

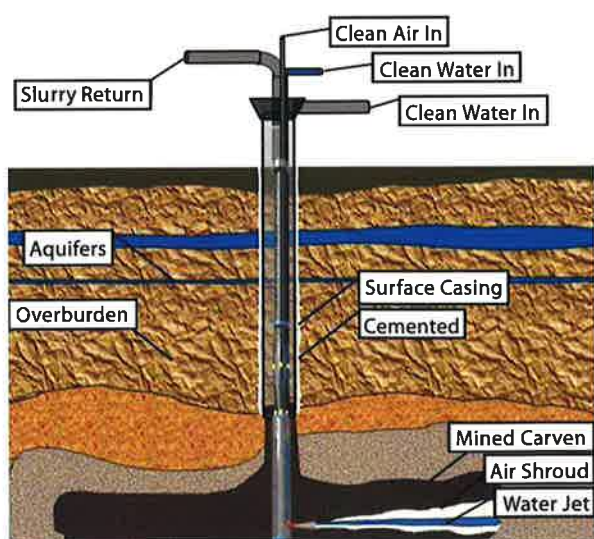
# Założenia projektu HydroCoal Plus

**W**wielu europejskich krajach znajdują się złoża węgla brunatnego, których eksploatacja klasyczną metodą odkrywkową jest niemożliwa ze względów środowiskowych lub infrastrukturalnych. Istotnym zatem jest opracowanie innych, mniej inwazyjnych metod wydobywania takich pokładów. Metoda hydro-otworowa Hydraulic Borehole Mining (HBM) jest jedną z nich.

Technologia eksploatacji hydro-otworowej (HBM) polega na eksploatacji węgla strumieniem wody o wysokim ciśnieniu i wydatku przez otwory wielkośrednicowe ( $\Phi$  500-650 mm) wywiercone z powierzchni terenu do spągu złoża, zarzuwanego 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 wę-

giel wraz z wodą. Urobek jest wynoszony rurą na powierzchnię przy pomocy podnośnika wodno-powietrznego (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.

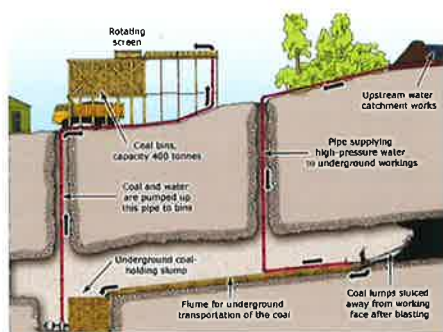
Technologia hydro-otworowej eksploatacji surowców mineralnych za pomocą strugi wody pod ciśnieniem miała swoje początki w późnych latach osiemdziesiątych. Pierwsze eksperymenty metody HBM zostały przeprowadzone w Polsce na złożu węgla brunatnego Bełchatów w latach 1986-1987 (W. Jura). Przeprowadzone próby wykazały techniczną możliwość i zdolność technologii HBM, zarówno w zakresie hydro-cięcia, hydro-rozdrabniania, jak i hydro-wynoszenia. Pionierem w zakresie przeprowadzonych testów eksploatacji surowców mineralnych metodą HBM był George A. Savanick z United States Bureau of Mines (Report of Investigations 1987, USA). Niektóre z dostępnych raportów opisują napotykaną wówczas sporadyczne problemy i ograniczenia. Przeprowadzone wówczas eksperymenty



Rys. 1. Schemat poglądowy idei technologii HBM oraz fotografia pilotażowej próby wykonanej w USA.  
Źródło: Kinley Jetmining Exploration – Jetmining, <http://www.jetmining.com>

cechowały się niskimi jak na owe czasy parametrami technicznymi urządzeń stosowanych do wytworzenia strugi wody do cięcia (high pressure water jet for cutting), a także pionierskimi doświadczeniami praktycznymi w zakresie hydrauliczno-powietrznego systemu transportu urobku i wody (tzw. „air lift”). Kolejne eksperymenty przeprowadzane po 2000 roku umożliwiły lepsze opanowanie poszczególnych etapów procesu technologii HBM oraz zwiększanie ich efektywności.

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 Górniczo-Instytut, a w skład konsorcjum wchodzi następujący Partnerzy: PGE Górniczo i Energetyka Konwencjonalna S.A., „Poltegor-Instytut” Instytut Górniczo Odkrywkowy oraz Akademia Górnicza Technische Universität Bergakademie Freiberg.



Rys. 2. Przykładowy schemat testu stanowiskowego hydro-urabiania kaliny węglowej w warunkach Kopalni Doświadczalnej „Barbara” oraz przykład „działka wodnego” i test zasięgu strugi wody (hydro-urabianie).

Projekt HydroCoal Plus składa się z siedmiu pakietów roboczych:

- WP1: Zarządzanie projektem i sporządzanie raportów.
- WP2: Eksperymenty laboratoryjne i wstępne badania oraz testy polowe hydro-urabiania (hydro-cięcie i hydro-kruszenie).
- WP3: Opracowanie zmodyfikowanego systemu hydro-transportu („air lift”) i wykonanie wielofunkcyjnego urządzenia wydobywczego Hydraulic Borehole Mining (HBM).
- WP4: Ocena ryzyka oraz ocena oddziaływania technologii eksploatacji hydro-otworowej na środowisko.
- WP5: Demonstracja technologii hydro-otworowej eksploatacji HBM – próby polowe na poligonach doświadczalnych.
- WP6: Wstępne studium technicznej wykonalności i ekonomicznej opłacalności technologii HBM.
- WP7: Wnioski, zalecenia i rozpowszechnianie wyników.

Wyniki badań laboratoryjnych (geomechanicznych) oraz rezultaty stanowiskowych testów hydro-cięcia brył węgla (brunatnych i kamiennych) będą punktem wyjścia do opracowania założeń parametrów technicznych strugi wody. Kolejnym etapem będą próby stanowiskowe hydro-cięcia przeprowadzone

na półkach skalnych w kopalniach odkrywkowych Bełchatów i Severočeské Doly (Czechy).

Poszczególne elementy składowe technologii zostaną zbadane:

- w warunkach laboratoryjnych w celu określenia parametrów wielofunkcyjnego urządzenia wydobywczego (hydro-cięcie, hydro-rozdrabnianie, hydro-transport „air lift” oraz podszadanie kawerny),
- na numerycznych modelach komputerowych – symulacje złożowe utrzymania stropu kawerny w warunkach złoża KD „Barbara” i kopalni Bełchatów,
- w terenie – na poligonach doświadczalnych: w podziemnym chodniku węglowym w KD „Barbara”, na półkach węglowych w kopalniach odkrywkowych Bełchatów i Severočeské Doly, celem przetestowania skuteczności hydro-cięcia węgla strugą wody (zasięg oraz efektywność).

W ramach projektu HydroCoal Plus opracowane zostanie nowe urządzenie wydobywcze oraz nowa technologia hydro-otworowej eksploatacji węgla brunatnego.

Przeprowadzenie testów technologii HBM na poligonach w Kopalni Doświadczalnej „Barbara” (GIG) oraz w kopalni odkrywkowej Bełchatów (PGE) ma na celu wykazanie realnej możliwości wdrożenia technologii w skali przemysłowej.

Podczas testów demonstracyjnych technologii hydro-otworowej (HBM) odwierconych zostanie kilka otworów produkcyjnych o średnicy ok. 550-650 mm i głębokości ok. 35-70 metrów (spąg płytko zalegającego pokładu węgla kamiennego), do których zapuszczone zostanie urządzenie wydobywcze. Wokół otworu przygotowana zostanie napowierzchniowa infrastruktura techniczna: rurociągi wody i powietrza, zbiorniki na wodę, odstojnik na urobek, fundamenty pod pompę wysokiego ciśnienia i kompresor powietrza. Do otworu doprowadzone zostaną media (woda, prąd, sprężone powietrze), a następnie podłączona zostanie pompa i sprężarka wraz z aparaturą kontrolno-pomiarową (AKP). Eksperymenty polegać będą na hydraulicznym urabianiu węgla – strugą wody pod wysokim ciśnieniem przy użyciu zaprojektowanych hydromonitorów.

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 hydro-monitorów, a wysokość odpowiadać będzie miąższości pokładu. Bazując na rezultatach przeprowadzonych wcześniej testów hydro-cięcia węgla przewidywany zasięg skutecznego urabiania (promień kawerny) powinien kształtować się w zakresie 3-7 m.

Dla zapewnienia najefektywniejszego procesu hydro-urabiania przewiduje się wykorzystanie dwóch rodzajów pomp: niskiego i wysokiego ciśnienia z różnymi wydatkami wody oraz przetestowanie różnych rodzajów dysz tnących.

Wykonane w pokładzie węgla kawerny zostaną poddane procesowi skanowania pod kątem odwzorowania ich kształtu (geometria 3D), a zebrane dane zostaną zaimportowane do numerycznego modelu złoża.

Technologia HBM może być stosowana między innymi w pokładach węgla brunatnego, charakteryzujących się:

- znaczną miąższością (od kilkunastu do kilkudziesięciu metrów),
- umiarkowaną twardością,
- załeganiem w interwale głębokości od kilkudziesięciu do 400 m.

Powyższe warunki spełnia między innymi największe w Europie złożo węgla brunatnego „Legnica-Ruja-Ścinawa”. Technologia hydro-otworowej eksploatacji (HBM) może znaleźć zastosowanie również w odniesieniu do rud surowcowych oraz cennych minerałów i kamieni szlachetnych. Technologia HBM

nie jest konkurencją dla obecnie stosowanych konwencjonalnych metod odkrywkowych i podziemnych (biorąc pod uwagę wielkość produkcji), posiada jednak wiele zalet w porównaniu z nimi i może być uznana za metodę alternatywną lub dodatkową (uzupełniającą), a w przypadku małych złóż jest jedyną ekonomicznie uzasadnioną metodą eksploatacji.

W końcowym etapie prac określone zostaną mierniki aspektów technicznych, środowiskowych i ekonomicznych, które powinny być brane pod uwagę przy podejmowaniu decyzji o wdrożeniu technologii HBM.

Prace w Projekcie zostały rozpoczęte w czerwcu 2018 roku, a demonstracja metody HBM w Kopalniach „Barbara” i „Bełchatów” jest planowana na rok 2020.

Realizacja wszystkich zadań w Projekcie prowadzona pod auspicjami Pana Profesora Józefa Dubińskiego stanowi twórczą kontynuację prac Pana Wiesława Jury z Jego osobistym udziałem.

*Autorzy:*

*prof. dr hab. inż. Józef Dubiński*

*dr hab. inż. Jacek Szczepiński*

*dr inż. Adam Bajcar*

*mgr inż. Wiesław Jura*

*dr inż. Jacek Skiba*

*mgr inż. Bartłomiej Jura*

*mgr inż. Wojciech Szoltysek*

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

