

# Naturalne i antropogeniczne uwarunkowania zmian właściwości fizyczno-chemicznych wód w pogórnich środowiskach akwaticznych

Na przykładzie regionu górnośląskiego  
i obszarów ościennych

TADEUSZ MOLENDĄ

Naturalne i antropogeniczne uwarunkowania  
zmian właściwości fizyczno-chemicznych wód  
w pogórnicych środowiskach akwatycznych

Na przykładzie regionu górnośląskiego  
i obszarów ościennych



Uniwersytet Śląski  
Wydawnictwo Gnome  
Katowice 2011

Redaktor serii: Nauki o Ziemi  
ANDRZEJ T. JANKOWSKI

Recenzenci  
WOJCIECH CHELMICKI  
ANDRZEJ GÓRNIAK

© Copyright 2011 by  
Uniwersytet Śląski w Katowicach  
Wszelkie prawa zastrzeżone

Redakcja i korekta  
ZESPÓŁ

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2007—2010  
jako projekt badawczy nr N N305 2531 33

ISBN 978-83-87819-60-6

Złożono czcionką Times  
Printed in UE

GNOME — Wydawnictwa Naukowe i Artystyczne  
ul. Drzymały 18/6, 40-059 Katowice, Poland  
tel.: 603370713 e-mail: [wydawnictwognome@gmail.com](mailto:wydawnictwognome@gmail.com)

# Spis treści

1. Wstęp .....	7
1.1 Obszar badań .....	10
1.2 Cel badań .....	11
1.3 Metody badań .....	12
2. Woda w pogórnym środowisku antropogenicznym .....	17
2.1 Woda w środowiskach powierzchniowych .....	17
2.1.1 Wyniki wielowymiarowych analiz właściwości chemicznych wód w obiektach powierzchniowych .....	20
2.1.2 Zbiorniki słone .....	21
2.1.2.1 Charakterystyka hydrograficzna zbiorników .....	22
2.1.2.2 Właściwości fizyczno-chemiczne wód .....	28
2.1.2.3 Minerale w osadach strefy brzegowej zbiorników słonych .....	45
2.1.2.4 Zbiorniki słone — podsumowanie .....	45
2.1.3 Zbiorniki w wyrobiskach skał krasowięjących .....	46
2.1.3.1 Charakterystyka hydrograficzna zbiorników siarczanowych .....	46
2.1.3.2 Właściwości fizyczno-chemiczne wód .....	48
2.1.3.3 Charakterystyka hydrograficzna zbiorników magnezowych .....	56
2.1.3.4 Właściwości fizyczno-chemiczne wód .....	56
2.1.3.5 Zbiorniki w wyrobiskach skał krasowięjących — podsumowanie .....	60
2.1.4 Zbiorniki acidotroficzne .....	63
2.1.4.1 Charakterystyka hydrograficzna zbiorników acidotroficznych .....	64
2.1.4.2 Charakterystyka mineralogiczna odpadów zdeponowanych w strefie brzegowej zbiorników acidotroficznych .....	66
2.1.4.3 Właściwości fizyczno-chemiczne wód zbiorników acidotroficznych .....	71
2.1.4.4 Zbiorniki acidotroficzne — podsumowanie .....	76

2.1.5 Zbiorniki w kamieniołomach skał krystalicznych .....	76
2.1.5.1 Charakterystyka hydrograficzna zbiorników w kamieniołomach skał krystalicznych .....	78
2.1.5.2 Właściwości fizyczno-chemiczne wód zbiorników w kamieniołomach skał krystalicznych .....	80
2.1.5.3 Uwarunkowania rozwoju zjawiska meromiksji .....	89
2.1.5.4 Zbiorniki w kamieniołomach skał krystalicznych — podsumowanie .....	91
2.2 Woda w antropogenicznych środowiskach punktowych .....	92
2.2.1 Wypływy ze sztolni wodnych .....	92
2.2.1.1 Wyniki wielowymiarowych analiz właściwości chemicznych wód w obiektach punktowych .....	94
2.2.1.2 Charakterystyka hydrograficzna sztolni wodnych górnictwa węgla kamiennego ...	96
2.2.1.3 Właściwości fizyczno-chemiczne wód sztolni górnictwa węgla kamiennego .....	98
2.2.1.4 Osady strefy wypływu sztolni wodnych górnictwa węgla kamiennego .....	103
2.2.1.5 Charakterystyka hydrograficzna sztolni wodnych rud Zn-Pb .....	103
2.2.1.6 Właściwości fizyczno-chemiczne wód sztolni górnictwa Zn-Pb .....	105
2.2.1.7 Wypływy ze sztolni wodnych — podsumowanie .....	109
2.2.2 Wypływy punktowe ze składowisk odpadów przemysłowych .....	109
2.2.2.1 Charakterystyka hydrograficzna wypływów wód odciekowych .....	110
2.2.2.2 Właściwości fizyczno-chemiczne wód odciekowych .....	115
2.2.2.3 Wypływy punktowe ze składowisk odpadów przemysłowych — podsumowanie	120
3. Podsumowanie .....	121
Załączniki .....	123
1. Charakterystyka badanych zbiorników .....	123
2. Średni skład chemiczny wód badanych zbiorników (mval/dm <sup>3</sup> ) .....	125
3. Średni skład chemiczny wód wypływów antropogenicznych i naturalnych źródeł (mval/dm <sup>3</sup> ) ...	126
Literatura .....	127
Summary .....	127

# 1. Wstęp

Ingerencja człowieka w środowisko przyrodnicze prowadzi do istotnych zmian w jego poszczególnych komponentach. Efekt tej ingerencji jest szczególnie zauważalny na obszarach górniczych. Eksploatacja i przeróbka pozyskanych surowców mineralnych prowadzi do zasadniczych zmian w rzeźbie terenu i stosunkach wodnych obszarów górniczych. Przekształcenia środowiska wodnego mają charakter wielokierunkowy i dotyczą zarówno zmian ilościowych, jak i jakości wody (Jankowski, 1986; Czaja, 1999). Zmiana stosunków wodnych może być zarówno następstwem celowych i zamierzonych działań człowieka, jak i działań niezamierzonych jako pośredni skutek eksploatacji surowców. Spektakularnym przejawem działalności górniczej jest tworzenie nowych, dotychczas niewystępujących, środowisk antropogenicznych. Niewiele jest prób zdefiniowania pojęcia środowiska antropogenicznego. Według autora (Molenda, 2005) „środowisko antropogeniczne to obszar, na którym, w wyniku działalności człowieka, doszło do zniszczenia pierwotnego ekosystemu a w jego miejsce powstały nowe siedliska i rozwinęły się nowe biocenozy. Rozwój biocenoz mógł przebiegać w wyniku spontanicznej sukcesji (pierwotnej lub wtórnej) lub być wspomagany przez człowieka. Nowo powstałe ekosystemy mogą funkcjonować samodzielnie lub być utrzymywane dzięki dopływowi materii i energii ze źródeł zewnętrznych (np.: ekosystem miasta, ekosystem pól uprawnych). Od chwili zaniechania działalności gospodarczej ustaje wpływ człowieka i środowiska antropogeniczne zaczynają podlegać określonym procesom morfogenetycznym, geochemicznym i biologicznym. Do najbardziej specyficznych środowisk antropogenicznych można zaliczyć: piaskownie, żwirownie, hałdy oraz sztuczne zbiorniki wodne”. Jak wynika z wyżej przytoczonej definicji niektóre ze środowisk antropogenicznych mają charakter akwacyjny i są ściśle powiązane z działalnością górniczą.

Antropogeniczne środowiska wodne, związane z działalnością górniczą, można podzielić na trzy główne grupy: liniowe, powierzchniowe i punktowe.

Do pierwszej grupy zaliczamy:

- rowy,
- kanały.

Drugą grupę stanowią zbiorniki wodne:

- wyrobiskowe,
- w nieckach osiadania i zapadliskach,
- zaporowe (pełniące funkcje na potrzeby górnictwa),

- osadniki wód kopalnianych,
- mokradła.

Trzecią grupę stanowią:

- wypływy ze sztolni wodnych,
- wypływy z form antropogenicznych (hałd).

Do najlepiej poznanej grupy antropogenicznych środowisk wodnych związanych z działalnością górniczą możemy zaliczyć zbiorniki wodne. Problem funkcjonowania tych obiektów był przedmiotem wielu badań, zarówno w Polsce (Puchalski, 1985; Jankowski, 1995; Chmiel i in., 2002; Czaja, 2003; Michalczyk i in., 2007; Molenda, 2005; Machowski i Rzętała, 2006; Rzętała, 1998; Rzętała, 2008; Machowski, 2010), jak i na świecie (Hutchinson, 1975; Lampert i Rothampt red., 1989; Jansky i in., 2003; Wilk-Woźniak i Żurek, 2005; Hrdinka, 2007).

Jak wynika z przeglądu literatury funkcjonowanie antropogenicznych zbiorników wodnych, a w szczególności w nieckach osiadania, zostało już poznane. Nie dotyczy to jednak wszystkich zbiorników pogórnich. Najslabiej rozpoznaną grupą są osadniki silnie zasolonych wód kopalnianych. Mineralizacja wód w tych akwenach wielokrotnie przewyższa stopień zasolenia wód jezior przybrzeżnych, a w niektórych przypadkach jest wyższa niż wód morskich. Słabo rozpoznaną grupą zbiorników antropogenicznych są również sztuczne akwenty meromiktyczne. Jak podaje Jędrzak (1992) do 1990 roku na obszarze Polski znanych było tylko pięć akwenów o tym typie miktycznym. Przeprowadzone w późniejszych latach badania (Galas, 2003; Molenda, 2005; Szarek-Gwiazda i in., 2006) pozwoliły na identyfikację jeszcze pięciu akwenów tego typu na obszarze Polski. Słabo rozpoznanymi zbiornikami są również akwenty o skrajnych (ekstremalnych) właściwościach wód. Do zbiorników tych można zaliczyć np.: akwenty alkaliczne o  $\text{pH} > 13$  (Molenda, 2005; Rzętała, 2008) lub acidotroficzne o  $\text{pH} < 5$ .

W ostatnich latach zwrócono również uwagę na antropogeniczne mokradła (Molenda, 2004). Rozwijają się one najczęściej w starych wyrobiskach po eksploatacji piasku, których spąg pozostaje stale wilgotny. Mogą one również powstawać w obrębie niecek osiadań. Te nowopowstałe ekosystemy cechuje duża bioróżnorodność. Występują tam również liczne gatunki roślin, w tym rośliny chronione (Czyłok, 2004; Chmura, Molenda, 2008a; Chmura, Molenda, 2008b; Jankowski i in., 2008).

Najmniej poznaną grupą antropogenicznych środowisk akwaticznych są wypływy punktowe. Istnieją tylko nieliczne opracowania poświęcone temu zagadnieniu (Ciężkowski, 2005; Żeglicki, 2000; Molenda, 2007a; Szymczyk i Rahmonov, 2010).

W myśl obowiązującego prawa, po zakończeniu eksploatacji takie obiekty pogórnice jak wyrobiska powierzchniowe, zbiorniki w nieckach osiadania oraz hałdy powinny zostać zrehabilitowane. Ich powstanie doprowadziło bowiem do degradacji lub dewastacji uprzednio występujących gruntów. Pod pojęciem rekultywacji należy rozumieć działania mające na celu przywrócenie obszarom (gruntom) zdegradowanym albo zdewastowanym wartości użytkowych lub przyrodniczych umożliwiające wykorzystanie tych gruntów zgodnie z ich pierwotnym przeznaczeniem, do upraw rolniczych lub leśnych oraz innych celów gospodarczych, komunalnych lub rekreacyjnych (Maciak, 1999).

Istnieją liczne przykłady właściwie przeprowadzonej rekultywacji, które pozwoliły na przekształcenie zdegradowanych obszarów w pożyteczne dla gospodarki lub rekreacji tereny. Na

szczególną uwagę zasługuje zagospodarowanie wyrobisk po eksploatacji surowców skalnych i przekształcenie na zbiorniki wodne. Wybór tego kierunku rekultywacji, szczególnie w przypadku kamieniołomów skał litych, wynika z tego, iż jest on najłatwiejszy — pod względem technicznym — do przeprowadzenia. Rekultywacja kamieniołomów w innym kierunku jest trudna do przeprowadzenia. Wynika to z dużej wysokości poszczególnych pięter eksploatacyjnych, mobilności skarp, szczelinowatości i łupkowatości skał oraz znacznego przesuszenia zwałowisk nadkładu zdeponowanych na dnie kamieniołomu, utrudniających wprowadzenie roślinności. Tak więc najczęściej, po zaprzestaniu odwadniania, kamieniołomy samoczynnie ulegają zalaniu wodą, a prace techniczne ograniczają się jedynie do adaptacji brzegów, na przykład budowy pomostów, tak aby mogły pełnić określone funkcje rekreacyjne. Przykładami tak zagospodarowanych kamieniołomów może być Zakrzówek w Krakowie, Kadzielnia w Kielcach czy Gródek w Jaworznie, w którym znajduje się centrum nurkowe „Orka”. W regionie górnośląskim ten kierunek rekultywacji dominował w zagospodarowywaniu wyrobisk po eksploatacji piasku. Przykładem tak zagospodarowanych obiektów mogą być zbiorniki: Dzieńkowice, Sosina czy Kuźnica Warężyńska. Nowopowstałe akwenty najczęściej spełniają funkcje rekreacyjne, przeciwpowodziowe oraz komunalne, jako rezerwuary wody dla zakładów przemysłowych (Book, Rzętała, Jankowski, 2004).

Na obszarze Polski do połowy XX w. nie prowadzono w zasadzie planowej rekultywacji terenów zdegradowanych. Obszary zdegradowane podlegały spontanicznej renaturyzacji, która była jedynie wynikiem działania czynników naturalnych. W wyniku procesów biotycznych i abiotycznych kształtował się specyficzny skład chemiczny wód środowisk akwaticznych, nie zawsze zbliżony do oczekiwanego. Niektóre ze środowisk mogą dalej pozostawać pod wpływem różnych czynników antropogenicznych, które zaburzają naturalne procesy. Dotyczy to zwłaszcza zbiorników wodnych traktowanych jako obiekty hydrotechniczne. Obiekty takie cechują się znacznie zakłóconym mechanizmem procesów przyrodniczych typowych dla określonego typu krajobrazu i warunków hydroklimatycznych (Rzętała, 2008). Niewątpliwie do takich obiektów należą zbiorniki wyrobiskowe lub w nieckach osiadania wykorzystywane jako osadniki wód kopalnianych. Nowo powstałe obiekty nie pozostają również bez wpływu na otaczające środowisko. Modyfikują między innymi lokalny obieg wody, wpływają na jakość wód. Dotyczy to w szczególności wód odciekowych, które wykazują w wielu przypadkach wysoki stopień zanieczyszczenia. W niniejszej pracy analizowane są środowiska, które znajdują się w różnych fazach procesów spontanicznej renaturyzacji. W przypadku badanych zbiorników tylko nieliczne pełnią funkcje rekreacyjne. Funkcja ta utożsamiana jest najczęściej z wykorzystaniem akwenu jako kąpielisko. Na niektórych zbiornikach prowadzony jest również amatorski połów ryb.

Wydało się zatem interesującym zagadnieniem, poznanie specyfiki funkcjonowania wybranych pogórnich środowisk akwaticznych. Dotyczy to w szczególności rozpoznania, jak kształtują się właściwości fizyczno-chemiczne wód w obrębie badanych obiektów.



# Summary

## Natural and anthropogenic conditions of physical and chemical water changes in post-mining aquatic areas of Upper Silesian region and its neighbouring area.

Human interference in natural environment leads to considerable changes in its particular components. Its effect is especially noticeable in mining areas. Exploitation and processing of natural resources contributes to essential changes both in surface features and water relations of mining areas. These transformations of water environment are multidirectional and connected not only with water quantity but with water quality as well.

The changes of water relations can be the consequence of both deliberate and intentional human activities and unintentional activities as an indirect result of mineral resources exploitation. A visible manifestation of mining activity is the creation of new, not existing before, anthropogenic environments, of which the most specific are sandpits, gravel-pits, waste-tips and artificial water reservoirs.

Anthropogenic water environments connected with mining activities can be divided in three main groups: line, surface and point.

The first group includes ditches and channels. The second group constitutes water reservoirs such as: exploitation water reservoirs, subsidence basins, hollow depressions, dams (used in mining needs), mining water tanks and bogs. Effluents from water adits and anthropogenic forms like waste-tips belong to the third group.

This work shows a specific character of functioning of selected post-mining water environments. It especially concerns the recognition of how physical and chemical water properties are shaping in examined objects.

It was indicated that as the result of the abandonment of mining exploitation, water objects start to undergo natural processes like the objects of geogenic origin. The processes are still continuing and particular objects are at different stages of their development. It is especially well-seen in case of crystalline rocks tanks. Young objects are oligotrophic while the old ones are eutrophic, often meromictic. Due to the low capacity of tanks, the trophy changes proceed faster than in natural lakes. Aquatic post-mining objects may also be subjected to secondary anthropogenic interactions. They disturb the course of natural processes in an essential way. Water reservoirs which are supplied with salty mining waters are examples of such tanks.

Despite the confined field of the research, a great number of extreme environments have been identified. They are the following: thermal objects (Łaziska effluents), highly acid and containing a great amount of heavy metals tanks (Pasięka water reservoir), alkaline environments (Gródek water reservoirs), salty environments (mining water tanks) and environments containing sulphur hydrogen (Stribrne Jezero, Gliniok). Conducted research shows then that anthropogenic post-mining objects are featured by great diversity of physical-chemical water properties.

Some objects influence the neighbouring area in a negative way. It is strictly connected with mining waste sites, which are the sources of effluent water. The inflow of effluents to surface waters leads to their considerable degradation. Therefore, land reclamation activities should be taken towards the objects which have a negative influence on the environment. There is no need to carry out land reclamation activities in case of objects which do not affect the environment negatively.