

# BADANIA JEZIOR POEKSPLOATACYJNYCH PO WYDOBYCIU WĘGLA BRUNATNEGO – PROJEKT RAFF

## RESEARCH ON LIGNITE PIT LAKES – PROJECT RAFF

Adam Bajcar, Jacek Szczepiński, Barbara Rogosz- „Poltegor-Institut” Instytut Górnictwa Odkrywkowego, Wrocław

*W artykule przedstawiono wybrane jeziora poeksploatacyjne stanowiące obiekty badań w ramach realizowanego przez „Poltegor-Institut” projektu RAFF „Ocena zagrożeń w zbiornikach końcowych kopalń odkrywkowych podczas wypełniania ich wodą”, finansowanego ze środków Funduszu Badawczego Węgla i Stali oraz Ministerstwa Edukacji i Nauki. Omówione zostały także wstępne wyniki pomiarów batymetrycznych realizowanych w projekcie.*

**Słowa kluczowe:** jeziora poeksploatacyjne, zalewanie, zbiorniki końcowe, batymetria

*The paper characterizes the natural fuel, which is brown coal, taking into account its structure and properties as well as the assessment of its usability in the processes of decomposition of this material. The process of gasification of lignite from the „Sieniawa” mine in a fixed bed reactor was carried out. The paper presents conversion of brown coal organic matter into synthesis gas of significant calorific value. The influence of the gasifying agent, temperature and pressure on the composition of the obtained gases was taken into account.*

**Keywords:** post -mining lakes, flooding, final pits, bathymetry

### Wstęp

Zalewanie wyrobisk poeksploatacyjnych jest powszechnie stosowaną metodą rekultywacji dla kopalń odkrywkowych. Niemniej jednak nie jest to proces łatwy, przede wszystkim ze względu na złożoność warunków geologicznych, hydrogeologicznych i geotechnicznych, skomplikowanie procesu zalewania oraz jego długi okres trwania. Zalewanie zbiorników końcowych zazwyczaj powoduje zmiany z krótko- i długoterminowymi konsekwencjami, takimi jak niestabilność gruntów powodująca osuwiska i osiadanie [1].

W ramach projektu RAFF „Ocena zagrożeń w zbiornikach końcowych kopalń odkrywkowych podczas wypełniania ich wodą/ Risk assessment of final pits during flooding” w „Poltegor-Institut” podjęto prace, których celem jest stworzenie metod optymalizacji procesów wypełniania wodą zbiorników końcowych w odkrywkowych kopalniach węgla brunatnego oraz minimalizacji zagrożeń występujących podczas tego procesu. Projekt ten jest finansowany przez Fundusz Badawczy Węgla i Stali oraz przez Ministerstwo Edukacji i Nauki. W skład konsorcjum realizującego projekt wchodzi:

- Lider projektu: „Poltegor-Institut” Instytut Górnictwa Odkrywkowego - Polska
- University of Nottingham – Wielka Brytania
- VUHU Brown Coal Institute – Czechy

- Technical University of Crete – Grecja
- University of Petrosani – Rumunia
- Główny Instytut Górnictwa - Polska
- PKU Palivovy Kombinat Usti – Czechy
- INERIS Institut National de l’Environnement Industriel et des Risques – Francja
- SUBTERRA Ingenieria – Hiszpania
- CERTH Centre for Research and Technology Hellas – Grecja
- CTL Maczki Bór SA – Polska
- CEO Oltenia – Rumunia

### Jeziora poeksploatacyjne wytypowane do badań

#### Lubstów

Zbiornik Lubstów znajduje się w województwie wielkopolskim, w powiecie konińskim. Powstał on po zakończeniu eksploatacji odkrywki Lubstów należącej do PAK Kopalnia Węgla Brunatnego Konin, która trwała w latach 1982-2009. W tym okresie wydobyto 107 mln ton węgla brunatnego. Była to największa odkrywka na terenie zagłębia konińskiego, charakteryzująca się najkorzystniejszymi warunkami górniczo-geologicznymi.

Zgodnie z obraną przez PAK KWB Konin strategią rekultywacji, tereny pogórnice mają służyć do celów rekreacyjnych oraz retencyjnych. W pobliżu jeziora poeksploatacyjnego Lub-



Rys. 1. Skład konsorcjum realizującego projekt RAFF  
Fig. 1. RAFF project consortium

stów planuje się stworzenie ośrodka sportów wodnych, miejsca do zabaw i wypoczynku dla dzieci, ośrodków wczasowych i infrastruktury transportowej. Obecnie zbiornik Lubstów wciąż wypełniany jest wodą, a jego docelowa powierzchnia wynosić będzie ok. 480 ha. Poziom wody w jeziorze wyniesie 83,5 m n.p.m., a maksymalna głębokość 55 m [2, 3].

### Most

Odkrywka Most zlokalizowana jest w Republice Czeskiej. Historia tej odkrywki sięga początku czasów powojennych, kiedy to 12 lipca 1945 r. kopalnia Richard została przemianowana na kopalnię Ležáky. W 1952 roku kopalnia Ležáky została włączona do Północnoczeskiego Związku Węgla Brunatnego. Odkrywka Most została włączona do kopalni Ležáky i była udostępniana równoległe z eksploatacją pozostałych kopalń węgla brunatnego.

W chwili rozpoczęcia sztucznego zalewania odkrywki Most w październiku 2008 roku, jezioro poeksploatacyjne miało powierzchnię 21,60 ha i głębokość 21,12 m. W ciągu dwóch miesięcy od momentu rozpoczęcia procesu zalewania,

poziom wody podniósł się o 9,50 m, a powierzchnia lustra wody zwiększyła się ponad dwukrotnie do 45,42 ha. W maju 2014 r. rozpoczęto ostateczną fazę zalewania jeziora Most do stałego poziomu lustra wody 199,00 m n.p.m., który osiągnięto we wrześniu 2014 r. [4].

### Medard

Jezioro Medard jest kolejnym czeskim zbiornikiem poeksploatacyjnym, zlokalizowanym na północny zachód od miejscowości Sokolov. W tej części powiatu sokołowskiego (okolice Habartowa i Bukovany) wydobywanie węgla rozpoczęto w latach 1830-1840. Proces wypełniania wodą tego zbiornika rozpoczęto w czerwcu 2008 r. Zasilają go zarówno wody podziemne jak i opadowe. Od października 2011 r. do czerwca 2016 r. jezioro Medard było również wypełniane w sposób kontrolowany wodami pochodzącymi z rzeki Ohře. 21 czerwca 2016 r. poziom wody osiągnął 399,8 m n.p.m. 21 marca 2017 roku po raz pierwszy osiągnięto planowany poziom 400,00 m n.p.m. [4].



Rys. 2. Jezioro Lubstów (2020)  
Fig. 2. Lubstów lake (2020)

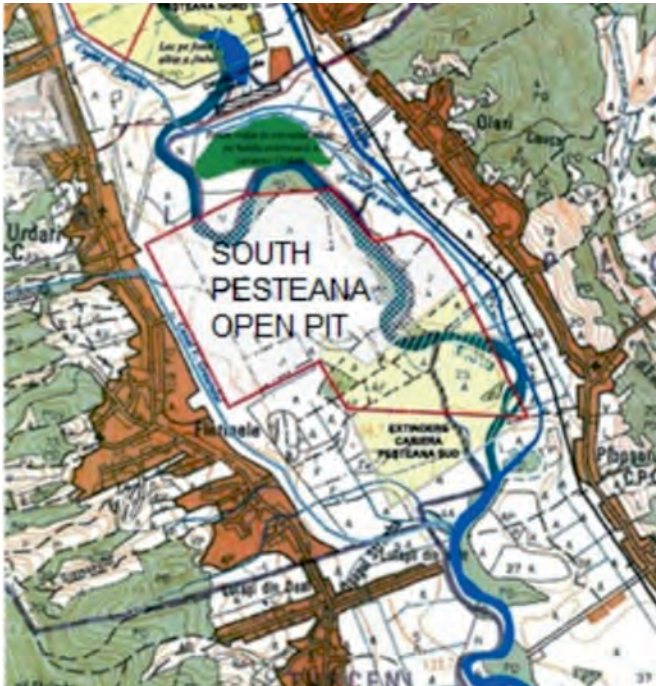


Rys. 3. Jezioro Most w 2009 roku [4]  
Fig. 3. Most lake in 2009. [4]

## Pesteana

Rumuńska odkrywka South Pesteana znajduje się na południowo-wschodnim krańcu zagłębia węglowego Rovinari na terenie miejscowości Urdari i Plopșoru. Koncepcja rekultywacji odkrywki uwzględniała stworzenie jeziora poeksploatacyjnego, które w przyszłości będzie mogło pełnić różne funkcje.

Poziom wody w zbiorniku jest utrzymywany dzięki przepompowni, która poprzez kanał odprowadza nadmiar wody do rzeki Jiu. Takie rozwiązanie chroni lokalne gospodarstwa domowe przed podtopieniami i powodzią, a także przyczynia



Rys. 4. Odkrywka South Pesteana [4]

Fig. 4. South Pesteana pit [4]

się do minimalizacji zagrożenia osuwiskowego.

Podstawowe dane dotyczące projektu rekultywacji terenów dotkniętych działalnością kopalni odkrywkowej South Pesteana przedstawiono na rysunku 4 [7]:

- szacunkowa powierzchnia lustra wody: 154,3 ha,
- szacunkowa rzędna lustra wody : +125,00 m n.p.m.,
- średnia długość zbiornika: 1455 m,
- średnia szerokość zbiornika: 1060 m,
- szacunkowa maksymalna głębokość: 45,0 m,
- teren zajmowany do 30.06.2015: 480,20 ha,
- całkowita powierzchnia przeznaczona do wznowienia działalności gospodarczej: 202 ha,
  - powierzchnia przeznaczona do celów rolniczych (zwałowisko wewnętrzne): 76,0 ha,
  - powierzchnia proponowana pod nasadzenia leśne: 126,0 ha.

## Badania batymetryczne

W ramach prac realizowanych w projekcie RAFF, z wyżej wymienionych jezior wytypowano dwa, tj. Lubstów i Most, na których przeprowadzono badania batymetryczne mające na celu określenie zmian geometrycznych następujących w zboczach tych zbiorników.

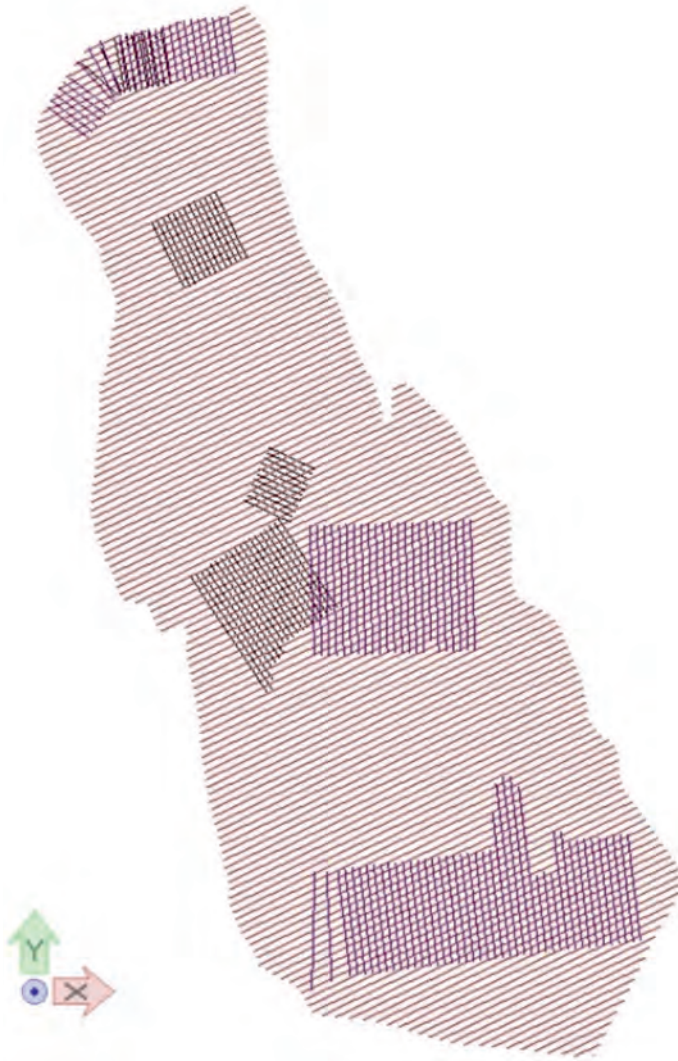
Pomiary batymetryczne na zbiorniku Lubstów zostały przeprowadzone przy użyciu następującego wyposażenia:

- geodezyjny odbiornik GNSS RTK zintegrowany z anteną GPS, odporny na interferencje i zdolny do eliminacji sygnałów wielodrożnych,
- kontroler do odbiornika GNSS,
- jednowiązkowa echosonda wraz z przetwornikiem o maksymalnej głębokości pomiaru do 75 m, o dokładności wynoszącej 2,5 cm i częstotliwości 2 Hz.



Rys. 5. Ponton z zamontowanym układem pomiarowym

Fig. 5. Measurement system installed on a pontoon



Rys. 6. Ścieżki pomiarowe dla zbiornika Lubstów [6]  
Fig. 6. Measurement paths for Lubstów lake [6]

Wyżej wymienione urządzenia zostały zamontowane na pontonie.

Przed rozpoczęciem pomiarów batymetrycznych, na podstawie danych archiwalnych opracowano plan pomiarów obejmujący rozpoznanie całego zbiornika, ze szczególnym uwzględnieniem miejsc o skomplikowanej geometrii. Zaplanowane ścieżki pomiarowe przedstawiono na rysunku 6.

Podczas pomiarów batymetrycznych na zbiorniku Lubstów uzyskano 280 000 punktów pomiarowych na łącznej długości 286 kilometrów ścieżek pomiarowych. Na bazie współrzędnych punktów pomiarowych utworzono aktualny, trójwymiarowy model dna i zboczy zbiornika (Rys. 7).

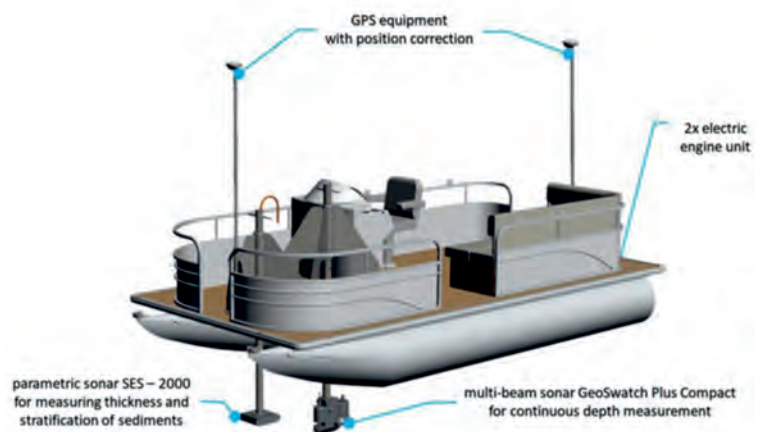
Badania batymetryczne na zbiorniku Most przeprowadzono przy użyciu specjalistycznej łodzi pomiarowej CAPEREA (Rys. 8; Rys. 9) wyposażonej w:

- sonar wielowiązkowy do pomiaru głębokości z dużą precyzją,
- sonar jednowiązkowy do weryfikacji pomiarów,
- GPS z obsługą RTK i funkcją wykrywania kierunku.

Analogicznie do badań batymetrycznych na zbiorniku Lubstów, przed pomiarami na zbiorniku Most przygotowano



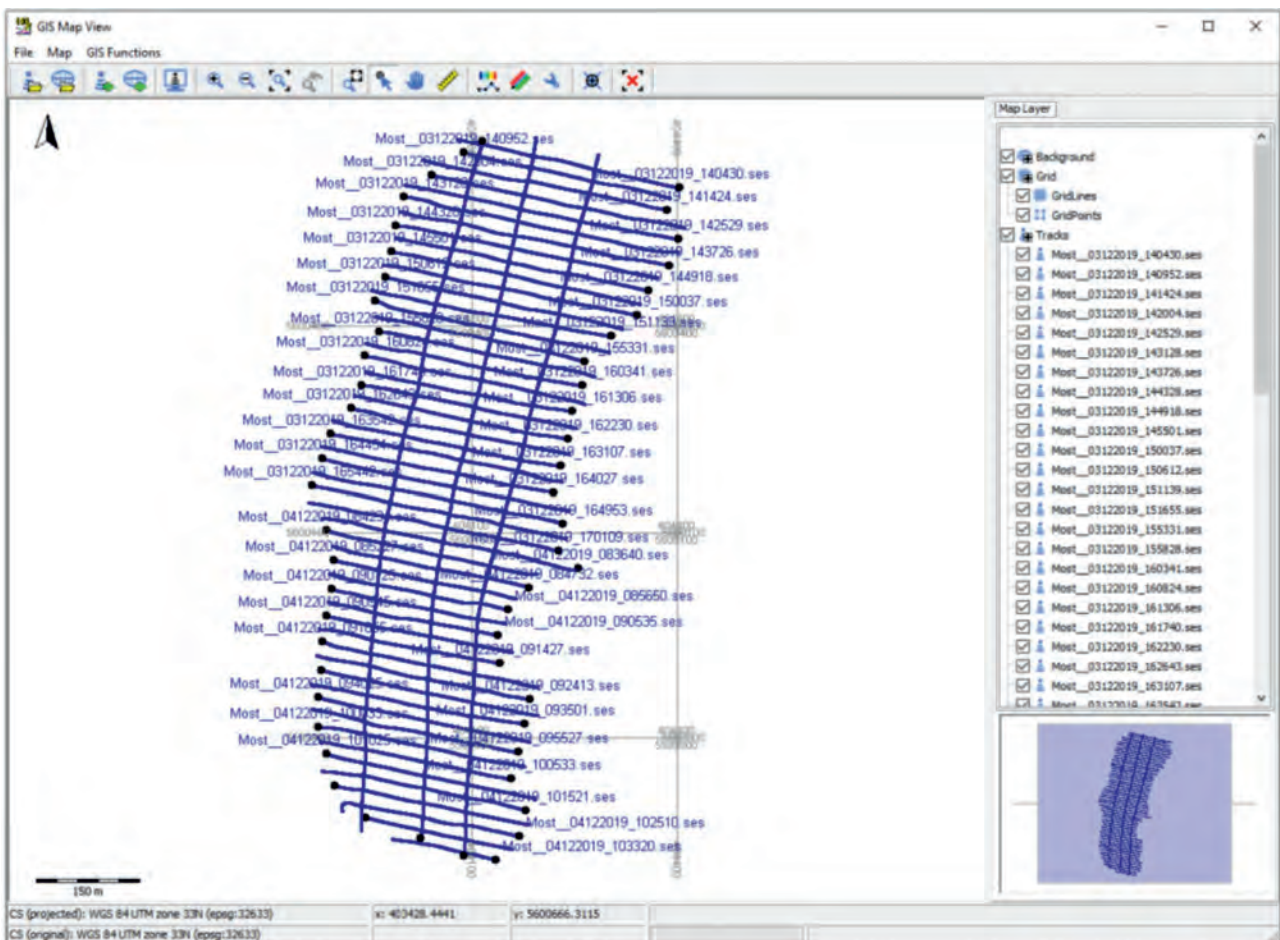
Rys. 7. Izolinie dna i zboczy zbiornika Lubstów uzyskane na podstawie pomiarów batymetrycznych [6]  
Fig. 7. Isolines of the bottom and slopes of Lubstów reservoir obtained from bathymetric measurements [6]



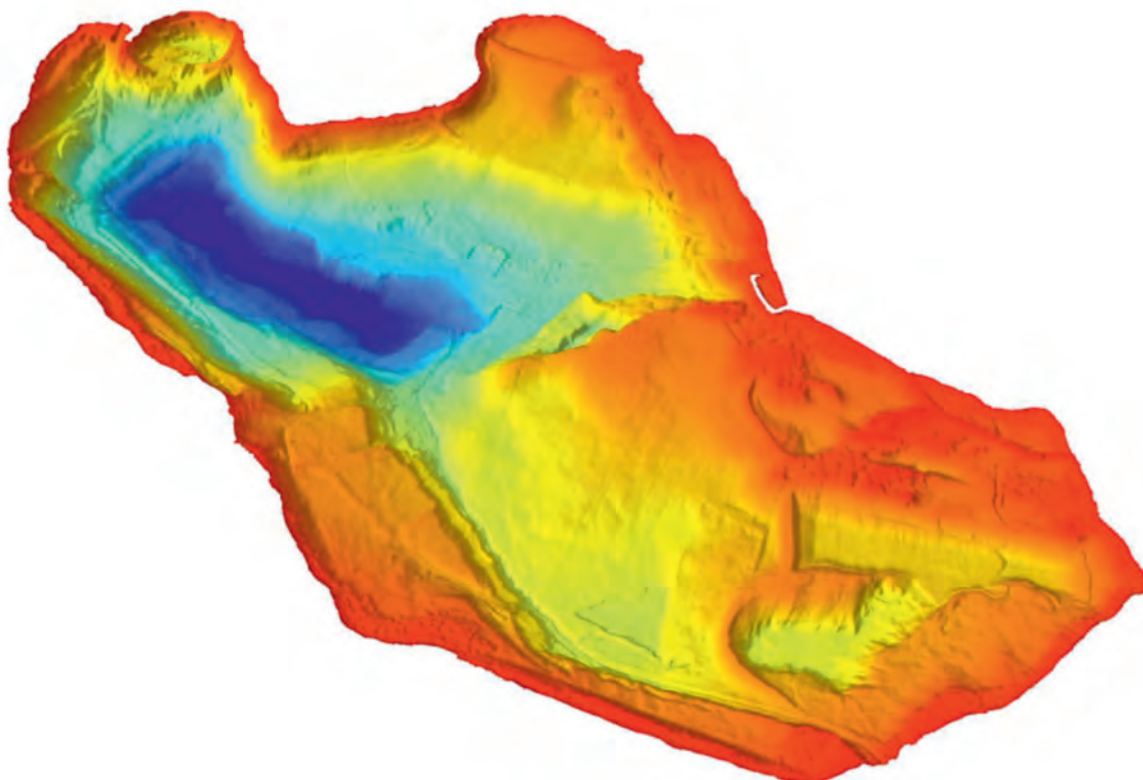
Rys. 8. Łódź CAPEREA [5]  
Fig. 8. CAPEREA boat [5]



Rys. 9. Pomiary batymetryczne na zbiorniku Most [6]  
 Fig. 9. Bathymetric measurements on Most reservoir [6]



Rys. 10. Ścieżki pomiarowe badań batymetrycznych na zbiorniku Most [6]  
 Fig. 10. Measurement paths for Most reservoir [6]



Rys. 11. Trójwymiarowy model dna i zboczy zbiornika Most utworzony na podstawie pomiarów batymetrycznych [6]

Fig. 11. Three-dimensional model of the bottom and slopes of the Most reservoir obtained from bathymetric measurements [6]

ścieżki pomiarowe (Rys. 10). Na podstawie wyników badań opracowano trójwymiarowy model dna i zboczy (Rys. 11).

oceny ryzyka związanego z procesami wypełniania wodą zbiorników poeksploatacyjnych.

### Podsumowanie

Przeprowadzone badania batymetryczne będą bazą do określenia wpływu zmian geometrycznych na stateczność zboczy podczas procesów zalewania wodą zbiorników pokopalnianych. Obliczenia te, wraz z danymi zebranymi z wyżej wymienionych jezior pokopalnianych, dotyczące między innymi ich budowy geologicznej, warunków hydrogeologicznych, klimatycznych, czynników antropogenicznych oraz zagrożeń geotechnicznych, będą podstawą do opracowania w ramach konsorcjum nowej metodologii

*Praca naukowa opublikowana w ramach projektu międzynarodowego współfinansowanego ze środków programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pn. „PMW” w latach 2019-2022; umowa nr 5030/FBWiS/2019/2.*

*This project has received funding from the Research Fund for Coal and Steel under grant agreement No 847299.*

*Projekt otrzymał finansowanie z Funduszu Badawczego Węgla i Stali, umowa nr 847299.*

### Literatura

- [1] J. Szczepiński, A. Bajcar, B. Rogosz „Projekt badawczy „Ocena zagrożeń w zbiornikach końcowych kopalń odkrywkowych podczas wypełniania ich wodą (RAFF)”, *Węgiel Brunatny* 3 (108) 2019
- [2] Z. Kasztelewicz, (2010) „*Rekultywacja terenów pogórnich w polskich kopalniach odkrywkowych*”. Fundacja Nauka i Tradycje Górnicze, Kraków. ISBN 978-83-88316-94-4
- [3] PAK Kopalnia Węgla Brunatnego Konin S.A., <http://www.kwbkonin.pl/index.php/kierunkirekultywacji/rekultywacja-wodna/>
- [4] J. Burda, A. Bajcar „*Post Exploitation Lakes*”. Zprawodaj Hnědé uhlí, Most, 2020
- [5] <http://www.vars.cz/caperea-merici-plavidlo>
- [6] *Survey of bottom and slopes of flooded artificial reservoirs*. Deliverable 1.2.1. Opracowanie w ramach projektu RAFF
- [7] J. Szczepiński, A. Bajcar, B. Rogosz „*Jeziora poeksploatacyjne utworzone po wydobyciu węgla brunatnego w badaniach projektu RAFF*”, *Węgiel Brunatny* 1 (114) 2021