

Marta Miazga

Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec

OCENA NATURALNEJ PODATNOŚCI NA DEGRADACJĘ ORAZ JAKOŚĆ WÓD ZBIORNIKA WAPIENICA

Мязга М. **Оценка природной податливости к деградации и качество вод водохранилища Вапеница.** В статье представлены результаты исследований, проведенных на территории водосборного бассейна водохранилища Вапеница в Силезских Бескидах. Целью работы было определение уровня чистоты вод, а также оценка природной податливости озера к деградации. Проведенные исследования позволили идентифицировать существенные факторы и условия среды, оказывающие влияние на качество водных ресурсов. Сделаны общие выводы относительно эксплуатации и защиты водохранилища. В результате исследований показано, что данный водоем относится ко II категории податливости к деградации. Наиболее благоприятными значениями отличались такие показатели, как способ освоения непосредственного водосбора, средняя глубина и процент стратификации вод. Согласно результатам анализа восемнадцати физико-химических и биологических показателей озеро отнесено к I классу чистоты. Только два из всех изученных параметров имели неблагоприятное влияние на интегральную оценку. Содержание общего азота соответствовало пороговому уровню II класса, а содержание минерального азота превышало нормативные пороги классификации. Как показали проведенные исследования, Вапеница является озером с высоким качеством вод, однако оно отличается умеренной податливостью к деградации.

Miazga M. **Assessment of natural vulnerability to degradation and quality of water in Wapienica reservoir.** The paper presents results of research that was carried out within the catchment of reservoir Wapienica in the Silesian Beskid Mountains. The aim of the paper was to determine the level of water purity and assess natural vulnerability of the lake to degradation. The research made it possible to identify major features an environmental preconditions which determine the quality of water reserves. It also allowed for general conclusions regarding the use and protection of the reservoir. The research showed that the discussed reservoir was in category 2 of degradation vulnerability. The most favorable values were those for the following indicators: way of management of direct catchment, mean depth and percentage of water stratification. Analyses of eighteen physiochemical and biological indicators classified the lake in class 1 of purity. Of all analyzed indicators, only two had negative impact on the total assessment. Total nitrogen concentration was at the threshold value for class 2, while mineral nitrogen concentration was typical of unclassified waters. The research shows that Wapienica is a lake with high quality water but is moderately vulnerable to degradation.

Key words: limnologia, jakość wód, podatność na degradację, Wapienica, Beskid Śląski

Zarys treści

Przedstawiono rezultaty badań przeprowadzonych w obrębie zlewni zbiornika Wapienica w Beskidzie Śląskim. Celem pracy było określenie stanu czystości wód oraz ocena naturalnej podatności jeziora na degradację. Przeprowadzone badania umożliwiły identyfikację istotnych cech i uwarunkowań środowiskowych kształtujących jakość zasobów wodnych. Pozwoliły także wysunąć ogólne wnioski odnośnie do użytkowania i ochrony zbiornika. Badania wykazały, że omawiany akwen cechuje się II kategorią podatności na degradację. Najbardziej korzystne wartości przyjmowały następujące wskaźniki: sposób zagospodarowania zlewni bezpośredniej, głębokość średnia oraz procent stratyfikacji wód. Analiza osiemnastu wskaźników fizyko-chemicznych i biolo-

gicznych pozwoliła zakwalifikować jezioro do I klasy czystości. Spośród wszystkich badanych parametrów, tylko dwa niekorzystnie wpływały na całościową ocenę. Zawartość azotu całkowitego odpowiadała wartości progowej dla klasy II, natomiast zawartość azotu mineralnego wskazywała na wody pozaklasowe. Z przeprowadzonych badań wynika, iż w przypadku Wapienicy mamy do czynienia z jeziorem o wysokiej jakości wód, lecz charakteryzującym się umiarkowaną podatnością na degradację.

WPROWADZENIE

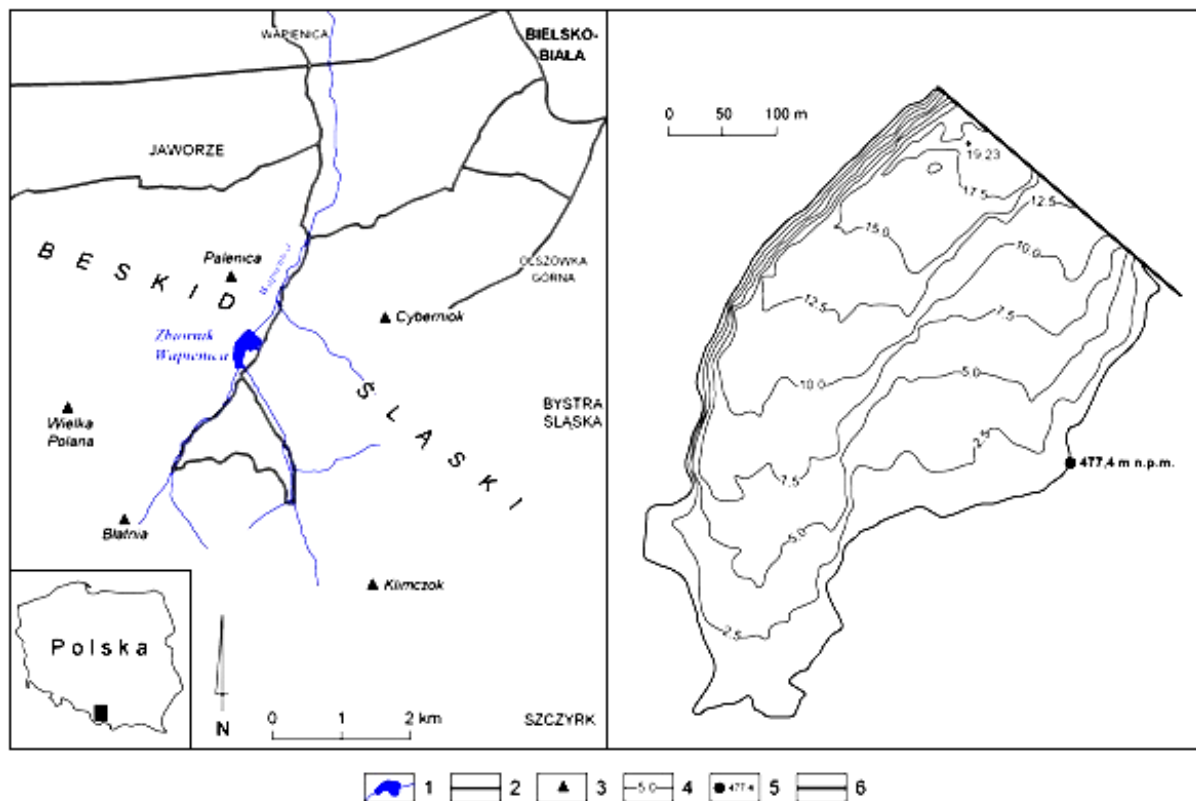
Obserwowany w ostatnich dziesięcioleciach pogarszający się stan środowiska przyrodniczego zmusza do podjęcia odpowiednich działań w zakresie jego

ochrony. Do elementów szczególnie podatnych na działalność czynników zewnętrznych należą jeziora i zbiorniki wodne. W przeciwieństwie do wód płynących charakteryzują się dużo większą podatnością na degradację. Specyfika ich funkcjonowania polega na ciągłym transporcie różnych form materii ze zlewni, a następnie jej akumulacji (BAJKIEWICZ-GRABOWSKA, HILBRICHT-ILKOWSKA, ZDANOWSKI, 1992). Jeziora i zbiorniki stanowią swego rodzaju pułapki sedymentacyjne dla dostarczanych przez rzeki zanieczyszczeń. Następstwem tego procesu bywa częściowa lub całkowita utrata wartości użytkowych.

Stan czystości jezior oraz proces ich degradacji można badać na podstawie różnych kryteriów. System zaproponowany przez E. BAJKIEWICZ-GRABOWSKĄ (1981, 1985, 1987) uwzględnia strukturę fizycznogeograficzną zlewni i jej rolę w dostawie substancji biogennej, a także zespół naturalnych cech jeziora. Klasyfikacja opracowana przez D. KUDELSKĄ, D. CYDZIK, H. SOSZKĘ [1981, 1983, 1994] wykorzystuje wskaźniki morfometryczne, hydrograficz-

ne oraz zlewniowe. Dodatkowym wyznacznikiem jest jakość wód analizowana na podstawie kilkunastu wskaźników fizyko-chemicznych i biologicznych. Należy jednak podkreślić, iż każdy akwen wymaga wnikliwej analizy, a następnie indywidualnej oceny, która pozwala wnioskować o możliwościach dalszego użytkowania, ochrony lub rekultywacji.

W niniejszej pracy skupiono się na analizie zaporowego zbiornika Wapienica (fot. 1). Niewielki akwen zajmuje obszar zaledwie 17,5 ha. Położony jest w południowej części Polski. Pod względem regionalizacji fizycznogeograficznej zlewnia zbiornika należy do Zewnętrznych Karpat Zachodnich (513). Zlokalizowana jest w zachodniej części makroregionu Beskidy Zachodnie (513.4/5), w mezoregionie Beskidu Śląskiego (513.45) (KONDRACKI, 2009; rys. 1). Zbiornik leży na wysokości 477,4 m n.p.m. (Mapa topograficzna, 2003). Powyżej zbiornika początek biorą dwa potoki: Barbara i Błatnia, które uchodzą do niego, a następnie wypływają jako potok Wapienica.



Rys. 1. Położenie i plan batymetryczny zbiornika Wapienica
(wg Mapa topograficzna, 2003; wg Mapa sytuacyjno-wysokościowa, 1965):

1 – wody powierzchniowe, 2 – ważniejsze drogi, 3 – szczyty górskie, 4 – izobaty w metrach, 5 – rzędna zwierciadła wody w m n.p.m., 6 – zapora

Fig. 1. Location and bathymetric plan of Wapienica reservoir
(acc. to Mapa topograficzna, 2003; acc. to Mapa sytuacyjno-wysokościowa, 1965):

1 – surface watercourses, 2 – main roads, 3 – mountain peaks, 4 – isobates in metres, 5 – water surface elevation in m a.s.l., 6 – dam



Fot. 1. Zbiornik Wapienica w otoczeniu żyznej buczyny karpackiej porastającej zbocza doliny górskiej (fot. M. Miazga)

Photo 1. Wapienica reservoir surrounded by fertile Carpathian beech forest growing on slopes of the mountain valley (phot. by M. Miazga)

CELE I METODY BADAŃ

Celem badań jest ocena naturalnej podatności na degradację zbiornika Wapienica oraz klasyfikacja stanu jakościowego wód limnicznych. W pracy starano się przedstawić szereg czynników środowiskowych mających wpływ na funkcjonowanie zbiornika. Ważnym aspektem prowadzonych badań była analiza uzyskanych wyników pod kątem możliwości gospodarczego wykorzystania zbiornika, a także jego ochrony.

Podstawowymi metodami zastosowanymi w pracy były badania kameralne i terenowe. Pierwsze z nich polegały na przeglądzie literatury dotyczącej omawianego zagadnienia. Wykonano również szereg pomiarów z zastosowaniem materiałów kartograficznych (*Mapa sytuacyjno-wysokościowa...*, 1965, *Mapa topograficzna*, 2003). Odrębnej analizie poddano dane liczbowe dotyczące właściwości fizyko-chemicznych,

biologicznych i bakteriologicznych wód zbiornika, pozyskane z Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Katowicach. W ramach badań terenowych przeprowadzono kilkakrotne obserwacje środowiskowe, które każdorazowo dokumentowano tekstowo i fotograficznie. Zgromadzone materiały oraz wyniki własnych spostrzeżeń zostały opracowane na etapie badań kameralnych.

Badania wykonano zgodnie z metodyką Systemu Oceny Jakości Jezior (SOJJ) (KUDELSKA, CYDZIK, SZOSZKA, 1994). Jak wcześniej wspomniano, jednym z elementów tej klasyfikacji jest określenie naturalnych warunków fizycznogeograficznych jeziora. Zakres norm dla poszczególnych wskaźników odpowiada trzem kategoriom podatności na degradację. Drugie kryterium uwzględnia analizę jakości wód. Badania odbywają się w dwóch okresach, tj. w czasie cyrkulacji wiosennej oraz stagnacji letniej. W zależności od typu jeziora – stratyfikowane lub niestratyfikowane, punkty pobierania próbek zlokalizowane są odpowiednio w warstwie przypowierzchniowej i naddennej lub tylko przypowierzchniowej. Ostatecznej oceny zbiornika dokonano po uwzględnieniu obu kryteriów.

OCENA NATURALNEJ PODATNOŚCI NA DEGRADACJĘ

Zgodnie z wytycznymi monitoringu podstawowego jezior (KUDELSKA, CYDZIK, SZOSZKA, 1994), dokonano klasyfikacji zbiornika Wapienica pod względem jego podatności na degradację. W wyniku oceny parametrów morfometrycznych, hydrograficznych i zlewniowych akwen zakwalifikowano do kategorii II (tab. 1).

Tabela 1. Ocena podatności zbiornika Wapienica na degradację (opracowanie własne na podstawie: KUDELSKA, CYDZIK, SZOSZKA, 1994)

Table 1. Assessment of vulnerability of reservoir Wapienica to degradation (own work based on: (KUDELSKA, CYDZIK, SZOSZKA, 1994)

Wskaźnik	Wartość wskaźnika	Kategoria	Punktacja
Głębokość średnia [m]	6,3 m	I	1
Stosunek objętości jeziora V [tys. m ³] do długości jeziora [m]	0,63	IV	4
% stratyfikacji wód	67,6 %	I	1
Stosunek powierzchni dna czynnego [m ²] do V epilimnionu [m ³]	0,14	II	2
% wymiany wody w roku	610 %	III	3
Współczynnik Schindlera, tj. P zlewni [m ²] + P jeziora [m ²] / V jeziora [m ³]	9,94	II	2
Sposób zagospodarowania zlewni bezpośredniej w % jej powierzchni *	98 %	I	1
Wynik punktacji i sumaryczna kategoria podatności jeziora na degradację		II	2

Objaśnienie: (*) – odsetek powierzchni zlewni bezpośredniej zajmowanej przez lasy

Jednym z korzystniejszych wskaźników okazała się głębokość średnia, która została obliczona jako stosunek objętości jeziora do powierzchni zwierciadła wody. Jeziora głębokie przy tym samym stopniu obciążenia biogenami są mniej podatne na eutrofizację niż jeziora płytkie (KAJAK, 1979). Ponadto duża głębokość średnia powoduje, że jezioro jest słabo naświetlone, wody mają niższą temperaturę, a to przekłada się na niewielkie użyźnienie. Kolejny wskaźnik charakteryzuje stosunek objętości jeziora do długości jego linii brzegowej. W zależności od długości strefy litoralnej, jezioro jest mniej lub bardziej podatne na wpływy z zewnątrz. Niska wartość wskaźnika pokazuje, że Wapienicę cechuje bardzo mała odporność. Procent stratyfikacji wód wskazujący na udział hypolimnionu w całej objętości jeziora został obliczony na podstawie danych dotyczących teoretycznego zasięgu epilimnionu. Dodatkowo przeanalizowano charakterystyczny dla jezior stratyfikowanych pionowy rozkład temperatury (CHOIŃSKI, 2007). Przy maksymalnej głębokości wynoszącej 19,23 m oraz miąższości epilimnionu sięgającej 3,4 m, założono, że warstwa skoku termicznego zajmuje niecałe 3 m, co jest charakterystyczne dla jezior umiarkowanej strefy klimatycznej. W związku z powyższym hypolimnion, obejmujący warstwę około 13 m, stanowi ponad 65% objętości wód jeziornych, a im wyższa wartość wskaźnika, tym niższa produktywność jeziora (BAJKIEWICZ-GRABOWSKA, 1987). W celu określenia ilorazu powierzchni dna czynnego i objętości epilimnionu niezbędne było przeprowadzenie obliczeń pojemności zbiornika z zastosowaniem metody krzywej batygraficznej. Współczynnik ten, będący miarą recyrkulacji substancji biogenicznych, określa również wpływ strefy litoralnej na jezioro (KUDELSKA, CYDZIK, SZOSZKA, 1994). Im większa powierzchnia dna czynnego, tym jezioro cechuje się większą produktywnością. Zbiornik Wapienica charakteryzuje się umiarkowanym stopniem wzbogacenia w materię organiczną. Duża wymiana wody w misie jeziornej przekłada się na pogorszenie jej jakości. Potwierdzają to D. KUDELSKA, D. CYDZIK i H. SZOSZKA (1994), których zdaniem intensywny przepływ, wzbogacający zbiorniki w materię organiczną i substancje mineralne ma znaczący wpływ na wzrost ich trofii. Dodają również, że jezioro przepływowe to swego rodzaju odstożnik zatrzymujący nanoszone przez rzekę osady. Współczynnik Schindlera odzwierciedla wpływ warunków zlewniowych na zbiornik. Dowiedziono, że istnieje wyraźna korelacja pomiędzy wartością omawianego wskaźnika, a wartością parametrów odnoszących się do stanu jakościowego wód (SCHINDLER, 1971). Analizowany zbiornik ma zdolność rozpuszczania wprowadzanej

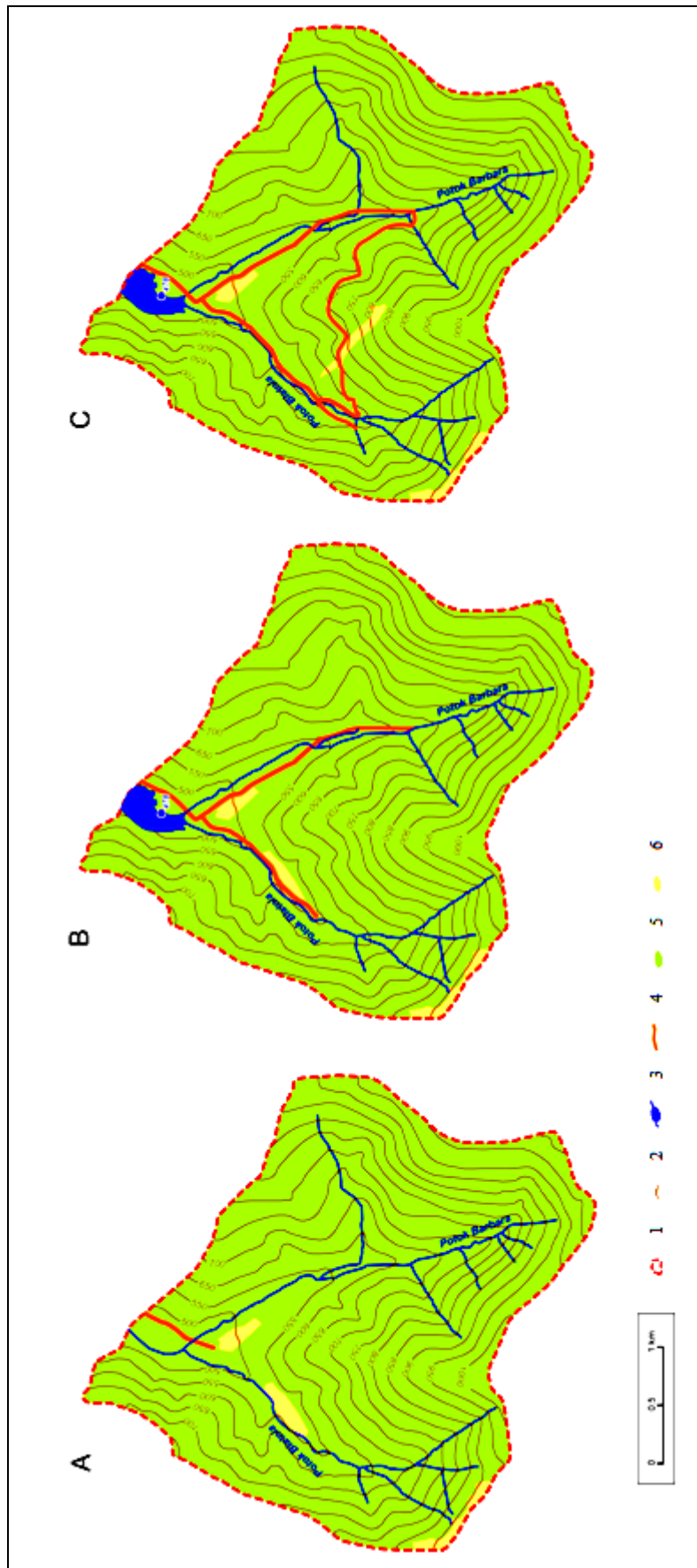
materii, która kwalifikuje go do II kategorii. Sposób zagospodarowania zlewni bezpośredniej odnosi się do jej użytkowania, który w przypadku Wapienicy praktycznie nie zmienił się od momentu powstania zbiornika (rys. 2). Prawie całą powierzchnię zlewni zajmują zbiorniki leśne. W uzupełnieniu warto zauważyć, że na badanym terenie brak zwartej zabudowy, ani też nie stwierdzono jakichkolwiek punktowych źródeł zanieczyszczeń, które mogłyby stanowić istotne zagrożenie dla funkcjonującego akwenu.

Reasumując, przeprowadzona ocena podatności na degradację zbiornika Wapienica pod kątem jego odporności oraz roli zlewni w tym procesie, wykazała, iż należy on do II kategorii. Spośród wszystkich branych pod uwagę elementów uwarunkowań środowiskowych, najbardziej korzystne okazały się głębokość średnia, procent stratyfikacji wód oraz sposób zagospodarowania zlewni bezpośredniej.

OCENA STANU JAKOŚCI WÓD

Stan czystości wód limnicznych jest wypadkową szeregu uwarunkowań środowiskowych, zarówno o charakterze naturalnym, jak i antropogenicznym. Czynniki te, powiązane są ze sobą w mniej lub bardziej bezpośredni sposób. W ogromnej większości przypadków elementem modyfikującym naturalnie ukształtowany układ jest działalność człowieka powodująca poważne, a czasem trwałe i nieodwracalne zmiany. A. CHOIŃSKI (2007) zwraca uwagę, że jeziora, rzeki i wody podziemne tworzą specyficzny system naczyń połączonych, co powoduje, że utrzymanie dobrego stanu jakościowego wód wymaga prowadzenia prawidłowej gospodarki wodnej w obrębie wszystkich stref.

W celu oceny jakości wód zbiornika Wapienica dokonano analizy osiemnastu wskaźników fizykochemicznych i biologicznych (tab. 2). Przyjęta metodologia badań służy wyłącznie ogólnej ocenie ekologicznej, w związku z czym w niektórych przypadkach konieczne może być przeprowadzenie dodatkowych pomiarów (KUDELSKA, CYDZIK, SZOSZKA, 1994). Uzyskane wyniki potwierdziły początkowe założenia. Z racji położenia zbiornika na obszarze w zasadzie pozbawionym wpływu bezpośredniej działalności człowieka, występują w nim wody bardzo wysokiej jakości. Stwierdzono, że należą do I klasy czystości. W świetle *Rozporządzenia...* (2002) zalicza się je do kategorii jakości A1. Spośród kilkunastu badanych wskaźników, tylko dwa charakteryzowały się gorszą klasą. Zawartość azotu całkowitego odpowiadała wartości progowej dla klasy II, natomiast zawartość azotu mineralnego wskazywała na wody pozaklasowe. Azot, obok fosforu stanowi jeden z czynników eutrofizujących (KAJAK, 1979). W zlew-



Rys. 2. Zmiany zagospodarowania terenu zlewni zbiornika Wapienica na przestrzeni XX wieku:

A – rok 1902 na podstawie *Herausgegeben v.d. Kartogr. Abt. d. Königl. Preuß. Landesaufnahme* (1902), B – rok 1934 na podstawie *Mapy topograficznej WIG* (1934), C – rok 2003 na podstawie *Mapy topograficznej* (2003);

1 – dział wodny, 2 – ukształtowanie terenu, 3 – ciek i zbiorniki wodne, 4 – drogi, 5 – lasy, 6 – łąki.

Fig. 2. Changes in management of the catchment of reservoir Wapienica throughout the 20th century:

A – year 1902 basing on *Herausgegeben v.d. Kartogr. Abt. d. Königl. Preuß. Landesaufnahme*, B – year 1934 basing on *WIG Topographic Map*, C – year 2003 basing on *Topographic Map*;

1 – watershed, 2 – surface features, 3 – streams and water reservoirs, 4 – roads, 5 – forests, 6 – meadows.

Tabela 2. Ocena jakości wód zbiornika Wapienica (opracowanie własne na podstawie: KUDELSKA, CYDZIK, SOSZKA, 1994)
 Table 2. Assessment of water quality of reservoir Wapienica (own work based on: KUDELSKA, CYDZIK, SOSZKA, 1994)

Wskaźnik	Jednostka	Wartość wskaźnika	Klasa	Punktacja
Średnie nasycenie hypolimnionu tlenem (j.s.)	[%]	-	-	-
Tlen rozpuszczony (j.ns.)	[mgO ₂ /dm ³]	6,0	I	1
ChZT met. dwuchromianową (j.s. + j.ns.)	[mgO ₂ /dm ³]	< 10	I	1
BZT ₅ (j.s. + j.ns.)	[mgO ₂ /dm ³]	1,5	I	1
BZT ₅ (j.s.)	[mgO ₂ /dm ³]	1,5	I	1
Fosforany (j.s. + j.ns.)	[mgP/dm ³]	< 0,016	I	1
Fosforany (j.s.)	[mgP/dm ³]	< 0,016	I	1
Fosfor całkowity (j.s.)	[mgP/dm ³]	0,03	I	1
Azot całkowity (j.s. + j.ns.)	[mgN/dm ³]	1,24	II	2
Fosfor całkowity (j.s. + j.ns.)	[mgP/dm ³]	0,03	I	1
Azot mineralny (N _{NH4} + N _{NO3}) (j.s. + j.ns.)	[mgN/dm ³]	1,32	IV	4
Przewodność właściwa (j.s. + j.ns.)	[μS/cm]	77	I	1
Azot amonowy (j.s.)	[mgN/dm ³]	< 0,2	I	1
Chlorofil a (j.s. + j.ns.)	[mg/m ³]	1,6	I	1
Sucha masa sestonu (j.s. + j.ns.)	[mg/dm ³]	< 4	I	1
Widzialność krążka Secchiego (j.s. + j.ns.)	[m]	4,3	I	1
Miano coli typu kałowego (j.s. + j.ns.)	-	> 2	I	1
Tlenowe obserwacje biologiczne (j.s. + j.ns.)	-	-	-	-
Wynik punktacji i sumaryczna klasa jakości wody			I	1,25

niach o małej antropopresji głównym źródłem nutrientów jest zwykle depozycja atmosferyczna. Zmiany stężenia związków azotowych w ciągu roku wiążą się z rozwojem lub zanikiem biomasy. J. BURCHARD, U. HEREŹNIAK-CIOTOWA i W. KACA (1990) zauważają, że takie sezonowe wahania znajdują swoje uzasadnienie w aktywności fitoplanktonu i roślin wodnych. W okresie wegetacyjnym następuje wzrost zapotrzebowania na związki azotowe, co redukuje ich ilość w wodzie, natomiast zimą, kiedy flora obumiera, zawartość substancji pożywkowych, takich jak azot zwykle wzrasta. Dodatkowe analizy wód zbiornika Wapienica pod kątem ich żyzności potwierdzają powyższą tendencję (MIAZGA, 2013). Zatem zwiększenie zawartości związków azotowych nie zawsze świadczy o występowaniu procesów eutrofizacji. Może jednak sygnalizować niekorzystne zmiany, które w przyszłości mogą prowadzić do przeżyźnienia zbiornika i w związku z tym wymagają stałego monitoringu środowiskowego.

Przeprowadzona ocena stanu jakościowego wód, będąca integralną częścią wykorzystanej procedury klasyfikacji wykazała, że zbiornik Wapienica charakteryzuje się występowaniem bardzo czystych wód. Korzystne warunki termiczno-tlenowe, duża przezroczystość, niska przewodność elektrolityczna oraz niewielkie stężenie niebezpiecznych dla środowiska wodnego substancji, świadczą o słabym oddziaływaniu czynnika ludzkiego na funkcjonujący akwen. Zdaniem D. KUDELSKIEJ, D. CYDZIK i H. SZOSZKI (1994), czynnikiem, który mógłby wykluczyć wody poza przyjęte klasy, bez względu na wartość pozostałych wskaźników, jest występowanie w jeziorze śnięć ryb lub

masowej śmiertelności innych organizmów wodnych, a takich w analizowanym zbiorniku nie zaobserwowano.

PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że zbiornik Wapienica charakteryzuje się umiarkowaną podatnością na degradację. Najbardziej korzystne wartości przyjmowały następujące wskaźniki: głębokość średnia, procent stratyfikacji wód, a także sposób zagospodarowania zlewni bezpośredniej. Jakości wód mogą jednak zagrażać pozostałe wpływy morfometryczne i hydrograficzne. Zbiornik posiada niewielkie możliwości „rozcieńczenia” zanieczyszczeń wnoszonych do wód. Wzrostowi trofii sprzyja także duża wymiana wody w zbiorniku.

Zdecydowana większość analizowanych parametrów jakości wody mieściła się w granicach norm I klasy, co wpłynęło na sumaryczną ocenę zbiornika. Niewątpliwie wynika to przede wszystkim z jego położenia na obszarze o bardzo słabym stopniu przekształcenia antropogenicznego. Wpływające na stokach Beskidu Śląskiego potoki Barbara i Błatnia zasilają zbiornik bardzo czystymi wodami. Ponadto podlega on prawnej ochronie w związku z użytkowaniem jego zasobów docelowo jako wody przeznaczonej do spożycia.

Wpływ zlewni na degradację zbiornika jest niewątpliwym, może przyspieszać lub hamować ten proces. Geosystem badanego jeziora nieustannie podlega oddziaływaniu środowiska naturalnego, które warunkuje jego funkcjonowanie oraz decyduje o stop-

niu podatności na degradację. Ostatecznie też determinuje możliwości dalszego użytkowania zbiornika na cele zaopatrzenia ludności w wodę. W obrębie Wapienicy należy prowadzić prawidłową gospodarkę wodną, tak aby utrzymać obecny stan. Podczas opracowywania strategii działań ochronnych nie można również zapomnieć o presji, jaką wywiera na jezioro rozwój funkcji turystyczno-rekreacyjnych na przyległym terenie.

LITERATURA

- Bajkiewicz-Grabowska E., 1981: The influence of the physical geographic environment on the biogenous matter delivery to the lake. *Journal of Hydrological Sciences*, 8, 1–4.
- Bajkiewicz-Grabowska E., 1985: Struktura fizycznogeograficzna zlewni jako podstawa oceny dostawy materii biogennej do jezior. *Prace i Studia Geograficzne UW*, 7: 65–87.
- Bajkiewicz-Grabowska E., 1987: Ocena naturalnej podatności jezior na degradację i rola zlewni w tym procesie. *Wiadomości Ekologiczne*, 33, 3. PWN, Warszawa: 279–289.
- Bajkiewicz-Grabowska E., Hilbricht-Ilkowska A., Zdanowski B., 1992: Ocena podatności na degradację, stan czystości wód i tempa eutrofizacji jezior. W: Zdanowski B. (red.): *Jeziora Wigierskiego Parku Narodowego. Stan eutrofizacji i kierunki ochrony*. Zakład Narodowy Ossolińskich. Zeszyty Naukowe Komitetu Naukowego przy Prezydium PAN „Człowiek i Środowisko”, 3.
- Burchard J., Hereźniak-Ciotowa U., Kaca W., 1990: Metody badań i ocena jakości wód powierzchniowych i podziemnych. UŁ, Łódź: 250 s.
- Choiński A., 2007: *Limnologia fizyczna Polski*. UAM, Poznań: 547 s.
- Kajak Z., 1979: *Eutrofizacja jezior*. PWN, Warszawa: 233 s.
- Kondracki J., 2009: *Geografia regionalna Polski*. WN PWN, Warszawa: 440 s.
- Kudelska, D., Cydzik, D., Szoszka, H., 1981: Propozycja systemu oceny jakości jezior. *Wiadomości Ekologiczne*, 27, 2. PWN, Warszawa: 149–173.
- Kudelska, D., Cydzik, D., Szoszka, H., 1983: System oceny jakości jezior. Wyd. IKŚ, Warszawa: 44 s.
- Kudelska, D., Cydzik, D., Szoszka, H., 1994: Wytyczne monitoringu podstawowego jezior. PIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa: 54 s.
- Mapa topograficzna WIG, skala 1 : 100 000. Wojskowy Instytut Geograficzny, Warszawa, 1934.
- Mapa topograficzna, skala 1 : 50 000, arkusze: M-34-74-D (Skoczów), M-34-75-C (Bielsko-Biała). Główny Geodeta Kraju. Warszawa, 2003.
- Mapa sytuacyjno-wysokościowa Wapienica Górna, 1965. Skala 1 : 1000.
- Miazga M., 2013: Charakterystyka limnologiczna zbiornika Wapienica. Z badań nad wpływem antropopresji na środowisko, 14. WNoZ UŚ-SKNG UŚ, Sosnowiec: 30–42.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 listopada 2002 roku w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia, 2002. *Dziennik Ustaw RP nr 204*, pozycja 1728, Warszawa.
- Topographische Übersichtskarte des Deutschen Reiches, 1 : 200 000. Herausgegeben v.d. Kartogr. Abt. d. Königl. Preuß. Landesaufnahme, 1902.
- Schindler D. W., 1971: A hipotesis to explain differences and similarities among lakes in experimental Lake area Northwestern Ontario. *J. Fish. Res. Board Can.*: 285–301.