

echosonda, GPS, górnictwo

Sławomir PATLA, Kamil ROGOSZ*

ZASTOSOWANIE TECHNIK SONAROWYCH I WSPOMAGANIA DGPS DO POMIARÓW EKSPLOATOWANYCH AKWENÓW

W pracy przedstawiono badania wykorzystujące techniki sonarowe na terenie wyrobiska eksploatacyjnego Bielinek. Podczas sondowania dna skorzystano z dwóch metod pozycjonowania GPS. Kontrolnie dokonywano bezpośrednich pomiarów głębokości przy użyciu sondy ciężarkowej. Otrzymane wyniki porównano ze sobą w celu określenia dokładności przeprowadzonych pomiarów. Stanowiły one podstawę do opracowania numerycznego modelu dna wyrobiska Kopalni „Bielinek”.

1. WPROWADZENIE

Wiele złóż skał okruchowych eksploatowanych jest spod lustra wody a wyeksploatowane wyrobiska najczęściej mają wodny kierunek rekultywacji. W przypadku złóż niejednorodnych prowadzenie urabiania „po omacku” obniża jakość kruszywa i zwiększa koszty związane z pozyskiwaniem niepożądanych frakcji. Rozpoznanie lub kontrola podwodnej części wyrobiska jest zadaniem dosyć skomplikowanym. W poniżej opisanym przypadku pokazano możliwości wykorzystania echosondy wyposażonej w różnicowy system GPS.

2. KONFIGURACJA ZESTAWU POMIAROWEGO

Echosonda jest hydroakustycznym urządzeniem do pomiaru głębokości akwenów. Działa na zasadzie odbicia fali ultradźwiękowej od elementów dna rzeki lub zbiornika wodnego.

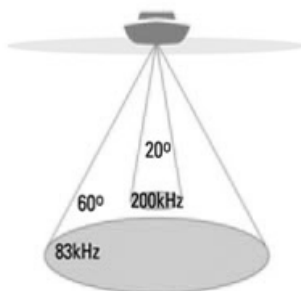
Echosonda składa się z dwóch kanałów: nadawczego i odbiorczego, a ich praca kierowana jest przez układ sterujący z równoczesnym pomiarem czasu.

* Poltegor-Instytut IGO, Wrocław, slawomir.patla@igo.wroc.pl, kamil.rogosz@igo.wroc.pl

Pomiar głębokości odbywa się na zasadzie wyznaczenia czasu wygenerowania impulsu elektromagnetycznego w generatorze, który następnie jest przekazywany na przetwornik i wyemitowany do wody w postaci impulsu hydroakustycznego o prędkości $v = 1400\text{--}1550$ m/s w zależności od temperatury i stopnia zasolenia ośrodka. Wygenerowany impuls po odbiciu się od dna, napotkanej przeszkody lub innego elementu unoszącego się w wodzie powraca do przetwornika i następuje uruchomienie kanału odbiorczego echosondy. w przetworniku sygnał fali akustycznej zostaje przekształcony na impuls elektryczny, następnie wzmacniony we wzmacniaczu, po czym kierowany jest do układu sterującego. następuje pomiar czasu od chwili nadania do chwili powrotu impulsu elektrycznego, który po odpowiedniej obróbce zostaje wyświetlany na ekranie.

Stotnym parametrem echosondy jest generowany kąt stożka (rys. 1), który decyduje o zakresie i dokładności pomiaru. Operator ma możliwość dostosowania parametrów pracy sondy. Szeroki kąt stożka ukazuje więcej informacji spod zwierciadła wody. Obarczone jest to jednak kosztem zmniejszenia głębokości penetracji, spowodowane utratą dostępnej mocy przetwornika przy szeroko rozprzestrzeniającym się sygnale.

Przetwornik będący integralną częścią wykorzystanej do badań echosondy pracuje na trzech częstotliwościach 50 kHz, 83 kHz i 200 kHz. Jego moc sygnału równa 250 W pozwala na maksymalną głębokość penetracji równą 1524 m. Komunikacja echosondy z zewnętrznymi odbiornikami GPS odbywa się za pomocą złącza NMEA 2000 i NMEA 0183. Wbudowany odbiornik GPS pozwala na określenie pozycji z dokładnością 3 m (pomiar autonomiczny). Wykorzystanie techniki różnicowej (DGPS) zwiększa dokładność pomiaru do ok. 5 mm.



Rys. 1. Różnica w zakresie i dokładności pomiarów w zależności od kąta stożka przetwornika
Fig. 1. The difference in the extent and accuracy of the measurements depending on the angle of the cone of the transducer

Pomiar autonomiczny wykonano montując uchwyt przetwornika na pawęży pontonu. Przetwornik znajdował się ok. 15 cm pod lustrem wody, co uwzględniono podczas konfiguracji urządzenia.

Pomiar z zewnętrznym odbiornikiem GPS wykonano montując antenę mobilną tak, aby oś anteny pokrywała się z osią przetwornika (rys. 2). Wahliwe zamontowanie uchwytu przetwornika (i znajdującej się nad nim anteny GPS) umożliwiło ustawienie zestawu w poziomie. Poprawki GPS transmitowane były przez stację referencyjną ustawioną na punkcie o znanych współrzędnych na terenie kopalni.

Wspomniany wcześniej odbiornik GPS – Hiper II posiada zintegrowany podwójny modem GSM/GPRS oraz UHF co pozwala na wykorzystanie go jako odbiornika ruchomego wykorzystującego poprawki z sieci: ASG-EUPOS oraz TPI-NET. Odbiornik dysponuje 72 kanałami, co umożliwi śledzenie wszystkich widocznych satelitów na nieboskłonie w dowolnym miejscu i czasie. Wbudowany moduł umożliwi śledzenie sygnałów L1 i L2 sieci GPS i GLONASS oraz Satelitarnych Sygnałów Wspomagających SBAS takich jak: amerykański WAAS, europejski EGNOS oraz japoński MSAS. Maksymalna dokładność urządzenia to ok. 3 mm w poziomie i 5 mm w pionie. Pracą odbiornika steruje użytkownik za pomocą kontrolera wykorzystującego bezprzewodową technologię komunikacji krótkiego zasięgu Bluetooth.



Rys. 2. Konfiguracja sprzętu pomiarowego
Fig. 2. Configuration of the measuring equipment

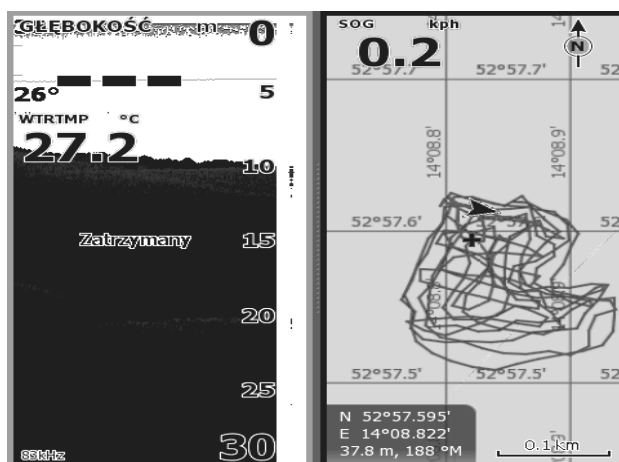
3. BADANIA POWIERZCHNI SPĄGOWEJ I ANALIZA WYNIKÓW

W celu przeprowadzenia badań dotyczących zastosowania echosondy i zewnętrznego odbiornika GPS wytypowano obszar akwenu eksploatacyjnego, na którym prowadzono sondowanie. Obszar badań został ograniczony do powierzchni zapewniającej odpowiednią gęstość próbkowania głębokości.

W pierwszej kolejności wykonano sondowanie dna przy użyciu echosondy oraz taśmy mierniczej z obciążnikiem. Zakreślono obszar badań a następnie wypełniono

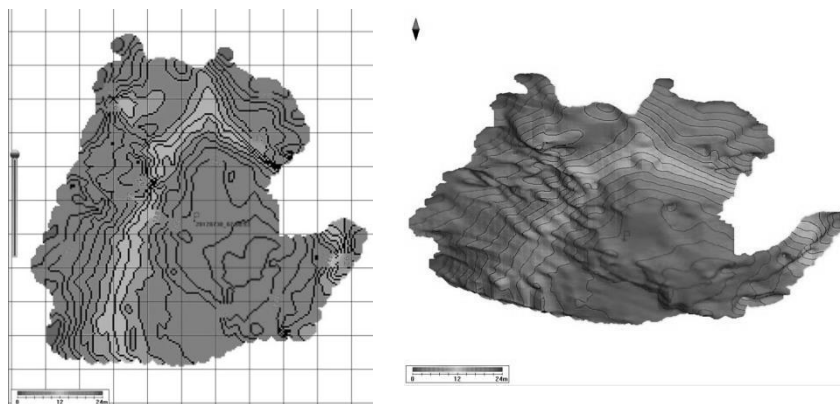
śladami środka obwiedni (rys. 3). W lewej części obrazu widać profil dna powstający w czasie przemieszczania się pontonu. Po lewej stronie zapisany jest ślad trasy we współrzędnych geocentrycznych.

W kolejnej fazie badań wykonano sondowanie dna z podłączonym zewnętrznym odbiornikiem GPS. W trakcie badań, dzięki możliwości bieżącej obserwacji na żywo przebiegu trasy, wtórnym badaniom poddano ten sam obszar (rys. 3).



Rys. 3. Widok okna sonaru (pomiar autonomiczny i pomiar różnicowy)

Fig. 3. Sonar screen view (autonomous measurement and differential measurement)



Rys. 4. Model dna akwenu eksploatacyjnego

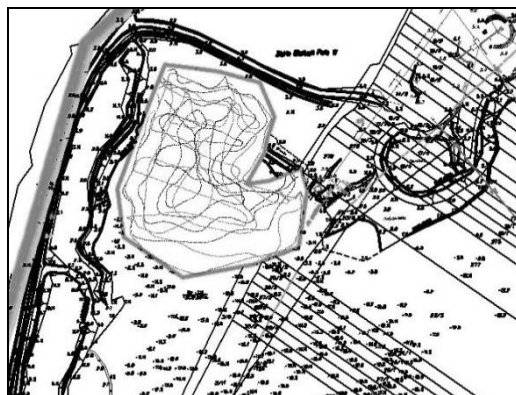
Fig. 4. Model of the reservoir bottom

Zarejestrowane głębokości oraz współrzędne geograficzne odczytano w programie dedykowanym do obsługi sonaru. Pozwala on na sprawną obróbkę pozyskanych

danych jak i możliwości ich eksportu i dalsze wykorzystanie w specjalistycznych aplikacjach. Na rysunku 4 przedstawiono kolejne etapy tworzenia modelu dna eksplorowanego obszaru.

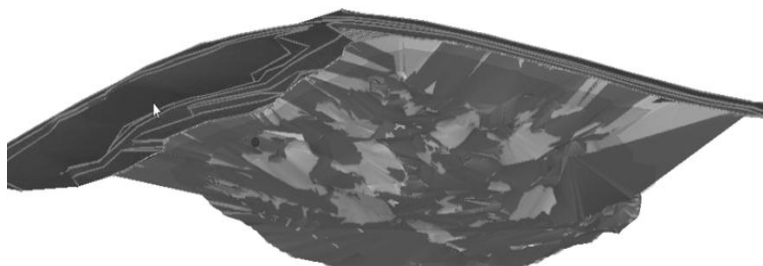
Dodatkowej analizie poddano odczyty głębokości zarejestrowane sondą ciężarkową i sonarem. Nieznaczne różnice odczytu głębokości wynikały z niewielkiego falowania wody, co wpływa na wartość pomiaru zarówno echosondą jak i taśmą mierniczą. Dodatkowo, muliste dno w niewielkim stopniu wpływa na odbicie sygnału echosondy oraz powoduje niewielkie zagłębienie obciążnika taśmy mierniczej.

Następnym etapem analizy zebranych danych było opracowanie modelu dna wyrobiska. Po przetransformowaniu współrzędnych z formatu BLH na format współrzędnych układu odniesienia „2000” oraz odjęciu wartości głębokości od rzędnej lustra wody połączono dane z mapą (rys. 5).



Rys. 5. Dane sonarowe w układzie 2000/V
Fig. 5. Sonar data in a 2000/V geodesic coordinates

Aby utworzyć model przestrzenny badanego obszaru podniesiono do 3D fragment linii brzegowej sąsiadującej z sondowanym rejonem. Na rysunku 6 przedstawiono widok fragmentu linii brzegowej oraz modele dna z dwóch sondowań.



Rys. 6. Scalone modele fragmentu wyrobiska
Fig. 6. Merger of the models section of the excavation

4. PODSUMOWANIE

Dotychczasowe badanie prowadzone w Instytucie Górnictwa Odkrywkowego „Poltegor-Instytut” pozwalają stwierdzić, że pomiar głębokości akwenu eksploatacyjnego z wykorzystaniem echosondy wspomaganą DGPS jest najlepszą i najszybszą metodą odtworzenia powierzchni pod lustrem wody.

Dokładność wbudowanego odbiornika GPS zapewnia w miarę dokładne określenie współrzędnych płaskich. Należy mieć na uwadze dokładność wbudowanego odbiornika GPS w stosunku do badanej powierzchni. Wbudowany odbiornik GPS należy traktować jak urządzenie nawigacyjne. Podczas kontroli kątów skarp podwodnych istnieje możliwość nawiązania się do elementów umieszczonych przez służby miernicze na brzegu celem wykonania profilów w konkretnych miejscach.

W celu pozyskiwania danych do prac kartograficznych należy zwiększyć dokładność określania współrzędnych płaskich przez zastosowanie zewnętrznego odbiornika GPS określającego współrzędne metodą różnicową.

Pokrycie większą ilością śladów sondowanego obszaru zwiększa precyzję i szczegółowość odwzorowania powierzchni.

Wizualizacja pozycji maszyny wydobywczej na tle mapy wyrobisk górniczych pozwoliłaby na efektywne prowadzenie eksploatacji. Pomiary kontrolne spągu zredukowanych wyrobisk zapewniłoby kontrolę nad nieprzewidzianymi deformacjami dna i skarp.

Praca zrealizowana w ramach projektu rozwojowego NR09-0061-10/2011 pt.: “Zintegrowany system sterowania technologią odkrywkowa wydobywania surowców skalnych” finansowanego przez NCBiR.

LITERATURA

- [1] GUCMA M., MONTEWKA J., ZIEZIULA A., *Urządzenia nawigacji technicznej*, Fundacja Rozwoju Akademii Morskiej w Szczecinie, Szczecin 2005.
- [2] LAMPARSKI J., *NAVSTAR GPS od teorii do praktyki*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn 2001.
- [3] PATLA S., ROGOSZ K., GRZEŚKOWIAK A., BRYCH M., ŁABUDA I., *Utworzenie numerycznego modelu dna wyrobiska eksploatacyjnego Bielinek*, Poltegor-Instytut IGO, Wrocław 2012.

THE IMPLEMENTATION OF SONAR TECHNIQUES ASSISTED BY GPS SERVICE IN THE OPERATING RESERVOIRS

The article presents application of the sonar techniques in the operational excavation Bielinek. While probing the reservoir bottom were used two methods of GPS positioning. Direct depth measurement has been checked by weights probe. The obtained results were compared with each other in order to determine the accuracy of the measurements. They were the basis for the development of a numerical model of Bielinek reservoir bottom.