

ROBERT MACHOWSKI

BADANIA LIMNOLOGICZNE ANTROPOGENICZNYCH ZBIORNIKÓW WODNYCH NA WYŻYNIĘ ŚLĄSKIEJ

Abstrakt: Przedstawiono historię badań limnologicznych nad antropogenicznymi zbiornikami wodnymi występującymi na Wyżynie Śląskiej. Zarysowano problematykę badań limnologicznych prowadzonych współcześnie przez pracowników naukowych Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego. Dokonano przeglądu literatury limnologicznej. Opiszano stosowaną metodykę pomiarową, a także tok postępowania badawczego w tego typu przedsięwzięciach. Ponadto przedstawiono wstępne wyniki badań autora nad zbiornikami w nieckach osiadania i w zapadliskach.

Słowa kluczowe: limnologia, zbiorniki wodne, eutrofizacja, antropopresja.

1. Wstęp

Występowanie sztucznych zbiorników wodnych na Wyżynie Śląskiej świadczy o antropogenicznie kształtowanej ewolucji stosunków wodnych tego regionu. Bezpośrednią przyczyną obecnego stanu była wielowiekowa eksploatacja surowców mineralnych, rozwój przemysłu oraz koncentracja dużej liczby ludności, które spowodowały na tych terenach daleko posunięte zmiany wszystkich składowych środowiska naturalnego, z najbardziej spektakularnymi odkształceniami powierzchni terenu oraz sieci hydrograficznej. W tym czasie powstało wiele antropogenicznych form terenu, zarówno wypukłych jak i wklęsłych. Największą liczbę stanowią różnego rodzaju nasypy kolejowe i drogowe oraz powszechnie występujące w krajobrazie Wyżyny Śląskiej hałdy. W wyniku odkrywkowej eksploatacji kopalni powstały zagłębienia terenu o różnej głębokości i powierzchni, zależnie od wielkości złoża i jego rodzaju. Bardzo często tego typu formy po zakończeniu eksploatacji zostały zalane wodą. Jest to jeden z najtańszych i najprostszych sposobów rekultywacji zdegradowanych terenów.

Wgłębna eksploatacja surowców mineralnych (węgla kamiennego, rud cynku i ołowiu) powoduje ruchy górotworu, a przez to ugięcie i zapadanie warstw skalnych, przejawiające się na powierzchni terenu w postaci zagłębień. Proces

osiadania, powszechnie utożsamiany ze szkodami górniczymi, obejmuje swym zasięgiem znaczne obszary Wyżyny Śląskiej. Powstałe w ten sposób zagłębienia terenu w bardzo krótkim czasie wypełniają się wodą pochodzącą z opadów atmosferycznych oraz z przerwanych warstw wodonośnych.

Koncentracja na Wyżynie Śląskiej wodochłonnych gałęzi przemysłu pociągnęła za sobą celowe zabiegi hydrotechniczne mające na celu retencję wody. W ten sposób powstały, jako jedne z pierwszych, zaporowe zbiorniki wodne w dolinach rzecznych. Wybudowano również innego rodzaju obiekty wodne, będące ogniwem w procesach technologicznych.

Tak duże występowanie zbiorników wodnych na stosunkowo niewielkiej powierzchni odcisnęło swoje piętno w krajobrazie. Stało się też impulsem do badań limnologicznych. Pierwsze studium odnoszące się do antropogenicznych zbiorników wodnych z terenu Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego zostało opracowane przez A. Leś-Rogoż (1962). Przedstawiono w niej genetyczno-funkcjonalny podział tego rodzaju zbiorników. Także praca Z. Ziemońskiej (1979) porusza problematykę genezy i wykorzystania zbiorników z obszaru GOP-u. Jak podają A. T. Jankowski i J. Wach (1980) inicjatorem szczegółowych badań nad zbiornikami wodnymi na Wyżynie Śląskiej był Józef Szaflarski. Pod jego to kierunkiem powstały pierwsze prace magisterskie poświęcone tym zagadnieniom (Korol 1970; Kasprowska 1978). Szczegółowe badania nad antropogenicznymi zbiornikami wodnymi zapoczątkowano w Instytucie Geografii UŚ pod kierunkiem Jana Trembaczowskiego, kiedy to w 1976 roku przeprowadzono inwentaryzację i klasyfikację zbiorników wodnych w północno-wschodniej części GOP-u. W kolejnych latach zespół pod kierunkiem J. Trembaczowskiego i A. T. Jankowskiego (1980) dokonał inwentaryzacji i klasyfikacji tychże zbiorników w pozostałej części GOP-u i jego obrzeżeniu. Wyniki tych prac zostały opublikowane przez A. T. Jankowskiego i J. Wacha (1980), natomiast stosunki wodne w południowej części Wyżyny Śląskiej, w Rybnickim Okręgu Węglowym, zostały kompleksowo opracowane przez A. T. Jankowskiego (1986). Następne prace obejmowały swym zasięgiem mniejsze powierzchniowo obszary (rejon Radzionkowa i Bytomia), koncentrując się na wybranych zagadnieniach limnologicznych (Czaja, Degórska 1989; Jankowski 1991). W latach 90. XX wieku ukazało się sporo prac poświęconych rozpatrywanym zagadnieniom. Kolejno publikowane były wyniki badań A. T. Jankowskiego (1995) i M. Rzętały (1995, 1996), oraz ich wspólne artykuły (Jankowski, Rzętała 1996, 1997a) traktujące, między innymi, o zmianach liczby zbiorników wodnych w warunkach zróżnicowanej antropopresji. W następnych latach ukazały się prace dotyczące liczebności zbiorników na Płaskowyżu Rybnickim (Jaśko i in. 1997), Wyżynie Katowickiej (Rzętała 1998) i Garbie Tarnogórskim (Jankowski i in. 2003). Kompleksowe opracowanie dotyczące zmiany stosunków wodnych w wyniku oddziaływania antropopresji obejmujące swym zasięgiem obszar konurbacji katowickiej przedstawił S. Czaja (1999). W swej pracy dokonał analizy przemian wód powierzchniowych (w tym zmian zbiorników wodnych) i podziemnych, a także czynników powodujących te zmiany.

Oprócz wymienionych opracowań traktujących między innymi o zmianach liczby zbiorników wodnych, istnieje bogata literatura dotycząca cech fizycznych oraz chemicznych wód limnicznych (np. Jankowski, Kuczera 1992; Kuczera 1992;

Rzętała, Wach 1995, 1997; Jankowski, Rzętała 1998; Jankowski i in. 1999), a także znamienne dla tych obszarów zanieczyszczenie metalami ciężkimi (np. Rzętała 1994; Jankowski, Rzętała 1997b).

Nowopowstałe w krajobrazie Wyżyny Śląskiej zbiorniki wodne stały się indykatorem nowych jakościowo procesów zachodzących w obrębie mis jeziornych, dlatego też wielu badaczy zwróciło uwagę na ten problem (Michalewicz i in. 1995; Jaguś i in. 1998; Rzętała M.A. 1998; Dulias, Rudnicka 2000; Rzętała 2003).

W stosunkowo niewielu opracowaniach rozpatrywano problem bilansu wodnego sztucznych zbiorników wodnych z obszaru Wyżyny Śląskiej (np. Rzętała 2000; Machowski 2003). Najczęściej ukazują się prace rozpatrujące jedynie wybrane elementy bilansu wodnego przy okazji rozwiązywania innych problemów (Kozłowski i in. 1981).

2. Metody badań

Limnologiczne badania nad antropogenicznymi zbiornikami wodnymi Wyżyny Śląskiej prowadzone są obecnie w Katedrze Geografii Fizycznej Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego pod kierunkiem profesora Andrzeja T. Jankowskiego. Program badań nad tymi zbiornikami wymaga interdyscyplinarnego podejścia i prowadzony jest w sposób komplementarny. Ten etap badawczy podzielony został na trzy części: terenową, laboratoryjną i kameralną. Poniżej przedstawiono badania zbiorników w nieckach osiadania i zapadliskach prowadzone przez autora niniejszego artykułu.

Zakres prac terenowych obejmuje zbieranie materiału obserwacyjnego. W zależności od problematyki badawczej wykonywane są pomiary i obserwacje w ramach kartowania terenowego. Badania prowadzone są w celu określenia liczby i powierzchni zbiorników oraz ich objętości, a także poznania właściwości fizykochemicznych zretencjonowanej wody oraz osadów dennych. Ważne miejsce w badaniach nad antropogenicznymi zbiornikami wodnymi Wyżyny Śląskiej zajmują zagadnienia odnoszące się do form i procesów brzegowych oraz kształtowania się pokrywy i miąższości osadów dennych. Z uwagi na to, iż obiekty, o których mowa w artykule, są stosunkowo nowym elementem krajobrazu, prowadzone są także badania pod kątem rozwoju życia biologicznego: sukcesji roślinności i migracji przedstawicieli fauny, która w wielu przypadkach ma charakter pierwotny.

Sposób prowadzenia badań terenowych nawiązuje do wytycznych zawartych w specjalistycznych przewodnikach metodycznych (np. Burchard i in. 1990; Kostrzewski, Pulina 1992; Lange 1993; Kudelska i in. 1994; Gutry-Korycka, Werner-Wieckowska 1989). Zakres prac terenowych przedstawiono w tabeli 1.

Etap prac laboratoryjnych obejmuje szeroki zakres analiz chemicznych. Pobrane w terenie próbki: wody, osadów dennych, materiału glebowego budującego brzegi zbiorników oraz roślinne, a w uzasadnionych przypadkach i zwierzęce, przed wykonaniem analiz zostają odpowiednio spreparowane. Oznaczenia wykonywane w laboratorium prowadzone są przy użyciu spektrofotometru SPECOL, fotometru typ FPM-871 firmy „Remed”, spektrometru absorpcji atomowej SOLAAR M) oraz powszechnie stosowanych elektrod membranowych (Dojlido, Zerbe 1997). Sposób wykonywania analiz chemicznych określony jest przepisami zawartymi w Polskich

Tab. 1. Ważniejsze kierunki prac terenowych i metody badań (za M. A. Rzętała 2003, uzupełnione)

Table 1. Important directions of field work and research methods (after M. A. Rzętała 2003, supplemented)

WAŻNIEJSZE KIERUNKI PRAC TERENOWYCH	WAŻNIEJSZE PRZYRZĄDY WYKORZYSTANE W TRAKCIE BADAŃ TERENOWYCH
Wykonanie planów sytuacyjno-wysokościowych	Tachymetr „Dahlta 020”, teodolit.
Wykonanie pomiarów batymetrycznych	Echosonda Ultra III 3D z przetwornikiem prędkości HS-3D4 tachymetr „Dahlta 020”, teodolit.
Pobór próbek osadów	Polistyrenowy próbnik rurowy, próbnik osadów Van Veena, pojemniki polietylenowe i polistyrenowe.
Lokalizacja miejsc poboru próbek	Tachymetr „Dahlta 020”, teodolit, repery (ew. boje).
Lokalizacja wybranych obiektów	Opracowania kartograficzne (sporadyczne wykorzystanie GPS 12).
Pomiary radiometryczne (α, β, γ)	Radiometr RKP – 2, sonda scyntylicyjna SSA – 1p.
Pomiary transportu rumowiska	Elementy zabudowy hydrotechnicznej (ew. modyfikowane).
Rozpoznania florystyczne	Według opracowania: W. Matuszkiewicz (1981).
Pomiary prędkości i natężenia przepływu	Młynek hydrometryczny, przelewy, cechowane naczynia – zgodnie z metodyką wg: E. Bajkiewicz-Grabowska i in. (1993).
Pobór próbek i badania właściwości fizyko-chemicznych wody	Butelki i pojemniki polietylenowe, termometr TC 204, termometry tyrystorowe, tlenomierz Oxi-330i, pH-metr CP-401, konduktometr CC-401, luksomierz LX 204, krążek Secchięgo.
Pomiary meteorologiczne	Rejestrator Rotronic umożliwiający pomiary ciągłe temperatury i wilgotności względnej powietrza współpracujący z komputerem, termohigrometr PWT 101, psychrometr Asmana.

Normach oraz Dzienniku Ustaw. Niekiedy w celu usprawnienia przebiegu procesu pomiarowego stosuje się pewne modyfikacje metod zawartych w przepisach prawnych (Krawczyk 1999). Oznaczenia chemiczne wykonuje się w Laboratoriach Naukowych Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego w Sosnowcu (tab. 2). Pomimo szerokiego zakresu oznaczeń w wydziałowych laboratoriach, niektóre analizy zleca się zewnętrznym instytucjom, takim jak Ośrodek Badania i Kontroli Środowiska w Katowicach oraz Pracownia Analiz Geochemiczno–Mineralogicznych „Geoanaliza” w Krakowie (tab. 2).

Prace kameralne stanowią ostatnią część trybu badawczego. W etapie tym dokonuje się analizy danych liczbowych uzyskanych w drodze badań terenowych i laboratoryjnych oraz z literatury i materiałów niepublikowanych. Bardzo często dodatkowo dokonuje się analizy zdjęć lotniczych oraz map topograficznych.

Na poszczególnych etapach badań wysuwane są wnioski, które w czasie prac kameralnych zostają zweryfikowane i odpowiednio zhierarchizowane. Na ich podstawie możliwe jest sformułowanie zaleceń użytkowania, rekultywacji (rewitalizacji) i ochrony zbiorników wodnych. Wytyczne zawarte w tego typu pracach powinny być uwzględnione w dokumentacji opracowywanej przez państwowe oraz samorządowe ośrodki władz lokalnych i regionalnych, tj. w planach zagospodarowania przestrzennego, ocenach oddziaływania na środowisko, opracowaniach warunków fizjograficznych jednostek terytorialnych itp.

Tab. 2. Metody badań laboratoryjnych (za M. A. Rzętała, 2003)
 Table 2. Methods of laboratory research (after M. A. Rzętała, 2003)

CECHY WÓD I OSADÓW	METODYKA BADAŃ LABORATORYJNYCH
Skład granulometryczny	Metoda sitowa, metoda sitowo-areometryczna (Mycielska-Dowgiało, Rutkowski, 1995; Myslińska, 1998).
Podstawowe analizy osadów (np. odczyn, zawartość węgla organicznego i węgla wapnia)	Zgodnie z metodyką wg: B. Dobrzański i in. (1987).
Koncentracja zawiesiny w wodzie	Metoda wagowa.
Obróbka ziaren kwarcowych	Metoda graniformometryczna (Krygowski, 1964; Racinowski, Szczypek, 1985; Mycielska-Dowgiało, Rutkowski, 1995).
Występowanie: Au, As, Br, Co, Cr, Hf, Hg, Ir, Mo, Rb, Sb, Sc, Se, Ta, Th, U, W, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb i Lu	Metoda instrumentalnej neutronowej analizy aktywacyjnej (INAA)*.
Występowanie: SiO ₂ , TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , MnO, MgO, CaO, Na ₂ O, K ₂ O, P ₂ O ₅ , Ba, Sr, Zr, Y, Be i V.	Metoda atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym ze stopu (ICP)*.
Występowanie: Cu, Pb, Zn, Ag, Ni, Cd., Bi	Metodą ICP po całkowitym rozpuszczeniu próbki*.
Występowanie: Nb, Rb, Pb, Ga, Sn i S	W pastylkach prasowanych przy użyciu rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej (XRF)
Oznaczenia właściwości fizyko-chemicznych wody	W. E. Krawczyk (1992); T. Sobczyński (1992); W. E. Krawczyk (1999).

* – zgodnie ze standardami Activation Laboratories Ltd. w Kanadzie, którego Pracownia Analiz Geochemiczno-Mineralogicznych „Geoanaliza” z Krakowa jest wyłącznym reprezentantem w Polsce.

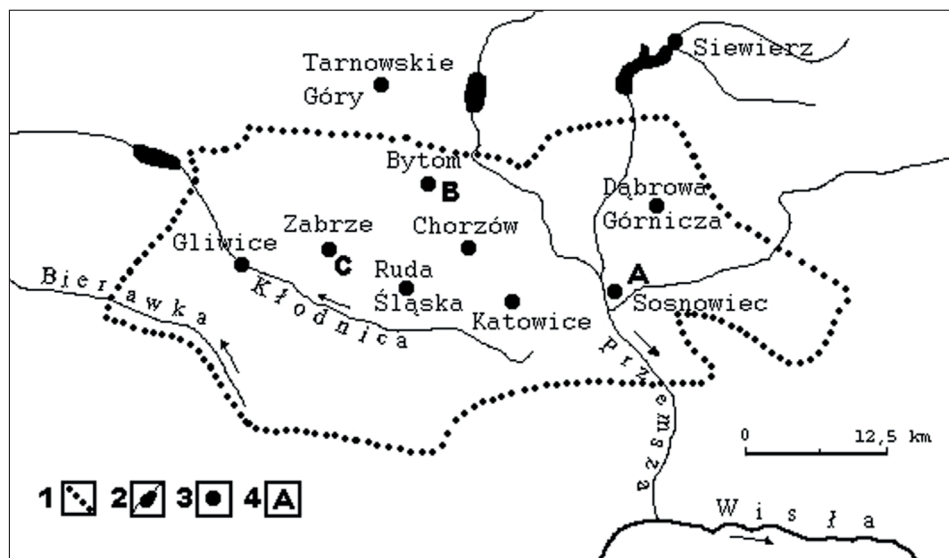
3. Wstępne wyniki badań

Wśród wielu genetycznych grup antropogenicznych zbiorników wodnych znajdujących się na Wyżynie Śląskiej, zbiorniki występujące w nieckach osiadania i zapadliskach zajmują szczególne miejsce, gdyż powstają samoczynnie, są niezamierzonym efektem działalności ludzkiej.

Obecnie prowadzone są badania na 10 niewielkich powierzchniowo zbiornikach (jako najbardziej reprezentatywnych dla tej grupy genetycznej) zlokalizowanych w trzech nieckach osiadania na terenie Sosnowca (A), Bytomia (B) i Zabrze (C), będących pod różnicowanym wpływem antropopresji (ryc. 1).

Celem badań jest:

- określenie środowiskowych uwarunkowań powstawania zbiorników w nieckach osiadania i zapadliskach z uwzględnieniem przemian przestrzennych i czasowych w obrębie pól podziemnej eksploatacji surowców mineralnych,
- ocena zmian zbiorników wodnych w nieckach osiadania i zapadliskach jako geosystemów kształtowanych w warunkach różnicowanego oddziaływania antropopresji,
- określenie roli zbiorników w nieckach osiadania i zapadliskach jako obiektów kształtujących warunki siedliskowe i charakter bioróżnorodności,



Ryc. 1. Położenie badanych zbiorników na Wyżynie Katowickiej

1 – granice Wyżyny Katowickiej; 2 – cieki powierzchniowe i zbiorniki wodne; 3 – miasta; 4 – lokalizacja badanych zbiorników (numeracja jak w tabeli 3: nr 1-4 – Sosnowiec, nr 5-7 – Bytom, nr 8-10 – Zabrze).

Fig. 1. Location of researched reservoirs in the Katowice Upland

1 – borders of the Katowice Upland; 2 – surface watercourses and water reservoirs; 3 – cities; 4 – location of researched reservoirs (numbers like in table 3: No. 1-4 – Sosnowiec, No. 5-7 – Bytom, No. 8-10 – Zabrze).

Tab. 3. Średnie roczne wartości (2003 r.) wybranych parametrów chemicznych wody zbiorników w nieckach osiadania i zapadliskach

Table 3. Average yearly values (2003) of selected chemical parameters of water in reservoirs in subsidence basins and depression hollows

Lp	pH	C ₂₅	N _{NO3}	PO ₄ ³⁻	BZT ₅	SO ₄	Cl	Pb	Zn	Cd	Ni	Cu
		μS/cm	mg/l	mg/l	mg O ₂ /l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1	7,6	846,7	9,70	0,22	3,0	126,50	93,80	0,0292	0,0112	0,0013	0,0063	0,0126
2	7,4	3031,8	322,80	0,51	2,2	314,40	897,70	0,0279	0,2359	0,0012	0,0149	0,0126
3	7,4	2100,6	144,30	0,22	4,3	204,80	621,90	0,0248	0,0464	0,0007	0,0099	0,0117
4	7,6	1579,0	99,30	0,10	2,6	175,20	400,80	0,0272	0,0265	0,0011	0,0063	0,0120
5	8,1	1859,9	59,70	1,07	2,8	741,70	149,50	0,0273	0,0717	0,0015	0,0151	0,0125
6	8,1	1344,5	83,40	0,22	4,1	191,90	251,00	0,0268	0,0280	0,0010	0,0060	0,0139
7	8,1	1109,7	25,20	0,13	1,5	344,70	72,30	0,0267	0,0231	0,0013	0,0061	0,0118
8	7,5	1850,1	85,60	0,05	3,3	162,30	542,70	0,0264	0,0162	0,0014	0,0088	0,0130
9	6,9	293,6	5,50	0,04	2,4	59,20	42,10	0,0284	0,0886	0,0015	0,0067	0,0132
10	6,9	271,7	5,70	0,08	5,3	63,40	37,90	0,0267	0,0640	0,0014	0,0087	0,0129

- przedstawienie wytycznych zrównoważonego wykorzystania i zagospodarowania zbiorników.

W pierwszym rzędzie dokonuje się comiesięcznego badania jakości zretencjonowanych wód (tab. 3). Z uwagi na funkcjonowanie zbiorników w różnych warunkach środowiskowych, ich wody odznaczają się znacznymi różnicami składu chemicznego. Największe zanieczyszczenie wykazują zbiorniki zlokalizowane na zdegradowanych obszarach górniczych. Często brzegi takich zbiorników ukształtowane są z odpadów pogórnich. Podczas deszczy oraz wiosennych roztopów następuje wyflukiwanie związków chemicznych, które spływają do mis opisywanych zbiorników i tam ulegają sedymentacji. Bardzo groźne jest skażenie metalami ciężkimi. Jednak ponad roczne obserwacje nie wskazują na ponadnormatywną zawartość tych pierwiastków w wodach badanych zbiorników (tab. 3). Wynika to z alkalicznego bądź obojętnego odczynu wód; w takim środowisku metale ciężkie mogą ulegać wytrąceniu z roztworów wodnych i przechodzić do osadów dennych. Przypuszczenia te zostaną zweryfikowane wynikami obecnie prowadzonych badań fizykochemicznych osadów dennych.

Uwarunkowania przyrodnicze oraz antropogeniczne powodują przestrzenne zróżnicowanie cech jakościowych wód zbiornikowych, a także zróżnicowanie ich tendencji. Powszechnym problemem w odniesieniu do jakości wód opisywanych zbiorników jest duże stężenie substancji odpowiedzialnych za ich zasolenie i eutrofizację. Badania potwierdzają ponadnormatywną zawartość podstawowych charakterystyk jakościowych wód, w tym wysokie wartości przewodności elektrolitycznej właściwej i azotanów (tab. 3).

4. Podsumowanie

Badania limnologiczne nad antropogenicznymi zbiornikami wodnymi prowadzone są na Wyżynie Śląskiej od kilkadziesiąt lat. Bogata literatura dotycząca tego tematu została przedstawiona we wstępnej części artykułu. Systematyczne badania pozwalają na weryfikację niesłusznie funkcjonującego w świadomości ludności wizerunku pustyni ekologicznej odnoszącej się do obszaru Wyżyny Śląskiej. Prawdą jest, że obszar ten w dalszym ciągu jest bardzo zdegradowany, ale przyroda wykazuje znaczne zdolności regeneracyjne. Dodatkowo sprzyja temu zamykanie i modernizacja uciążliwych dla środowiska zakładów przemysłowych. Także środowisko wodne wykazuje podobne tendencje, szczególnie widoczne jest to w przypadku wielu zbiorników wodnych i ich obrzeży, a zwłaszcza położonych w nieckach osiadania i zapadliskach. Nadal poważnym problemem jest eutrofizacja wód limnicznych przejawiająca się m. in. masowym rozwojem fitoplanktonu, przetlenieniem epilimnionu, deficytem i zanikiem tlenu w hypolimnionie. Duża liczba zbiorników wodnych sprzyja formułowaniu programów mających na celu ochronę geosystemów wodnych (np. Jaguś, Rzętała 2003).

LITERATURA:

- Bajkiewicz-Grabowska E., Magnuszewski A., Mikulski Z., 1993, *Hydrometria*, PWN, Warszawa.
- Burchard J., Hereźniak-Ciotowa U., Kaca W., 1990, *Metody badań i ocena jakości wód powierzchniowych i podziemnych*, Wyd. Uniw. Łódzki, Łódź.
- Czaja S., 1999, *Zmiany stosunków wodnych w warunkach silnej antropopresji (na przykładzie konurbacji katowickiej)*, Wyd. UŚ, Katowice.
- Czaja S., Degórska V., 1989, *Geneza i czasowe zmiany zbiorników wodnych w rejonie Radzionkowa i Bytomia*, *Geographia. Studia et dissertationes*, 12, Wyd. UŚ, Katowice, 7-15.
- Dobrzański B., Uziak S., Klimowicz Z., Melke J., 1987, *Badanie gleb w laboratorium i w polu. Przewodnik do ćwiczeń z gleboznawstwa dla studentów biologii i geografii*, UMCS, Lublin.
- Dojlido J., Zerbe J., 1997, *Instrumentalne metody badania wody i ścieków*, Arkady, Warszawa.
- Dulias R., Rudnicka M., 2000, *Typy brzegów antropogenicznych na obszarze między Sosnowcem, Katowicami i Mysłowicami*, *Kształt. środ. geogr. i ochr. przyr. na obsz. przemysł. i zurbaniz.*, 30, WBiOŚ UŚ, WNoZ UŚ, Katowice-Sosnowiec, 7-14.
- Gutry-Korycka M., Werner-Więckowska H. (red.), 1989, *Przewodnik do hydrograficznych badań terenowych*, PWN, Warszawa.
- Jaguś A., Rzętała M. A., Rzętała M., 1998, *Morfologia strefy litoralnej jako indyktor ewolucji sztucznych zbiorników wodnych*, IV Zjazd Geomorf. Pol. *Główne kierunki badań geomorfologicznych w Polsce, Stan aktualny i perspektywy*, Ref. i komun., Stow. Geomorf. Pol., Inst. Nauk o Ziemi UMCS, Kom. Zmarzlinoznawstwa, Kom. Bad. Polarn. PAN, Lublin, 413-414.
- Jaguś A., Rzętała M., 2003, *Zbiornik Kozłowa Góra. Funkcjonowanie i ochrona na tle charakterystyki geograficznej i limnologicznej*, Pol. Tow. Geogr., Kom. Hydrol., Warszawa.
- Jankowski A. T., 1986, *Antropogeniczne zmiany stosunków wodnych na obszarze uprzemysłowionym i urbanizowanym (na przykładzie Rybnickiego Okręgu Węglowego)*, *Prace Nauk. UŚ*, 868, Wyd. UŚ, Katowice.
- Jankowski A. T., 1991, *Występowanie antropogenicznych zbiorników wodnych na terenie Bytomia w okresie 1811-1989*, *Kształt. środ. geogr. i ochr. przyr. na obsz. przemysł. i zurbaniz.*, 3, WBiOŚ UŚ, WNoZ UŚ, Katowice-Sosnowiec, 21-30.
- Jankowski A. T., 1995, *Z badań nad antropogenicznymi zbiornikami wodnymi na obszarze górnośląskim*, [w:] *Wybrane zagadnienia geograficzne, Pamięci geografów Uniwersytetu Śląskiego Józefa Szaflarskiego i Piotra Modrzejewskiego*, WNoZ UŚ, PTG – Oddział w Katowicach, Sosnowiec, 12-18.
- Jankowski A. T., Kuczera A., 1992, *Wpływ wód podgrzanych na warunki termiczne, tlenowe i przezroczystość wody w Zbiorniku Rybnickim*, Wyd. UŚ, Katowice.
- Jankowski A. T., Machowski R., Molenda T., Nitkiewicz-Jankowska A., Rzętała M., 2003, *Quantitative-qualitative characteristics and bases of water reservoirs revitalisation in the area of the hummock of Tarnowskie Góry*, *Limnological Rev.*, 3, Jan Kochanowski University, Kielce, 95-100.
- Jankowski A. T., Rzętała M., 1996, *Zmiany ilościowo-jakościowe zbiorników wodnych w warunkach silnej antropopresji*, *Zesz. Nauk. Akad. Roln. we Wrocławiu*, 289, 75-82.

- Jankowski A. T., Rzętała M., 1997a, *Zmiany ilościowo-jakościowe zbiorników wodnych w warunkach silnej antropopresji*, Gosp. wodna, 4, 117-120.
- Jankowski A. T., Rzętała M., 1997b, *Problemy wykorzystania retencji zbiornikowej w warunkach silnej antropopresji*, Konf. nauk. Wpływ antropopresji na jeziora, ZHIGW IGF UAM, Wyd. HOMINI, Poznań-Bydgoszcz, 37-42.
- Jankowski A. T., Rzętała M., 1998, *Eutrofizacja sztucznych zbiorników wodnych na Wyżynie Śląskiej i jej obrzeżach*, [w:] *Zagrożenia degradacyjne a ochrona jezior*, *Badania limnologiczne*, 1, Wyd. DJ, Gdańsk, 27-31.
- Jankowski A., Rzętała M., Wach J., 1999, *Sztuczne zbiorniki wodne a ilościowo-jakościowe zmiany obiegu*, XI Ogólnopol. Konf. Nauk. „Chemizm opadów atmosferycznych, wód powierzchniowych i podziemnych”, Wyd. Uniw. Łódzki, Łódź, 58-60.
- Jankowski A. T., Wach J., 1980, *Uwagi o zbiornikach antropogenicznych na terenie GOP i jego obrzeżeniach*, Materiały VII Symp. Pol.-Czechosł. *Przeobrażenia środowiska geograficznego w obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych*, IG UŚ, Oddział Katowicki PTG, Sosnowiec-Kozubnik, 65-76.
- Jaśko M., Kosakowski S., Rzętała M. A., 1997, *Zróżnicowanie występowania zbiorników wodnych na obszarze Płaskowyżu Rybnickiego*, Kształt. środ. geogr. i ochr. przyr. na obsz. przemysł. i zurbaniz., 25, WBiOŚ UŚ, WNoZ UŚ, Katowice-Sosnowiec, 23-27.
- Kasprowska A., 1978, *Problem zagospodarowania względnie likwidacji jeziorek antropogenicznych w krajobrazie GOP*, Inst. Geogr., WNoZ UŚ, Sosnowiec, maszynopis.
- Korol M., 1970, *Jeziorka antropogeniczne i problem ich zagospodarowania w GOP*, WSE, Katowice, maszynopis.
- Kostrzewski A., Pulina M., 1992, *Metody hydrochemiczne w geomorfologii dynamicznej – wybrane problemy*, Wyd. UŚ, Katowice.
- Kozłowski W., Karaś M., Fiedler K., 1981, *Monografia zbiornika wodnego Rybnik*, WKiŁ, Warszawa.
- Krawczyk W. E. 1992, *Metody terenowej analityki wód krasowych*, [w:] *Metody hydrochemiczne w geomorfologii dynamicznej – wybrane problemy*, Wyd. UŚ, Katowice, 65-83.
- Krawczyk W. E. 1999, *Hydrochemia. Ćwiczenia laboratoryjne dla III roku geografii*, Skrypty Uniw. Śląsk., 555, Wyd. UŚ, Katowice.
- Krygowski B., 1964, *Granifometria mechaniczna, teoria i zastosowanie*, Prace Kom. Geogr.-Geol., 2, 4, PTPN, Poznań.
- Kuczera A., 1992, *Zasoby ciepła w wodzie Zbiornika Rybnickiego na tle wybranych jezior z obszaru Polski*, Geographia. Studia et dissertationes, 16, Wyd. UŚ, Katowice, 80-92.
- Kudelska D., Cydzik D., Soszka H., 1994, *Wytyczne monitoringu podstawowego jezior*, PIOŚ, Oficyna Wyd. „OIKOS”, Warszawa.
- Lange W. (red.), 1993, *Metody badań fizyczno-limnologicznych*, Uniw. Gdański, Gdańsk.
- Leś-Rogoż A., 1962, *Charakterystyka hydrograficzna GOP*, Biul., 64, PAN, Komitet dla spraw GOP, Warszawa.
- Machowski R., 2003, *Wybrane zagadnienia bilansu wodnego zbiorników wodnych z obszaru Garbu Tarnogórskiego*, Kształt. środ. geogr. i ochr. przyr. na obsz. przemysł. i zurbaniz., 34, WBiOŚ UŚ, WNoZ UŚ, Katowice – Sosnowiec, 17-23.
- Matuszkiewicz W., 1981, *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych polskich*, PWN, Warszawa.

- Michalewicz M., Rzętała M., Wach J., 1995, *Procesy brzegowe w obrębie antropogenicznych zbiorników wodnych na Wyżynie Śląskiej*, III Zjazd Geomorf. Pol. „Procesy geomorfologiczne zapis w rzeźbie i osadach”, Wyd. Nauk o Ziemi Uniw. Śląsk., Stow. Geomorf. Pol., Sosnowiec, 54-56.
- Mycielska-Dowgiałło E., Rutkowski J. (red.), 1995, *Badania osadów czwartorzędowych. Wybrane metody i interpretacja wyników*, Wyd. Geogr. i Stud. Region. UW, Państw. Inst. Geol., Kom. Litologii i Genezy Osadów Czwartorz. Kom. Bad. Czwartorz. PAN, Warszawa.
- Myślińska E., 1998, *Laboratoryjne badania gruntów*, PWN, Warszawa.
- Racinowski R., Szczepke T., 1985, *Prezentacja i interpretacja wyników badań uziarnienia osadów czwartorzędowych*, Skrypty UŚ, 359, Wyd. UŚ, Katowice.
- Rzętała M., 1994, *Zanieczyszczenie wód zbiornika Pogoria III w Dąbrowie Górniczej przez metale ciężkie*, Kształt. środ. geogr. i ochr. przyr. na obsz. uprzemysł. i zurbaniz., 12, WBiOŚ UŚ, WNoZ UŚ, Katowice-Sosnowiec, 14-20.
- Rzętała M., 1995, *Zróżnicowanie występowania zbiorników wodnych na terenie Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego*, Kształt. środ. geogr. i ochr. przyr. na obsz. uprzemysł. i zurbaniz., 20, WBiOŚ UŚ, WNoZ UŚ, Katowice-Sosnowiec, 5-10.
- Rzętała M., 1996, *Retencja zbiornikowa na obszarze Wyżyny Katowickiej*, 45 Zjazd PTG Polska w Europie bałtyckiej, PTG Oddział w Słupsku, Wyż. Szk. Pedagog., Inst. Geogr., Słupsk-Ustka, 149-151.
- Rzętała M., 1998, *Zróżnicowanie występowania sztucznych zbiorników wodnych na obszarze Wyżyny Katowickiej*, Geographia. Studia et dissertationes, 22, Wyd. UŚ, Katowice, 52-67.
- Rzętała M., 2000, *Bilans wodny oraz dynamika zmian wybranych zanieczyszczeń zbiornika Dzierżno Duże w warunkach silnej antropopresji*, Wyd. UŚ, Katowice.
- Rzętała M., Wach J., 1995, *Zmiany zasolenia wody zbiornika antropogenicznego Dzierżno Duże*, Mat. Symp. Polsko-Czeskiego Przeobrażenia środowiska geograficznego w przygranicznej strefie górnośląsko-ostrowskiego regionu przemysłowego, Wyd. Nauk o Ziemi Uniw. Śląsk., Park Krajobr. Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich, Sosnowiec, 112-116.
- Rzętała M., Wach J., 1997, *Pochodzenie i stopień zasolenia wód powierzchniowych województwa katowickiego*, Změny geografického prostředí v pohraničních oblastech ostravského a hornoslezského regionu, Ostravská Univerzita Přírodověcká fakulta, Univ. Śląski, Wyd. Nauk o Ziemi, Ostrava, 120-127.
- Rzętała M. A., 1998, *Procesy brzegowe w obrębie zbiornika Dzierżno Duże*, Geographia, Studia et dissertationes, 22, Wyd. UŚ, Katowice, 29-51.
- Rzętała M. A., 2003, *Procesy brzegowe i osady denne wybranych zbiorników wodnych w warunkach zróżnicowanej antropopresji (na przykładzie Wyżyny Śląskiej i jej obrzeży)*, Wyd. UŚ, Katowice.
- Sobczyński T., 1992, *Oznaczanie ortofosforanów w wodzie metodą spektrofotometryczną*, [w:] *Fizyczno-chemiczna analiza wód i gruntów*, UAM, Poznań, 99-103.
- Trembaczowski J., Jankowski A. T. (red.), 1980, *Inwentaryzacja i klasyfikacja zbiorników wodnych pochodzenia antropogenicznego na terenie GOP i jego obrzeżenia*, Inst. Geogr. WNoZ UŚ, Sosnowiec, maszynopis.
- Ziemońska Z., 1979, *Rola zbiorników wodnych pochodzenia antropogenicznego w uprzemysłowanym obszarze Wyżyny Śląskiej*, Folia Geogr., ser. Geogr.-Phys., 12, 123-136.

LIMNOLOGICAL INVESTIGATION ON ANTHROPOGENIC WATER RESERVOIRS IN SILESIAN UPLAND

SUMMARY

In the Silesian Upland significant number of genetically different anthropogenic water reservoirs occurs, therefore the name „anthropogenic lakeland” is often used. Such large concentration of water reservoirs became the impulse for widely understood limnological investigations, carried out in the region for many years. The specific character of reservoirs as well as scientific program realised at the Faculty of Earth Sciences of the Silesian University requires interdisciplinary approach, therefore it is carried out in a complementary way. Results obtained allow verification of the image of ecological desert, relating to the area of Silesian Upland, which groundlessly functions in human consciousness.

Robert Machowski
Katedra Geografii Fizycznej
Uniwersytet Śląski
Sosnowiec

