

Donat Milkowski, Anna Górecka*, Małgorzata Wójcicka-Milewska**

ZABEZPIECZENIE I MONITORING OSUWISK POWSTAŁYCH NA ZBOCZU PÓŁNOCNYM WYROBISKA ODKRYWKOWEGO BOT KWB TURÓW SA

1. Wstęp

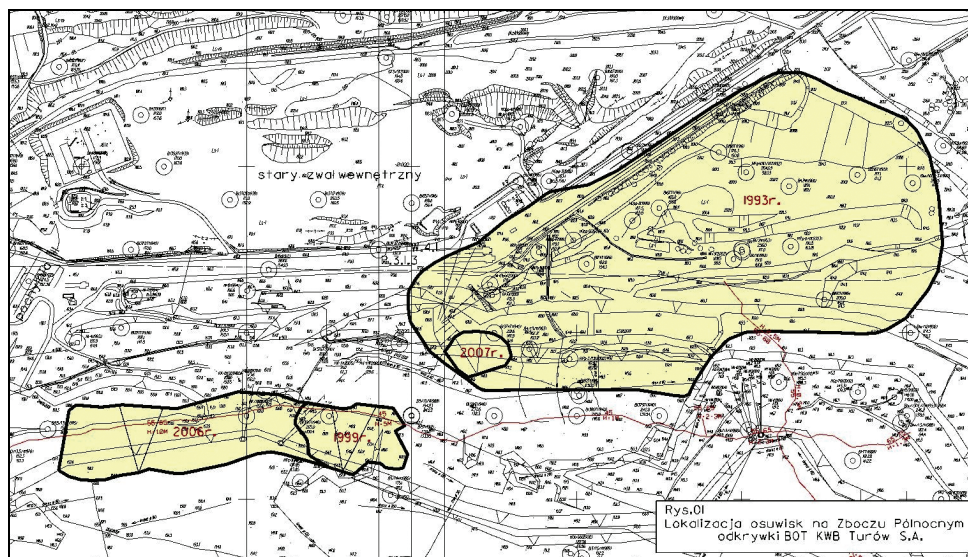
Do głównych czynników powodujących występowanie deformacji i osuwisk w BOT KWB Turów SA należy zaliczyć:

- obecność uskoków tektonicznych w pokładach węgla i gruntach nadkładu,
- spękania i szczeliny odprężeniowe w pokładach węgla i gruntach nadkładu,
- duże nachylenie warstw litologicznych, zwłaszcza w brzeżnych partiach złoża, w których zlokalizowane są skarpy i zbocza stałe odkrywki,
- wycieki wody z soczew i przerostów piaszczystych oraz z pokładów węgla, powodujące zmiany konsystencji gruntów spoistych.

Skarpy stałe Zbocza Północnego wyrobiska odkrywkowego, wg projektu geotechnicznego z 1991 roku, formowane były układem transportowym przenośników taśmowych do pochylni IV z wachlarzowym postępem frontu eksploatacyjnego. Granicą urabiania był węglowy filar oporowy (+165/+185) oddzielający „stare” zwały wewnętrzne od rozwijającej się tej części odkrywki. „Stare” zwały obejmowały grunty nadkładowe wypełniające dawną odkrywkę „Hirschfelde” (od 1916 r.) i prowadzone tu zwałowanie wewnętrzne w latach 1947–77. W odkrywce Turów I od poziomu +170 do +255 przedmiotem eksploatacji był II pokład węgla o rzędnych spagu +180 (przy w/w filarze) do +145 w części zachodniej. Iły międzypokładowe, I pokład węgla o rzędnych +105 do +30 z nachyleniem konsekwentnym do zbocza pod kątem $4\div 6^\circ$, a miejscami w rejonach lokalnych elewacji $12\div 23^\circ$. Zbocze przecina uskok przebiegający równolegle przez poziom +125/+160 o nachyleniu asekwentnym do upadu zbocza oraz kilka uskoków prostopadłych do zbocza. W rejonie Zbocza Północ-

* BOT KWB Turów SA, Bogatynia

nego obserwowano strefowe wypływy wód infiltracyjnych w obrębie gruntów zwałowych „starego” zwałowiska wewnętrznego, strefowe oraz punktowe wycieki wód z II pokładu węgla na skarpach zbocza, samowypływy z utworów wodonośnych kompleksu powęglowego. W latach 1993–2007, na Zboczu Północnym odkrywki powstały cztery osuwiska (rys. 1).



Rys. 1. Fotomapa osuwisk na Zboczu Północnym z lat 1993–2007

2. Zagrożenie osuwiskowe z 1993 r.

W grudniu 1993 r. w trakcie dobierania, przez koparkę K-31 (SchRs 800) do ustalonych granic (skarpy +160/+185) górnej części Zbocza Północnego, nachylonych spagowych partii II pokładu węgla, uruchomiony został proces osuwiskowy. Bezpośrednią przyczyną tego zdarzenia było wyłamanie zbyt cienkiej ławy węglowej. Jednoskarpowy filar węglowy, podlegający parciu luźnych i półplastycznych, a w spągu również półpłynnych mas gruntów zwałowiska, uległ odspojeniu wzdłuż konsekwentnie nachylonej i zawodnionej strefy kontaktowej z niżej leżącymi łożami międzywęglowymi. W zaistniałej strefie zagrożenia osuwiskowego wystąpiły następujące przejawy deformacji:

- odspojenie i wypieranie przyspagowej ławy węgla II pokładu u podstawy skarpy +160/+185,
- wysuwanie górnej węglowej części skarpy +160/+185 po stropie łoż międzywęglowych,
- system szczelin na poz. +185 odsuwającego się bloku węglowego i na powierzchni zwałowiska wewnętrznego oraz jego osiadanie.

Strefa deformacji rozszerzała się w kierunku zachodnim i północnym, osiągając ostatecznie szerokość ok. 700 m i wkraczając w głąb zwałowiska na ok. 280 m. W strefie zagrożenia znalazły się odcinki przenośników TW 4.1, P.3.1.3 oraz stacja zwrotna przenośnika P.3.1.3. — główne ciągi odstawy urobku z pochylni III.

Uruchomiony bezpośrednio po stwierdzeniu oznak procesu osuwiskowego system obserwacji geodezyjnych pozwolił na bieżąco kontrolować prędkości przemieszczeń górotworu. Wielkości przemieszczeń poziomych w pierwszych dniach rozwoju deformacji kształtowały się na poziomie ok. 100÷120 mm/miesiąc. Łączne przemieszczenie bloku oszacowano na ok. 1800÷2000 mm.

Podjęte przeciwdziałania

Ze względu na obecność przenośników i stacji zwrotnej w zasięgu deformacji oraz z uwagi na utrzymującą się stosunkowo dużą dynamikę przemieszczeń rozpoczęto budowę przypory z ilów na poz. +160 o objętości około 30 tys. m³ (rys. 2.). Szybkie podparcie zachodniego odcinka deformacji spowodowało istotne spowolnienie dynamiki rozwoju procesu osuwiskowego i spadek prędkości przemieszczeń. W latach późniejszych (1994–1998) obserwowano relatywnie niski poziom aktywności rejonu deformacji. Dynamika przemieszczeń stymulowana była głównie wielkością dopływów wód infiltracyjnych. Ponowne uaktywnienie tego rejonu nastąpiło w roku 1999.



Rys. 2. Turów — zagrożenie osuwiskowe z 1993 — przypora

3. Osuwisko z 1999 r.

Na początku 1999 r. powstało w II pokładzie węgla na poz. +145 w wyniku nacięcia kopalnią K-31 uskoku asekwentnie nachylonego do stoku zbocza (rys. 3). Został uruchomiony proces osuwiskowy obejmujący swoim zasięgiem dwie skarpy (piętra +180/+160/+145), z ponownym uruchomieniem osuwiska z 1993 r. W projektach uskok nie był brany pod uwagę, przyjmowano, że jego asekwentne nachylenie poprawi stateczność na całej długości zbocza. Wyniki obliczeń geotechnicznych wykazały, że drugim istotnym czynnikiem wpły-

wającym na brak stateczności tego rejonu jest poziom zwierciadła wody, utrzymujący się powyżej kontaktu warstw węgiel–ił. Otrzymane dla takiego wariantu wskaźniki stateczności wyniosły od $F_s = 1,16$ w przekroju 3NS do $F_s = 0,96$ w przekroju 5NS. Najwyższe zanotowane prędkości przemieszczeń w punktach geodezyjnych wyniosły od 120 mm/miesiąc w reperze 56 do prawie 250 mm/miesiąc w reperze 59. W wyniku zaistniałych deformacji zniszczeniu uległ inklinometr IN-5 na poz. +170.



Rys. 3. Turów — osuwisko z 1999

Podjęte przeciwdziałania

W celu obniżenia zwierciadła wody i utrzymania go poniżej kontaktu warstw węgiel–ił powyżej osuwiska wykonano 5 studni odwadniających. W odległości 80 m od uskoku wyznaczono pas bezpieczeństwa dla koparki K-31, pozostawiając jako podparcie na poz. +150 blok węglowy o masie około 450 tys. t.

4. Osuwisko z 2006 r.

W dniu 14.10.2006 r. w zachodniej części Zbocza Północnego, w piętrach +150/+125/+110 powstało osuwisko o objętości 532 tys. m³ i o powierzchni 26,6 tys. m². Przyczyną powstania osuwiska było nacięcie rowem przyskarpowym spągu węgla I pokładu nachy-

lonego pod kątem 7° w kierunku odkrywki. Spowodowało to odsunięcie bloku węglowego z nadkładem od płaszczyzny uskoku asekwentnie pochylonego do zbocza, co doprowadziło do zarwania się pasa terenu o szerokości 12 m z poz. +150 (rys. 4) i wypiętrzenia do wysokości 5 m I pokładu węgla na poz. +110 (rys. 5). Osuwisko to, mimo dużego rozmiaru, nie stworzyło zagrożenia dla pracującego tam sprzętu pomocniczego i koparki K-27, ponieważ zostały one już w dniach 10–11 października wycofane z zagrożonego rejonu, po zaobserwowaniu przez służby geotechniczne powiększających się szybko szczelin i zaciskaniu się rowu przyskarpowego na ww. poziomach Zbocza Północnego.

Koparka K-27 (KWK 1200), w odległości 50 m, wybierała z poz. +100÷+105 resztki I pokładu węgla z wachlarzowym postępowaniem w kierunku północnym do granic wyznaczonych przez ww. rów przyskarpowy.

W celu dokładnego monitorowania skarp III pochylni w rejonie powstałego osuwiska założono dziewięć nowych punktów pomiarowych SKP na poz. +122/+165.

Na podstawie rejestrowanych maksymalnych miesięcznych prędkości przemieszczeń poziomych punktów geodezyjnych ww. rejonu stwierdzono, że w okresie od 27.07.2006 r. do 03.01.2007 r. były one od 5÷12 razy mniejsze od ustalonych prędkości ostrzegawczych dla skarp i zboczy. Po analizie pomiarów inklinometrycznych, geodezyjnych i obserwacji terenowych nie stwierdzono zagrożenia dla stateczności skarp zbocza. Obszar osuwiska nie powiększył się poza wyznaczoną strefę zagrożenia.



Rys. 4. Turów — osuwisko z 2006 r. Zerwa na poz.+150 z przesunięciem skrzydła wiszącego uskoku o asekwentnym upadzie



Rys. 5. Turów — osuwisko z 2006 r., wypiętrzenie i zaciśnięcie rowu na poz. +110

5. Osuwisko z 2007 r.

Od czerwca 2007 r. w okresie likwidacji pochylni III koparka K-23 (SchRs 1200) przed złomowaniem eksploatowała tu pozostawiony blok II pokładu węgla do granic określonych w obowiązującym planie ruchu. W lipcu zaobserwowano odtwarzanie się szczelin na poz. +180 i +160 powstałych w okresie tzw. deformacji K-31 w latach 1993 i 1999. Wraz z postępem eksploatacji notowano również wzrost prędkości przemieszczeń w geodezyjnych punktach systemu kontrolno-pomiarowego zainstalowanych w rejonie pracy koparki.

W okresie największej aktywności rejestrowano przemieszczenia o prędkości rzędu 1200 mm/miesiąc. Inklinometry IN-10bis i IN-13 wskutek zaistniałych wglębnych przemieszczeń górotworu utraciły drożność na głębokościach odpowiednio 20 m ppt w otworze IN-10bis i 30 m ppt w otworze IN-13, tj. na kontakcie węgiel–ił. Rejon pracy koparki K-23 objęto szczególnym nadzorem i wyznaczono strefę trudnych warunków geologiczno-górnictwowych. Spodziewane osuwisko, o powierzchni 2400 m² i kubaturze około 10 tys. m³, zaistniało w tym rejonie 21 sierpnia 2007 r. (rys. 6).

Bezpośrednią przyczyną powstania osuwiska były wzmożone opady atmosferyczne w miesiącu sierpniu, które spowodowały nawodnienie szczelin. W wyniku odtwarzania się szczelin studnie odwadniające HOpp utraciły sprawność, uniemożliwiając utrzymanie zwierciadła wody poniżej kontaktu węgiel–ił. Wykonane przed rozpoczęciem eksploatacji w rejonie Zbocza Północnego obliczenia stateczności w przekrojach 10, 11 i 12 wykazały moż-

liwość powstania osuwiska w przypadku zawodnienia warstwy kontaktowej węgla z ilami międzywęglowymi. Otrzymane dla takiego wariantu wskaźniki stateczności wyniosły od $F_s = 1,0$ w przekroju 10 do $F_s = 0,9$ w przekroju 12. W związku z powstałym osuwiskiem i prognozą jego dalszego rozwoju zakończono końcowy etap wybierania II pokładu węgla na Zboczu Północnym. Koparka K-23 wykonała swoje zadanie, wybierając w bardzo trudnych warunkach geologiczno-górnictwowych pozostawiony w 1999 r. na Zboczu Północnym blok węgla jako zabezpieczenie dla byłych stacji napędowych i przenośników P.3.1.4 i TW-4.3 odbierających urobek z Pochylni III. Na planowane 450 tys. Mg — wydobyto ponad 500 tys. Mg węgla.



Rys. 6. Turów — osuwisko z 2007 r. poz.+150

Podjęte przeciwdziałania i monitoring zagrożonego rejonu

- W związku ze stwierdzonymi deformacjami w dniu 17.07.2007 r. wstrzymano tymczasowo pracę koparki K-23 od profilu 4 NS w kierunku zachodnim. Koparka K-23 została skierowana do pracy od profilu 3NS w kierunku wschodnim,
- na przedpolu koparki wystawiono obserwatora ze środkami łączności do kontroli obszarów deformacji w rejonie koparki w czasie jej pracy,
- od dnia 03.08.2007 r. praca koparki odbywała się wg „Szczegółowych wytycznych dla zachowania bezpiecznej pracy koparki K-23 w końcowych etapach wybierania II pokładu węgla z poziomu +150 na Zboczu Północnym”,
- w wyznaczonej strefie trudnych warunków geologiczno-górnictwowych, obejmującej przenośniki TW 4.3 i TW 4.4, obsługa i dozór prowadziła obserwacje przedmiotowego rejonu minimum 2 razy na zmianę,
- dozór prowadził kontrolę poziomu roboczego K-23 i przedpola koparki na każdej zmianie,
- pomiary w inklinometrach IN-10bis, IN-13 oraz pomiary przemieszczeń punktów geodezyjnych wykonywano 2 razy w tygodniu,
- na bieżąco aktualizowano przebieg powstających szczelin (rys. 7),

- po każdym cyklu pomiarowym zarejestrowane przemieszczenia powierzchniowe i wgłębne dokumentowano w postaci wykresów, a powstałe deformacje nanoszono na załączniki mapowe z programem pracy koparki do bieżącej analizy geotechnicznej,
- obszar deformacji, po zakończeniu w tym rejonie eksploatacji, objęto strefą szczególnej kontroli przed każdorazowym wprowadzeniem ludzi i sprzętu,
- na poz. +180 wykonano 7 otworów sięgających poniżej spągu II pokładu z zakotwieniami oddzielonych wskutek procesów deformacyjnych bloków węgla jako elementy kotwiące zostały użyte szyny o długości 6 m, otwory z wykonanym zakotwieniem zasypiano tłuczniem,
- odnawiające się szczeliny i spękania na bieżąco zasypywano i wyrównywano spycharkami,
- naprawiono zdeformowane odcinki drogi i rowów.

Podparcie rejonu Zbocza Północnego zwałowiskiem wewnętrznym w 2008 r. korzystnie wpłynie na stabilizację procesów deformacyjnych w tym rejonie.



Rys. 7. Turów — osuwisko — deformacje na poz. +180 (stan na 2.01.2008 r.)

6. Podsumowanie

- 1) Zagrożenie osuwiskowe z 1993 r. — w trakcie dobierania koparką K-31 (SchRs 800) do ustalonych granic pietra +180/+160 Zbocza Północnego odspojeniu uległ jednoscarpowy filar węglowy z II pokładu wzdłuż konsekwentnie nachylonej i zawodnionej

strefy kontaktowej z niżejleżącymi ilami międzywęglowymi, podlegający parciu luźnych i półplastycznych, mas gruntów starego zwałowiska. W obliczeniach projektowych przyjmowano za wysokie parametry wytrzymałościowe stref kontaktowych $c = 30$ kPa, $\varphi = 9^\circ$ przy zaistniałych $c = 10,5$ kPa, $\varphi = 7,5^\circ$. Usypana przypora skutecznie powstrzymała rozpoczęty proces osuwiskowy i zapewniła bezpieczną pracę przenośników taśmowych odbierających urobek z pochylni III do końca jej istnienia.

- 2) Osuwisko z 1999 r. powstało w II pokładzie węgla na poz. +145. W wyniku nacięcia uskoku asekwentnie nachylonego do kierunku upadu zbocza został uruchomiony proces osuwiskowy obejmujący swoim zasięgiem dwie skarpy +180/+160/+145 z ponownym uruchomieniem osuwiska z 1993 r. W projektach uskok nie był brany pod uwagę, gdyż przyjmowano, że jego asekwentne nachylenie nie będzie miało wpływu na stateczność zbocza w tym rejonie. Dalsze wyniki obliczeń geotechnicznych wykazały, że drugim istotnym czynnikiem wpływającym na brak stateczności tego rejonu jest też poziom zwierciadła wody utrzymujący się powyżej kontaktu warstw węgiel-il. W celu obniżenia zwierciadła wody i utrzymania go poniżej kontaktu powyżej osuwiska wykonano 5 studni odwadniających. Na poz. +150 pozostawiono blok węglowy o masie 450 tys. t, który skutecznie zabezpieczał przenośniki do końca pracy pochylni III.
- 3) Osuwisko z 2006 r. powstało na poz. +110 w wyniku nacięcia rowem przyskarpowym spagu węgla I pokładu nachylonego pod kątem 7° w kierunku odkrywki. Nastąpiło odsunięcie skrzydła wiszącego bloku węglowego z nadkładem od płaszczyzny uskoku asekwentnie pochyłonego do zbocza. Został uruchomiony proces osuwiskowy obejmujący swoim zasięgiem dwie skarpy +150/+125/+110, co doprowadziło do zerwania się pasa terenu o szerokości 12 m z poz. +150 i wypiętrzenia do wysokości 5 m I pokładu węgla na poz. +110. W projektach obliczeniowych uskok nie był brany pod uwagę. Wyznaczono strefę zagrożenia, obecnie osuwisko jest zasypane zwałowiskiem wewnętrznym.
- 4) Osuwisko z 2007 r. na skarpie +165/+150 z odnowieniem spękań i szczelin z 1993 r. było przewidziane, a do momentu jego powstania prowadzono codzienny regularny monitoring deformacji powierzchniowych, wgłębných. Z chwilą jego powstania zakończono końcowy etap wybierania II pokładu węgla na Zboczu Północnym. Koparka K-23 wykonała swoje zadanie według szczegółowych wytycznych jej pracy. Wybrała w bardzo trudnych warunkach geologiczno-górnich pozostawiony w 1999 r. na Zboczu Północnym blok węgla, jako zabezpieczenie dla byłych stacji napędowych i przenośników odbierających urobek z Pochylni III. Na planowane 450 tys. Mg — wydobyto ponad 550 tys. Mg węgla. Pod koniec 2008 r. osuwisko i obszar deformacji zostaną zasypane zwałowiskiem wewnętrznym, nową zwałowarką Z-48 — ZGOT 11500.

LITERATURA

- [1] Obsługa geologiczno-inżynierska wyrobiska KWB „Turów”, sprawozdanie za IV kwartał 1993, Zakład Geologii Stosowanej, Uniwersytet Wrocławski, grudzień 1993
- [2] Obsługa geologiczno-inżynierska odkrywki KWB „Turów” w roku 1994, sprawozdanie za okres styczeń–kwiecień, Zakład Geologii Stosowanej Uniwersytet Wrocławski, maj 1994

- [3] *Rybicki S., Wagner M., Kaczmarczyk R., Borecka A., Tylikowski M., Sanocki A., Dąbrowski J.*: Badania wytrzymałościowe stref kontaktowych głównych powierzchni strukturalnych w nadkładzie złoża KWB „Turów” oraz uzupełniające badania cech fizyczno-mechanicznych gruntu zwałowego. Katedra Geologii Inżynierskiej i Geotechniki Środowiska AGH w Krakowie, grudzień 1998
- [4] *Tylikowski M., Tomczyszyn E., Pacia G., Sowiński L.*: Analiza geotechniczna warunków stateczności docelowego Zbocza Północnego zwałowiska wewnętrznego w odkrywce „Turów” w rejonie linii 13NS+2wNS. Wrocław, PROGIG 1999
- [5] Opinia geotechniczna do projektu zmiany granic urabiania poziomów +125 i +105 w polu II na Zboczu Północnym wyrobiska odkrywkowego, opracował Dział Geotechniczny GZ, czerwiec 2002
- [6] Opinia geotechniczna do projektu zmiany granic urabiania poziomów +125 i +105 w polu II na Zboczu Północnym wyrobiska odkrywkowego, opracował Dział Geotechniczny GZ, czerwiec 2004
- [7] Analiza geotechniczna wpływu wybierania przez koparkę K-26 I pokładu węgla do fragmentu Zbocza Północnego i do zwałowiska wewnętrznego rejonu zwałowania Z-45, opracował Dział Geotechniczny GZ, marzec 2007
- [8] Analiza geotechniczna wpływu wybierania przez K-23 II pokładu węgla na Zboczu Północnym odkrywki, opracował Dział Geotechniczny GZ, lipiec–wrzesień 2007
- [9] *Iwaniak E., Pacia G., Tomczyszyn E., Tylikowski M.*: Projekt koncepcyjny przygotowania rozwoju północnego zwałowiska wewnętrznego BOT KWB Turów SA Etap II”, Wrocław, PROGIG, listopad 2007