem działalności człowieka. Sympozjum IAEG. 1979 t. 2.
13. Turała H., Kozłowski Z. — Wykorzystanie surowców towarzyszących w kopalni Bełchatów. [W:] Bełchatowskie Zagłębie Węglowe. Sympozjum SITG Łódź 14—15 IV 1975.

### S U M M A R Y

The paper deals with current problems of mining geology, connected with construction of brown coal open-cut mine at Bełchatów. The problems from the field of hydrogeology, engineering geology and deposit geology are connected with both the deposit and surrounding rock massif. They are not limited to the areas of mining works, being also encountered in the neighbourhood. Some general information on deposit and its structure is given and problems connected with hydrogeology, engineering geology, storage of removed overburden, land subsidence due to drainage, and the use of accompanying raw materials are discussed.

14. Witek W. — Kierunki ochrony powierzchni w Bełchatowskim Okręgu Przemysłowo-Energetycznym. Ochr. Ter. Górn. 1979 nr 50.
15. Zając Z. — Założenia inwestycyjne i zadania produkcyjne dla ZGE Bełchatów. [W:] Bełchatowskie Zagłębie Węglowe. Sympozjum SITG Łódź 14—15 IV 1975.

### Р Е З Ю М Е

В статье рассматриваются актуальные вопросы геологии полезных ископаемых, связанные со строительством бурого угольного карьера в Белхатове. Эти вопросы касаются как месторождения так и окружающих пород. Они связаны с гидрогеологией, инженерной и пластовой геологией. Касаются не только района ведения горной деятельности, но и прилегающих к нему районов. Автор приводит общие информации в области месторождения и его строения, рассматривает гидрогеологические вопросы, а также геолого-инженерные вопросы, места для отвалов, осадки грунтов вследствие осушивания, сопутствующего сырья.