

Kazimierz SZEFLER¹, Radosław OPIOŁA², Stanisław RUDOWSKI¹, Lidia KRUK-DOWGIAŁŁO²

¹ Zakład Oceanografii Operacyjnej, Instytut Morski w Gdańsku

² Zakład Ekologii Wód, Instytut Morski w Gdańsku

Wyrobiska poczerpalne w Zatoce Puckiej

Słowa kluczowe

Wyrobiska poczerpalne, środowisko morskie, Zatoka Pucka, rekultywacja

Streszczenie

Dno Zatoki Puckiej nie jest płaskie. Znajdują się tam wiele naturalnych wypłaceń i zagłębień. Część istniejących przegłębień powstało w ostatnim okresie, w wyniku działalności człowieka. Najlepiej rozpoznane wyrobiska w północnej części Zatoki Puckiej (Władysławowo, Chałupy, Kuźnica II, Kuźnica I i Jastarnia), będące przez wiele lat obiektem licznych badań naukowych, doczekały się programu naprawczego, którego pierwszy etap będzie zrealizowany w 2012 roku. Inne wyrobiska, mniej lub praktycznie nie rozpoznane, czekają na swój czas. Mając na uwadze skutki prac czerpalnych na Zatoce Puckiej, można wnioskować, że działalność górnicza prowadzona w obszarach morskich wymaga z jednej strony szczególnej staranności i podejścia ostrożnościowego, zaś z drugiej przemyślanej decyzji, uwzględniających aspekty ekologiczne. Potencjalne zyski z tego typu działalności mogą nie pokryć kosztów koniecznych działań naprawczych.

1. Wstęp

Na obszarze Zatoki Puckiej, stanowiącej część Zatoki Gdańskiej, znajduje się wiele przegłębień stanowiących konsekwencję długotrwałych procesów geologicznych. Zasadnicze elementy naturalnej morfologii dna zostały ukształtowane podczas zlodowacenia bałtyckiego (vistulianu), (Piekarek-Jankowska i in. 2009). W ostatnim okresie, niewiele ponad 20 lat, człowiek, poprzez działalność górniczą prowadzoną w obrębie tego akwenu, dołożył nowe, trwałe elementy morfologiczne – wyrobiska.

W płytkowodnym rejonie dna północnej części Zatoki Puckiej prowadzono w latach 1989–1996 prace czerpalne, w wyniku których powstało pięć wyrobisk, doprowadzając do pogorszenia się już i tak złego stanu ekologicznego akwenu. W ich obrębie nastąpiła trwała, niekorzystna zamiana warunków środowiskowych oraz trudne do oceny przekształcenie funkcjonowania ekosystemu północnej części Zatoki (Opióła i Kruk-Dowgiałło 2011).

Skala prowadzonych prac, sprawiła że są to wyrobiska dobrze rozpoznane, od wielu lat będące obiektem badań naukowych (Ciszewski i in. 1992, Ciszewski i Kruk-Dowgiałło 1992,

Dubrawski 1993, Wawrzyniak i in. 1993, Dubrawski 1994, Śmietana, Wawrzyniak 1995, Bolałek i in. 1996, Graca 1999, Graca i in. 2004, Graca, Dudkowiak 2007).

Objęcie obszaru Zatoki Puckiej ochroną w ramach europejskiej sieci ekologicznej Natura 2000 dało podstawę do podjęcia działań zmierzających do naprawy istniejącego stanu: opracowania programu rekultywacji oraz jego wdrożenia. W roku 2012 zostanie zreakultwowane najmniejsze z wyrobisk (Władysławowo). Zdobyta wiedza i doświadczenie przy realizacji zaplanowanych zamierzeń pozwolą na ich wykorzystanie w prowadzeniu działań rekultywacyjnych pozostałych wyrobisk oraz innych zdegradowanych morskich obszarów. Rekultywacja wyrobisk podmorskich jest przedsięwzięciem pionierskim. W krajach nadbałtyckich nie prowadzono rekultywacji tak głębokich wyrobisk. Na nieporównywalnie mniejszą skalę, w jeziorach, wykonywano zabiegi rekultywacyjne oparte na redukcji stężeń fosforu (Kajak 1985, Lossow i in. 2004, Wiśniewski 2004, Gawrońska i in. 2004). Bardziej „technicznym” zabiegiem jest usuwanie osadów dennych, przeprowadzone pierwszy raz na jeziorze Trummen w Szwecji, a później na wielu innych (także w Polsce, choć na mniejszą skalę), (Kajak 1979). Najczęściej w Polsce stosuje się natlenianie wód hypolimnionu jezior (Kajak 1979, Wiśniewski 2004).

2. Wyrobiska poczerpalne na Zatoce Puckiej

2.1. Działalność czerpalna na Zatoce Puckiej

Prace zasilające brzeg odmorski Półwyspu Helskiego zostały podjęte po silnych sztormach jesienno-zimowych na przełomie lat 1988/89. Duże zniszczenia i ubytki brzegu będące ich następstwem mogły doprowadzić do przzerwiania Półwyspu. Komitet Ekonomiczny Rady Ministrów w połowie roku 1989 podjął decyzję o wykonaniu działań zmierzających do przeciwdziałania temu zagrożeniu. Przyjęty program zakładał pozyskiwanie około 1 000 000 m³ piasku z dna zatoki przez okres, co najmniej 4–5 lat oraz likwidację lub zasadnicze zmniejszenie niedoboru rumowiska w strefie brzegowej, odbudowę plaż i wału wydmowego po odmorskiej stronie Półwyspu Helskiego (Cieślak i in. 1990). Decyzja o realizacji prac czerpalno-refulacyjnych była podejmowana w stanie wyższej konieczności: ratowania ludzi i ich mienia kosztem wartości przyrodniczych Zatoki Puckiej (Opiola i Kruk-Dowgiałło 2009).

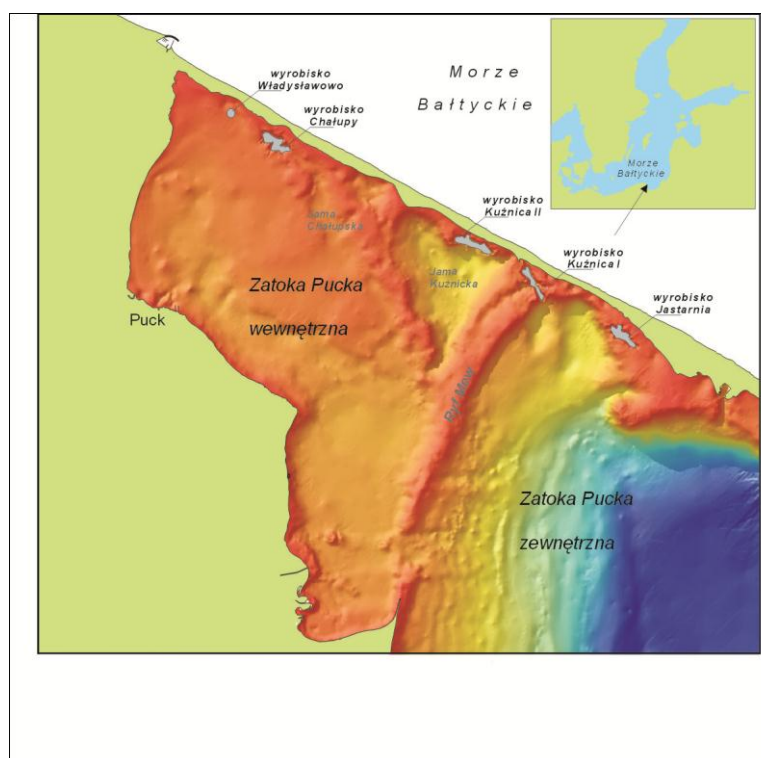
Po koniec roku 1995 na Komitecie Ekonomicznym Rady Ministrów zaakceptowano i rekomendowano Radzie Ministrów informację o stanie realizacji prac refulacyjnych oraz wskazano konieczność kontynuowania prac związanych z ochroną brzegów morskich Półwyspu w latach 1995–2000. Dokument przewidywał zasilanie brzegów odmorskich piaskiem w ilości 300 000 m³ średnio w ciągu roku oraz budowę trwałych budowli ochronnych o łącznej długości 4 km, systemu wałów poprzecznych oraz wałów przeciwpowodziowych od strony Zatoki Puckiej.

W wyniku prac związanych z ochroną brzegów, prowadzonych z różnym natężeniem, w latach 1989–1997, również wykorzystując urobek ze strony odmorskiej Półwyspu Helskiego, do jego umocnienia zużyto ponad 8,5 mln m³ piasku (Dubrawski i Zawadzka-Kahlau 2006), z czego 82% pozyskano z Zatoki Puckiej (prawie 7 mln m³). Pozostały materiał pobrano z ukopów morskich oraz osadnika i prac pogłębiarskich w porcie we Władysławowie.

Działania realizowane w latach 1989–1996 nie przyniosły trwałych efektów ochronnych po odmorskiej stronie Półwyspu Helskiego, powodując jednocześnie trwałe zmiany (wyrobiska) w przybrzeżnej części Zatoki Puckiej, skąd czerpano materiał do refulacji. Dotychczasowa praktyka (po roku 1996), w tym również objęcie ochroną Zatoki Puckiej w ramach europejskiej sieci ekologicznej Natura 2000 oraz wdrażana w różnych dokumentach strategicznych, zasada zrównoważonego rozwoju pokazuje, że w przyszłości nie będą prowadzone prace czerpalne na Zatoce Puckiej. Obecnie piasek do refulacji pozyskuje się po odmorskiej stronie Półwyspu Helskiego lub z prac pogłębiarskich w porcie Władysławowo.

2.2. Opis wyrobisk na Zatoce Puckiej

Na obszarze Zatoki Puckiej znajduje się pięć wyrobisk powstałych w wyniku prac czerpalnych prowadzonych w latach 1989–1996. Od początku prac czerpalnych przyjęto nazywać poszczególne wyrobiska ze względu na ich położenie, od nazw miejscowości na Półwyspie Helskim: Władysławowa, Chałup, Kuźnicy i Jastarni. W przypadku dwóch wyrobisk utworzonych w pobliżu miejscowości Kuźnica rozróżnia się je jako Kuźnica I i Kuźnica II (rys. 2.1).



Rys 2.1. Lokalizacja wyrobisk poczerpanych w północnej części Zatoki Puckiej
Fig. 2.1. Location of the post-dredging pits in the northern part of the Puck Bay

W tabeli 2.1. przedstawiono charakterystykę morfologiczną poszczególnych wyrobisk na podstawie pomiarów wykonanych w roku 2007 (Łęczyński 2009).

Opisane poniżej wyrobiska zostały scharakteryzowane w kolejności od najdalej położonego na północny-zachód (Władysławowo) do położonego najdalej na południowy-wschód (Jastarnia).

Tabela 2.1. Charakterystyka morfologiczna wyrobisk poczerpanych w północnej części Zatoki Puckiej
Table 2.1. Morphological characteristic of the post-dredging pits located in the northern part of the Puck Bay

| Lp. | Wyrobisko | Objętość [m ³] | Powierzchnia [m ²] |
|-----|--------------|----------------------------|--------------------------------|
| 1. | Władysławowo | 16 322 | 6 519 |
| 2. | Chałupy | 767 925 | 205 068 |
| 3. | Kuźnica II | 2 803 611 | 873 874 |
| 4. | Kuźnica I | 868 575 | 187 389 |
| 5. | Jastarnia | 536 892 | 220 315 |

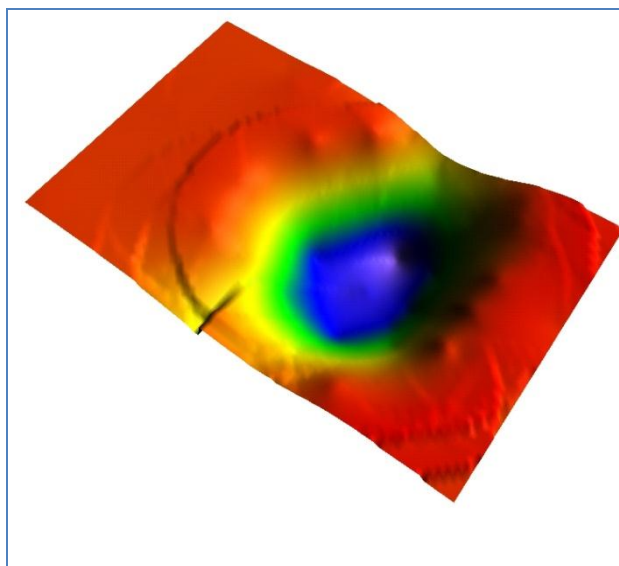
2.1.1. Wyrobisko Władysławowo

Jest ono najmniejszym pod względem objętości i powierzchni wyrobiskiem Zatoki Puckiej. Zlokalizowane jest ono w najbardziej północno-zachodniej części Zatoki Puckiej wewnętrznej, na mieliźnie przybrzeżnej Półwyspu Helskiego, w odległości około 450 m od linii brzegowej.

Wyrobisko, po linii obrzeża ma kształt zbliżony do elipsy, o średnicy rzędu 80–100 m, ze stokami o nachyleniu do około 30° i płaskim dnie na głębokości mniejszej niż około 6,0 m, o największej głębokości 7,7 m (rys. 2.2). Nie występują tutaj żadne przegłębienia dna. Brzegi wyrobiska, na głębokości około 2,0 m, są względnie równe i ostro zaznaczone. Stoki mają profil wklęsło-wypukły, z materiałem osuwiskowym w dolnej partii i u podnóża, co wskazuje na uzyskanie już przez stoki stanu względnej równowagi (Rudowski i in. 2009).

Otoczające dno tej części wewnętrznej Zatoki Puckiej jest płytkie (około 1,0–2,0 m głębokości), płaskie i równe, pokryte współczesnymi osadami piaszczysto-mulistymi (o miąższości kilkudziesięciu centymetrów), spoczywającymi na piaskach-mulistych i namulach piaszczystych z partiami torfów. Brak jest istotnego, w tym rejonie oddziaływania falowania i prądów, ze względu na małe głębokości i osłonięcie akwenu: Półwyspem Helskim od północy, lądem od zachodu oraz naturalnymi mieliznami od południa i wschodu. Głównym, naturalnym czynnikiem dynamicznym jest tu oddziaływanie dryfujących lodów, związane z ruchem pól lodowych i kier na wiosnę po ostrych, mroźnych zimach (ibidem).

Osad zdeponowany po zakończeniu działań wynikających z prac czepalnych, ma miąższość maksymalnie 20–30 cm, co wskazuje na brak naturalnych mechanizmów niwelacji wyrobiska w tej części Zatoki Puckiej (ibidem).



Rys 2.2. Obraz batymetryczny wyrobiska Władysławowo
(na podstawie pomiarów akustycznych wykonanych przez Zakład Oceanografii Operacyjnej,
Instytutu Morskiego w Gdańsku w roku 2007)

Fig. 2.2. Bathymetry of Władysławowo post-dredging pit (hydroacoustic survey conducted by the
Department of Operational Oceanography, Maritime Institute in Gdańsk)

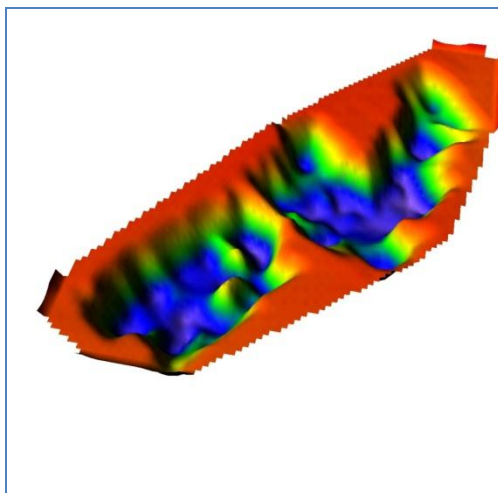
2.1.2. Wyrobisko Chałupy

Wyrobisko Chałupy położone jest w wewnętrznej Zatoce Puckiej, w obrębie mielizny przybrzeżnej, w pobliżu miejscowości Chałupy, na północny-zachód od naturalnego zagłębienia dna, Jamy Chałupskiej. Znajduje się ono w odległości około 550 m od linii brzegowej.

Wyrobisko Chałupy ma nieregularny kształt, wydłużony w osi równoległej do Półwyspu Helskiego, o długości 930 m, szerokości około 430 m i maksymalnej głębokości 9,2 m. Wyrobisko składa się z dwóch dużych części, rozdzielonych małym, wąskim ostańcem (rys. 2.3). Północno-zachodnia, mniejsza część ma kształt zbliżony do prostokąta, południowo-zachodnia zaś ma kształt nieregularny. Na dnach obu części występują nieregularnie rozmieszczone, różnej wielkości wzniesienia i zagłębienia. Stoki wyrobiska i wyniesień w jego obrębie są względnie strome, miejscami do 30° o profilu wklęsło-wypukłym z dolnymi partiami osuwiskowymi, co oznacza stan równowagi. Dna zagłębień są nierówne, o chaotycznym rozkładzie różnej wielkości i rodzaju wzniesień i zagłębień, o deniwelacjach od kilkudziesięciu centymetrów do kilku metrów. Brzegi wyrobiska są ostro zarysowane na głębokości około 2,0 m i mają bardzo nieregularny, zróżnicowany przebieg (Rudowski i in. 2009).

Dno wokół wyrobiska jest płaskie i równe, o głębokości rzędu 1,5–2,0 m, zbudowane z piasków mulistych o miąższości kilkudziesięciu centymetrów z powierzchniowym, świeżym osadem o miąższości 20–30 cm, z niewyraźnymi, drobnymi strukturami mogącymi stanowić rezultat intensywnej działalności organizmów drążących dno. Możliwość działania fal i prądów, podobnie jak w rejonie wyrobiska Władysławowo jest tutaj bardzo ograniczona

i niewielka, główny czynnik dynamiczny, podobnie jak i w przypadku innych wyrobisk, to działalność dryfujących lodów oraz przelewów fal przy sztormowych wezbraniach poziomu morza (ibidem).



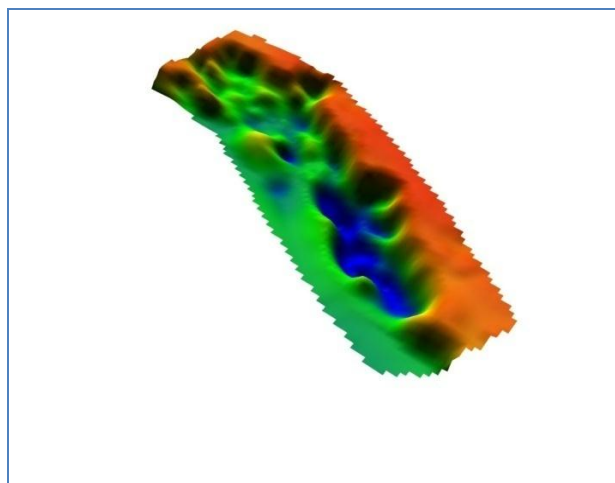
Rys 2.3. Obraz batymetryczny wyrobiska Chałupy
(na podstawie pomiarów akustycznych wykonanych przez Zakład Oceanografii Operacyjnej,
Instytutu Morskiego w Gdańsku w roku 2007)

Fig. 2.3. Bathymetry of Chałupy post-dredging pit (hydroacoustic survey conducted by the Department of Operational Oceanography, Maritime Institute in Gdańsk)

2.1.3. Wyrobisko Kuźnica II

Wyrobisko Kuźnica II jest trzecim wyrobiskiem położonym w wewnętrznej Zatoce Puckiej, w obrębie mielizny przybrzeżnej Półwyspu Helskiego. Zlokalizowane jest ono na północnym obrzeżu, naturalnego zagłębienia, Jamy Kuźnickiej. Wyrobisko to zarówno pod względem objętości jak i powierzchni jest największe ze wszystkich badanych wyrobisk.

Wyrobisko ma wydłużony, nieregularny kształt, o długości 1 476 m i szerokości 870 m, ze średnią głębokością 5,0–8,0 m i maksymalną 11,8 m. Obrzeże wyrobisk, na głębokości 2,0–3,0 m, ma zróżnicowany przebieg z wyraźnymi, większymi zatoczkami bocznymi w części północnej (rys. 2.4). Stoki są strome (o nachyleniu do 30°) o wklęsło-wypukłym profilu osuwiskowym, wskazującym na osiągnięcie stanu równowagi. Dno jest nierówne, o chaotycznym układzie wzniesień i zagłębień, z deniwelacjami do 5,0 m. Stan wyrobiska jest stabilny, z małym tempem depozycji, ze względu na niewielkie możliwości dostawy materiału rumowiska z obszaru wokół wyrobiska (Rudowski i in. 2009).



Rys 2.4. Obraz batymetryczny wyrobiska Kuźnica II
(na podstawie pomiarów akustycznych wykonanych przez Zakład Oceanografii Operacyjnej,
Instytutu Morskiego w Gdańsku w roku 2007)

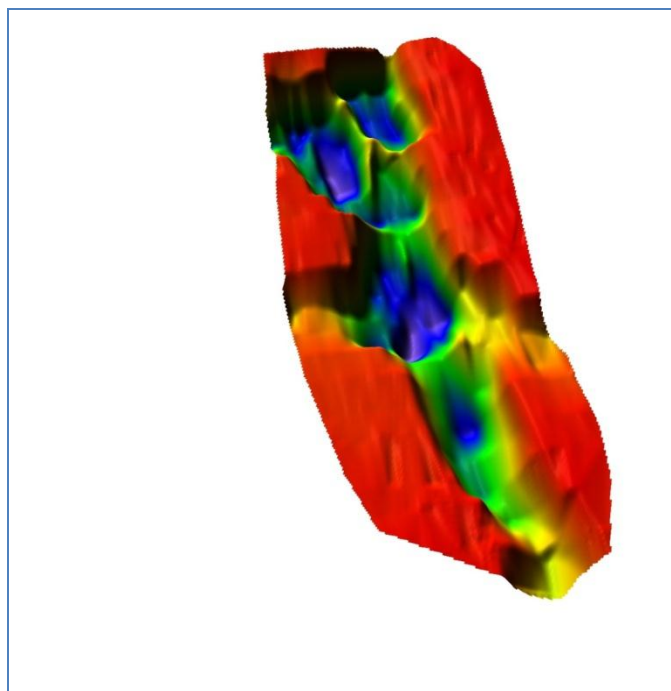
Fig. 2.4. Bathymetry of Kuźnica II post-dredging pit (hydroacoustic survey conducted by the Department
of Operational Oceanography, Maritime Institute in Gdańsk)

2.1.4. Wyrobisko Kuźnica I

Wyrobisko Kuźnica I położone jest w obrębie mielizny przybrzeżnej Półwyspu Helskiego, w przedłużeniu Rybitwiej Mielizny, w strefie pomiędzy wewnętrzną i zewnętrzną Zatoką Pucką. Zlokalizowane jest ono w osi toru wodnego do przystani w Kuźnicy. Jego przebieg nie jest, w odróżnieniu od pozostałych wyrobisk równoległy w stosunku do Półwyspu Helskiego.

Wyrobisko ma kształt wydłużonego prostokąta, o długości 1 225 m, szerokości 652 m i o głębokości ponad 6,0 m, maksymalnie do 12,8 m. Brzegi wyrobiska są ostro, wyraźnie zaznaczone na głębokości około 2 m i mają przebieg słabo zróżnicowany (rys. 2.5). Stoki są strome (do 30°) o profilu wyraźnie wklęsło-wypukłym, osuwiskowym, wskazującym na osiągnięcie stanu równowagi. Jego dno ma zróżnicowany, chaotyczny układ wzniesień i obniżeń, z licznymi drobnymi i kilkoma dużymi deniwelacjami (do 4–5 m), związanymi z występowaniem pojedynczych, dużych pagórów i przegłębień. Wyrobisko jest w stanie względnej równowagi, ze słabą depozycją rumowiska (rzędu 1–2 cm rocznie), przy braku możliwości dostawy z przyległych obszarów dna (Rudowski i in. 2009).

Obszar dna wokół wyrobiska, podobnie jak w pozostałych omawianych rejonach jest płytki, płaski i równy, z głębokościami nie przekraczającymi 1,5–2,0 m. Rejon ten ze względu na swoje położenie w odróżnieniu od wyrobisk w wewnętrznej Zatoce Puckiej może podlegać silniejszemu oddziaływaniu falowania i prądów w przypadku rzadkich sztormów w kierunku południowego. Silnie mogą tu oddziaływać lody dryftowe po okresach ostrych zim. Na tym odcinku Półwyspu Helskiego jest bardzo prawdopodobne wystąpienie silnych przelewów sztormowych (ibidem).



Rys 2.5. Mapa batymetryczna wyrobiska Kuźnica I
(na podstawie pomiarów akustycznych wykonanych przez Zakład Oceanografii Operacyjnej,
Instytutu Morskiego w Gdańsku w roku 2007)

Fig. 2.5. Bathymetry of Kuźnica I post-dredging pit (hydroacoustic survey conducted by the Department
of Operational Oceanography, Maritime Institute in Gdańsk)

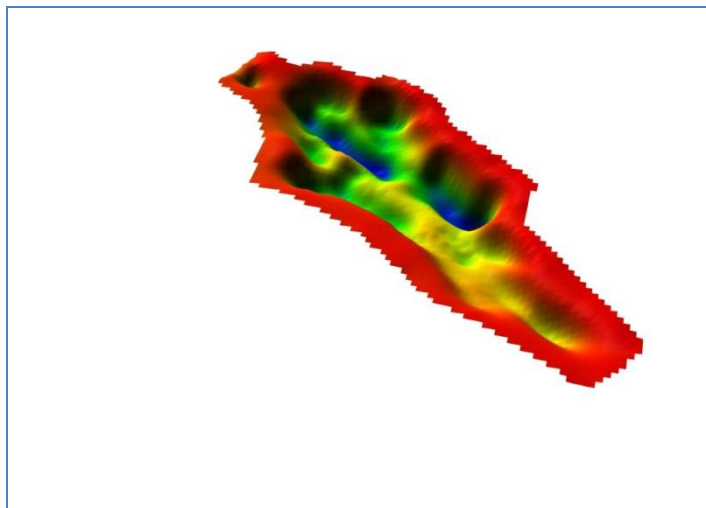
2.1.5. Wyrobisko Jastarnia

Wyrobisko Jastarnia położone jest całkowicie w zewnętrznej Zatoce Puckiej, w zachodnio-północnej części Mielizny Bórzyńskiej. Znajduje się ono w odległości od brzegu około 650 m.

Wyrobisko ma kształt wydłużonej elipsy o długości około 1 020 m, szerokości 690 m i średniej głębokości 5–6 m, oraz maksymalnej 9,5 m. Brzegi wyrobiska wyraźnie zarysowane na głębokości około 2 m, o krętym przebiegu, jednak bez formowania wyraźnych, bocznych zatoczek (rys. 2.6). Stoki, w stanie równowagi, strome, o nachyleniu do około 30°, zwykle o profilu wklęsło-wypukłym, z materiałem osuwiskowym u podnóża stoków. Dno wyrobiska mocno zróżnicowane, z różnej wielkości deniwelacjami, nawet do 4–5 m, o chaotycznym układzie różnych wymiarów i kształtów wzniesień i przegłębień.

Dno wokół wyrobiska Jastarnia to płytki (do głębokości 2,0 m) obszar Mielizny Bórzyńskiej o nierównej, piaszczystej powierzchni, z niewielkimi deniwelacjami (do 1 m), związanymi z występowaniem fal piaszczystych i megaripli, formowanych tu podczas silnych sztormów. Obszar ten jest poddany działaniu falowania podczas silnych sztormów z kierunku południowego. Występowania w tym rejonie przelewów sztormowych i istotnego oddziaływania lodów drytowych jest mało prawdopodobne. Stan wyrobiska jest stabilny, z niewielką wartością okresowej sedimentacji (tempo depozycji rzędu 1–2 cm na rok),

zachodzącej w podobny sposób bezpośrednio po zakończeniu prac czerpalnych, jak i obecnie (Rudowski i in. 2009).



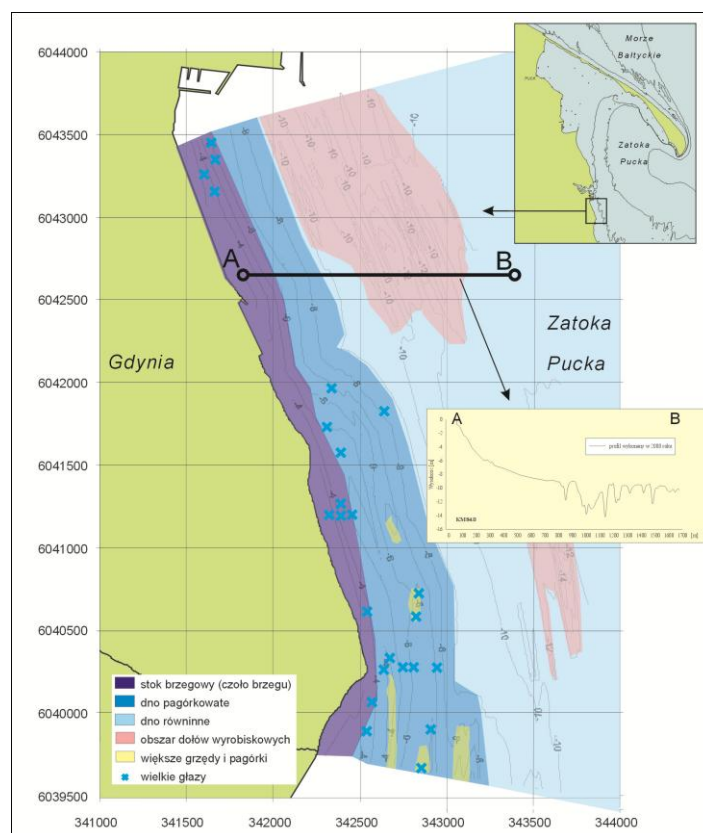
Rys 2.6. Obraz batymetryczny wyrobiska Jastarnia
(na podstawie pomiarów akustycznych wykonanych przez Zakład Oceanografii Operacyjnej,
Instytutu Morskiego w Gdańsku w roku 2007)

Fig. 2.6. Bathymetry of Jastarnia post-dredging pit (hydroacoustic survey conducted by the Department
of Operational Oceanography, Maritime Institute in Gdańsk)

Wszystkie pięć wyrobisk zostały wykopane w strefie o głębokości 2-3 m, w kilkuset metrowej odległości od brzegu Półwyspu Helskiego. Są one przykładem nierozważnie prowadzonej działalności górniczej w obszarach morskich. Pomimo prac eksperckich mających ekologiczny wydźwięk (Ciszewski i Kruk-Dowgiałło 1992), zrealizowanych w czasie ich powstawania, w których wskazywano na mogące nastąpić degradacyjne, długookresowe skutki dla środowiska działalność ta była prowadzona nieprzerwanie przez blisko siedem lat.

3. Inne wyrobiska poczerpalne w obrębie Zatoki Puckiej

W dnie przybrzeża Gdyni, pomiędzy portem a cyplem Redłowskim, występują „dzikie” doły wyrobiskowe (rys. 3.1). Dzikie, bo wykonane anonimowo, po kryjomu. W myśl dawnej zasady – pod wodą nie widać. A jak ktoś, przypadkiem znajdzie wyrobiska to zazwyczaj tworzone są nieprawdopodobne wersje ich naturalnego, czy dawnego pochodzenia. Brak jest bowiem profesjonalnego, przepisowego monitorowania dna, ustawowego określania stanu dna w rejonie planowanych prac i kontrolnego sprawdzenia powykonawczego, możliwego do precyzyjnego wykonania metodami bezinwazyjnymi, ogólnie dziś dostępnymi.



Rys 3.1. Rejon „dzikich” wyrobisk na Zatoce Puckiej w strefie brzegowej przy Gdyni
Fig. 3.1. Area of officially not registered post-dredging pits (pink colour) in the coastal waters of Gdynia in the Puck Bay

Przedstawiany przykład dotyczy „bezpąskich” dołów wyrobiskowych, stwierdzonych w 1997 roku, podczas badania dna prowadzonych przez Zakład Oceanografii Operacyjnej Instytutu Morskiego w Gdańsku na zlecenie Instytutu Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego (Łęczyński i in. 1999, Wicher i Necel 2001, Wicher 2001, 2003). W innych badaniach, prowadzonych tu w 1992 roku (Jankowska i in. 1992) przez Zakład Badań Polarnych i Morskich Instytutu Geofizyki PAN, dołów w dnie nie było. W roku 2011 roku, odkryto na tym obszarze „dzikie” doły świeżo wykonane.

Literatura

- [1] Bolalek J., Piekarek-Jankowska H., Łęczyński L., Frankowski L., Podgórska B. 1996. Geological, geochemical and bacteriological conditio in the postdreddging pit in Puck Bay. *Oceanol. Stud.* 25 (3), 111–122/
- [2] Cieślak A., Boniecka H., Leśny R., Michałowski A., Niespodziński L., Semrau I., Zawadzka E., Basiński T., Skaja M., Szmytkiewicz M., Jankowska H., Łęczyński L., Witkowski A. 1990. Kompleksowa ochrona Półwyspu Helskiego. Etap 1989 r. Wyd. Wew. Instytutu Morskiego w Gdańsku 4513.

- [3] Ciszewski P., Kruk-Dowgiałło L. 1992. Wymogi ekologiczne dla prowadzenia w 1992 r. prac refulacyjnych na odmorski brzeg Półwyspu Helskiego w rejonie Chałup i Kuźnicy. Instytut Ochrony Środowiska Oddział w Gdańsku, maszynopis.
- [4] Ciszewski P., Kruk-Dowgiałło L., Zgoda D., Żelechowski M. 1992. Ocena wartości przyrodniczych rejonów przewidzianych do załadownienia i rejonów poboru materiału (refulowanego) oraz przekopów i torów wodnych – Etap I. Instytut Ochrony Środowiska Oddział w Gdańsku, maszynopis.
- [5] Dubrawski R. 1993. Evaluation of the influence of environmental processes in Barrow pits on the state of inner Puck Bay. Bull. Maritime Institute in Gdańsk 20 1, 79–98.
- [6] Dubrawski R. 1994. Badania stanu zanieczyszczeń wyrobisk w Zatoce Puckiej oraz materiału do sztucznego zasilania brzegów Półwyspu Helskiego. Wyd. Wew. Instytutu Morskiego w Gdańsku 4931.
- [7] Dubrawski R. Zawadzka-Kahlau E. (red.) 2006. Przyszłość ochrony polskich brzegów morskich. Zakład Wydawnictw Naukowych Instytut Morskiego w Gdańsku, ss. 302.
- [8] Gawrońska H., Lossow K., Grochowska J., Brzozowska R. 2004. Rekultywacja Jeziora Długiego w Olsztynie metodą inaktywacji fosforu. [W:] R. Wiśniewski, J. Jankowski (red.), Ochrona i rekultywacja jezior. V Konferencja Naukowo-Techniczna, Grudziądz, Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych Oddział Toruń, 25–33.
- [9] Graca B. 1999. Denitrification in the sediments of the inner Puck Bay – preliminary results. Oceanol. Hydrobiol. Stud. 33 4, 73–91.
- [10] Graca B., Burska D., Matuszewska K. 2004. The impact of dredging deep pits on organic matter decomposition in sediments. Water, Air a. Soil Pollut. 158, 237–259.
- [11] Graca B. Dudkowiak M. 2007. Microbiological changes in the environment caused by deep dredging. A case study: post-dredging pit Kuźnica II (Puck Bay). Oceanol. Hydrobiol. Stud. 36 1, 17–27.
- [12] Jankowska H., Rudowski S., Uścińowicz Sz. 1992. Sejsmoakustyczne badania dna Zatoki Gdańskiej. Przegląd Geofizyczny, Rocznik 37, z. 1–2, 61–65.
- [13] Kajak Z. 1979. Eutrofizacja jezior. Warszawa PWN.
- [14] Kajak Z. 1985. Warunki i metody rekultywacji zbiorników wodnych. [W:] Ochrona jezior ze szczególnym uwzględnieniem metod rekultywacji. I Krajowa Konferencja Naukowo-Techniczna, Toruń, Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Oddział Toruń, 13–21.
- [15] Kruk-Dowgiałło L., Opiola R. (red.) 2009. Program rekultywacji wyrobisk w Zatoce Puckiej. Przyrodnicze podstawy i uwarunkowania. Zakład Wydawnictw Naukowych Instytut Morskiego w Gdańsku, ISBN 978-83-85780-98-4, ss. 344.
- [16] Lossow K., Gawrońska H., Łopata M., Jaworska B. 2004. Efekty rekultywacji polimiktycznego jeziora Głębocek w Tucholi metodą inaktywacji fosforu. [W:] R. Wiśniewski, J. Jankowski (red.), Ochrona i rekultywacja jezior. V Konferencja Naukowo-Techniczna, Grudziądz, Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych Oddział Toruń, 131–141.
- [17] Łęczyński L. 2009. Morfometria wyrobisk w Zatoce Puckiej. [W:] L. Kruk-Dowgiałło, R. Opiola (red.), Program rekultywacji wyrobisk w Zatoce Puckiej. Przyrodnicze podstawy i uwarunkowania. Zakład Wydawnictw Naukowych Instytut Morskiego w Gdańsku, 107–111.
- [18] Łęczyński L., Rudowski S., Necel A. 1999. Classification of the near-shore bottom at Redłowo by geophysical methods. Quaternary Studies in Poland, spec. Issue, 157–161.
- [19] Opiola R., Kruk-Dowgiałło L. 2009. Geneza wyrobisk oraz dotychczasowe propozycje ich rekultywacji. [W:] L. Kruk-Dowgiałło, R. Opiola (red.), Program rekultywacji wyrobisk w Zatoce Puckiej. Przyrodnicze podstawy i uwarunkowania. Zakład Wydawnictw Naukowych Instytut Morskiego w Gdańsku, 11–16.
- [20] Opiola R., Kruk-Dowgiałło L. 2011. Skuteczność ochrony przyrody morskiej w świetle założeń polityki morskiej państwa i obowiązującego prawodawstwa. [W:] J. Zaucha (red.), Polskie drogi polityki morskiej od wizji do działania. Dział Wydawnictw COP Instytutu Morskiego w Gdańsku, 149–166.
- [21] Piekarek-Jankowska H., Szmytkiewicz A., Kubowicz-Grajewska A., Kolat G. 2009. Warunki geologiczne w wyrobiskach i przyległych rejonach dna Zatoki Puckiej. [W:] L. Kruk-Dowgiałło, R. Opiola (red.), Program rekultywacji wyrobisk w Zatoce Puckiej. Przyrodnicze podstawy i uwarunkowania. Zakład Wydawnictw Naukowych Instytut Morskiego w Gdańsku, 113–130.

- [22] Rudowski S., Szefler K., Nowak J., Gajewski Ł., Hac B. 2009. Analiza profili sejsmoakustycznych w wyrobiskach w Zatoce Puckiej. [W:] L. Kruk-Dowgiałło, R. Opióła (red.), Program rekultywacji wyrobisk w Zatoce Puckiej. Przyrodnicze podstawy i uwarunkowania. Zakład Wydawnictw Naukowych Instytut Morskiego w Gdańsku, 95–105.
- [23] Śmietana P., Wawrzyniak W. 1995. Sukcesja makrofauny dennej w jamach refulacyjnych. Inż. Mor. Geotech. 5, 195–202.
- [24] Wawrzyniak W., Piesik L., Śmietana P., Furmańczyk K. 1993. Hydrobiologiczne badania obszarów jam porefulacyjnych Zatoki Puckiej. Koncepcje rewitalizacji Zatoki Puckiej. Inż. Mor. Geotech. 4, 159–164.
- [25] Wicher W., Necel A. 2000. Seismostratigraphy of the nearshore sediments at Kepa Redłowska, Gulf of Gdańsk. Oceanological Studies, v. 29, no. 3, 93–100.
- [26] Wicher W. 2001. Klasyfikacja dna przybrzeża Kępy Redłowskiej na podstawie zdjęcia sonarowego. Geologia i geomorfologia przybrzeża i dna południowego Bałtyku 4, 83–89.
- [27] Wicher W. 2003. Określenie struktury geologicznej i tendencji zmian dna przybrzeża Gdynia Orłowo na podstawie rejestracji sejsmoakustycznych. Rozprawa doktorska, Archiwum Instytutu Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego.
- [28] Wiśniewski R. 2004. Rekultywacja zbiorników wodnych. Od praktyki do teorii. [W:] R. Wiśniewski, J. Jankowski (red.), Ochrona i rekultywacja jezior. V Konferencja Naukowo-Techniczna, Grudziądz, Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych Oddział Toruń, 239–247.

Post-dredging pits in the Puck Bay

Key words

Post-dredging pits, marine environment, Puck Bay, restoration

Summary

Bathymetry of the sea bottom in the Puck Bay is heterogeneous. There are a lot of natural shallows and depressions. Some of the depressions have been created recently as a result of human activity. The most thoroughly investigated post-dredging pits (Władysławowo, Chałupy, Kuźnica II, Kuźnica I i Jastarnia), located in the northern part of the Puck Bay, have been the aim of numerous studies. Consequently, restoration programs have been elaborated and are planned to be implemented in 2012. The other post-dredging pits in the Puck Bay, studied less thoroughly or not at all, are waiting for their turn. Taking into consideration the effects of dredging work in the Puck Bay, one may conclude that dredging activities in the marine areas require special caution approach and well-thought out decisions including ecological aspects as well. Potential profits gaining from that kind of activity might not cover all costs borne during restoration work.

Przekazano: 10 kwietnia 2012