

# CHARAKTERYSTYKA MORFOMETRYCZNA ZBIORNIKÓW POEKSPLOATACYJNYCH SUROWCÓW SKALNYCH

## MORPHOMETRICAL CHARACTERISTIC OF ROCK MATERIALS PIT LAKES

Tadeusz Molenda - Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, Sosnowiec

*Bardzo często, po zakończeniu eksploatacji dochodzi do zatopienia wyrobisk odkrywkowych. W następstwie powstają zbiorniki poeksploatacyjne. W artykule przedstawiono charakterystykę morfometryczną wybranych zbiorników poeksploatacyjnych związanych z wyrobiskami surowców skalnych. Zbiorniki cechuje zróżnicowana morfometria uzależniona zarówno od rodzaju eksploatowanego surowca jak i sposobu wydobywania. Charakterystyczną cechą zbiorników powstałych w następstwie zatopienia wyrobisk skał litych są bardzo strome, często pionowe, podwodne stoki i znaczna głębokość. Cechuje je również duże zróżnicowanie morfometrii dna. Akweny powstałe w wyrobiskach skał luźnych cechują łagodniejsze stoki, mniejsza głębokość, a także mniejsze zróżnicowanie morfometrii dna.*

**Słowa kluczowe:** zbiornik poeksploatacyjny, eksploatacja odkrywkowa, kruszywa naturalne, granit, piasek, plan batymetryczny

*When the life of an excavation pit comes to an end it often gets flooded. As a result, excavation reservoirs develop. The article presents the hydrographic characteristics of the reservoir of that type in Poland (associated with building raw materials excavations). The maximum depth of the basin is 27,2 m. The reservoir created in the disused granite excavation. Characteristic features of the basin include very steep underwater slopes and varied morphometry of the bottom.*

**Keywords:** pit lake, opencast mining, natural aggregates, granite, sand, bathymetry

### Wstęp

Złoża surowców mineralnych można eksploatować zarówno metodą głębinową jak i odkrywkową, czasami również jak np. w przypadku siarki metodą wytopienia. Złoża surowców mineralnych zalegające na nieznacznych głębokościach od powierzchni terenu eksploatowane są odkrywkowo. Eksploatacja odkrywkowa prowadzi do znacznych zmian w rzeźbie terenu i stosunkach wodnych pola górniczego. Zmianie ulega zarówno powierzchniowa sieć hydrograficzna jak i warunki hydrogeologiczne. W początkowym okresie eksploatacji, kiedy złoża znajdują się powyżej zwierciadła wód podziemnych do odkrywki dostają się jedynie wody opadowe oraz wody pochodzące ze spływu powierzchniowego. Z chwilą, gdy spąg wyrobiska „przecnie” zwierciadło wód podziemnych dojdzie do ich wypływu i zalewania wyrobiska (rys. 1). Wypływy te mogą mieć niekiedy skoncentrowany charakter i dużą wydajność. Obiekty tego typu spotyka się głównie w kamieniołomach skał węglanowych, w których podczas eksploatacji dochodzi do „przecięcia” kanałów krasowych prowadzących znaczne ilości wód. W celu zapewnienia bezpiecznych warunków eksploatacji dopływająca do wyrobiska woda musi być z niego usuwana. Odwadnianie wyrobiska następuje na drodze grawitacyjnej (kanały odwadniające) lub poprzez odpompowanie.

W większości przypadków, po zakończeniu eksploatacji

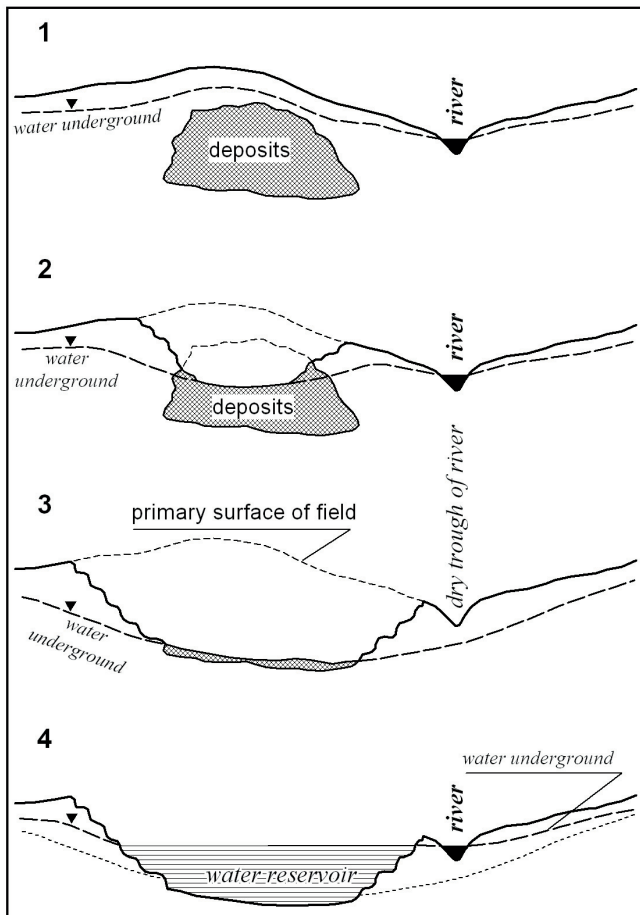
zaprzestaje się prowadzenia robót odwodnieniowych a napływająca do wyrobiska woda doprowadza do jego zalania, a w konsekwencji powstania **zbiornika poeksploatacyjnego** (rys.1).

Niektórzy autorzy np. Jansky i Sobr (2003) oraz Strzelec i Serafiński (2004), klasyfikują zbiorniki poeksploatacyjne ze względu na rodzaj surowca mineralnego, jaki był eksploatowany w danym wyrobisku. Biorąc pod uwagę to kryterium można wyróżnić następujące typy zbiorników wyrobiskowych: **piaskarnie, żwirownie, glinianki, torfianki**. Powierzchnia poszczególnych zbiorników poeksploatacyjnych jest bardzo zróżnicowana. Od najmniejszych, zajmujących powierzchnię kilkuset metrów kwadratowych, jak w przypadku torfianek, do kilku kilometrów kwadratowych w przypadku piaskarni lub zbiorników powstałych w następstwie zatopienia wyrobisk po eksploatacji węgla brunatnego (Różkowski i in., 2010).

Artykuł ma na celu przedstawienie charakterystyki morfometrycznej wybranych zbiorników poeksploatacyjnych Polski związanych z wyrobiskami surowców skalnych. Lokalizację badanych zbiorników przedstawiono na rysunku 2.

### Metody badań

Pomiar głębokości zbiorników wykonano z łodzi z wykorzystaniem echosondy LOWRANCE HDS 5 – Gen 2 z



Rys. 1. Etapy powstania zbiornika poeksploatacyjnego: 1- stan przed eksploatacją, 2- początkowa faza eksploatacji, 3- końcowa faza eksploatacji, 4- stan po zakończeniu eksploatacji i zaprzestania odwadniania wyrobiska (Molenda, 2011)

Fig. 1. Stages of pit lake forming

wbudowanym odbiornikiem GPS. Na podstawie wyników pomiaru echosondą wykreślono plany batymetryczne oraz przekroje przy wykorzystaniu programu komputerowego Dr Depth. Podstawowe charakterystyki i wskaźniki morfometryczne zbiorników (powierzchnia, długość, objętość itp.) obliczono na podstawie mapy topograficznej 1: 10000 oraz wykreślonego planu batymetrycznego. Wszystkie obliczenia wykonano z wykorzystaniem wzorów podanych w opracowaniach Bajkiewicz-Grabowskiej i Magnuszewskiego (2002) oraz Chońskiego (2007).

## Wyniki

Przykładem zbiorników poeksploatacyjnych powstałych w wyrobiskach po eksploatacji kruszyw naturalnych są akweny zlokalizowane w Nowogrodzie Bobrzańskim (rys. 2). Przedmiotem eksploatacji były osady czwartorzędowe akumulacji rzecznej wykształcone w postaci utworów piaszczysto-żwirowych i piasków różnoziarnistych. Przedstawione plany batymetryczne (rys. 3 i 4) oraz zestawione podstawowe charakterystyki morfometryczne (tab. 1) wskazują na znaczne różnice w ukształtowaniu rzeźby dna analizowanych zbiorników. W obydwu przypadkach eksploatacja prowadzona była spod wody, różne jednak były typy zastosowanych koparek. Zbiornik „A” to zatopione wyrobisko, gdzie eksploatacja prowadzona była za pomocą koparki jednonaczyniowej podsiębiernej. Dlatego też dno zbiornika wykazuje duże zróżnicowanie rzeźby i wskazuje na nieprecyzyjny sposób eksploatacji

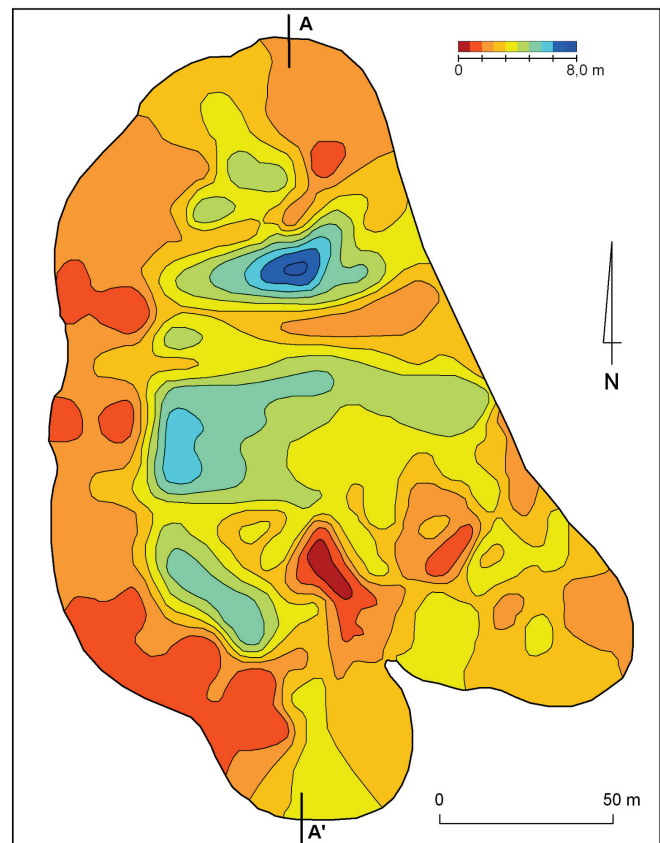


Rys. 2. Lokalizacja badanych zbiorników poeksploatacyjnych:

- 1 – Nowogród Bobrzański,
- 2- Nadziejów, 3- Katowice (Grünfeld)

Fig. 2. Location of the pit lake: 1 – Nowogród Bobrzański, 2- Nadziejów, 3- Katowice (Grünfeld)

(rys. A). W przypadku zbiornika „B” eksploatacja prowadzona była za pomocą koparki jednonaczyniowej chwytakowej. Wpłynęło to w istotny sposób na głębokość maksymalną badanych akwenów. Eksploatacja za pomocą koparek podsiębiernych (łyżkowych) możliwa jest do głębokości 12 m. W przypadku koparek chwytakowych eksploatacja może być prowadzona do głębokości 40 m (Kozioł i in., 2011). Dlatego też plany batymetryczne ujawniają znaczne różnice w głębokości maksymalnej

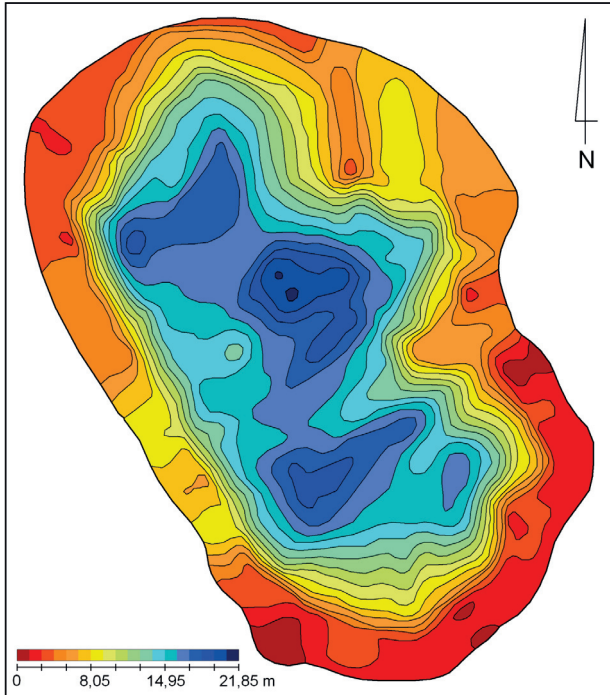


Rys. 3. Plan batymetryczny zbiornika „A” (Nowogród Bobrzański), A – A’ kierunek linii przekroju

Fig. 3. Bathymetry of the „A” pit lake (Nowogród Bobrzański), A – A’ cross-section lines

Tab. 1. Charakterystyka morfometryczna analizowanych zbiorników  
 Tab. 1. Morphometric characteristic of the analysed pit lakes

Nazwa zbiornika	Powierzchnia ( $F_0$ ) [ha]	Długość (L) [m]	Szerokość maks. (B) [m]	Głębokość maks. (h maks.) [m]	Głębokość śred. (h śred.) [m]	Pojemność (V) [m <sup>3</sup> ]
Nowogród „A”	2,0	215	150	6,7	3,2	65 000
Nowogród „B”	8,0	415	210	21,2	12,4	997 000
Grünfeld	3,8	350	180	9,9	6,1	232 000
Nadziejów	1,2	135	125	27,2	26,1	314 000

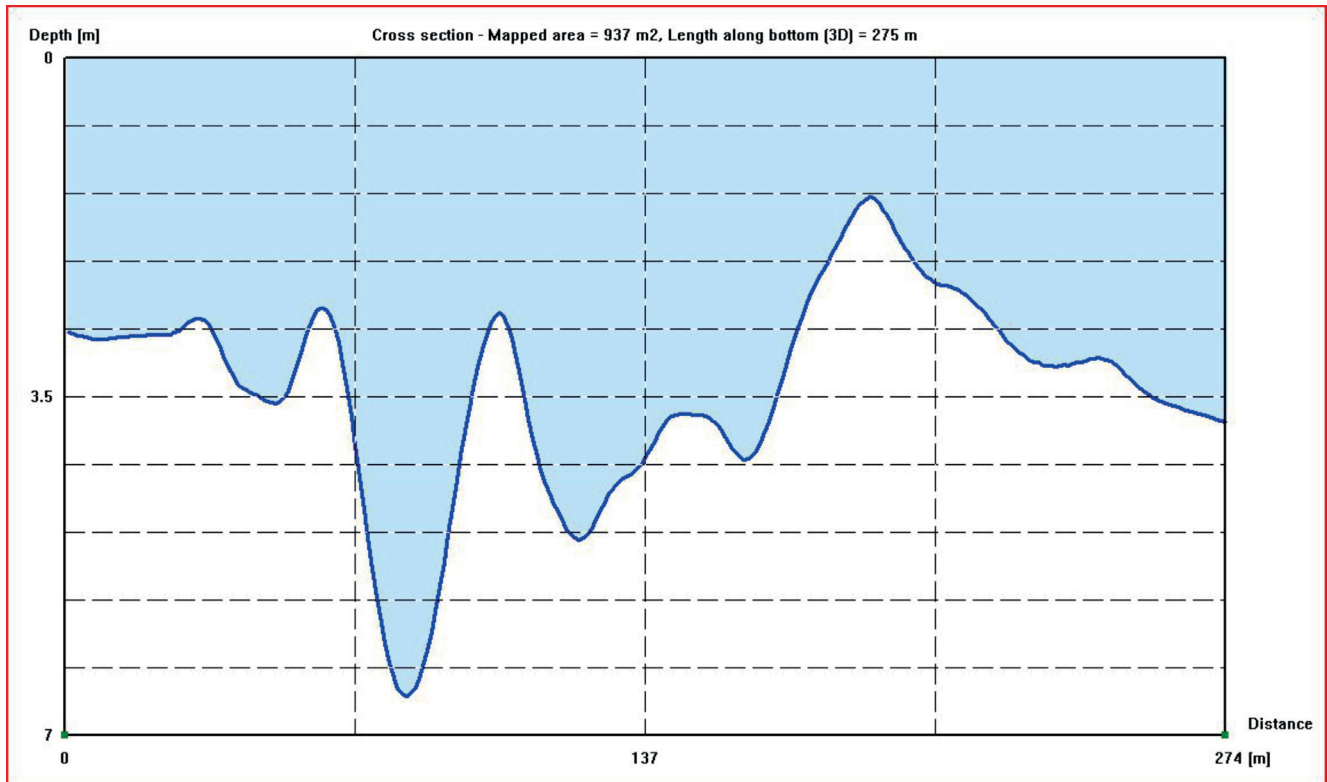


Rys. 4. Plan batymetryczny zbiornika „B” (Nowogród Bobrzański)  
 Fig. 4. Bathymetry of the „B” pit lake (Nowogród Bobrzański)

zbiorników, która w przypadku zbiornika „A” wynosi 6,7 m a w zbiorniku „B” 21,2 m. Sposób eksploatacji ma również wpływ na ukształtowanie strefy brzegowej. W przypadku zbiornika „A” zdecydowana większość brzegów ma prawie pionowy charakter. Przy prowadzeniu eksploatacji za pomocą koparek łyżkowych bardzo trudno bowiem kształtować brzegi o nachyleniu  $< 40\%$  (Kozioł i in., 2011). W przypadku zbiornika „B” nachylenie brzegów jest  $< 40\%$ .

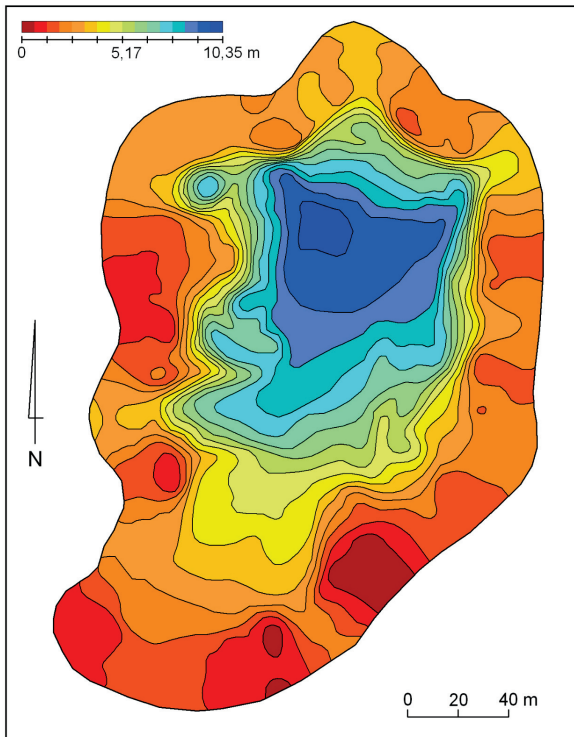
Przykładem akwenu który powstał w następstwie eksploatacji surowców skalnych jest również zbiornik Grünfeld w Katowicach. Przedmiotem eksploatacji były gliny zwietrzelinowe powstałe w następstwie wietrzenia karbońskich łupków ilastych. W ścianie odkrywki można zaobserwować laminę węgla kamiennego zalegającego pomiędzy warstwą łupków. W analizowanym zbiorniku można wyróżnić dwa baseny - północny, głębszy  $> 5$  m i południowy z głębokością  $< 5$  m (rys. 6). Maksymalna głębokość zbiornika wynosi 10,0 m. Na obszarze Górnego Śląska znajduje się jeszcze kilkadziesiąt tego typu akwenów, gdyż karbońskie gliny zwietrzelinowe stanowiły podstawowy surowiec do produkcji cegieł na przełomie XIX i XX wieku.

Przykładem zbiornika który powstał w następstwie eksploatacji kruszyw łamanych jest zbiornik w Nadziejowie (rys. 2). Przedmiotem eksploatacji był granit drobnziarnisty biotytowy



Rys. 5. Profil A – A’ zbiornika „A” (Nowogród Bobrzański)  
 Fig. 5. Profile A – A’ of the „A” pit lake (Nowogród Bobrzański)





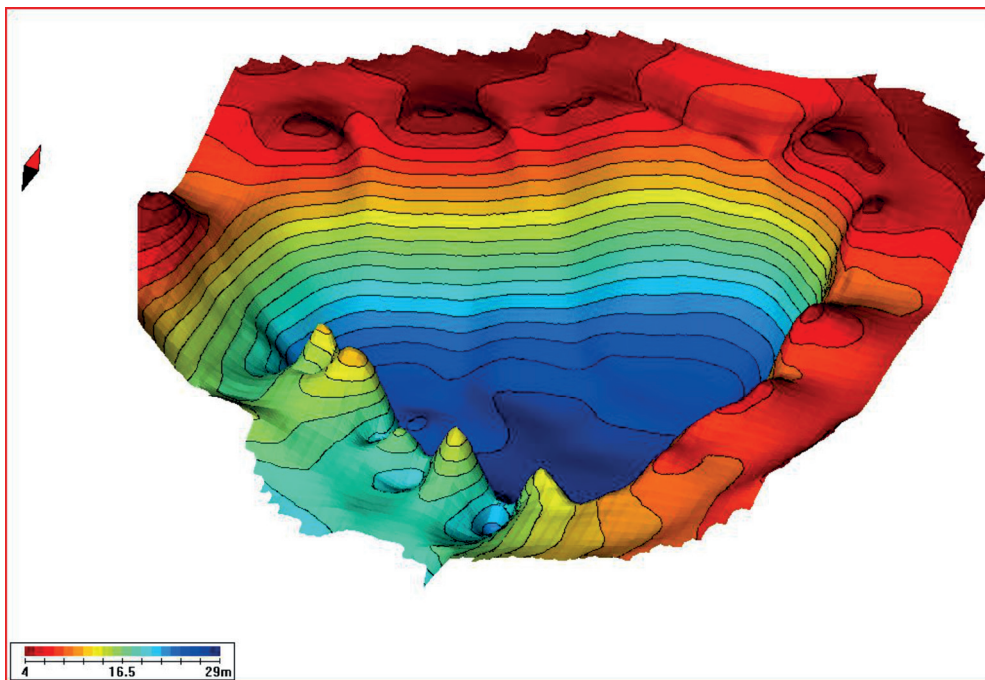
Rys. 6. Plan batymetryczny zbiornika „Grünfeld”  
Fig. 6. Bathymetry of the “Grünfeld” pit lake

nej w najgłębszym zbiorniku granitowym Polski – „Górcze”, która wynosi 41, 7 m (Molenda, 2014). Na trójwymiarowym modelu zbiornika „Nadziejów”, w jego części południowej widoczne są grzbiety i przegłębienia (rys. 7). Wynikają one z selektywnej eksploatacji materiału, który spełniał określone parametry techniczne.

### Podsumowanie

Przeprowadzone badania wskazują, że zbiorniki poeksploatacyjne wykazują duże zróżnicowanie morfometryczne. Do głównych czynników, które spowodowały różnice w ich morfometrii możemy zaliczyć rodzaj eksploatowanego surowca oraz zastosowaną technologię eksploatacji.

W ostatnich latach, coraz częściej wznawiana jest eksploatacja w starych nieczynnych wyrobiskach. Jeżeli są to zatopione wyrobiska kruszyw łamanych jedną z podstawowych czynności przed wznowieniem eksploatacji jest odpompowanie wód z wyrobiska. Przed rozpoczęciem prac pompowych niezbędne są informacje o objętości wód wypełniających wyrobisko. Pozwala to na dobór pomp o odpowiedniej wydajności, a także na uzyskanie pozwolenia wodno – prawnego na odprowadzenie do sieci powierzchniowej określonej ilości wód kopalnianych. Plan batymetryczny pozwala na uzyskanie tego typu informacji. Umożliwia również rozpoznanie morfo-



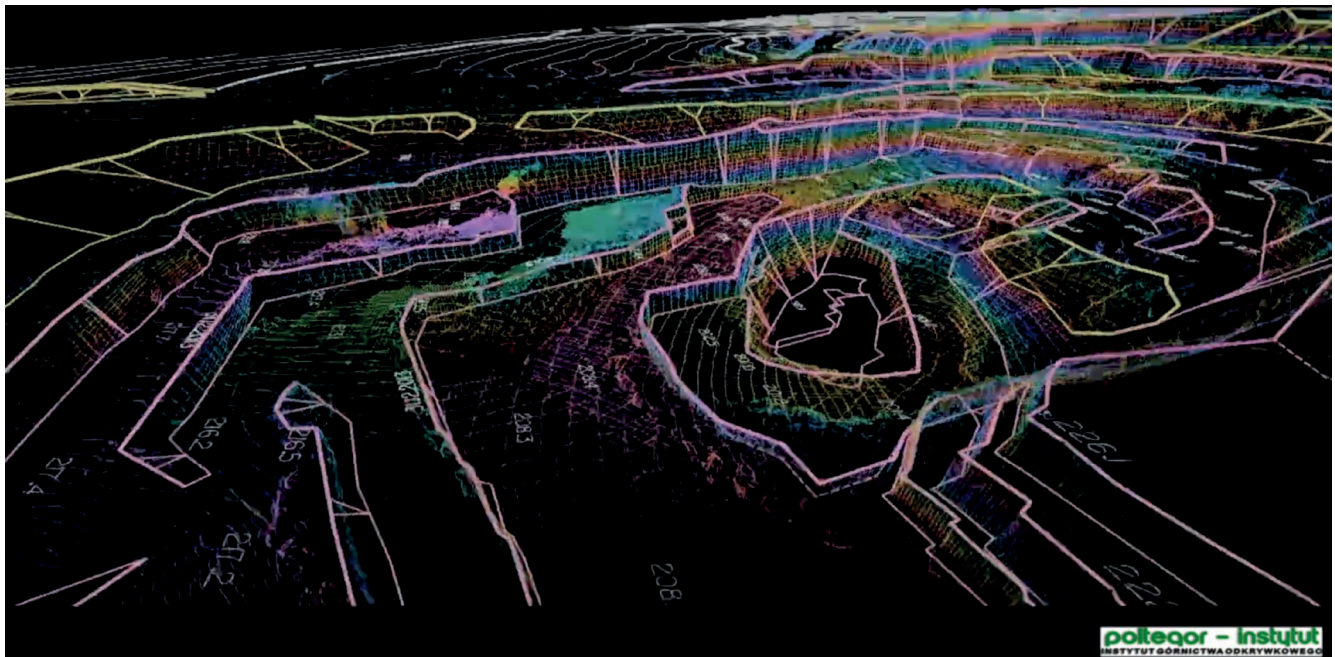
Rys. 7. Model 3D zbiornika „Nadziejów”  
Fig. 7. Bathymetry 3D of the “Nadziejów” pit lake

(Gabzdyl, Gorol, 2008). Charakterystyczną cechą zbiornika są prawie pionowe, zarówno nadwodne jak i podwodne stoki. Dotyczy to w szczególności południowego odcinka linii brzegowej. Centralną część zbiornika cechuje jednorodne dno, a głębokość maksymalna (zlokalizowana w strefie starego rząpia) wynosi 27, 2 m (rys. 7). Stwierdzona głębokość maksymalna jest porównywalna z tą, jaką stwierdził Molenda (2015) w innych granitowych zbiornikach poeksploatacyjnych o podobnej powierzchni. Jest jednak zdecydowanie mniejsza od stwierdzo-

metryczne wyrobiska co jest istotne przy braku zachowanych archiwalnych map górniczych (Molenda, 2014). Zastosowanie echosondy sprzężonej ze skanerem bocznym (Structure Scan) umożliwia uzyskanie wysokiej jakości zdjęć podwodnych dokumentujących zatopione przedmioty (maszyny wyciągowe, żurawie, drzewa itp.). Jest to bardzo przydatna informacja wskazująca na przedmioty z jakich należy oczyścić wyrobisko przed wznowieniem eksploatacji.

## Literatura

- [1] Bajkiewicz-Grabowska E., Magnuszewski A., *Przewodnik do ćwiczeń z hydrologii ogólnej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, s. 195, Warszawa, 2002
- [2] Choiński A., *Limnologia fizyczna Polski*, Wydawnictwo Naukowe UAM, s. 547, Poznań, 2007
- [3] Gabzdyl W., Gorol M., *Geologia i bogactwa mineralne Górnego Śląska i obszarów przyległych*, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2008
- [4] Kozioł W., Machniak Ł., Goleniewska J., *Technologie eksploatacji złóż kruszyw naturalnych i ich wpływ na środowisko*, Akademia Górniczo Hutnicza, Kraków, 2011 <http://www.kgo.agh.edu.pl/wp-content/uploads/2011/04/7.pdf>
- [5] Janský B., Šobr M., *Jezera České Republiky*, Universita Karlova, s. 216, Praha, 2003
- [6] Molenda T., „Górka” – najgłębszy w Polsce (41,7 m) zbiornik poeksploacyjny surowców budowlanych – charakterystyka morfometryczna, *Górnictwo Odkrywkowe*, LV, nr 2-3, s. 126 - 129, Wrocław, 2014
- [7] Molenda T., *Conditions for development of anthropogenic meromictic reservoirs in the workings of crystalline rocks (based on the examples of the quarries of the Zulowska pahorkatina, NE Czech Republic)*. *Environmental Earth Sciences*. 2015, DOI 10.1007/s12665-015-4217-x
- [8] Strzelec M., Serafiński W., *Biologia i ekologia ślimaków w zbiornikach antropo-genicznych*, Centrum Dziedzictwa Przyrody Górnego Śląska, s. 90, Katowice, 2004
- [9] Rózkowski K., Polak K., Cała M., *Wybrane problemy związane z rekultywacją wyrobisk w kierunku wodnym*, *Górnictwo i Geoinżynieria*, Rok 34, Zeszyt 4, s. 517-524, 2010



Kopalnia Granitu Morów - mapa 3D wyrobiska

fot. Laboratorium NSI (Sławomir Palla)