

TERENOWE PRÓBY URABIANIA HYDROMECHANICZNEGO WĘGLA BRUNATNEGO – PROJEKT HYDROCOAL PLUS

FIELD TEST OF LIGNITE HYDRO-CUTTING – HYDROCOAL PLUS PROJECT

Adam Bajcar, Kamil Piróg - „Poltegor-Institut” Instytut Górnictwa Odkrywkowego, Wrocław

W artykule zaprezentowano obecnie prowadzone w „Poltegor-Institut” Instytut Górnictwa Odkrywkowego prace, których celem są badania prowadzące do opracowania urządzeń pozwalających na eksploatację węgla brunatnego metodą hydro-otworową. Przedstawiono wyniki pomiarów hydro-cięcia węgla z powierzchni terenu oraz metody oceny jego efektywności.

Słowa kluczowe: węgiel brunatny, metoda hydro-otworowa, skaning laserowy

The article presents current research at the „Poltegor-Institute” Institute of Opencast Mining, leading to the development of devices enabling exploitation of lignite with use of a hydro-cutting method. The measurement results of the hydro-cutting of coal from a land surface and methods of assessing its effectiveness are presented.

Keywords: lignite, HBM method, laser scanning

Wstęp

Projekt HydroCoal Plus, jest projektem demonstracyjnym, mającym na celu przeprowadzenie badań związanych z zastosowaniem metody hydro-otworowej w kopalni KWB Bełchatów. Projekt ten jest współfinansowany przez Fundusz Badawczy Węgla i Stali oraz Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Liderem konsorcjum realizującego projekt jest Główny Instytut Górnictwa, a w skład konsorcjum wchodzi następujący Partnerzy: PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A., „Poltegor – Institut” Instytut Górnictwa Odkrywkowego oraz Akademia Górnicza Technische Universität Bergakademie Freiberg.

Technologia eksploatacji hydro-otworowej (HBM) polega na eksploatacji węgla strumieniem wody o wysokim ciśnieniu i wydatku przez otwory wielkośrednicowe (Φ 500-650 mm) wywiercone z powierzchni terenu do spągu złoża, zaruwanego w warstwie nadkładowej i spągowej. Po wykonaniu odwiertu, do otworu zapuszcza się wielofunkcyjne urządzenie urabiająco-wydobywcze składające się z kolumny rur i obrotowej głowicy hydraulicznej, na której zainstalowane są dysze tnące strugą wody, będące narzędziem urabiającym pokład węgla. Eksploatacja prowadzona jest warstwami (o grubości ok. 0,2 - 0,4 m) od spągu ku stropowi złoża formując cylindryczną komorę o promieniu kilku metrów. W dolnej części komory osadza się urobiony węgiel wraz z wodą. Urobek jest wynoszony rurą na powierzchnię przy pomocy podnośnika wodno-po-

wietrznego (zmodyfikowany „air lift”). Transmisja mediów urabiających (woda pod ciśnieniem, sprężone powietrze) i urobku odbywa się w otworze wiertniczym przy pomocy kolumny współśrodkowych rur. Jest to metoda niewymagająca personelu pod ziemią.

W założeniu hydro-urabianie prowadzone będzie wznosząco od spągu do stropu złoża, rozpoczynając od skał przyspągowych, gdzie wykonana zostanie wstępna komora w kształcie odwróconego stożka. Urobek opadnie grawitacyjnie na dno otworu, gdzie zostanie rozdrobniony baterią dysz tnących, a następnie będzie zasysany hydraulicznie ssawą i wynoszony na powierzchnię wraz z wodą i powietrzem w formie pulpy rurą wydobywczą (zmodyfikowany „air lift”). Następnie wznosząco ku górze wybrana zostanie komora technologiczna o kształcie cylindrycznym, której promień będzie odpowiadał zasięgowi działania hydromonitorów, a wysokość odpowiadać będzie miąższości pokładu [1].

W celu potwierdzenia prawidłowości wyżej wymienionych założeń, zostały przeprowadzone napowierzchniowe próby hydro-cięcia węgla brunatnego w Kopalni Bełchatów.

Przeprowadzenie prób, skanowanie laserowe zboczy oraz wyniki pomiarów

W dniach 5-6 grudnia 2019 roku przeprowadzono kilkukrotne próby urabiania hydromechanicznego węgla

brunatnego w Kopalni Bełchatów. Do prób wykorzystano dyszę o średnicy 0,25 cala. Parametry ciśnienia wody oraz jej wydatek był kontrolowany w związku z czym przeprowadzono próby hydrocięcia węgla brunatnego dla następujących wielkości wyżej wymienionych parametrów:

$p = 200 \text{ bars}$, $Q = 357 \text{ l/min}$,

$p = 200 \text{ bars}$, $Q = 406 \text{ l/min}$,

$p = 300 \text{ bars}$, $Q = 451 \text{ l/min}$,

$p = 320 \text{ bars}$, $Q = 480 \text{ l/min}$,

gdzie: p – ciśnienie wody, Q – przepływ wody.

Obserwacje poczynione podczas powyższych prób cięcia pozwoliły stwierdzić, że nie jest możliwe określenie pełnej głębokości wykonanych szczelin ze względu na brak ich stabilności i zapadanie się. W związku z powyższym postanowiono wykonać cięcie w odległości około 1 m i wydobyć węgiel z przestrzeni między nimi. Cięcie przeprowadzono strumieniem wody o następujących parametrach $p = 320 \text{ barów}$, $Q = 480 \text{ l/min}$.

W celu oceny efektywności wolumetrycznej procesu hydrocięcia węgla brunatnego oraz archiwizacji przebiegu tego procesu zostało przeprowadzone skanowanie laserowe zboczy za pomocą tachimetru skanującego przed jak i po zakończeniu hydro-urabiania.



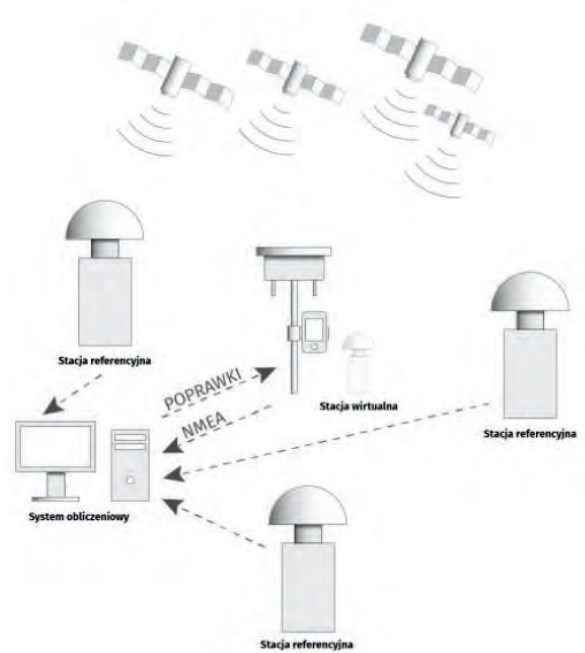
Rys. 1. Pomiar tachimetrem skanującym
Fig. 1. Measurement with a spatial station

Skanowanie laserowe daje szerokie spektrum możliwości analizy i wykorzystania danych pomiarowych oraz bardzo szczegółową, a ponadto dokładną rejestrację stanu zboczy w różnych momentach czasu.

Tachimetr laserowy wyposażony jest w układ optyczny, który z zadaną częstotliwością, emituje wiązki świetlne o ustalonej długości fali i określonym kierunku. Każde odbicie od przeszkody jest rejestrowane jako położenie punktu w przestrzeni, któremu przypisane są współrzędne X, Y, Z – początkowo w układzie lokalnym skanera, a następnie w docelowym układzie współrzędnych geodezyjnych prostokątnych. Efektem pomiaru jest zbiór punktów, tzw. chmura punktów (z ang. point clouds), posiadających współrzędne geodezyjne.

Pozycje tachimetru zostały zorientowane przestrzennie za pomocą wcięcia kąowego wstecz w technologii GPS. Metoda RTN (Real Time Network), umożliwia osiągnięcie dokładności pomiarowej poziomej rzędu 1 cm.

Metoda ta polega na pomiarze współrzędnych w czasie rzeczywistym z kilku stacji referencyjnych w ramach serwisu NAWGEO, zgodnie ze schematem ukazany na rysunku 2. Technologia pomiarowa działa w ten sposób, że po otrzymaniu przybliżonej pozycji odbiornika GNSS, system ob-



Rys. 2. Metoda pomiaru RTN współrzędnych geodezyjnych (https://sklep.navigate.pl/images/menu_glowne/porady/RTN_dzialanie.png).

Fig. 2. A RTN method of geodetic coordinate measuring

liczeniowy tworzy wirtualną stację referencyjną w pobliżu odbiornika i wylicza poprawki, które są następnie przesyłane, tak jakby pochodziły z pojedynczej stacji referencyjnej. Aby dokonać obliczeń system obliczeniowy pobiera i interpoluje poprawki z kilku otaczających użytkownika fizycznych stacji referencyjnych.

Zastosowanie specjalistycznych narzędzi graficznych, opartych na zaawansowanych algorytmach obliczeniowych, pozwala na zamianę pozyskanych modeli punktowych w postać geometryczną. Na podstawie uzyskanych chmur punktów, wykonano modele w postaci nieregularnej siatki trójkątów, których duża gęstość pozwoliła na wygenerowanie modeli numerycznych skanowanej skarpy w różnych przedziałach czasowych.



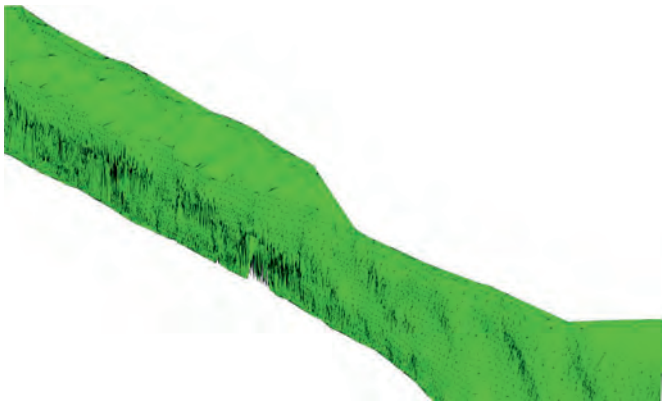
Rys.3. Skarpa przed hydro-cięciem
Fig. 3. The slope before the hydro-cutting

Przygotowane modele trójkątowe zostały wykorzystane do obliczeń kubatury węgla brunatnego urobionego podczas hydro-cięcia.



Rys. 4. Przykładowa chmura danych uzyskana podczas skanowania skarpy w KWB Bełchatów w dniach 05-06.12.2019

Fig. 4. An example of a data cloud obtained during the slope scanning at KWB Bełchatów on 05-06.12.2019



Rys. 5. Siatka trójkątów - zbocze przed hydro-cięciem
Fig. 5. Triangle grid – the slope before the hydro-cutting

Wyniki pomiarów kubaturowych przedstawione są w tabeli 1.

WNIOSKI

Przeprowadzone napowierzchniowe próby hydro-cięcia węgla brunatnego wodą potwierdziły założenia dotyczące możliwości eksploatacji węgla brunatnego metodą hydro-otworową. Najlepsze rezultaty osiągnięto przy ciśnieniu wody 320 barów i jej wydatku wynoszącego 480 l / min. Rezultaty pomiarów zostaną wykorzystane w dalszych etapach projektu HydroCoal Plus jako podstawa do zaprojektowania urządzenia pozwalającego na wydobycie węgla brunatnego spod powierzchni terenu metodą HBM.

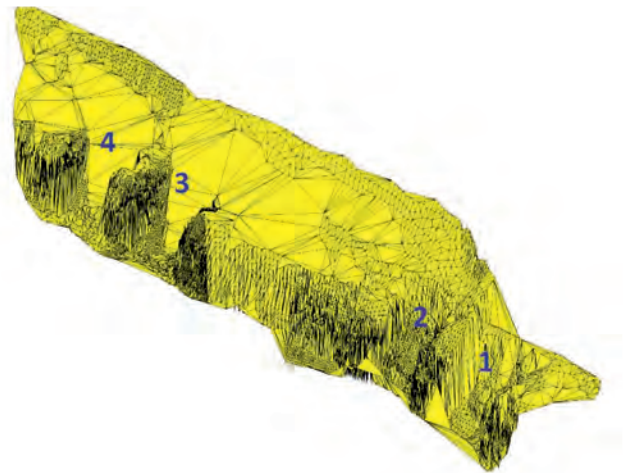
Praca naukowa finansowana ze środków finansowych na naukę w latach 2018-2021 przyznanych na realizację projektu międzynarodowego współfinansowanego przez Fundusz Badawczy Węgla i Stali, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz środki własne.

Literatura

- [1] J. Dubiński, J. Szczepiński, A. Bajcar, W. Jura, J. Skiba, B. Jura, W. Szołtysek, Założenia projektu HydroCoal Plus, Węgiel Brunatny nr 4 (105), 2018 r.



Rys. 6. Fragment skarpy po próbnym hydro-cięciu
Fig. 6. A fragment of the slope after a trial hydro-cutting



Rys. 7. Siatka trójkątów - zbocze po hydro-cięciu wraz z numerami kolejnych wcięć
Fig. 7. Triangle grid – the slope after the hydro-cutting with numbers of subsequent hydro-cuts

Tab. 1. Kubatura urobionego węgla brunatnego w kolejnych hydro-cięciach
Tab. 1. Volume of the brown coal excavated in the subsequent hydro-cuts

Numer wcięcia	1	2	3	4
Jednostki	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]
Kubatura	7,09	5,94	6,42	4,23