

EWA JACHNIAK, ANDRZEJ JAGUŚ

Instytut Ochrony i Inżynierii Środowiska
Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej

UWARUNKOWANIA I NASILENIE EUTROFIZACJI ZBIORNIKA TRESNA

Streszczenie. W pracy oceniono warunki eutrofizacji zbiornika Tresna, będącego najważniejszym obiektem kaskady Soły. Celem badań było określenie podatności zbiornika na eutrofizację oraz nasilenia tego procesu. Wykorzystano zalecenia metodyczne dla monitoringu trofii zbiorników zaporowych Polski południowej. Dodatkowo rozpoznano stan troficzny wód głównego dopływu. Badania wykazały, że zbiornik jest akwenem podatnym na eutrofizację (II kategoria podatności) i jest zasilany wodami eutroficznymi. W związku z tym ulega eutrofizacji, której nasilenie wynosi 5 w skali 0-10. Z uwagi na duże znaczenie gospodarcze zbiornika i jego lokalizację w obszarze wodorodnym, dalsze użytkowanie akwenu wymaga działań ochronnych w kierunku ograniczenia ładunku dopływających zanieczyszczeń.

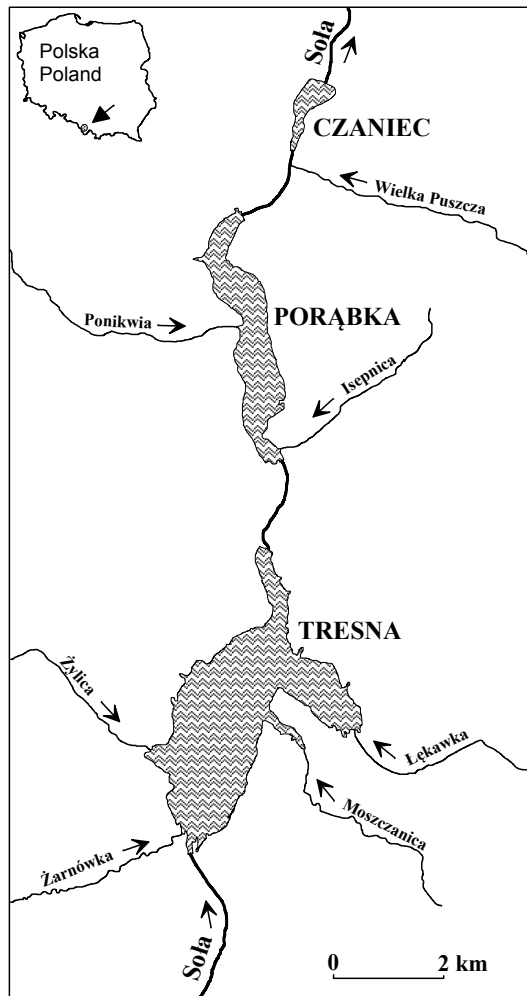
Słowa kluczowe: kaskada Soły, zbiornik Tresna, jakość wód, eutrofizacja, stan troficzny

Wstęp

Jednym z ważniejszych czynników ograniczających wykorzystanie dyspozycyjnych zasobów wodnych jest proces eutrofizacji, związany z nadmiernym dopływem substancji pokarmowych do wód (VOLLENWEIDER 1968, KAJAK 1979). Powoduje on pogorszenie jakości wód, a nawet zagrożenia sanitarne, wynikające z beztlenowego rozkładu materii organicznej, a także toksyczności produktów metabolizmu organizmów fitoplanktonowych (KASZA 2009). Zasadność monitoringu i oceny eutrofizacji jest bezdyskusyjna, co potwierdzają liczne zalecenia metodyczne i regulacje prawne w tym zakresie (CARLSON 1977, VOLLENWEIDER i KERÉKES 1982, KUDELSKA i IN. 1994, EUROWATERNET... 1998, ROZPORZĄDZENIE... 2002, TWARDY i IN. 2003, NEVEROVA-DZIOPAK 2007, SOSZKA 2009). Eutrofizacja jest zmienna zwłaszcza dla wód stojących (w tym zbiorników zaporowych), a jej postępowanie pozostaje wypadkową wielu czynników związanych z oddziaływaniem zlewni, a także z cechami danego akwenu (BAJKIEWICZ-

-GRABOWSKA 1987). Parametryzacja uwarunkowań umożliwia określenie podatności akwenu na eutrofizację oraz ocenę nasilenia tego procesu (TWARDY i IN. 2003).

W niniejszym artykule podjęto problematykę eutrofizacji zbiornika Tresna, będącego największym obiektem tzw. kaskady rzeki Soły (MACHOWSKI i IN. 2005, BAŁUS i IN. 2007). Kaskadę tworzą trzy zbiorniki (rys. 1, tab. 1): Tresna, Porąbka i Czaniec, których zapory spiętrzają wody Soły w przełomowym odcinku doliny przez pasmo Beskidu Małego (Karpaty Polskie). Zbiorniki Tresna i Porąbka mają charakter wielofunkcyjny, natomiast Czaniec jest zbiornikiem wodociągowym na potrzeby miasta Bielsko-Biała oraz miast konurbacji śląskiej. Sprawą priorytetową w gospodarce wodnej regionu jest więc gromadzenie w zbiornikach kaskady wód dobrej jakości.



Rys. 1. Szkic sytuacyjny kaskady Soły
Fig. 1. Soła cascade dam reservoirs

Tabela 1. Podstawowe parametry zbiorników kaskady Soły (na podstawie danych z różnych źródeł)

Table 1. Basic parameters of reservoirs of the Soła cascade (based on data from various sources)

Parametr – Parameter	Zbiornik – Reservoir		
	Tresna	Porąbka	Czaniec
Rok rozpoczęcia eksploatacji Start year of exploitation	1967	1938	1967
Maksymalny poziom piętrzenia (m n.p.m.) Maximal water damming level (m a.s.l.)	344,9	321,5	298,1
Powierzchnia maksymalna (ha) Maximal area (ha)	1 100	367	46
Pojemność całkowita (mln m ³) Total capacity (million m ³)	94,6	26,6	1,3
Głębokość maksymalna (m) Maximal depth (m)	26,8	19,0	6,5
Głębokość średnia (m) Average depth (m)	8,6	7,2	2,8
Lokalizacja zapory (km biegu Soły) Location of dam (km of the Soła)	41,9	34,6	28,8
Wysokość zapory (m) Dam height (m)	39,0	38,2	6,5
Długość zapory (m) Dam lenght (m)	310	260	670
Powierzchnia zlewni (km ²) Catchment area (km ²)	1 036,9	1 091,9	1 119,2

Celem przeprowadzonych badań było określenie podatności zbiornika Tresna na eutrofizację, a także ocena nasilenia tego procesu. Zbiornik Tresna, jako najwyższy zbiornik kaskady, jest najbardziej narażony na degradację jakości wód.

Material i metody

Określenia kategorii podatności zbiornika Tresna na eutrofizację dokonano według metodyki proponowanej przez TWARDĘGO i IN. (2003), której pierwowzorem był System Oceny Jakości Jezior wypracowany przez Państwową Inspekcję Ochrony Środowiska (KUDELSKA i in. 1994). TWARDY i IN. (2003) zalecają uwzględnienie 11 wskaźników, których parametryzacja umożliwia – według odpowiedniego systemu punktowego (KUDELSKA i IN. 1994) – zaliczenie akwenu do kategorii od I (niski stopień podatności na eutrofizację) do III (największa podatność na eutrofizację).

W badaniach określono też stan troficzny wód rzeki Soły w odcinku ujściowym do zbiornika Tresna. Ustaleń dokonano według wskaźnika ITS (Index of Trophical State) autorstwa NEVEROVEJ-DZIOPAK (2007). Zastosowanie wskaźnika ITS opiera się na

znajomości koncentracji tlenu i dwutlenku węgla w wodzie, wyrażonych przez nasycenie wody tlenem oraz jej odczyn. Wskaźnik oblicza się tylko w przypadku istnienia zależności liniowej (istotnej korelacji opisanej równaniem istotnej regresji prostopadkowej) między wartościami pH a procentem nasycenia wody tlenem (% O₂). Wyznaczenie wartości ITS ujawnia status troficzny badanych wód.

Ostatni etap badań polegał na ocenie nasilenia eutrofizacji zbiornika Tresna. W tym celu wyznaczono tzw. sumaryczny wskaźnik oceny nasilenia eutrofizacji (SWONE) opracowany przez TWARDĘGO i IN. (2003). Bazuje on na analizie 10 parametrów, częściowo zaadaptowanych z innych klasyfikacji troficznych (VOLLENWEIDER 1968, KUDELSKA i IN. 1994, ROZPORZĄDZENIE... 2002). SWONE jest wskaźnikiem, który może być stosowany dla zbiorników zaporowych obszarów urzeźbionych – został on przygotowany w ramach prac metodycznych prowadzonych na obszarze administrowanym przez Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie (TWARDY i IN. 2003). Wskaźnik przyjmuje wartość zależną od liczby parametrów, których wartości przekraczają określone dla eutrofizacji progi.

Do przeprowadzenia obliczeń związanych z wyznaczeniem niektórych parametrów decydujących o eutrofizacji posłużyły wyniki badań jakości wód Soły (comiesięcznych w latach 2004-2008 w profilu ujściowym do zbiornika Tresna) i wód zbiornika Tresna (trzykrotnych w okresie wegetacyjnym w latach 2004-2006 w pięciu punktach zbiornika oraz w 2007 roku w trzech punktach zbiornika) pozyskane z Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Katowicach, a także dane przepływów Soły (codziennych na dopływie i odpływie do/ze zbiornika Tresna w latach 2004-2006) otrzymane z Zespołu Elektrowni Wodnych „Porąbka-Żar” S.A. w Międzybrodziu Bialskim. Parametry bazujące na innych danych ustalono na bazie dostępnych publikacji lub prac własnych, np. analiz kartograficznych, hydrobiologicznych. Szczegóły metodyczne podano w adnotacjach danych tabelarycznych.

Wyniki

Określenie podatności zbiornika Tresna na eutrofizację oparto na 9 z 11 zalecanych parametrów (tab. 2). W wyniku przeprowadzonej bonitacji punktowej, zbiornikowi przypisano ostatecznie 2,00 punkty, co kwalifikuje go do akwenów o II kategorii podatności na eutrofizację. Uwzględnienie pozostałych dwóch parametrów nie miało by wpływu na kategoryzację zbiornika. W większości przypadków wartości parametrów mieściły się w przedziale charakterystycznym dla kategorii II. Najbardziej niekorzystny wynik uzyskano dla współczynnika Schindlera, odzwierciedlającego wpływ zlewni na zbiornik.

Obliczenie wskaźnika ITS dla wód Soły dopływającej do zbiornika Tresna w okresie 2004-2008 było możliwe tylko w latach 2006-2008, ponieważ wcześniej nie uzyskano istotnej zależności liniowej między wartościami pH i nasycenia tlenem (% O₂). Wyniki wykazały niekorzystny status troficzny wód – zbiornik był zasilany wodami eutroficznymi (tab. 3). Wody te charakteryzowały się na ogół odczynem zasadowym (średnio wartość pH 8,22). Zakres wahań wartości pH wyznaczał przedział 7,6-9,0. Jednocześnie nasycenie tlenem było zbliżone do normalnego (średnio 99,12% O₂), choć występowały

Tabela 2. Parametry decydujące o podatności zbiorników na eutrofizację (TWARDY i IN. 2003) oraz ich wartości dla zbiornika Tresna

Table 2. Parameters determining vulnerability of the reservoirs to eutrophication (TWARDY et al. 2003) and their values for Tresna reservoir

Parametr – Parameter	Kategoria – Category			Zbiornik Tresna Tresna reservoir	
	I	II	III	wartość value	kategoria category
Wiek zbiornika (liczba lat eksploatacji) Age of reservoir (years)	< 15	15-50	> 50	44	II
Głębokość średnia (m) Average depth (m)	> 10	5-10	< 5	8,6	II
Czas retencji wód (dni) Water retention time (days)	< 30	30-150	> 150	56,8 ^a	II
Współczynnik Schindlera (m ² ·m ⁻³) Schindler index (m ² ·m ⁻³)	< 2	2-10	> 10	11,08	III
Suma opadów (mm) Precipitation (mm)	< 1000	1-1,5 tys.	> 1500	–	–
Termin przepływów maksymalnych (W – wiosna, L – lato, J – jesień) Maximum flow time (W – spring, L – summer, J – autumn)	W	W, L	W, J	W, L	II
Spadek (%) Decline (%)	< 5	5-10	> 10	–	–
Zalesienie zlewni (%) Catchment afforestation (%)	> 50	30-50	< 30	59,55 ^b	I
Grunty orne (% UR) Arable land (% of farmland)	< 30	30-60	> 60	52,62 ^c	II
Użytki zielone (% UR) Grassland (% of farmland)	> 50	25-50	< 25	46,07 ^c	II
Skupiska ludności > 10 tys. mieszkańców Towns over 10 thousand inhabitants	0	1-3	> 3	1	II

^aStosunek pojemności całkowitej zbiornika do średniego dobowego odpływu Soły z lat 2004-2006.

^bNa podstawie MAPY... (2003).

^cNa podstawie danych GUS (<http://www.stat.gov.pl>).

^aTotal capacity of reservoir / average daily outflow of Soła (years 2004-2006).

^bBased on MAPA... (2003).

^cBased on GUS data (<http://www.stat.gov.pl>).

też okresy mniejszej zawartości tlenu (minimalnie 85,79% O₂) oraz przetlenienia (maksymalnie 125,99% O₂).

Obliczenia wskaźnika SWONE w przypadku pięciu parametrów wykazały przekroczenia granicznych wartości eutrofizacji (tab. 4). Nasilenie tego procesu wyniosło zatem 5 (w skali 0-10), przy czym wynik równy lub wyższy 5 pozwala zaklasyfikować zbiornik do akwenów eutroficznych. Uwagę zwracają zwłaszcza znaczne przekroczenia norm obciążenia zbiornika pierwiastkami biogennymi, mimo że zostały wyznaczone

Tabela 3. Zależność pH od nasycenia tlenem ($n-2 = 10$, $\alpha = 0,05$) oraz wartości wskaźnika ITS dla wód SołyTable 3. Relation between pH and oxygen saturation ($n-2 = 10$, $\alpha = 0.05$) and values of ITS index for waters of the Sola

Rok Year	Współczynnik korelacji Correlation coefficient	Istotność korelacji Correlation relevance	Współczynnik regresji liniowej Linear regression coefficient	Istotność regresji liniowej Linear regression relevance	ITS	Stan trofii Trophic state
2004	0,37	nie – no	–	–	–	–
2005	0,73	tak – yes	0,018	nie – no	–	–
2006	0,86	tak – yes	0,028	tak – yes	8,246	eutrofia eutrophy
2007	0,89	tak – yes	0,032	tak – yes	8,217	eutrofia eutrophy
2008	0,69	tak – yes	0,032	tak – yes	8,297	eutrofia eutrophy

Tabela 4. Parametry decydujące o nasileniu eutrofizacji zbiorników (TWARDY i IN. 2003) oraz ich wartości dla zbiornika Tresna

Table 4. Parameters determining the increase in reservoirs eutrophication (TWARDY et AL. 2003) and their values for Tresna reservoir

Parametr Parameter	Warunki występowania eutrofizacji Occurrence of eutrophication	Zbiornik Tresna Tresna reservoir
1	2	3
Obciążenie zbiornika azotem w ciągu roku ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$) Nitrogen load flowing into the reservoir during the year ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)	> 1,0 (przy głębokości średniej < 10 m) > 1,5 (przy głębokości średniej > 10 m) > 1,0 (average depth < 10 m) > 1,5 (average depth > 10 m)	86,4 ^a nie dotyczy not applicable
Obciążenie zbiornika fosforem w ciągu roku ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$) Phosphorus load flowing into the reservoir during the year ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)	> 0,07 (przy głębokości średniej < 10 m) > 0,10 (przy głębokości średniej > 10 m) > 0,07 (average depth < 10 m) > 0,10 (average depth > 10 m)	1,96 ^a nie dotyczy not applicable
Azot ogólny ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) Total nitrogen ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$)	> 1,5	1,37 ^b
Fosfor ogólny ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) Total phosphorus ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$)	> 0,1	0,039 ^b
Fosforany – PO_4 ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) Phosphates – PO_4 ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$)	$\geq 0,06$	< 0,05 ^c
N/P (stosunek atomowy) N/P (atomic ratio)	< 10	77,7
Maksymalne stężenie chlorofilu <i>a</i> ($\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$) Maximum concentration of chlorophyll <i>a</i> ($\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$)	> 25	73,1 ^d

Tabela 4 – cd. / Table 4 – cont.

1	2	3
Minimalne stężenie tlenu (O ₂) w warstwie naddennej w okresie letnim (mg·dm ⁻³) Minimum oxygen (O ₂) concentration above the bottom in the summer (mg·dm ⁻³)	< 4	1,1 ^e
Zakwity glonów (okrzemek, kryptofitów, zielenic, euglenin) Algal blooms	występują yes	tak ^f yes ^f
Zakwity sinic Cyanobacteria blooms	występują yes	nie ^f no ^f

^aNa podstawie miesięcznych stężeń oraz średnich dobowych z miesiąca przepływów Soły w latach 2004-2006 (obciążenie za pośrednictwem Soły na 1 m² powierzchni maksymalnej zbiornika).

^bŚrednie stężenie w wodzie zbiornika w latach 2004-2006.

^cŚrednie stężenie w wodzie zbiornika w 2007 roku.

^dMaksymalne stężenie w wodzie zbiornika w latach 2004-2006.

^eWedług MACHOWSKIEGO i IN. (2005).

^fNa podstawie badań biomasy fitoplanktonu w latach 2004-2006 – metoda bezpośrednia polegająca na pomiarze objętości komórek (ROTT 1981).

^aOn the basis of monthly concentrations and average daily (of the month) flows of Soła in 2004-2006.

^bThe average concentration in the water reservoir in 2004-2006.

^cThe average concentration in the water reservoir in 2007.

^dMaximum concentration in the water reservoir in 2004-2006.

^eAccording MACHOWSKI i IN. (2005).

^fBased on studies of phytoplankton biomass in 2004-2006 – direct measurement of cell volume (ROTT 1981).

na podstawie ładunku doprowadzanego tylko z wodami głównego dopływu. Warto nadmienić, że w ocenie nasilenia eutrofizacji nie uwzględniono wartości przezroczystości wody, gdyż parametr ten w zbiornikach zasilanych ze zlewni o dużej bezwładności hydrologicznej (zwłaszcza w obszarach urzeźbionych) nie zależy w głównej mierze od rozwoju fitoplanktonu.

Dyskusja

Podatność zbiornika Tresna na degradację wynika zarówno z niekorzystnych parametrów morfometryczno-zlewniowych, jak i z jego funkcjonowania w systemie kaskadowym jako akwenu najwyższego. Determinuje to obciążanie zbiornika wszystkimi zanieczyszczeniami transportowanymi przez rzekę Sołę, a w dalszej kolejności pochodzącymi ze zlewni bezpośredniej. Co prawda istotną część zlewni zbiornika Tresna pokrywają lasy (59,55%), ale znaczny procent powierzchni zajmują użytki rolne, w tym grunty orne (52,62% użytków rolnych). Zdaniem SAPKA i SAPEK (2005), użytkowanie rolnicze terenu odgrywa niezmiernie ważną rolę w zanieczyszczeniu wód powierzchniowych, a migracja biogenów następuje zwłaszcza z obszarów występowania gruntów ornych (KOPEĆ i KRZANOWSKI 1999). Znaczna podatność zbiornika na eutrofizację jest też skutkiem jego limnicznego ustroju, wynikającego z wolnego tempa wymiany wody

– około 6,5 razy w roku (co 56,8 doby). Dość długi czas retencji wody sprzyja deponowaniu związków biogenych w osadach dennych, przyczyniającemu się do zwiększenia poziomu trofii. Podobną do zbiornika Tresna podatność na eutrofizację wykazują liczne zbiorniki podgórskie Polski południowej (np. Rożnów), opisywane przez TWARDEGO i IN. (2003). Stawia to w niekorzystnym świetle warunki retencjonowania wód w wodnorodnych obszarach naszego kraju.

Zbiornik Tresna jest zasilany wodami eutroficznymi, które kształtują warunki fizykochemiczne jego wód. Na zanieczyszczenie wpływają różnorodne jednostki osadnicze (o charakterze miejsko-przemysłowym jak Żywiec, wiejsko-przemysłowym jak Węgierska Górka, wiejskim), w tym gęsta zabudowa terenów przylegających do rzeki i zbiornika, a także gospodarka rolnicza i leśna. Bezpośrednimi przyczynami zanieczyszczenia są głównie: niedostatecznie rozwinięta sieć kanalizacyjna, niewłaściwa gospodarka nawozowa, spływy powierzchniowe z obszarów zurbanizowanych, rolniczych i leśnych. Poważnym zagrożeniem dla wód gromadzonych w zbiorniku jest też infrastruktura i działalność turystyczna prowadzona na jego obrzeżach (MACHOWSKI i IN. 2005).

Zaawansowana eutrofizacja zbiornika Tresna objawiała się wysokimi stężeniami chlorofilu *a*, które odzwierciedlają silny rozwój fitoplanktonu. Wśród glonów, które osiągnęły wyraźnie dużą biomasę znalazły się zielenice z rodzajów: *Pediastrum*, *Scenedesmus* oraz *Dictyosphaerium*, a także okrzemki: *Fragilaria crotonensis* Kitt. oraz *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Ralfs (Ehr.) Simonsen – typowe dla wód eutroficznych (LEPISTÖ i ROSENSTRÖM 1998, NEGRO i IN. 2000). Podobny skład gatunkowy jest zwykle prezentowany dla zbiorników silnie zanieczyszczonych, np. Piaseczna lub Puław (WILK-WOŹNIAK i LIĞEŻA 2003, WILK-WOŹNIAK i ŻUREK 2006), a także zeutrofizowanych, np. Sulejowskiego lub Poraj (RAKOWSKA i IN. 2005, JACHNIAK 2010). Określony w badaniach wysoki stosunek azotu do fosforu wskazuje na fosfor jako czynnik limitujący rozwój fitoplanktonu. Oznacza to, że każde zwiększenie dopływu fosforu spowoduje rozwój komórek fitoplanktonu, a dopływ azotu nie będzie powodował dalszego przyrostu komórek. Podstawową sprawą powinno być więc ograniczenie dopływu fosforu ze źródeł zewnętrznych – jako pierwiastka najbardziej eutrofogenego.

Wnioski

1. Zbiornik Tresna jest akwenem podatnym na eutrofizację (II kategoria podatności). Decydują o tym zarówno parametry charakteryzujące misę zbiornika, jak i związane z fizjografią zlewni.

2. Wody głównego dopływu zasilające zbiornik posiadają status eutroficznych, co świadczy o niewłaściwym użytkowaniu obszaru zlewniowego.

3. Zbiornik, w świetle wartości wskaźnika SWONE (5 w skali 0-10), kwalifikuje się do akwenów eutroficznych.

4. Zbiornik Tresna jest rezerwuarem wód górskich zlewni źródłkowych, co obliguje do jego ochrony i zniwelowania eutrofizacji.

Literatura

- BAJKIEWICZ-GRABOWSKA E., 1987. Ocena naturalnej podatności jezior na degradację i rola zlewni w tym procesie. *Wiad. Ekol.* 33, 3: 279-289.
- BALUS S., BOROS-MEINKE D., DRZYŻDZYK W., FIEDLER K., OLSZEWSKI A., OSUCH-CHACIŃSKA L., RYŻAK R., STANACH-BALUS K., 2007. Kaskada rzeki Soły – Zbiorniki Tresna, Porąbka, Czaniec. Monografia. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie, Warszawa.
- CARLSON R.E., 1977. A trophic state index for lakes. *Limnol. Oceanogr.* 22, 2: 361-369.
- EUROWATERNET – The European Environment Agency's Monitoring and Information Network for Inland Water Resources. 1998. Technical Report No 7. EEA, Copenhagen.
- JACHNIAK E., 2010. Wpływ czynników fizykochemicznych oraz hydrologicznych na przebieg procesów eutrofizacyjnych w wybranych zbiornikach zaporowych południowej Polski. *Maszynopis. Rozprawa doktorska. Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Kraków.*
- KAJAK Z., 1979. Eutrofizacja jezior. PWN, Warszawa.
- KASZA H., 2009. Zbiorniki zaporowe – znaczenie, eutrofizacja, ochrona. Wyd. AT-H, Bielsko-Biała.
- KOPEĆ S., KRZANOWSKI S., 1999. Wpływ zanieczyszczeń rolniczych Beskidu Wyspowego i Żywieckiego na klasyfikację niektórych rzek tego regionu. *Mat. Semin. Inst. Melior. Użyt. Ziel.* 42: 123-133.
- KUDELSKA D., CYDZIK D., SOSZKA H., 1994. Wytyczne monitoringu podstawowego jezior. *PIOŚ, Warszawa.*
- LEPISTÖ L., ROSENSTRÖM U., 1998. The most typical phytoplankton taxa in four types of Boreal lakes. *Hydrobiologia* 369/370: 89-97.
- MACHOWSKI R., RZĘTAŁA M.A., RZĘTAŁA M., WISTUBA B., 2005. Zbiornik Żywiecki – charakterystyka fizycznogeograficzna i znaczenie społeczno-gospodarcze. PTG Oddział Katowicki, Sosnowiec.
- MAPA Topograficzna Powiat Żywiecki. 2003. Skala 1:50000. Urząd Marszałkowski Województwa Śląskiego, Katowice.
- NEGRO A.I., DE HOYOS C., VEGA J.C., 2000. Phytoplankton structure and dynamics in Lake Sanabria and Valparaíso reservoir (NW Spain). *Hydrobiologia* 424: 25-37.
- NEVEROVA-DZIOPAK E., 2007. *Ekologiczne aspekty ochrony wód powierzchniowych.* Wyd. PR, Rzeszów.
- RAKOWSKA B., SITKOWSKA M., SZCZEPOCKA E., SZULC B., 2005. Cyanobacteria water blooms associated with various eukaryotic algae in the Sulejów reservoir. *Oceanol. Hydrobiol. Stud.* 34, 1: 31-38.
- ROTT E., 1981. Some results from phytoplankton counting intercalibrations. *Schweiz. Z. Hydrol.* 43, 1: 34-62.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie kryteriów wyznaczania wód wrażliwych na zanieczyszczenie związkami azotu ze źródeł rolniczych. 2002. *Dz. U.* 241, poz. 2093.
- SAPEK A., SAPEK B., 2005. Strategia gospodarowania azotem i fosforem w rolnictwie w aspekcie ochrony wód Morza Bałtyckiego. *Zesz. Eduk. Inst. Melior. Użyt. Ziel.* 10: 27-38.
- SOSZKA H., 2009. Problemy metodyczne związane z oceną stopnia eutrofizacji jezior na potrzeby wyznaczania stref wrażliwych na azotany. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* 9, 1: 151-159.
- TWARDY S., KOPACZ M., KOSTUCH M., KUŹNIAR A., SMOROŃ S., MAZURKIEWICZ-BOROŃ G., SZAREK-GWIAZDA E., JARZĄBEK A., KOWALIK A., KSIĄŻYŃSKI W.K., SARNA S., TWARÓG B., 2003. Kryteria wyznaczania wód i obszarów wrażliwych na zanieczyszczenie związkami azotu pochodzącymi ze źródeł rolniczych (na terenie Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie). IMUZ, Kraków.

- VOLLENWEIDER R.A., 1968. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters with particular references to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. OECD, Paris.
- VOLLENWEIDER R.A., KEREKES J.J., 1982. Eutrophication of waters – monitoring, assessment and control. OECD, Paris.
- WILK-WOŹNIAK E., LIGEZA S., 2003. Phytoplankton – nutrient relationships during the early spring and the late autumn in a shallow and polluted reservoir. Oceanol. Hydrobiol. Stud. 32, 1: 75-87.
- WILK-WOŹNIAK E., ŻUREK R., 2006. Phytoplankton and its relationship with chemical parameters and zooplankton in the meromictic Piaseczno reservoir, Southern Poland. Aquat. Ecol. 40: 165-176.

CONDITIONS AND INTENSITY OF EUTROPHICATION OF THE TRESNA RESERVOIR

Summary. The paper assesses the conditions of eutrophication of the Tresna reservoir, which is the most important object in the Soła cascade. The aim of the studies was to assess vulnerability of the reservoir to eutrophication and intensity of the process. Methodological recommendations for monitoring the trophic state of dam reservoirs of southern Poland have been used in the studies. The trophic state of waters of the main tributary has been assessed. The studies showed that the reservoir is vulnerable to eutrophication (category II of vulnerability) and is fed with eutrophic waters. It is thus subject to eutrophication whose intensity is 5 in the 0-10 rank. Because of high economic importance of the reservoir and its location in the water-bearing region, further use of the water body requires protective measures in the form of reduction of the load of inflowing pollutants.

Key words: Soła cascade, Tresna reservoir, water quality, eutrophication, trophic state

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Andrzej Jaguś, Instytut Ochrony i Inżynierii Środowiska, Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, ul. Willowa 2, 43-309 Bielsko-Biała, Poland, e-mail: ajagus@ath.bielsko.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:
6.07.2011

Do cytowania – For citation:

Jachniak E., Jaguś A., 2011. Uwarunkowania i nasilenie eutrofizacji zbiornika Tresna. Nauka Przyr. Technol. 5, 4, #56.