

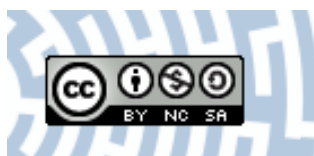


You have downloaded a document from  
**RE-BUŚ**  
repository of the University of Silesia in Katowice

**Title:** Zbiornik Tresna

**Author:** Robert Machowski, Mariusz Rzętała, Martyna A. Rzętała

**Citation style:** Machowski Robert, Rzętała Mariusz, Rzętała Martyna A. (2020). Zbiornik Tresna. W: R. Kaczmarek (red. nauk.), "Encyklopedia Województwa Śląskiego T. 7" [projekt WWW]. Katowice : Instytut Badań Regionalnych Biblioteki Śląskiej.



Uznanie autorstwa - Użycie niekomercyjne - Na tych samych warunkach - Licencja ta pozwala na rozpowszechnianie, przedstawianie i wykonywanie utworu jedynie w celach niekomercyjnych oraz tak długo jak utwory zależne będą również obejmowane tą samą licencją.



UNIWERSYTET ŚLĄSKI  
W KATOWICACH



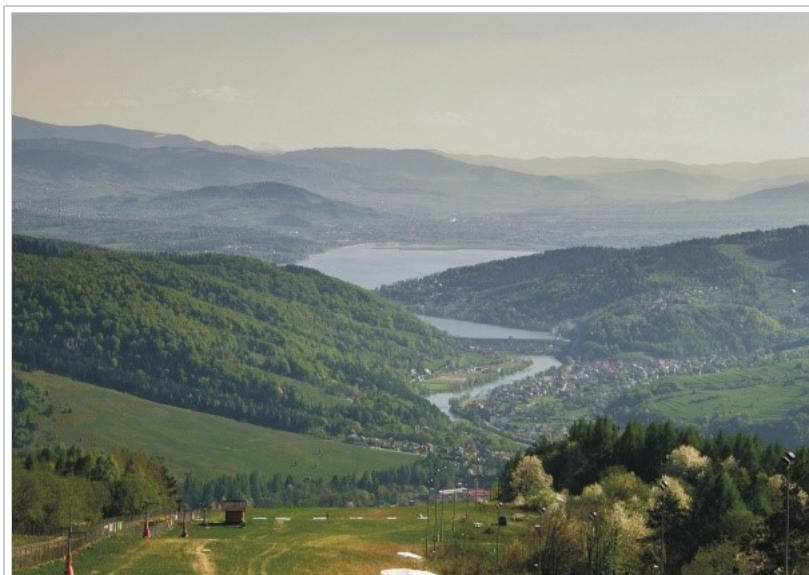
Biblioteka  
Uniwersytetu Śląskiego



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego



położona jest w Kotlinie Żywieckiej, a tylko niewielki, północny fragment leży na terenie Beskidu Małego. Obydwie jednostki wchodzi w skład makroregionu Beskidy Zachodnie, które są częścią podprovincji Zewnętrzne Karpaty Zachodnie, a te z kolei wchodzi w skład prowincji Karpaty Zachodnie z Podkarpaciem<sup>[5]</sup>. Kotlina Żywiecka stanowi swojego rodzaju węzeł, na obszarze którego łączą się wody: Soły, Leśnicy, Żylicy, Juszczynki i Łękawki<sup>[6]</sup> oraz największego prawobrzeżnego dopływu Koszarawy z Glinnym i Sopotnią<sup>[7]</sup>.



Fot. 1. Zbiornik Żywiecki i Soła poniżej zapory – widok z góry Żar w Beskidzie Małym (fot. M. Rzętała)

## Spis treści

- 1 Geneza, morfometria i zabudowa hydrotechniczna
- 2 Cechy wód jeziornych
  - 2.1 Wahania stanów wody
  - 2.2 Właściwości fizykochemiczne wody
- 3 Procesy brzegowe i osady denne
- 4 Znaczenie zbiornika
- 5 Bibliografia
- 6 Przypisy
- 7 Źródła on-line
- 8 Zobacz też

## Geneza, morfometria i zabudowa hydrotechniczna

Soła jest rzeką górską, która w przeszłości powodowała bardzo groźne wezbrania, często utożsamiane z powodzią. Lokalne regulacje, zabezpieczające najbardziej zagrożone odcinki doliny, nie zawsze spełniały swoją rolę. Naruszały one bowiem naturalne stosunki w rozwoju rzeźby, a rzeki i potoki po opuszczeniu uregulowanych odcinków silnie niszczyły niezabezpieczone tereny. Dlatego też między innymi w celu zapobieżenia dalszym katastrofalnym wezbraniom, podjęto decyzję o przeprowadzeniu regulacji obejmującej całą zlewnię Soły<sup>[8]</sup>. Warunki naturalne doliny Soły, występujące powyżej zbiornika w Porąbce, zadecydowały o budowie zapory właśnie w przełomowym odcinku rzeki<sup>[9]</sup>. Niemalże znaczenie w takiej lokalizacji zbiornika miało także bliskie położenie konurbacji katowickiej. Potrzeby wodne tej aglomeracji policentrycznej mogły być uzupełniane zasobami czystych wód pochodzących z przerzutów rurociągami właśnie ze zlewni Soły<sup>[10]</sup>.

Wykorzystując zwięzienia przełomu Soły w Tresnej i w Międzybrodziu Kobiernickim wybudowano dwie zapory wodne. Jako pierwszy – już w 1937 roku – powstał zbiornik w Porąbce, lecz ze względu na niewielkie możliwości magazynowania wody (pojemność – ok. 28 mln m<sup>3</sup>), akwen ten nie odegrał

poważniejszej roli w czasie katastrofalnych wezbrań<sup>[11]</sup>. Dlatego też już w 1953 roku został opracowany wstępny projekt budowy zbiornika w Tresnej oraz zbiornika wyrównawczego w Czańcu, poniżej zbiornika w Porąbce. Impulsem, który zdecydował o przyspieszeniu decyzji o rozpoczęciu budowy była czerwcową powódź w 1958 roku. Już w następnym roku rozpoczęto prace<sup>[12]</sup>. Pierwotnie planowano budowę zapory betonowej jednak z powodu wielu problemów natury technicznej, wykonano zaporę ziemno-narzutową z uszczelniającym rdzeniem glinianym. Podczas wstępnych robót w rejonie zapory, na lewym zboczu doliny uaktywniło się dużych rozmiarów osuwisko, które spowodowało przerwę w prowadzonych pracach. Pociągnęło to za sobą konieczność wprowadzenia pewnych zmian i korekt we wstępnych założeniach projektowych<sup>[13]</sup>. Koniec prac nastąpił w 1967 roku, jednak już rok wcześniej rozpoczęła się wstępna eksploatacja zarówno zbiornika w Tresnej, jak i w Czańcu<sup>[14]</sup>.

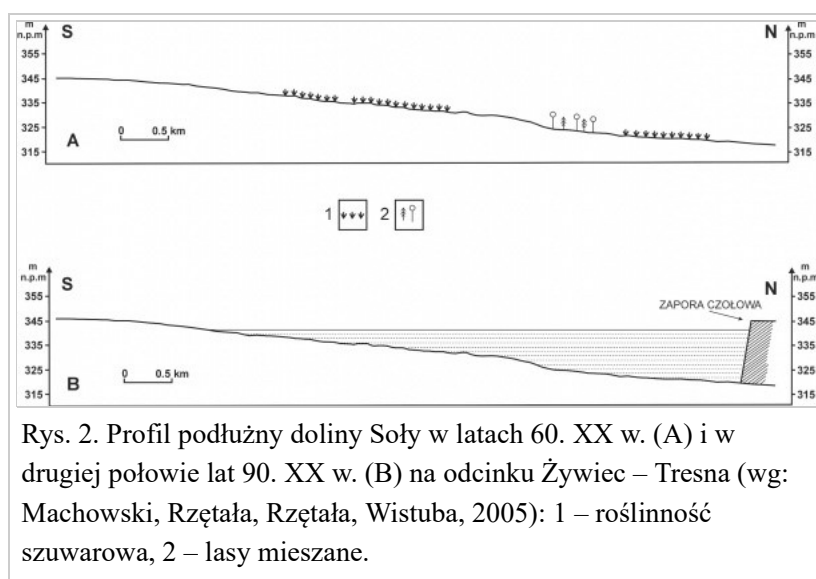
Zbiornik Tresna jest największym zbiornikiem wodnym w zlewni Soły (tab. 1). Podczas normalnego poziomu piętrzenia wody (342,56 m n.p.m.), jego powierzchnia wynosi 9,4 km<sup>2</sup>, a pojemność misy kształtuje się na poziomie ok. 81 mln m<sup>3</sup>. Natomiast przy maksymalnym poziomie piętrzenia ustalonym na 344,86 m n.p.m. w misie zbiornika zretencjonowana (zgromadzona) jest woda w ilości ok. 94 mln m<sup>3</sup>, a powierzchnia zalewu wzrasta do 11 km<sup>2</sup>. W przeszłości maksymalną pojemność zbiornika szacowano na około 100 mln m<sup>3</sup>, ale uległa ona obniżeniu wobec znacznych rozmiarów wypełnienia osadami szacowanego do 1990 roku na 4-5% początkowej pojemności misy<sup>[15]</sup>. Ze względu na średnią głębokość zbiornik kwalifikuje się do zbiorników zaporowych średnio głębokich<sup>[16]</sup>. Zbiornik Tresna jest typu zaporowego, dlatego też głębokości akwenu zwiększają się od strefy cofkowej tj. od miejsca dopływu Soły w kierunku zapory, gdzie osiągają największe wartości. Wskaźnik głębokościowy obliczony na podstawie stosunku głębokości średniej do maksymalnej równy w przybliżeniu 1/3, świadczy o stożkowym kształcie misy zbiornikowej<sup>[17]</sup>.

Parametry morfometryczne zbiornika Tresna	Parametr
Powierzchnia przy maksymalnym poziomie piętrzenia	11,0 km <sup>2</sup>
Powierzchnia przy normalnym poziomie piętrzenia	9,40 km <sup>2</sup>
Pojemność całkowita	94,60 mln m <sup>3</sup>
Pojemność martwa	3,2 mln m <sup>3</sup>
Pojemność wyrównawcza	67,7 mln m <sup>3</sup>
Pojemność powodziowa	23,1 mln m <sup>3</sup>
Maksymalny poziom piętrzenia	344,86 m n.p.m.
Normalny poziom piętrzenia	342,56 m n.p.m.
Minimalny poziom piętrzenia	320,94 m n.p.m.
Maksymalna długość zbiornika przy normalnym poziomie piętrzenia	6,6 km
Średnia długość zbiornika przy normalnym poziomie piętrzenia	6,25 km
Długość linii brzegowej przy normalnym poziomie piętrzenia	33,7 km
Maksymalna szerokość zbiornika przy normalnym poziomie piętrzenia	3,1 km
Średnia szerokość przy normalnym poziomie piętrzenia	1,51 km
Szerokość zbiornika w centralnej jego części przy normalnym poziomie piętrzenia	2,5 km
Głębokość średnia	8,6 m
Głębokość maksymalna	26,8 m
Wskaźnik wydłużenia	4,36
Współczynnik rozwinięcia linii brzegowej	3,65
Stosunek objętości do linii brzegowej	2,36
Przybliżony teoretyczny czas wymiany wody	ok. 60 dni

**Tabela 1. Wybrane parametry morfometryczne zbiornika Tresna<sup>[18]</sup>**

Zbiornik Tresna powstał przez spiętrzenie rzeki Soły zaporą ziemną o długości 310 m i maksymalnej wysokości 39 m nad dnem doliny, a wybudowano ją w 41,9 km biegu rzeki (rys. 2; fot. 2, fot. 3). Powierzchnia zlewni Soły zamknięta profilem usytuowanym w miejscu zapory w Tresnej wynosi 1036,6 km<sup>2</sup> [19]. Objętość nasypu statycznego zapory wynosi ok. 480 tys. m<sup>3</sup>, a wykonana została głównie z materiałów miejscowych (żwir i otoczaki). W osi zapory wykonano uszczelnienie w postaci rdzenia glinianego ułożonego na skale i galerii kontrolno-zastrzykowej.

Ubezpieczenie skarpy odwodnej wykonano z płyt żelbetonowych, zaś skarpy odpowietrznej narzutem z bloków kamiennych. Dodatkowo w podłożu zapory zastosowano uszczelnienie z przesłony cementacyjnej, wykonane w postaci galerii zastrzykowo-kontrolnej, usytuowanej w osi zapory, poniżej rdzenia glinianego.



Rys. 2. Profil podłużny doliny Soły w latach 60. XX w. (A) i w drugiej połowie lat 90. XX w. (B) na odcinku Żywiec – Tresna (wg: Machowski, Rzętała, Rzętała, Wistuba, 2005): 1 – roślinność szuwarowa, 2 – lasy mieszane.

Lokalizacja zbiornika w obrębie Kotliny Żywieckiej charakteryzującej się stosunkowo niewielkimi deniwelacjami pociągnęła za sobą konieczność budowy od strony południowej (w strefie cofki zbiornika) obwałowań chroniących przed podtopieniami zabudowania miasta Żywiec. Ogólna długość obwałowań (wraz z zaporą czołową) wynosi 4 800 m, co stanowi 14,2% całkowitej długości linii brzegowej. Tereny depresyjne zawala odwadniane są czterema pompowniami<sup>[20]</sup>.

Na prawym (wschodnim) przyczółku zapory znajduje się trzyprzęsłowy przelew powierzchniowy z bystrzem zakończonym odskocznią. Natomiast w środkowej części zapory występuje upust denny, trzyprzewodowy o długości około 170 metrów. Możliwy przepływ maksymalny przez przelew powierzchniowy oszacowano na 841 m<sup>3</sup>/s. Przez spust denny może przepływać w tym samym czasie 730 m<sup>3</sup>. Dodatkowo przez turbiny elektrowni woda przepływa w ilości 122 m<sup>3</sup>/s, co łącznie daje przepustowość przez zapore w wielkości 1693 m<sup>3</sup>/s<sup>[21]</sup>. Warto zauważyć, że w szczególnych sytuacjach powodziowych możliwe jest tzw. nadpiętrzenie zbiornika i wówczas możliwości zrzutu wody przelewem powierzchniowym wzrastają do poziomu przekraczającego 1000 m<sup>3</sup>/s i odpowiednio zwiększeniu ulega

całkowita wielkość możliwego odpływu ze zbiornika. Spiętrzone wody Soły po przepłynięciu przez zapore zbiornika Tresna i usytuowane tam sztolnie energetyczne, kierowane są do koryta o długości ok. 2 km. Następnie zostają ponownie spiętrzone, tworząc kolejny zbiornik w kaskadzie Soły<sup>[22]</sup>.

## Cechy wód jeziornych

### Wahania stanów wody

Żywiecki zbiornik zaporowy funkcjonuje w bardzo specyficznej zlewni, której warunki naturalne sprzyjają generowaniu fal wezbraniowych i dostawie dużych ilości wody do misy zbiornikowej. Przykładowe obliczenia wielkości rocznego dopływu wody do zbiornika z rzeki Soły na bazie średniego rocznego przepływu z lat hydrologicznych<sup>[23]</sup> 1963-1990 (15,20 m<sup>3</sup>/s), wskazują na wielkość dostawy w ciągu roku rzędu 480 mln m<sup>3</sup>, co w przeliczeniu na jedną dobę daje wielkość ok. 1,3 mln m<sup>3</sup>. Najniższy minimalny i najwyższy maksymalny przepływy Soły w profilu wodowskazowym Żywiec we wspomnianym



Fot. 2. Korona zapory zbiornika Tresna (fot. M. Rzętała)



Fot. 3. Odwodna strona zapory zbiornika Tresna (fot. M. Rzętała)

wielolecie osiągają skrajnie różne wartości, a na ich podstawie można szacować wielkość dobowej dostawy wody do zbiornika, która odpowiednio wynosi: ok. 69 tys. m<sup>3</sup> dla NNQ i ok. 78 mln m<sup>3</sup> dla WWQ. Warto nadmienić, że maksymalny przepływ jaki wystąpił w czerwcu 1958 roku (tj. w trakcie powodzi, która była impulsem decydującym o przyspieszeniu rozpoczęcia budowy zbiornika Tresna), został oszacowany na 1250 m<sup>3</sup>/s<sup>[24]</sup>. Zatem, wielkość dostawy wody do Zbiornika Żywieckiego, opisana powyżej na bazie danych odnoszących się do profilu wodowskazowego w Żywcu zamykającego zlewnię Soły jako głównego dopływu zbiornika, (bez uwzględniania dopływów pozostałych np. Żylicy), pokazuje bardzo duże zróżnicowanie wielkości dopływu powierzchniowego, a jednocześnie znikomy – ponieważ na poziomie ok. 2% ilości wody dopływającej Sołą – udział opadów atmosferycznych w zasilaniu zbiornika. Złożoność uwarunkowań przyrodniczych i antropogenicznych kształtujących wielkość retencji zbiornika przekłada się na znaczne wahania stanów wody oraz zróżnicowanie tempa wymiany wody<sup>[25]</sup>.

Strefę wahań stanów wody w żywieckim jeziorze zaporowym wyznaczają ustalone poziomy piętrzenia wody (tab. 1), co nie oznacza, że należy je utożsamiać z zakresem wahań zwierciadła wody. Średnia roczna amplituda wahań lustra wody wynosi około 3,5 m<sup>[26]</sup>, a w pierwszej połowie lat 1970. wynosiły nawet ok. 7 metrów<sup>[27]</sup>. Najwyższe stany wody w zbiorniku najczęściej występują wiosną i na przełomie wiosny i lata, a najniższe są charakterystyczne dla jesieni i wczesnej zimy. Opróżnianie zbiornika w okresie jesienno-zimowym związane jest z tworzeniem rezerwy powodziowej, bowiem w okresie wiosennych roztopów do zbiornika odprowadzane są duże ilości wody pochodzące z topnienia pokrywy śnieżnej. Zbiornik Tresna zaliczany jest do grupy obiektów na ogół nie podlegających opróżnianiu, aczkolwiek wahania stanów jego wód mogą być znaczne, co wynika z upustu wody i tworzenia rezerwy powodziowej również w lecie. Jest to związane z możliwością wystąpienia wezbrań opadowych. Tym samym największa dostawa wody zbiega się z okresami najniższych stanów wody w zbiorniku, zatem w tym czasie w misie zbiornika dochodzi do największej wymiany wody. Teoretycznie wymiana wody zbiornika odbywa się w ciągu roku około dziesięciokrotnie, chociaż podczas częściowych, a zwłaszcza całkowitych opróżnień zbiornika – sytuacja taka miała miejsce w 1976 i 1991/1992 r. – dochodzi do spotęgowania wielokrotności wymiany wody, która przy całkowitym opróżnieniu misy przyjmuje wartości typowe dla koryta rzecznego<sup>[28]</sup>. Takie dane potwierdzają przepływowy (reolimniczny) charakter zbiornika<sup>[29]</sup>.

Charakter wymiany wody w zbiorniku Tresna wynikający ze złożoności zasilania i specyfiki gospodarowania wodą w dużej mierze determinuje warunki cyrkulacji masy wodnej. Analiza procesów termicznych zachodzących w wodzie zbiornika wskazuje na istnienie sektorów zbiornika o odrębnych uwarunkowaniach miktycznych. W strefach kontaktu wód płynących i limnicznych (stojących), procesy mieszania wody przebiegają w sposób typowy dla stref ujścia dopływów do zbiorników przepływowych (reolimnicznych), z częstym występowaniem układów homotermicznych, czyli o jednakowej temperaturze wody w pionie (zwłaszcza w miejscach o niewielkiej głębokości). Układy zbliżone do homotermicznych bardzo często występują również w strefie przyzaporowej, gdzie warunki mieszania wód można określić mianem antropomiksji wymuszonej odprowadzaniem wody ze zbiornika. Akweny środkowej części zbiornika pod względem cyrkulacyjnym wykazują najwięcej podobieństw do typowego, naturalnego przebiegu procesów mieszania wody. Wskazują na to wyniki pomiarów temperatury wody dokumentujące występowanie w zbiorniku dwóch okresów stagnacyjnych i dwóch homotermicznych (o jednakowej temperaturze wody w pionie), co przemawia za uznaniem zbiornika jako obiektu dimiktycznego pod względem termicznym (czyli z dwukrotnym pełnym wymieszaniem wody w roku)<sup>[30]</sup>. Stratyfikacja termiczna wód jest zaburzona przez dopływające w miesiącach letnich wody opadowe, a zbiornik posiada typowe cechy dla zbiorników zaporowych – przedłużony okres cyrkulacji wiosennej, słabo wykształcona termoklina, podwyższone temperatury hypolimnionu (czyli występującej latem dolnej warstwy wody w jeziorze)<sup>[31]</sup>.

W wyniku dużych wahań poziomu wody w zbiornikach kaskady Soły następuje okresowe odsłanianie powierzchni dna. Z zestawienia ekstremalnie możliwych wartości stanu wody w zbiorniku Tresna wynika, iż okresowo mogłaby być odsłaniana powierzchnia dna dochodząca aż do około 80%. Okresowe

odślanianie dużych powierzchni dna w sposób istotny wpływa na stosunki biologiczne, procesy przemiany materii i chemizm wody<sup>[32]</sup>.

## Właściwości fizyko-chemiczne wody

Oceny jakości wody zbiornika Tresna prowadzone są na podstawie badań wody w rejonie zapory w ramach monitoringu badawczego realizowanego przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach<sup>[33]</sup>. Obejmują one kilkanaście wskaźników ujętych w sześć grup parametrów tj. stan fizyczny, warunki tlenowe i zanieczyszczenia organiczne, zasolenie, zakwaszenie, substancje biogenne, substancje priorytetowe. Zgodnie z wynikami tych badań w 2016 roku stwierdzono następujące wartości parametrów jakościowych wody<sup>[34]</sup>: temperatura wody – 4,3-22,2°C, tlen rozpuszczony – 8,1-14,7 mg O<sub>2</sub>/l, BZT<sub>5</sub> – 1,0-4,9 mg O<sub>2</sub>/l, przewodność w 20°C – 160-201 μS/cm, twardość ogólna – 77,0-94,0 mg CaCO<sub>3</sub>/l, odczyn wody – 6,0-7,7 pH, azot ogólny – 0,84-1,70 mg N/l, fosforany – 0,05-0,07 mg PO<sub>4</sub>/l, fosfor ogólny – 0,03-0,04 mg P/l, kadm i jego związki – <0,02-0,24 μg/l, ołów i jego związki – <0,5-2,2 μg/l, rtęć i jej związki – <0,015-0,038 μg/l, nikiel i jego związki – <1,0-1,7 μg/l, benzo(a)piren – <0,00017– 0,002 μg/l. Wyniki badań zrealizowanych w 2016 roku i ocena stanu jednolitych części wód powierzchniowych Soły powyżej zbiornika i poniżej zbiornika Tresna, wskazują na jego zły stan wód – to konsekwencja ocenionego jako poniżej dobrego tzw. stanu chemicznego wód<sup>[35]</sup>.

Badania jakościowe wody realizowane w obrębie całego akwenu tj. od strefy cofkowej po część przyczaporową zbiornika z uwzględnieniem jego dopływów i odpływu były sporadycznie lub okresowo realizowane od początku funkcjonowania zbiornika w ramach różnych programów badawczych. Obejmowały one podstawowe pomiary właściwości fizyko-chemicznych oraz badania składu chemicznego wody.

Wody Zbiornika Żywieckiego w latach 1999-2003 odznaczały się stosunkowo niskimi wartościami przewodności elektrolitycznej właściwej – od stu kilkadziesiątu do dwustukilkadziesiątu μS/cm. Różnice pomiędzy poszczególnymi częściami zbiornika są niewielkie i zawierają się w przedziale od kilku do maksymalnie ponad dwudziestukilku μS/cm. Znacznie większe różnice dotyczą poszczególnych lat. W okresie wiosennym różnice średnich wartości zmieniały się w zakresie od 131,6 μS/cm w 2000 r. do 176,4 μS/cm w 1999 r. W lecie przewodność elektrolityczna mieściła się w granicach od 171,4 μS/cm (w 1999 roku) do 215,5 μS/cm (w 2003 roku). Okres jesienny charakteryzuje zmienność w przedziale 175,8 μS/cm (2002 rok) – 235,5 μS/cm (2003 rok). W poszczególnych okresach przewodność charakteryzuje się specyfiką wynikającą z zależności stężenia od przepływu np. w okresach wiosennych do zbiornika dopływają duże ilości wód roztopowych cechujące się niskimi wartościami przewodności elektrolitycznej właściwej<sup>[36]</sup>.

Zawartość tlenu w wodzie zbiornika Tresna charakteryzuje się zarówno sezonową jak i przestrzenną zmiennością, przy czym w niektórych okresach bardzo jaskrawe jest występowanie różnic między wodami warstwy przypowierzchniowej a warstwą wody przydennej. W wodzie przypowierzchniowej, w okresach wiosennych, zakres zmian zawartości tlenu rozpuszczonego był stosunkowo niewielki. Jego zawartości w latach 1999-2003 zmieniały się w zakresie od 10,4 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> do 13,7 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> przy średniej na poziomie około 12 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>. W okresach letnich następowało zwykle zwiększenie zakresu wahań ilości tlenu w wodzie przypowierzchniowej (7,3–15,4 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>) przy nieco niższej średniej (ok. 11 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>). Okresy jesienne charakteryzują się nieco lepszymi warunkami tlenowymi – od 8 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> do 11 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>. Takie wyniki sugerują występowanie przetlenienia warstw epilimnionu w okresie letniego uwarstwienia, związane z intensywnym falowaniem wiatrowym, a przede wszystkim z rozwojem fitoplanktonu będącego źródłem dużej ilości tlenu. Z drugiej strony, wyraźna jest również tendencja sukcesywnego spadku średniego natlenienia w powierzchniowej warstwie wody od 13,6 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> latem



1999 roku do  $8 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$  latem 2003 roku. Mniejsze ilości tlenu stwierdzono natomiast w warstwie wody przydennej – okresy wiosenne cechują wartości od  $4,7 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$  do  $13,3 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$  przy średniej na poziomie około  $11 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ , okresy letnie – od  $1,1 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$  do  $10,4 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$  (średnio  $5,5 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ ), a jesienne – od  $3,7 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$  do  $9,2 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$  (średnio  $7,4 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ ). Uogólniając można stwierdzić, że po okresie wiosennego wymieszania wody i względnie dobrych warunków tlenowych, dochodzi do sukcesywnego wyczerpywania zasobów tlenu w hypolimnionie w czasie letniego uwarstwienia, a ponowny wzrost natlenienia następuje wraz z okresem homotermii jesiennej<sup>[37]</sup>.

Występowanie fosforanów w wodach zbiornika zmieniało się w dosyć szerokim zakresie, z charakterystyczną sezonową zmiennością ich koncentracji. Najmniejsze ich ilości są charakterystyczne dla okresu letniego, kiedy to w związku z rozwojem życia biologicznego duże ich ilości pobierane są z wody przez roślinność. Zahamowanie życia biologicznego oraz obumieranie roślinności wodnej wpływa na podwyższenie koncentracji fosforanów w wodach. W okresach wiosennego i jesienno-wiosennego mieszania wody w jeziorze brak jest wyraźnych różnic w stężeniach fosforanów pomiędzy warstwą powierzchniową i przydenną<sup>[38]</sup>.

Zawartość azotu amonowego w latach 1999-2003 w wodach zbiornika utrzymywała się na niskim poziomie. Nie stwierdzono ich sezonowej zmienności oraz większych różnic pomiędzy warstwą powierzchniową i wodami znajdującymi się przy dnie zbiornika. Dużo większe zróżnicowanie występuje w przypadku azotu całkowitego (można zauważyć sezonową tendencję zmian). Najmniejsze ilości występują w okresach letnich kiedy ma miejsce największy rozkwit życia biologicznego. Średnie wartości w poszczególnych latach dla całego zbiornika zmieniały się od  $0,78 \text{ mg N}/\text{dm}^3$  (rok 1999) do  $1,6 \text{ mg N}/\text{dm}^3$  (rok 2003). Nieco większe ilości występują na wiosnę, gdy wegetacja dopiero się rozpoczyna, oraz w jesieni, kiedy to w wyniku obumierania organizmów wodnych związki te uwalniane są do wody. W okresach wiosennych średnie wartości azotu całkowitego kształtują się na poziomie  $1,52 \text{ mg N}/\text{dm}^3$  (rok 2000) –  $2,2 \text{ mg N}/\text{dm}^3$  (rok 1999). Natomiast jesienią zmienność średnich rocznych wartości odbywa się w mniejszym przedziale od  $1,04 \text{ mg N}/\text{dm}^3$  (rok 2003) do  $1,45 \text{ mg N}/\text{dm}^3$  (rok 2002)<sup>[39]</sup>.

Przezroczystość wody w zbiorniku Tresna w okresach od wiosny do jesieni w latach 1999-2003 wynosiła od kilkudziesięciu centymetrów do 2,4 metra, czyli znacznie mniej niż na początku lat 70. XX w. kiedy przyjmowała wartości od ponad 2 do blisko 4 m<sup>[40]</sup>. Najmniejsza przezroczystość wody była charakterystyczna dla okresów wiosennych. Najgorsze warunki świetlne w wodzie wystąpiły wiosną 2000 r., kiedy to przezroczystość wody kształtowała się na poziomie jedynie 0,3–0,6 m. Tak niskie wartości były wynikiem dużego zmaczenia wody wynikającego ze znacznej dostawy zawiesiny mineralnej do zbiornika. Podczas wiosennych roztopów z odsłoniętych pól uprawnych zmywane są najdrobniejsze cząstki mineralne wpływające na przezroczystość wody. W okresach letnich sytuacja ulegała zazwyczaj nieznacznej poprawie. Przezroczystość wody wzrastała osiągając maksymalnie 2,4 m (2002 r.), a wartości średnie dla całego akwenu kształtowały się w granicach od 1,1 m do 1,9 m. W obrębie zbiornika występowało wyraźne przestrzenne zróżnicowanie przezroczystości wody. Najbardziej mętne wody zalegały w strefie kontaktu wód limnicznych z potamicznymi, natomiast najkorzystniejsze warunki świetlne były charakterystyczne dla strefy przyzaporowej. Taka sytuacja wynika ze specyfiki sedymentacji zawiesiny wzdłuż podłużnej osi zbiornika. Największa przezroczystość wody w zbiorniku występuje w okresie jesiennym. Na poprawę warunków świetlnych wpływa ograniczenie rozwoju organizmów planktonowych związane z powolnym wychładzaniem mas wodnych. Stosunkowo niskie wartości przezroczystości wody wynikają bezpośrednio ze znacznej dostawy zawiesiny dostarczanej ze zlewni zbiornika. Praktycznie każdy większy opad deszczu na terenie zlewni zbiornika szybko skutkuje znacznym zmaczeniem jego masy wodnej. Nie ma również znaczenia fakt, iż zbiornik Tresna jest pierwszym w całej kaskadzie, gdyż na przezroczystość wody w tym przypadku największy wpływ mają najmniejsze cząstki, które jedynie w niewielkim stopniu ulegają sedymentacji w czaszy zbiornika. Ogromna ich większość przedostaje się do zbiorników położonych poniżej zapory w Tresnej<sup>[41]</sup>.

Budowa zbiornika wodnego na rzece zmienia w istotny sposób stosunki hydrologiczne, co wpływa zarówno na procesy fizyczne, chemiczne, jak i biologiczne zachodzące w wodzie<sup>[42]</sup>. Na Sole utworzono kolejno trzy zbiorniki zaporowe współdziałające ze sobą. Kaskada tych zbiorników odgrywa istotną rolę w kształtowaniu jakości wód znajdujących się zwłaszcza poniżej nich, m. in. ze względu na przedłużony czas zatrzymania wód zasilających kaskadę<sup>[43]</sup>. Wody Soły, po przepłynięciu przez zbiorniki Tresna i Porąbka, pobierane są w trzecim zbiorniku (Czaniec) dla celów zaopatrzenia w wodę środkowej części województwa śląskiego<sup>[44]</sup>.

## Procesy brzegowe i osady denne

Od momentu powstania nowego zbiornika zaporowego rozpoczyna się długotrwały proces przekształcania jego misy. Największą rolę w tej kwestii odgrywają procesy brzegowe, akumulacja osadów dennych, rozwój roślinności wodno-ładowej oraz konsekwencje występowania ekstremalnych zjawisk hydrologicznych. W wielu przypadkach nie bez znaczenia pozostaje także fakt różnorodnego użytkowania zbiornika przez człowieka. Procesy te odznaczają się swoistymi cechami uzależnionymi fizjografią najbliższego otoczenia zbiornika, jak i całej jego zlewni. Dlatego też kształtowanie misy jeziora przez wspomniane procesy i zjawiska bardzo często przebiega w całkiem rozbieżnych kierunkach<sup>[45]</sup>. Zbiornik Tresna funkcjonujący w środowisku nieco ponad 50 lat, traktowany jest jako obiekt stosunkowo młody, a zachodzące w jego obrębie i w najbliższym otoczeniu zmiany morfologiczne to procesy naturalne, charakterystyczne zazwyczaj dla młodocianego stadium rozwoju dna i strefy litoralnej. Zachodzące zmiany są dynamiczne i świadczą o reakcji naturalnych procesów rzeźbotwórczych na antropogenezę<sup>[46]</sup>.

Efektom rozwoju wspomnianych procesów przyrodniczych jest między innymi wypełnianie zbiornika osadami, często określane mianem zamulania lub załadowienia<sup>[47]</sup>. Dochodzi wówczas do łagodzenia profilu poprzecznego brzegu oraz transportu materiału abrazyjnego w głąb misy. Następuje również powolne wypływanie zbiornika związane z akumulacją w obrębie misy materiału niesionego przez ciekę uchodzącą do jeziora. Wypłycone miejsca w bardzo krótkim czasie zostają zajęte przez roślinność, która sukcesywnie narasta w kierunku środka zbiornika. Największy udział w procesie zaniku zbiorników zaporowych przypisuje się sedymentacji materiału niesionego przez ciekę, która w większości tego typu zbiorników odgrywa dominującą rolę. Pozostałe czynniki wpływające na załadowienie zbiornika mają marginalne znaczenie, gdyż ilość materiału dostarczana do zbiornika w wyniku ich oddziaływania, stanowi zaledwie kilka procent ogólnej masy osadów<sup>[48]</sup>.

Morfologiczny rozwój zbiornika Tresna związany jest przede wszystkim z abrazyjną działalnością wód oddziaływujących na brzegi wysokie. W pierwszym okresie funkcjonowania zbiornika, po 10-15 latach jego eksploatacji, brzegi znajdowały się w młodym stadium rozwoju. Po tym czasie w ukształtowaniu brzegów zaznaczyły się (choć słabo) terasy abrazyjne, dominowały jednak progi i listwy wykształcone w obrębie platformy abrazyjnej. Powstałe klify odznaczały się wyraźną aktywnością, a w związku z intensywnym odpadaniem i obrywaniem materiału skalnego doszło do wykształcenia nisz abrazyjnych. Natomiast na zboczach usytuowanych powyżej klifu pojawiły się szczeliny i rozpadliny. Okresowo dochodziło również do uaktywnienia ruchów masowych w postaci osuwisk skalno-zwierzelinowych. W tym okresie funkcjonowania zbiornika segregacja materiału była słaba, a jego większość akumulowana była w strefie brzegowej. W kolejnym stadium ewolucji brzegów zbiornika (po 20-25 latach funkcjonowania) platformy abrazyjne odznaczały się cechami charakterystycznymi dla stadium wczesnodojrzałego z żywym klifem abrazyjnym. W wyniku zmiennego poziomu piętrzenia wody w zbiorniku wyraźnemu ukształtowaniu uległy terasy abrazyjne. Natomiast powyżej klifów doszło do uruchomienia dużych osuwisk, często niszczących istniejącą na tych terenach infrastrukturę gospodarczą. Na powstałych powierzchniach terasowych występowały bloki skalne, które swą obecnością wpływały na zmniejszenie intensywności procesu abrazyjnego. Obecnie brzegi zbiornika Tresna znajdują się na etapie późnodojrzałego stadium rozwoju z zanikającymi terasami abrazyjnymi. Poszczególne terasy oddzielone są od siebie coraz niższymi progami. W

ukształtowaniu brzegów (powyżej platformy abrazyjnej) wciąż funkcjonuje czynny klif<sup>[49]</sup>.

Przejawem morfologicznego rozwoju misy jest także fluwialne jego wypełnienie osadami. Tylko 4% ogólnej ilości unosin opuszcza zbiornik i dostaje się do kolejnego stopnia w kaskadzie. Powoduje to ciągły proces jego załadowania określony dla wielolecia 1967-1991 na 0,195 mln m<sup>3</sup>/rok<sup>[50]</sup>. Największej zmianie uległa warstwa użytkowa, która od czasu powstania zbiornika zmniejszyła się o 4,472 mln m<sup>3</sup> <sup>[51]</sup>. W świetle przytoczonych faktów rozwój roślinności pojawiającej się jedynie w strefie cofki zbiornika na licznych wypłyceńcach, nie odgrywa większej roli w procesie jego zaniku. Stosunkowo krótki czas funkcjonowania zbiornika, a tym samym krótki czas akumulacji materiału, nie spowodował dużych zmian w pierwotnym charakterze ukształtowania dna zbiornika. Dość dobrze zachowały się dawne układy koryt głównych dopływów a także dawne terasy rzeczne tylko w nieznacznym stopniu pokryte nowymi warstwami osadów. Największemu przekształceniu uległo dno zbiornika w jego górnej części, gdzie całkowicie zniwelowane zostały terasy zalewowe. W związku z odkładaniem się w tej części zbiornika dużych ilości rumowiska niesionego przez Sołę dno ustabilizowało się na poziomie przyległych teras ponadzalewowych<sup>[52]</sup>.

Zbiornik Żywiecki w istotny sposób przyczynił się do przeobrażeń terenu, na którym powstał. Zmiany te związane są również z zastąpieniem naturalnych procesów związanych z fluwialną działalnością rzeki, nowymi procesami geomorfologicznymi warunkującymi morfologiczną ewolucję misy jeziornej. Przebieg oraz intensywność procesów brzegowych kształtujących zmiany morfologiczne strefy litoralnej akwenu wodnego zależą od wielu czynników. Jednak największe znaczenie przypisuje się: ukształtowaniu i ekspozycji brzegów, głębokości i powierzchni zbiornika, falowaniu, litologii podłoża, pokrywie lodowej oraz wielkości zasilania powierzchniowego<sup>[53]</sup>.

Strefa brzegowa zbiornika Tresna pod względem morfologicznym jest urozmaicona. Linia brzegowa jest dość dobrze rozwiniętą, zwłaszcza w części wschodniej, gdzie znajdują się dwie największe zatoki – stanowiące pierwotnie doliny rzeczne – którymi uchodzą do zbiornika potoki Łękawka i Moszczanka. W części zachodniej i północno-wschodniej zaznacza się w układzie linii brzegowej szereg zatok, lecz są one znacznie mniejsze od wcześniej wymienionych. Natomiast w południowej części zbiornika znajduje się wypłycona strefa mieszania wód rzecznych z limnicznymi tzw. strefa cofkowa<sup>[54]</sup>.

Zbiornik Tresna jest dość rozległym akwenem. Otaczające go wzniesienia są barierą dla wiatrów wiejących z północy, wschodu oraz zachodu. Zpełnej ochrony pozbawiona jest południowa strefa zbiornika (dolina Soły), a z tego właśnie sektora stwierdza się najczęściej występujące wiatry. W związku z taką sytuacją orograficzną i anemologiczną najintensywniejszemu niszczeniu podlegają brzegi o ekspozycji południowej. W okresie funkcjonowania zbiornika największą częstotliwością występowania odznaczały się fale wiatrowe o wysokości do 30 cm, jednak to te o wysokości do 1,4 m odegrały dominującą rolę w transformacji brzegów zbiornika<sup>[55]</sup>. Intensywne falowanie w powiązaniu z występowaniem brzegów wysokich w dużej mierze wpłynęło na kształtowanie morfologii strefy brzegowej<sup>[56]</sup>. Pomimo ponad 50-letniego okresu funkcjonowania zbiornika zachodzące w jego obrębie procesy brzegowe odznaczają się dosyć zróżnicowaną intensywnością. Największe zmiany w ukształtowaniu brzegów związane są z abrazją, która uruchamia grawitacyjne ruchy mas skalnych zarówno w obrębie powierzchni aktywnych klifów, jak i powyżej nich, gdzie głównie występują procesy osuwiskowe. W wyniku abrađującej działalności fal przyboju, wybrzeża klifowe średnio cofały się o 0,25 m/rok<sup>[57]</sup>. W pierwszych latach funkcjonowania zbiornika na tego typu brzegach ubytki wynosiły od 2 do 55 m<sup>3</sup>/mb, a dostawa produktów pochodzących z ich abrazji wynosiła 60 000 m<sup>3</sup>/rok<sup>[58]</sup>. Rozmywane w procesie abrazji osady budujące brzeg podlegają sortowaniu przez fale, a dzięki występującym w zbiorniku prądom litoralnym transportowane są wzdłuż brzegu lub ku otwartej toni wodnej. Podczas tych procesów zachodzi równoczesna przebudowa nadwodnej i podwodnej części brzegu<sup>[59]</sup>.

Brzegi zbiornika zostały przydzielone do czterech grup: akumulacyjne (gdzie następuje osadzanie, głównie

rumowiska unoszonego), ustabilizowane (zachowujące się neutralnie), nieustabilizowane (niszczone i przekształcone) oraz abradowane (intensywnie niszczone i przekształcone)<sup>[60]</sup>. W obrębie zbiornika Tresna, w zależności od budowy geologicznej i ukształtowania brzegów wyróżnił trzy główne ich typy: abrazyjno-obrywowe, abrazyjno-osuwiskowe i akumulacyjne<sup>[61]</sup>. Morfologia strefy brzegowej oraz jej zaplecze, a także charakter budujących je utworów są zróżnicowane pod względem jakościowym. Najbardziej szczegółowa klasyfikacja dotyczy brzegów klifowych, których wyróżniono aż 7 typów<sup>[62]</sup>. Poza brzegami stromymi stanowiącymi blisko 50% całej długości wybrzeża, w obrębie zbiornika obecne są także brzegi płaskie. Najdłuższe ich odcinki występują we wschodniej i południowej części akwenu w miejscu ujścia dopływów. Znaczna długość brzegów zbiornika została przekształcona antropogenicznie. W celu ochrony przed niszczącą działalnością falowania na wielu odcinkach brzegu wykonano umocnienia z narzutu kamiennego, murów oporowych, płyt betonowych oraz siatki. Jednakże wzmocnienia gładowe w czasie wysokiego poziomu piętrzenia wody w zbiorniku nie w pełni spełniają swoje zadania, bowiem na niektórych odcinkach brzegu dochodzi do ożywienia klifów i dalszego niszczenia brzegu<sup>[63]</sup>.

Naturalne procesy dostarczania i akumulacji produktów pochodzących z erozji brzegów zbiornika, jak również dostawa rumowiska ze zlewni, wytworzyły w misie zbiornika mięszką pokrywę osadów dennych. Zbiornik Tresna każdego roku zmniejsza swoją pojemność o około 0,24% pojemności początkowej, co pozwala na obliczenia przybliżonego czasu funkcjonowania zbiornika oszacowanego na 620-680 lat<sup>[64]</sup>. Blisko 80% całkowitej masy osadów stanowią unosiny wykształcone w postaci glin i glin pylastych osadzonych na terasach. Natomiast w strefie przyzaporowej akumulują gliny pylaste zwięzłe oraz ility pylaste. Części organiczne w tej grupie osadów stanowiły do 8,5%<sup>[65]</sup>. W strefie ujściowej Soły do zbiornika powstała znacznych rozmiarów równina deltowa, w głównej mierze zbudowana z osadów piaszczystych o miąższości około 1,5 m<sup>[66]</sup>. Najgrubsze okruchy skalne występujące w osadach zbiornika zaliczane są do frakcji kamienistej i zwirowej. Ich zasięg występowania ogranicza się jedynie do wąskiego pasa koryt rzek uchodzących do zbiornika. Tego typu osady tworzą swoisty „jęzor” odkładów<sup>[67]</sup>. Formowanie się pokrywy osadów dennych w zbiorniku Tresna przebiega stosunkowo szybko. Już w 10 lat po jego napełnieniu średnia ich miąższość wynosiła 24 cm, natomiast w zagłębieniach dna uformowały się pokrywy o grubości dochodzącej do 1,1 m<sup>[68]</sup>. Badania przeprowadzone po lipcowej powodzi z 1997 r. wykazały, że w czasie wezbrania dochodzi do formowania, na pewnych obszarach dna zbiornika, świeżych pokryw osadów o miąższości do 40 cm<sup>[69]</sup>. Osady denne w zbiorniku Tresna wykazują pewne warstwowanie. Jaśniejsze warstewki odznaczają się większą koncentracją części mułowcowych, natomiast ciemniejsze laminy zawierają większe ilości frakcji ilastych. Miąższość powstałych warstewek zmienia się w przedziale od 0,5 cm do 3 cm grubości. W przyzaporowej części zbiornika warstwowanie osadów ułożone jest pod pewnym kątem, a ich powierzchniowa warstwa została silnie zaburzona<sup>[70]</sup>.

## Znaczenie zbiornika

Zbiornik Żywiecki, którego administratorem i głównym użytkownikiem jest Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie – Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie zarządzany jest bezpośrednio przez Nadzór Wodny w Żywcu. Akwen ten kontrolowany jest również przez Polski Związek Wędkarski, który prowadzi na nim gospodarkę rybacką. Natomiast znajdująca się w korpusie zapory zbiornika hydroelektrownia zarządzana jest przez Zespół Elektrowni Wodnych Porąbka-Żar S.A. Wyszczególnienie ważniejszych użytkowników zbiornika sugeruje, że jest to obiekt wielofunkcyjny wymagający współpracy przy zarządzaniu dla dobra optymalnego wykorzystania jego wód oraz – zgodnego z zasadami zrównoważonego rozwoju i współcześnie pojmowanej architektury krajobrazu – zagospodarowania obrzeży<sup>[71]</sup>.

Soła jest rzeką górską, która w przeszłości powodowała bardzo duże wezbrania często utożsamiane z powodzią. Za taką sytuację odpowiedzialnych jest kilka przyczyn, m. in. duży spadek rzek w dorzeczu Soły, wysokie opady, dośrodkowy układ sieci rzecznej w Kotlinie Żywieckiej, zbieżny w czasie dopływ fali

wezbraniowej z różnych cieków do środkowej części dorzecza Soły. Potencjał powodziowy Soły jest poważny i zajmuje drugie miejsce po Dunajcu wśród karpaccich dopływów Wisły (tab. 2). Ma to bezpośredni związek z wezbraniem letnimi, które w dorzeczu Soły są zazwyczaj bardzo gwałtowne lecz krótkotrwałe<sup>[72]</sup>.

Przeptyw	Wielkość przepływu
NNQ	0,93 m <sup>3</sup> /s
SNQ	2,06 m <sup>3</sup> /s
SSQ	17,4 m <sup>3</sup> /s
Q <sub>maxp=50%</sub>	249 m <sup>3</sup> /s
Q <sub>maxp=10%</sub>	714 m <sup>3</sup> /s
Q <sub>maxp=5%</sub>	907 m <sup>3</sup> /s
Q <sub>maxp=2%</sub>	1168 m <sup>3</sup> /s
Q <sub>maxp=1%</sub>	1366 m <sup>3</sup> /s
Q <sub>maxp=0.1%</sub>	2024 m <sup>3</sup> /s

**Tabela 2. Przepływy charakterystyczne i maksymalne o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia w profilu zapory zbiornika Tresna<sup>[73]</sup>.**

Wybudowanie Zbiornika Żywieckiego i oddanie go do użytku w znaczący sposób wpłynęło na stosunki hydrologiczne – zwłaszcza poniżej zapory uległy one radykalnej zmianie. Hydrologiczne konsekwencje funkcjonowania Zbiornika Żywieckiego w dużej mierze są pochodną współdziałania z pozostałymi zbiornikami kaskady<sup>[74]</sup>. Prawidłowo prowadzona gospodarka na zbiornikach w znaczący sposób wpływa na zmniejszenie zagrożenia powodziowego poniżej kaskady. Możliwości retencyjne Zbiornika Żywieckiego, a także pozostałych zbiorników w pewnym stopniu ograniczają wezbrania występujące na Wiśle. Sytuacja taka jest możliwa dzięki obniżeniu maksymalnych przepływów występujących na Sole, a osiągających wartości rzędu z 1400 m<sup>3</sup>/s do 650 m<sup>3</sup>/s. Natomiast wezbrania o mniejszych przepływach obniżane są do przepływu nieszkodliwego wynoszącego 335 m<sup>3</sup>/s<sup>[75]</sup>.

Jednym z przykładów dokumentujących przeciwpowodziowe znaczenie zbiornika są informacje dotyczące wezbrania, które miało miejsce w 1970 r. W tym czasie fala wezbraniowa o przepływie ponad 1200 m<sup>3</sup>/s została znacznie zredukowana do poziomu rzędu 800 m<sup>3</sup>/s. Zmniejszenie przepływu Soły o 400 m<sup>3</sup>/s było możliwe dzięki zastosowaniu zwiększonej rezerwy powodziowej na zbiorniku. Przed nadejściem fali powodziowej możliwości retencyjne zbiornika w zakresie redukcji fali wezbraniowej zwiększono z ponad 20 mln m<sup>3</sup> do aż 47 mln m<sup>3</sup>. Duża zmienność przepływów górskich rzek i potoków uchodzących do Soły, powoduje, że każdego roku w okresie największych opadów przypadających na porę letnią zwiększana jest do ponad 30 mln m<sup>3</sup> rezerwa powodziowa<sup>[76]</sup>. Przeciwpowodziowa rola zbiornika jest tym bardziej istotna, iż bazuje on na zasobach wodnych zlewni górskiej o dośrodkowym układzie sieci rzecznej. W tym przypadku często występuje nałożenie się fal wezbraniowych Soły i dopływów w Kotlinie Żywieckiej. Ocenia się, że w procesie zasilania zbiornika aż 98% wody dostarczanej do jego misy stanowi dopływ powierzchniowy i to głównie z Soły, a w dużo mniejszym stopniu z pozostałych dopływów uchodzących bezpośrednio do zbiornika. Natomiast pozostałe 2% przypada na dostawę z opadów atmosferycznych i dopływ podziemny<sup>[77]</sup>.

Jednym z zadań jakie spełnia zbiornik w Tresnej jest produkcja energii elektrycznej, dlatego też w zaporze wybudowano hydroelektrownię (szczytową) wyposażoną w dwie turbiny Kaplana (produkcji

czechosłowackiej firmy CKD-Blansko) o mocy 21 MW (średnica wirnika – 2,9 m, ilość obrotów na minutę – 214,3). Przez przełyk instalowany w ciągu jednej sekundy może przepływać do 122 m<sup>3</sup>, przy spadzie nominalnym 20,4 m. Od momentu uruchomienia hydroelektrowni w całym okresie jej funkcjonowania średnia roczna produkcja energii elektrycznej kształtowała się na poziomie 32,0 GWh. Sama sztolnia energetyczna ma długość 171 metrów i średnicę wnętrza 6,7 m. Moc produkcyjna elektrowni jest stosunkowo niewielka, a zgodnie z pierwotnymi założeniami jej praca ogranicza się do godzin zwiększonego zapotrzebowania na energię elektryczną. Zbiornik Żywiecki pośrednio umożliwia również pracę elektrowni szczytowo-pompowej Porąbka-Żar, która bazuje na zasobach wodnych pochodzących z tego zbiornika. Zarówno elektrownia Tresna, jak i Porąbka-Żar oraz hydroelektrownia Porąbka wchodzi w skład Zespołu Elektrowni Wodnych Porąbka-Żar S. A. Elektrownia Porąbka-Żar została wybudowana w Międzybrodziu Żywieckim, a o jej lokalizacji zdecydowały m. in. korzystne warunki topograficzne oraz możliwość wykorzystania zagospodarowanej kaskady rzeki Soły. Wykonano ją po raz pierwszy w kraju jako elektrownię podziemną. Jest to klasyczna elektrownia szczytowo-pompowa o mocy 500 MW. Wytwarzana przez nią energia elektryczna przeznaczona jest do regulacji systemu energetycznego w czasie szczytów, a jej krótki rozruch w czasie 180 sekund, kwalifikuje ją również do pracy interwencyjnej. Zainstalowane w elektrowni urządzenia należą do najbardziej nowoczesnych na świecie<sup>[78]</sup>.

Zbiornik Żywiecki okazał się doskonałym uzupełnieniem istniejących walorów przyrodniczych i kulturowych w znaczeniu regionalnym i ponadregionalnym. Służąc celom przeciwpowodziowym i hydroenergetycznym z powodziem został zaadaptowany wraz z obrzeżem dla potrzeb rekreacji i turystyki<sup>[79]</sup>. Dolina Soły na odcinku od Żywca do Tresnej przed wybudowaniem zbiornika była odwiedzana jedynie sporadycznie. Dopiero po zakończeniu budowy zbiornika ruch turystyczny wzrósł z kilkuset osób w roku 1937 do około 30 000 osób pod koniec lat 1970. Dlatego też miejscowości położone nad akwenem (m. in. gm. Czernichów, m. Żywiec) zaliczane są do I klasy atrakcyjności ponadregionalnej. Wzmocniony ruch turystyczny spowodował konieczność odpowiedniego zagospodarowania obszarów wokół zbiornika. Pojawiły się liczne obiekty trwałe, przystosowane do przyjmowania turystów w ciągu całego roku. Powstały one w bezpośrednim sąsiedztwie akwenu, przez co zabudowa brzegów ma charakter mniej lub bardziej trwały<sup>[80]</sup>.

Przebieg prac związanych z turystycznym zagospodarowaniem zbiornika, jak i jego obrzeży, przewidziany został do realizacji w dwóch etapach w latach 1967-1970 oraz 1970-1985. Turystyczne zagospodarowanie otoczenia zbiornika należało do priorytetowych zadań dla władz powiatu, które miały pełne poparcie w tym względzie ze strony władz wojewódzkich oraz centralnych. Koncentracja inwestycji nad zbiornikiem odnosiła się do trzech głównych rejonów: Zarzeczca, Tresnej oraz Działów Zadzialskich. W pierwszym etapie realizacja zaplanowanych przedsięwzięć polegała na przygotowaniu terenów ogólnodostępnych dla turystów



Fot. 4. Północno-zachodni sektor zbiornika Tresna (fot. B. Kościej)

przybywających na krótki okres niedzielny i świąteczny wypoczynku (parkingi, plaże, sanitariaty, itp.). W dalszej kolejności rozpoczęto budowę ośrodków wypoczynkowych funkcjonujących sezonowo oraz domów wczasowych całorocznych. Jako ostatnie do realizacji zostały przeznaczone różnego rodzaju przystanie wodne z przeznaczeniem dla uprawiania sportów wodnych<sup>[81]</sup>. Ośrodki wypoczynkowe nad Zbiornikiem Żywieckim budowały przede wszystkim zakłady przemysłowe z obszaru Górnośląskiego

Okręgu Przemysłowego oraz Bielska-Białej. Żywiolowy rozwój budownictwa pociągnął za sobą dynamiczne zmiany w zagospodarowaniu obrzeży zbiornika. Poza obiektami wchodzącymi w skład bazy noclegowej oraz gastronomicznej powstało wiele obiektów wchodzących w skład bazy towarzyszącej. Nad brzegami zbiornika powstawały kolejno przystanie i pomosty żeglarskie oraz z przeznaczeniem dla wędkarzy, jak również wypożyczalnie sprzętu wodnego. Natomiast w obrębie ośrodków wypoczynkowych powstawały obiekty typowo rekreacyjne: boiska do siatkówki i piłki nożnej, korty tenisowe oraz baseny kąpielowe. Poza zakładowymi ośrodkami wczasowymi nad brzegami Zbiornika Żywieckiego w miejscowości Tresna obiekty wypoczynkowe utworzył Związek Harcerstwa Polskiego oraz Politechnika Krakowska. Powstawały również liczne kluby żeglarskie, w obrębie których wybudowano przystanie i pomosty żeglarskie, wypożyczalnie sprzętu wodnego oraz specjalistyczne urządzenia do wodowania łodzi. W dobie transformacji gospodarczej, po 1989 roku nastąpiły istotne zmiany w zakresie własności i dzierżawy gruntów oraz ośrodków wczasowych usytuowanych nad Zbiornikiem Żywieckim. Zła sytuacja finansowa zakładów przemysłowych, w głównej mierze będących w posiadaniu tych obiektów, zmusiła je do rezygnacji z prowadzenia tego typu działalności i odsprzedaży swoich terenów oraz zabudowań. Nowi właściciele i administratorzy ośrodków wypoczynkowych nie zawsze potrafili sobie poradzić w nowych warunkach i sprostać regułom gospodarki wolnorynkowej. Niektóre z wymienionych ośrodków zbankrutowały i ogłosiły upadłość, czego przykładem jest chociażby Ośrodek Wypoczynkowy „Sternik”. Brak jakiegokolwiek nadzoru nad zabudowaniami spowodował ich dewastację i powolny upadek. Podobny przebieg miały wydarzenia w przypadku ośrodków „Jędrus” oraz „Laguna”. Większość pozostałych ośrodków funkcjonuje do dnia dzisiejszego przyczyniając się do rozwoju ruchu turystycznego w tym regionie. Żywieckie sztuczne jezioro przyczynia się do generowania zysków z ruchu turystycznego i nadwodnego wypoczynku (fot. 4). Zbiornik okazał się również istotnym czynnikiem gospodarczej aktywizacji otoczenia i bazą rozwoju wielu miejscowości turystyczno-wypoczynkowych w okolicy, a pod względem przestrzennym stanowi cenną kompozycję przyrodniczo-kulturową nie odbiegającą od standardów zrównoważonego rozwoju<sup>[82]</sup>.

Zbiornik Żywiecki to bardzo dobry akwen dla uprawiania wędkarstwa. Wędkowanie dozwolone jest zarówno z brzegu, jak i ze sprzętu pływającego. Spośród wielu gatunków ryb jakie w nim występują najczęściej łowione są: karp, sandacz, amur, szczupak, węgorz, płoć, leszcz, lin, brzana, jaź, świnka, ukleja, karaś, okoń, a nawet sieja i jesiotr. Administratorem zbiornika w sensie wędkarskiego wykorzystania jest Polski Związek Wędkarski. We władaniu tej instytucji znajduje się przystań z łódkami, sklep ze sprzętem i przynętami wędkarskimi, kawiarnia, parking, a także staw komercyjny umożliwiający odpłatny połów: pstrąga, karpia, amura i karasia. Do Polskiego Związku Wędkarskiego należy również największa i najefektowniejsza przystań nad całym Jeziorem Żywieckim, która wykonana została ze stalowych wojskowych mostów pontonowych. W hotelu znajdują się pokoje gościnne 2 i 4 osobowe o wysokim standardzie, natomiast w domkach campingowych znajdują się pokoje trzy osobowe. Do dyspozycji odwiedzających to miejsce osób należy kilkadziesiąt różnych łodzi, rowery wodne, a dla dzieci zjeżdżalnia i piaskownice<sup>[83]</sup>.

Zbiornik Tresna pełni również inne zadania, istotne z gospodarczego punktu widzenia. Gromadząc wodę pełni funkcje retencyjne stanowiąc źródło wody na potrzeby lokalne. Na jego brzegach zlokalizowane są formalne, a także nielegalne punkty czerpania wody, najczęściej z przeznaczeniem komunalnym, gospodarczym, a nawet budowlanym. Wody jeziora stanowią również ważny rezerwuuar wody do celów przeciwpożarowych. Rangę tego obiektu w tym względzie podnosi stosunkowo łatwa dostępność komunikacyjna oraz liczna zabudowa występująca w jego najbliższej okolicy. Znaczenie transportowe w przypadku tego zbiornika jest marginalne, nie funkcjonuje tam żadna linia żeglugowa. Podobnie sytuacja przedstawia się w przypadku znaczenia eksploatacyjnego. Nie prowadzi się tam na skalę przemysłową wydobywania surowców mineralnych w postaci kruszyw budowlanych, czy też drogowych. Zdarza się, że pozyskiwany jest (nielegalnie w świetle prawa) kamień budowlany, jak również materiał żwirowy lub piaszczysty<sup>[84]</sup>.

Zbiornik Żywiecki pośrednio odgrywa również rolę związaną z zaopatrzeniem w wodę. W dolnej części zlewni Soły znajduje się system ujęć wód powierzchniowych mających zaspokoić potrzeby komunalne i

przemysłowe odbiorców z centralnej i południowej części województwa śląskiego. Bardzo duże znaczenie odgrywa w tym względzie aktualna sytuacja panująca w części środkowej i górnej zlewni, jak również prowadzona gospodarka w obrębie zbiornika. Mimo, że Zbiornik Żywiecki nie jest włączony do górnośląskiego systemu wodno-gospodarczego to wpływa jednak na jego prawidłowe funkcjonowanie. Zbiornik Żywiecki oraz pozostałe obiekty kaskady Soły budowano także z myślą o zaspokojeniu potrzeb wodnych użytkowników, którzy na początku lat sześćdziesiątych XX w. posiadali pozwolenia wodnoprawne umożliwiające im pobór wody w ilościach 6,8 m<sup>3</sup>/s ze 100% gwarancją oraz zaopatrzenie na poziomie 9,1 m<sup>3</sup>/s z gwarancją 88%, a nawet 12,4 m<sup>3</sup>/s z 60% gwarancją<sup>[85]</sup>.

## Bibliografia

1. Aktualizacja Instrukcji Gospodarowania Wodą w warunkach powodziowych dla zbiorników Kaskady Soły, Warszawa 2003.
2. Atlas hydrogeologiczny Polski, 1:500 000, red. B. Paczyński, Warszawa 1995.
3. Bałus S., Boros-Meinike D., Drzyżdżyk W., Fiedler K., Olszewski A., Osuch-Chacińska L., Ryzak R., Stanach-Bałus K.: Kaskada rzeki Soły – zbiorniki: Tresna, Porąbka, Czaniec. Monografia, Warszawa 2007. s. 167.
4. Banach M.: Morfodynamika form akumulacyjnych strefy brzegowej zbiornika Włocławek, w: Zbiornik Włocławski – niektóre problemy z geografii fizycznej. Dokumentacja Geograficzna, red. M. Banach, R. Głazik R., Wrocław 1992. s. 9-39.
5. Cyberski J.: Sedymentacja rumowiska w zbiorniku Rożnowskim, w: „Prace Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego” 1969, z. 96, s. 21-41.
6. Cyberski J.: Zjawiska akumulacyjno-erozyjne w rzekach objętych oddziaływaniem budowli piętrzących, w: „Czasopismo Geograficzne” 1984, t. LV, z. 3, s. 355-363.
7. Heliasz Z.: Zjawiska geodynamiczne w strefach brzegowych zbiorników Solina-Myczkowice i Tresna-Porąbka. Dynamiczna ocena i prognoza geologicznych zagrożeń wywołanych powodzią – na przykładzie Nysy Kłodzkiej, górnej Soły i górnego Sanu-Solinki, Kraków 2000. s. 169-190.
8. Jachniak E., Jaguś A.: Obniżanie trofii wód w systemach kaskadowych, na przykładzie kaskady Soły (południowa Polska), w: „Inżynieria Ekologiczna” 2013, z. 32. s. 65–73.
9. Jackowski A.: Wpływ zbiorników retencyjnych na strukturę społeczno-gospodarczą ich otoczenia, w: „Czasopismo Geograficzne” 1984, t. LV, z. 3, s. 379-386.
10. Jaguś A., Rahmonov O., Rzętała M., Rzętała M.A.: The essence of cultural landscape transformation in the neighbourhood of selected artificial water reservoirs in southern Poland. Cultural Landscape. Regiograph, Brno 2004, s. 37-55.
11. Jaguś A.: Gospodarczo-społeczne znaczenie zbiorników zaporowych – studium kaskady Soły, w: „Inżynieria Ekologiczna” 2018, vol. 19, z. 1, s. 25–35.
12. Karwowski Ł.: Badania litologiczne namulów z rdzeni ze zbiorników retencyjnych Otmuchów, Nysa, Tresna i Solina. Dynamiczna ocena i prognoza geologicznych zagrożeń wywołanych powodzią – na przykładzie Nysy Kłodzkiej, górnej Soły i górnego Sanu-Solinki, Kraków 2000, s. 201-205.
13. Klimek K., Łajczak A., Zwaliński L.: Cechy sedymentologiczno-geochemiczne osadów delty Soły w Zbiorniku Żywieckim, w: „Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich” 1989, nr 29, s. 85-91.
14. Kondracki J.: Geografia regionalna Polski, Warszawa 1998, s. 470.
15. Kostecki M.: Badania limnologiczne zbiornika zaporowego Tresna. Część II: Dynamika przemian oraz wstępny bilans związków azotowych w dopływach zbiornika, w: „Archiwum Ochrony Środowiska” 1979, z. 3-4, s. 17-37.
16. Kostecki M.: Wstępne informacje nad transformacją brzegów zbiornika w Tresnej. „Gospodarka Wodna” 1975, nr 4.
17. Łajczak A.: Studium nad zamulaniem wybranych zbiorników zaporowych w dorzeczu Wisły, w: „Monografie Komitetu Gospodarki Wodnej Polskiej Akademii Nauk” 1995, z. 8, s. 108.
18. Łajczak A.: Zamulanie i lokalizacja zbiorników zaporowych w polskich Karpatach, w: „Gospodarka Wodna” 1986, nr 2, s. 47-50.
19. Machowski R., Rzętała M., Rzętała M. A., Wistuba B.: Zbiornik Żywiecki. Charakterystyka fizycznogeograficzna i znaczenie społeczno-gospodarcze, Sosnowiec 2005, s. 80.



20. Mroczek J., Ratomski J., Waclawski M.: Sedymentacja rumowiska w zbiorniku Tresna. Procesy związane z ruchem rumowiska w ciekach karpackich, w: „Monografie Komitetu Gospodarki Wodnej Polskiej Akademii Nauk” 1997, z. 13, s. 31-45.
21. Osuch-Chacińska L.: 20 lat eksploatacji kaskady Soły, w: „Gospodarka Wodna” 1987, nr 8, s. 176-178.
22. Paluch J., Twardowska I., Kostecki M., Magosz S.: Charakterystyka limnologiczna kaskady zbiorników zaporowych na rzece Sole. Część II. Chemizm wód i wstępny bilans związków azotowych, w: „Archiwum Ochrony Środowiska” 1975, t. 1, s. 119-175.
23. Pisarczyk S.: Geotechniczne problemy Porąbki-Żar i Tresnej, w: „Gospodarka Wodna” 1987, nr 8, s. 183-187.
24. Podział hydrograficzny Polski, Warszawa 1983, s. 924.
25. Punzet J.: Stosunki hydrologiczne w dorzeczu Soły, Wrocław – Warszawa – Kraków – Gdańsk 1971, s. 71.
26. Ratomski J., Stonawski J.: Survey and evaluation of the sedimentation of Tresna reservoir on the Soła river. Runoff and sedimentation yield modeling, Warsaw 1993.
27. Rocznik hydrologiczny wód powierzchniowych. Dorzecze Wisły i rzek Przymorza na wschód od Wisły. 1969. Warszawa 1972. s. 276.
28. Rudowski S.: Geofizyczne profilowanie osadów dennych zbiorników retencyjnych Otmuchów, Nysa, Tresna, Solina. Dynamiczna ocena i prognoza geologicznych zagrożeń wywołanych powodzią – na przykładzie Nysy Kłodzkiej, górnej Soły i górnego Sanu-Solinki, Kraków 2000, s. 191-200.
29. Rzętała M. A.: Procesy brzegowe i osady denne wybranych zbiorników wodnych w warunkach zróżnicowanej antropopresji (na przykładzie Wyżyny Śląskiej i jej obrzeży), Katowice 2003. s. 147.
30. Rzętała M. A.: Wybrane przemiany geomorfologiczne mis zbiorników wodnych i ocena zanieczyszczeń osadów zbiornikowych w warunkach zróżnicowanej antropopresji (na przykładzie regionu górnośląsko-zagłębiowskiego), Katowice 2014, s. 174.
31. Spaleny M.: Badania zamulania zbiornika Tresna na Sole. „Gospodarka Wodna” 1977, nr 10.
32. Sroczyński W.: Inwentaryzacja obiektów hydrotechnicznych w zlewniach górnej Odry, Soły i górnego Sanu – ocena stanu, ocena wpływu na zjawiska powodziowe. Dynamiczna ocena i prognoza geologicznych zagrożeń wywołanych powodzią – na przykładzie Nysy Kłodzkiej, górnej Soły i górnego Sanu-Solinki, Kraków 2000. s. 21-47.
33. Stachowicz K., Czernoch M.: Charakterystyka ekologiczna zbiorników zaporowych na Sole, Warszawa 1992, s. 73.
34. Warszńska J.: Wybrane zagadnienia z geografii turystyki województwa bielskiego. „Folia Geographica. Series Geographica-Oeconomica” 1984, vol. 16.
35. Woyciechowska J., Dojlido J.: Zmiany jakości wód powierzchniowych pod wpływem zabudowy hydrotechnicznej, w: „Gospodarka Wodna” 1982, nr 5, s. 47-51.
36. Wójcik K.: Dziś i jutro żywieckiej turystyki, w: „Karta Groni” 1968, nr 1-2, s. 31-35.
37. Ziętara T.: Dynamika rozwoju platform abrazyjnych w otoczeniu zbiornika Żywieckiego na Sole. Prace geomorfologiczne. Zapis w rzeźbie i osadach. Część 1, Sosnowiec 1995.
38. Ziętara T.: Krajobraz ziemi żywieckiej, Warszawa 1986, s. 112.
39. Ziętara T.: Rzeźba beskidzkiej części dorzecza Soły, w: „Czasopismo Geograficzne” 1972, t. XLIII, z. 2, s. 151-169.

## Przypisy

1. ↑ Soły Machowski R., Rzętała M.: Zlewnia Soły, w: „Encyklopedia Województwa Śląskiego” 2017, t. 4. (<http://ibrbs.pl/mediawiki/index.php/Zlewnia>)
2. ↑ Machowski R., Rzętała M.: Dorzecze Wisły, w: „Encyklopedia Województwa Śląskiego” 2015, t. 2. ([http://ibrbs.pl/mediawiki/index.php/Dorzecze\\_Wis%C5%82y](http://ibrbs.pl/mediawiki/index.php/Dorzecze_Wis%C5%82y))
3. ↑ S. Bałus, D. Boros-Meinike, W. Drzyżdżyk, K. Fiedler, A. Olszewski, L. Osuch-Chacińska, R. Ryzak, K. Stanach-Bałus: Kaskada rzeki Soły – zbiorniki: Tresna, Porąbka, Czaniec. Monografia, Warszawa 2007, s. 167.
4. ↑ R. Machowski, M. Rzętała, M. A. Rzętała, B. Wistuba: Zbiornik Żywiecki. Charakterystyka fizycznogeograficzna i znaczenie społeczno-gospodarcze, Sosnowiec 2005, s. 80.
5. ↑ J. Kondracki: Geografia regionalna Polski, Warszawa 1998, s. 470.
6. ↑ T. Ziętara: Krajobraz ziemi żywieckiej, Warszawa 1986, s. 112.

7. ↑ K. Stachowicz, M. Czernoch: Charakterystyka ekologiczna zbiorników zaporowych na Sole, Warszawa 1992, s. 73.
8. ↑ T. Ziętara: Krajobraz ziemi żywieckiej, Warszawa 1986, s. 112.
9. ↑ L. Osuch-Chacińska: 20 lat eksploatacji kaskady Soły, w: „Gospodarka Wodna” 1987, nr 8, s. 176-178.
10. ↑ R. Machowski, M. Rzętała, M. A. Rzętała, B. Wistuba: Zbiornik Żywiecki. Charakterystyka fizycznogeograficzna i znaczenie społeczno-gospodarcze, Sosnowiec 2005, s.80.
11. ↑ T. Ziętara: Rzeźba beskidzkiej części dorzecza Soły, w: „Czasopismo Geograficzne” 1972, t. XLIII, z. 2, s. 151-169.
12. ↑ L. Osuch-Chacińska: 20 lat eksploatacji kaskady Soły, w: „Gospodarka Wodna” 1987, nr 8, s. 176-178.
13. ↑ T. Ziętara: Rzeźba beskidzkiej części dorzecza Soły, w: „Czasopismo Geograficzne” 1972, t. XLIII, z. 2, s. 151-169.
14. ↑ S. Bałus, D. Boros-Meinike, W. Drzyżdżyk, K. Fiedler, A. Olszewski, L. Osuch-Chacińska, R. Ryżak, K. Stanach-Bałus: Kaskada rzeki Soły – zbiorniki: Tresna, Porąbka, Czaniec. Monografia, Warszawa 2007, s. 167.
15. ↑ A. Łajczak: Studium nad zamulaniem wybranych zbiorników zaporowych w dorzeczu Wisły, Warszawa 1995, s. 108.
16. ↑ K. Stachowicz, M. Czernoch: Charakterystyka ekologiczna zbiorników zaporowych na Sole, Warszawa 1992, s. 73.
17. ↑ R. Machowski, M. Rzętała, M. A. Rzętała, B. Wistuba: Zbiornik Żywiecki. Charakterystyka fizycznogeograficzna i znaczenie społeczno-gospodarcze, Sosnowiec 2005, s. 80.
18. ↑ Podział hydrograficzny Polski, Warszawa 1983, s. 924; K. Stachowicz, M. Czernoch: Charakterystyka ekologiczna zbiorników zaporowych na Sole, Warszawa 1992, s. 73; R. Machowski, M. Rzętała, M. A. Rzętała, B. Wistuba: Zbiornik Żywiecki. Charakterystyka fizycznogeograficzna i znaczenie społeczno-gospodarcze, Sosnowiec 2005, s. 80.
19. ↑ Podział hydrograficzny Polski, Warszawa 1983, s. 924.
20. ↑ S. Bałus, D. Boros-Meinike, W. Drzyżdżyk, K. Fiedler, A. Olszewski, L. Osuch-Chacińska, R. Ryżak, K. Stanach-Bałus: Kaskada rzeki Soły – zbiorniki: Tresna, Porąbka, Czaniec. Monografia, Warszawa 2007, s. 167; S. Pisarczyk: Geotechniczne problemy Porąbki-Żar i Tresnej, w: „Gospodarka Wodna” 1987, nr 8, s. 183-187.
21. ↑ W. Sroczyński: Inwentaryzacja obiektów hydrotechnicznych w zlewniach górnej Odry, Soły i górnego Sanu – ocena stanu, ocena wpływu na zjawiska powodziowe. Dynamiczna ocena i prognoza geologicznych zagrożeń wywołanych powodzią – na przykładzie Nysy Kłodzkiej, górnej Soły i górnego Sanu-Solinki, Kraków 2000, s. 21-47.
22. ↑ K. Stachowicz, M. Czernoch: Charakterystyka ekologiczna zbiorników zaporowych na Sole, Warszawa 1992, s. 73.
23. ↑ Rok hydrologiczny – okres od 1 listopada do 31 października następnego roku kalendarzowego, stosowany w hydrologii dla ułatwienia obliczeń bilansowych np. rok hydrologiczny 1978 trwał od 1 listopada 1977 roku do 31 października 1978 roku.
24. ↑ Rocznik hydrologiczny wód powierzchniowych. Dorzecze Wisły i rzek Przymorza na wschód od Wisły. 1969, Warszawa 1972, s. 276.
25. ↑ R. Machowski, M. Rzętała, M. A. Rzętała, B. Wistuba: Zbiornik Żywiecki. Charakterystyka fizycznogeograficzna i znaczenie społeczno-gospodarcze, Sosnowiec 2005, s. 80.
26. ↑ A. Łajczak: Studium nad zamulaniem wybranych zbiorników zaporowych w dorzeczu Wisły, Warszawa 1995, s. 108.
27. ↑ M. Kostecki: Badania limnologiczne zbiornika zaporowego Tresna. Część II: Dynamika przemian oraz wstępny bilans związków azotowych w dopływach zbiornika, w: „Archiwum Ochrony Środowiska” 1979, z. 3-4, s. 17-37.
28. ↑ A. Łajczak: Studium nad zamulaniem wybranych zbiorników zaporowych w dorzeczu Wisły, Warszawa 1995, s. 108.
29. ↑ R. Machowski, M. Rzętała, M. A. Rzętała, B. Wistuba: Zbiornik Żywiecki. Charakterystyka fizycznogeograficzna i znaczenie społeczno-gospodarcze, Sosnowiec 2005, s. 80.
30. ↑ Tamże.
31. ↑ K. Stachowicz, M. Czernoch: Charakterystyka ekologiczna zbiorników zaporowych na Sole, Warszawa 1992, s. 73.
32. ↑ J. Paluch, I. Twardowska, M. Kostecki, S. Magosz: Charakterystyka limnologiczna kaskady zbiorników zaporowych na rzece Sole. Część II. Chemizm wód i wstępny bilans związków azotowych, w: „Archiwum Ochrony Środowiska” 1975, t. 1, s. 119-175.
33. ↑ Państwowy monitoring środowiska, wyniki badań wód powierzchniowych – zbiorniki wodne, 2015 rok (<http://www.katowice.wios.gov.pl/monitoring/informacje/stan2015/zbiorniki.pdf>)
34. ↑ Państwowy monitoring środowiska, wyniki badań wód powierzchniowych – zbiorniki wodne, 2016 rok ([http://www.katowice.wios.gov.pl/monitoring/informacje/stan2016/wody\\_pow/zbiorniki.pdf](http://www.katowice.wios.gov.pl/monitoring/informacje/stan2016/wody_pow/zbiorniki.pdf))
35. ↑ Załącznik elektroniczny do opisowej oceny stanu wód za 2016 rok (tabela: Klasyfikacja i ocena stanu 2011-2016) (<http://www.katowice.wios.gov.pl/index.php?tekst=monitoring/informacje/stan2016/i>)
36. ↑ R. Machowski, M. Rzętała, M. A. Rzętała, B. Wistuba: Zbiornik Żywiecki. Charakterystyka

- fizycznogeograficzna i znaczenie społeczno-gospodarcze, Sosnowiec 2005, s. 80.
37. ↑ Tamże.
  38. ↑ Tamże.
  39. ↑ Tamże.
  40. ↑ M. Kostecki: Badania limnologiczne zbiornika zaporowego Tresna. Część II: Dynamika przemian oraz wstępny bilans związków azotowych w dopływach zbiornika, w: „Archiwum Ochrony Środowiska” 1979, z. 3-4, s. 17-37.
  41. ↑ R. Machowski, M. Rzętała, M. A. Rzętała, B. Wistuba: Zbiornik Żywiecki. Charakterystyka fizycznogeograficzna i znaczenie społeczno-gospodarcze, Sosnowiec 2005, s. 80.
  42. ↑ J. Woyciechowska, J. Dojlido: Zmiany jakości wód powierzchniowych pod wpływem zabudowy hydrotechnicznej, w: „Gospodarka Wodna” 1982, nr 5, s. 47-51.
  43. ↑ E. Jachniak, A. Jaguś: Obniżanie trofii wód w systemach kaskadowych, na przykładzie kaskady Soły (południowa Polska), w: „Inżynieria Ekologiczna” 2013, z. 32, s. 65-73.
  44. ↑ S. Bałus, D. Boros-Meinike, W. Drzyżdżyk, K. Fiedler, A. Olszewski, L. Osuch-Chacińska, R. Ryżak, K. Stanach-Bałus: Kaskada rzeki Soły – zbiorniki: Tresna, Porąbka, Czaniec. Monografia, Warszawa 2007, s. 167.
  45. ↑ M. A. Rzętała: Procesy brzegowe i osady dennie wybranych zbiorników wodnych w warunkach zróżnicowanej antropopresji (na przykładzie Wyżyny Śląskiej i jej obrzeży), Katowice 2003, s. 147.
  46. ↑ M. A. Rzętała: Wybrane przemiany geomorfologiczne mis zbiorników wodnych i ocena zanieczyszczeń osadów zbiornikowych w warunkach zróżnicowanej antropopresji (na przykładzie regionu górnośląsko-zagłębiowskiego), Katowice 2014, s. 174.
  47. ↑ A. Łajczak: Zamulanie i lokalizacja zbiorników zaporowych w polskich Karpatach, w: „Gospodarka Wodna” 1986, nr 2, s. 47-50.
  48. ↑ J. Cyberski: Sedymentacja rumowiska w zbiorniku Rożnowskim, w: „Prace Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego” 1969, z. 96, s. 21-41.
  49. ↑ T. Ziętara: Dynamika rozwoju platform abrazyjnych w otoczeniu zbiornika Żywieckiego na Sole. Prace geomorfologiczne. Zapis w rzeźbie i osadach. Część 1, Sosnowiec 1995.
  50. ↑ A. Łajczak: Studium nad zamulaniem wybranych zbiorników zaporowych w dorzeczu Wisły, Warszawa 1995, s. 108.
  51. ↑ J. Ratomski, J. Stonawski: Survey and evaluation of the sedimentation of Tresna reservoir on the Soła river. Runoff and sedimentation yield modeling, Warsaw 1993.
  52. ↑ J. Mroczek, J. Ratomski, M. Waclawski: Sedymentacja rumowiska w zbiorniku Tresna. Procesy związane z ruchem rumowiska w ciekach karpaccich, w: „Monografie Komitetu Gospodarki Wodnej Polskiej Akademii Nauk” 1997, z. 13, s. 31-45.
  53. ↑ M. A. Rzętała: Procesy brzegowe i osady dennie wybranych zbiorników wodnych w warunkach zróżnicowanej antropopresji (na przykładzie Wyżyny Śląskiej i jej obrzeży), Katowice 2003, s. 147.
  54. ↑ R. Machowski, M. Rzętała, M. A. Rzętała, B. Wistuba: Zbiornik Żywiecki. Charakterystyka fizycznogeograficzna i znaczenie społeczno-gospodarcze, Sosnowiec 2005, s. 80.
  55. ↑ T. Ziętara: Dynamika rozwoju platform abrazyjnych w otoczeniu zbiornika Żywieckiego na Sole. Prace geomorfologiczne. Zapis w rzeźbie i osadach. Część 1, Sosnowiec 1995.
  56. ↑ Z. Heliasz: Zjawiska geodynamiczne w strefach brzegowych zbiorników Solina-Myczkowice i Tresna-Porąbka. Dynamiczna ocena i prognoza geologicznych zagrożeń wywołanych powodzią – na przykładzie Nysy Kłodzkiej, górnej Soły i górnego Sanu-Solinki, Kraków 2000, s. 169-190.
  57. ↑ T. Ziętara: Dynamika rozwoju platform abrazyjnych w otoczeniu zbiornika Żywieckiego na Sole. Prace geomorfologiczne. Zapis w rzeźbie i osadach. Część 1, Sosnowiec 1995.
  58. ↑ M. Kostecki: Wstępne informacje nad transformacją brzegów zbiornika w Tresnej. „Gospodarka Wodna” 1975, nr 4.
  59. ↑ M. Banach: Morfodynamika form akumulacyjnych strefy brzegowej zbiornika Włocławek. Zbiornik Włocławski – niektóre problemy z geografii fizycznej. Dokumentacja geograficzna, Wrocław 1992, s. 9-39.
  60. ↑ J. Cyberski: Zjawiska akumulacyjno-erozyjne w rzekach objętych oddziaływaniem budowli piętrzących, w: „Czasopismo Geograficzne” 1984, t. LV, z. 3, s. 355-363.
  61. ↑ T. Ziętara: Dynamika rozwoju platform abrazyjnych w otoczeniu zbiornika Żywieckiego na Sole. Prace geomorfologiczne. Zapis w rzeźbie i osadach. Część 1, Sosnowiec 1995.
  62. ↑ Z. Heliasz: Zjawiska geodynamiczne w strefach brzegowych zbiorników Solina-Myczkowice i Tresna-Porąbka. Dynamiczna ocena i prognoza geologicznych zagrożeń wywołanych powodzią – na przykładzie Nysy Kłodzkiej, górnej Soły i górnego Sanu-Solinki, Kraków 2000, s. 169-190.
  63. ↑ R. Machowski, M. Rzętała, M. A. Rzętała, B. Wistuba: Zbiornik Żywiecki. Charakterystyka fizycznogeograficzna i znaczenie społeczno-gospodarcze, Sosnowiec 2005, s. 80.
  64. ↑ A. Łajczak: Studium nad zamulaniem wybranych zbiorników zaporowych w dorzeczu Wisły, Warszawa 1995, s. 108.
  65. ↑ J. Mroczek, J. Ratomski, M. Waclawski: Sedymentacja rumowiska w zbiorniku Tresna. Procesy związane z ruchem rumowiska w ciekach karpaccich, w: „Monografie Komitetu Gospodarki Wodnej Polskiej Akademii Nauk” 1997, z. 13, s. 31-45.

66. ↑ K. Klimek, A. Łajczak, L. Zwaliński: Cechy sedymentologiczno-geochemiczne osadów delty Soły w zbiorniku Żywieckim, w: „Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich” 1989, nr 29, s. 85-91.
67. ↑ J. Mroczek, J. Ratomski, M. Waclawski: Sedymentacja rumowiska w zbiorniku Tresna. Procesy związane z ruchem rumowiska w ciekach karpaccyckich, w: „Monografie Komitetu Gospodarki Wodnej Polskiej Akademii Nauk” 1997, z. 13, s. 31-45.
68. ↑ M. Spaleny: Badania zamulania zbiornika Tresna na Sole. „Gospodarka Wodna” 1977, nr 10.
69. ↑ S. Rudowski: Geofizyczne profilowanie osadów dennych zbiorników retencyjnych Otmuchów, Nysa, Tresna, Solina. Dynamiczna ocena i prognoza geologicznych zagrożeń wywołanych powodzią – na przykładzie Nysy Kłodzkiej, górnej Soły i górnego Sanu-Solinki, Kraków 2000, s. 191-200.
70. ↑ Ł. Karwowski: Badania litologiczne namulów z rdzeni ze zbiorników retencyjnych Otmuchów, Nysa, Tresna i Solina. Dynamiczna ocena i prognoza geologicznych zagrożeń wywołanych powodzią – na przykładzie Nysy Kłodzkiej, górnej Soły i górnego Sanu-Solinki, Kraków 2000, s. 201-205.
71. ↑ R. Machowski, M. Rzętała, M. A. Rzętała, B. Wistuba: Zbiornik Żywiecki. Charakterystyka fizycznogeograficzna i znaczenie społeczno-gospodarcze, Sosnowiec 2005, s. 80.
72. ↑ J. Punzet: Stosunki hydrologiczne w dorzeczu Soły, Wrocław – Warszawa – Kraków – Gdańsk 1971, s. 71.
73. ↑ Aktualizacja Instrukcji Gospodarowania Wodą w warunkach powodziowych dla zbiorników Kaskady Soły, Warszawa 2003.
74. ↑ A. Jaguś: Gospodarczo-społeczne znaczenie zbiorników zaporowych – studium kaskady Soły, w: „Inżynieria Ekologiczna” 2018, vol. 19, z. 1, s. 25–35.
75. ↑ J. Punzet: Stosunki hydrologiczne w dorzeczu Soły, Wrocław – Warszawa – Kraków – Gdańsk 1971, s. 71.
76. ↑ R. Machowski, M. Rzętała, M. A. Rzętała, B. Wistuba: Zbiornik Żywiecki. Charakterystyka fizycznogeograficzna i znaczenie społeczno-gospodarcze, Sosnowiec 2005, s. 80.
77. ↑ K. Stachowicz, M. Czernoch: Charakterystyka ekologiczna zbiorników zaporowych na Sole, Warszawa 1992, s. 73.
78. ↑ S. Bałus, D. Boros-Meinike, W. Drzyżdżyk, K. Fiedler, A. Olszewski, L. Osuch-Chacińska, R. Ryżak, K. Stanach-Bałus: Kaskada rzeki Soły – zbiorniki: Tresna, Porąbka, Czaniec. Monografia, Warszawa 2007, s. 167.
79. ↑ A. Jaguś, O. Rahmonov, M. Rzętała, M.A. Rzętała: The essence of cultural landscape transformation in the neighbourhood of selected artificial water reservoirs in southern Poland. Cultural Landscape. Regiograph, Brno 2004, s. 37-55.
80. ↑ A. Jackowski: Wpływ zbiorników retencyjnych na strukturę społeczno – gospodarczą ich otoczenia, w: „Czasopismo Geograficzne” 1984, t. LV, z. 3, s. 379-386; J. Warszńska, Wybrane zagadnienia z geografii turystyki województwa bielskiego. „Folia Geographica. Series Geographica – Oeconomica” 1984, vol. 16.
81. ↑ K. Wójcik: Dziś i jutro żywieckiej turystyki, Żywiec 1968, s. 31-35.
82. ↑ R. Machowski, M. Rzętała, M. A. Rzętała, B. Wistuba: Zbiornik Żywiecki. Charakterystyka fizycznogeograficzna i znaczenie społeczno-gospodarcze, Sosnowiec 2005, s. 80.
83. ↑ Tamże.
84. ↑ Tamże.
85. ↑ L. Osuch-Chacińska: 20 lat eksploatacji kaskady Soły, w: „Gospodarka Wodna” 1987, nr 8, s. 176-178.

## Źródła on-line

Machowski R., Rzętała M.: Dorzecze Wisły, w: „Encyklopedia Województwa Śląskiego” 2015, t. 2. ([http://ibrbs.pl/mediawiki/index.php/Dorzecze\\_Wis%C5%82y](http://ibrbs.pl/mediawiki/index.php/Dorzecze_Wis%C5%82y))

Machowski R., Rzętała M.: Zlewnia Soły, w: „Encyklopedia Województwa Śląskiego” 2017, t. 4. ([http://ibrbs.pl/mediawiki/index.php/Zlewnia\\_Soły](http://ibrbs.pl/mediawiki/index.php/Zlewnia_Soły))

Załącznik elektroniczny do opisowej oceny stanu wód za 2016 rok (tabela: Klasyfikacja i ocena stanu 2011-2016) (<http://www.katowice.wios.gov.pl/index.php?tekst=monitoring/informacje/stan2016/i>)

Państwowy monitoring środowiska, wyniki badań wód powierzchniowych – zbiorniki wodne, 2015 rok (<http://www.katowice.wios.gov.pl/monitoring/informacje/stan2015/zbiorniki.pdf>)

Państwowy monitoring środowiska, wyniki badań wód powierzchniowych – zbiorniki wodne, 2016 rok ([http://www.katowice.wios.gov.pl/monitoring/informacje/stan2016/wody\\_pow/zbiorniki.pdf](http://www.katowice.wios.gov.pl/monitoring/informacje/stan2016/wody_pow/zbiorniki.pdf))

## Zobacz też

Zlewnia Soły

Dorzecze Wisły

Wody powierzchniowe

Wody podziemne

Źródło „[http://ibrbs.pl/mediawiki/index.php?title=Zbiornik\\_Tresna&oldid=9994](http://ibrbs.pl/mediawiki/index.php?title=Zbiornik_Tresna&oldid=9994)”

Kategorie: Geografia | Indeks haseł – alfabetyczny | Tom 7 (2020)

---

- Tę stronę ostatnio zmodyfikowano o 09:17, 26 sty 2021.
- Treść udostępniana na licencji Creative Commons – za uznaniem autora, bez użycia komercyjnego, na tych samych zasadach, jeśli nie podano inaczej.