

*Robert Kasperek, Mirosław Wiatkowski*

**PROGNOZA DOPŁYWU RUMOWISKA DO ZBIORNIKA  
RETENCYJNEGO WŁODZIENIN NA RZECE TROI**

---

***PROGNOSIS OF SEDIMENT INFLOW TO WŁODZIENIN  
RETENTION RESERVOIR ON RIVER TROJA***

**Streszczenie**

Praca dotyczy zbiornika retencyjnego Włodzienin na rzece Troi, zlokalizowanego w województwie opolskim. Główną funkcją tego zbiornika jest ochrona przed powodzią oraz nawadnianie rolnicze. Pojemność zbiornika przy normalnym poziomie piętrzenia NPP wynosi 4 mln m<sup>3</sup>, a powierzchnia zalewu 86 ha. Budowa tego zbiornika jest obecnie na ukończeniu, a początek jego napełniania przewiduje się pod koniec 2007 roku. Autorzy przedstawili w pracy prognozę dopływu rumowiska do zbiornika oraz oszacowali wielkość jego zamulenia w czasie.

**Słowa kluczowe:** rzeka, zbiornik wodny, rumowisko, zamulanie

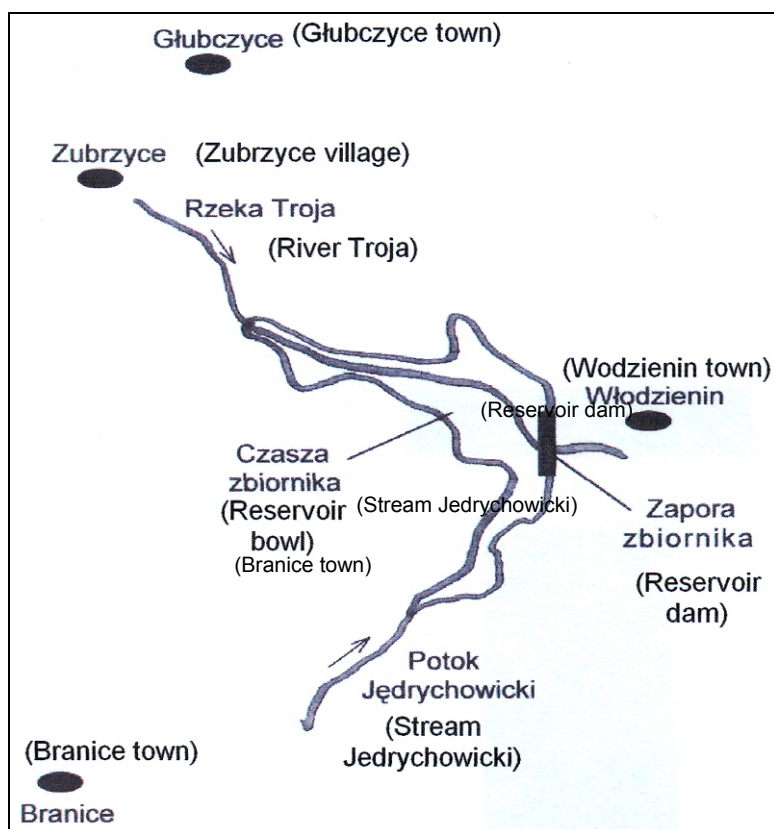
***Summary***

*Paper concerns the Włodzienin retention reservoir on river Troja located in Opole Province. Main function of this reservoir is flood protection and agricultural irrigatin. Reservoir capacity at NPP is equal 4 mln m<sup>3</sup>, and flood surface 86 ha. At present construction of this reservoir is near, and start of tankage is foreseen towards the end of current year. The authors presented on the paper prognosis of sediment inflow to reservoir. Calculations showed that this reservoir has been deposited after about 100 years.*

**Key words:** river, water reservoir, sediment, silting up

## WSTĘP

Zbiornik retencyjny Włodzienin zlokalizowany jest w km 25,0 rzeki Troi. Położony jest w południowej części Płaskowyżu Głubczyckiego, na przedpolu gór Opawskich w województwie opolskim. Zaporę zbiornika zlokalizowano poniżej ujścia potoku Jędrychowickiego do rzeki Troi (rys. 1), gdzie dolina zwęża się, tworząc wąski przesmyk.



**Rysunek 1.** Lokalizacja zbiornika Włodzienin  
**Figure 1.** Localization of Włodzienin reservoir

Zbiornik ten jest jednym z 30 zbiorników małej retencji przeznaczonych do realizacji w województwie opolskim w ramach „Programu budowy zbiorników małej retencji w województwie opolskim” [Program 2002]. Biorąc pod uwagę potrzebę budowy nowych zbiorników, można stwierdzić, że retencjonowanie wód w małych zbiornikach zaporowych jest bardzo ważne ze względu na ochronę przed powodzią, przede wszystkim w części południowej wojewódz-

twą. Z tego Programu wynika, że najważniejsza była budowa zbiornika Włodzienin na rzece Troi. Zbiornik ten jest obecnie w końcowej fazie budowy. Planowane rozpoczęcie napełniania zbiornika przewiduje się pod koniec 2007 roku [Wiatkowski i in. 2007]. Celem pracy jest oszacowanie wielkości dopływającego rumowiska do zbiornika oraz ocena jego zamulania w czasie.

### CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU

Do najważniejszych funkcji zbiornika należą ochrona przed powodzią [Kasperek i in. 2007] i zagwarantowanie wody do nawodnień upraw rolnych. Zbiornik będzie umożliwiał także hodowlę ryb, rekreację i turystykę, a w przyszłości planuje się wybudowanie tu małej elektrowni wodnej [Operat wodnoprawny 2001]. Podstawowymi elementami składowymi zbiornika są: zapora ziemna z blokiem urządzeń spustowych, czasza zbiornika i zbiorniki wstępne. Zbiornik przy NPP ma powierzchnię zalewu 86 ha i pojemność 4 mln m<sup>3</sup>, a średnia głębokość wynosi 4 m.

Lokalizacja zbiornika Włodzienin jest bardzo korzystna ze względu na niewielką długość zapory czołowej, wynoszącej 235 m. W czaszy zbiornika występuje nieprzepuszczalne podłoże oraz lita skała pod zaporą. Obsługę urządzeń zrzutowych umożliwia wieża zasuw wraz z pomostem obsługowym. Zarówno przelew z pionowym szybem, jak i wieża zasuw są posadowione bezpośrednio na skale. Dolną część wieży zasuw stanowi komora. Poniżej wylotu kanałów zrzutowych wybudowano nieckę wypadową [Projekt budowlany 2001]. Podłoże czaszy zbiornika budują utwory wieku karbońskiego i czwartorzędowego. Utwory karbońskie występują w podłożu terenu na głębokości od 2,5 m do ponad 30 m jako szarogłazy, łupki i piaskowce. Bezpośrednio na karbonie zalegają utwory czwartorzędowe, plejstoceńskie, będące osadami zlodowacenia środkowo-polskiego oraz młodsze holocenijskie osady dolinne reprezentowane tu przez piaski i żwiry oraz gliny morenowe i lessowate. Utwory holocenijskie to osady rzeczne składające się z pyłów, glin, ilów oraz namulów organicznych. Miąższość osadów rzecznych w dolinie rzeki Troi wynosi 2–12 m. Piaski i żwiry rzeczno-lodowcowe oraz gliny morenowe występują głównie w części wschodniej terenu, w rejonie projektowanej zapory. Budują one dość rozległy wał usytuowany w poprzek doliny, który rzeka Troja przecina w połowie długości, tworząc wyraźne zawężenie doliny, w którym zlokalizowano zaporę [Projekt 2001]. Przypowierzchniową partię terenu na zboczach doliny i na wierzchołkach okolicznych wzgórz budują gliny morenowe i lessowate. Ich miąższość waha się w granicach od 1,0 m do 5,0 m. Współczynnik filtracji tych gruntów wynosi  $k < 10^{-6}$  m/s. Po prawej stronie zapory, w kierunku północno-wschodnim, w bezpośrednim sąsiedztwie korony zapory usytuowane jest grodzisko archeologiczne, z którym realizowany zbiornik nie koliduje. Teren w rejonie czaszy zbiornika, jak i na jej obrzeżach, nie jest zabudowany. Powierzchnię czaszy zbiornika stanowią łąki, pastwiska i pola uprawne.

## CHARAKTERYSTYKA HYDROLOGICZNA

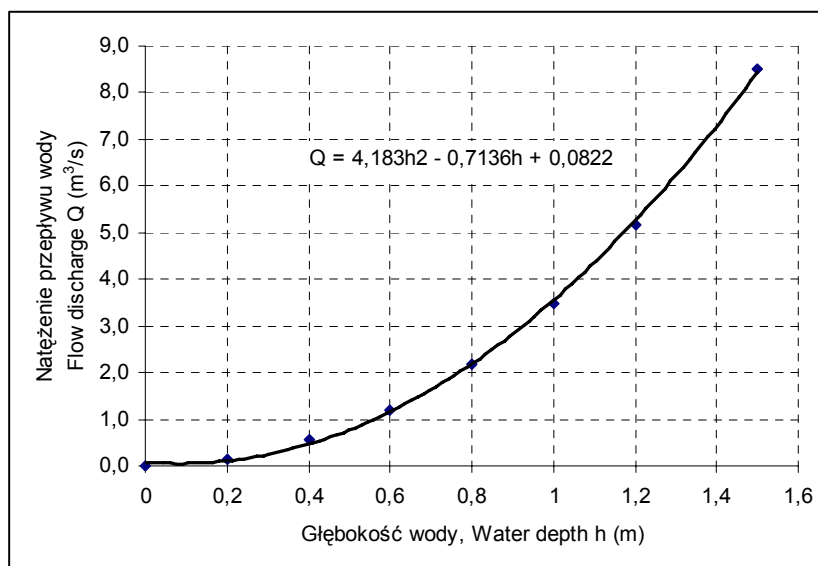
Powierzchnia zlewni rzeki Troi w przekroju zapory wynosi 55,4 km<sup>2</sup>. Przepływy charakterystyczne, opracowane przez IMGW Oddział w Katowicach dla rzeki Troi, w przekroju zapory zbiornika są następujące: SSQ = 0,18 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>; NNQ = 0,015 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>; SNQ = 0,07 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>; SWQ = 4,44 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>; NWQ = 20,7 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>; Q<sub>nh</sub> = 0,07 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>. Zbiornik należy do II klasy ważności, przepływ miarodajny przyjęto jako Q<sub>m(0,3%)</sub> = 29,9 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>, a przepływ kontrolny jako Q<sub>k(0,05%)</sub> = 55,2 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>. Magazynowana w zbiorniku woda pozwoli na wykorzystanie jej do nawadniania użytków rolnych zlokalizowanych w rejonie zbiornika oraz poniżej. W okresie wegetacyjnym do dyspozycji może być do 1,5 mln m<sup>3</sup> wody. Pozwoli to nawodnić około 700 ha użytków rolnych o bardzo dobrych glebach, lecz okresowo ubogich w wodę. Warunki odpływu wód z przekroju zbiornika ulegną dużej zmianie. W przeważającej części roku, rzeką Troją poniżej zbiornika odbywał się będzie przepływ gwarantowany Q<sub>gw</sub> = 0,10 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>, który nie będzie odbiegał od SSQ = 0,18 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>. Po wybudowaniu zbiornika ulegną zmianie warunki przepływu wód powodziowych, które przy niewielkich wezbraniach będą dla mieszkańców miejscowości położonych poniżej zbiornika mało zauważalne na skutek wyrównania odpływu. Przez dłuższy czas rzeka będzie „leniwa”, jednak z uwagi na odcięcie przepływu rumowiska przez zbiornik będzie ona miała większą zdolność erozyjną. Na odcinku wlotowym do zbiornika Włodzienin koryto rzeki Troi (rys. 2) ma następujące parametry: szerokość w dnie b = 1,0 m; nachylenie skarp 1:m = 1:1,5; spadek zwierciadła wody I = 7 ‰; głębokość koryta H = 1,4 m; odwrotność współczynnika szorstkości k = 1/n = 25. Na rysunku 3 przedstawiono graficzną krzywą natężenia przepływu wody dla koryta Troi w przekroju zbiornika Włodzienin.

## MATERIAŁ DENNY

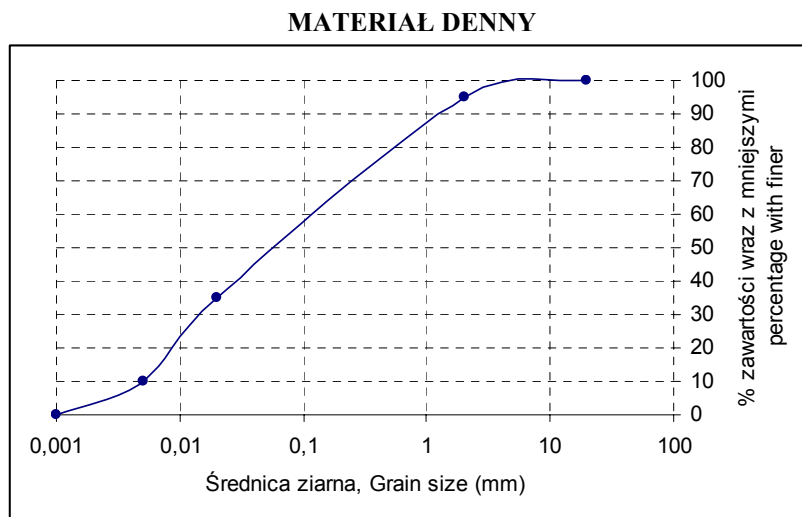
Materiał denny, który będzie dostawał się do zbiornika Włodzienin pochodzi ze zlewni rzeki Jędrychowicki Potok oraz rzeki Troi. Pobrany materiał przez autorów z obu tych cieków uchodzących i zasilających w wodę zbiornik charakteryzował się przeciętną wielkością ziarna d<sub>50</sub> = mm. Głównymi frakcjami są pyły i piaski, które stanowią odpowiednio 35% i 60%. Żwiry drobne stanowią jedynie 5% rumowiska dopływającego do zbiornika Włodzienin. Krzywa ziarnowa materiału dennego z rzeki Troi została przedstawiona na rysunku 4.



**Rysunek 2.** Koryto rzeki Troi powyżej zbiornika Włodzienin  
**Figure 2.** River Troja channel above Włodzienin reservoir



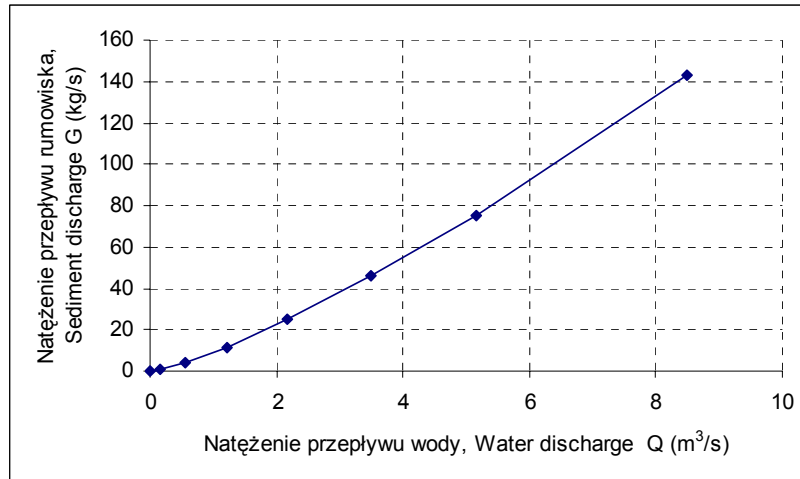
**Rysunek 3.** Krzywa natężenia przepływu wody, rzeka Troja  
**Figure 3.** Flow discharge curve, river Troja



**Rysunek 4.** Krzywa składu ziarnowego, rzeka Troja  
**Figure 4.** Size distribution curve, river Troja

#### DOPIŁYW RUMOWISKA I ZAMULANIE ZBIORNIKA WŁODZIENIN

Obliczenia hydrauliczne w korycie rzeki Troi oraz analiza uziarnienia materiału dennego pozwoliły na oszacowanie natężenia transportu rumowiska dopływającego do zbiornika Włodzienin (rys. 5). Obliczenia transportu rumowiska przeprowadzono na podstawie formuł, które są obecnie stosowane, wg następujących autorów: Laursena, Engelunda i Hansena, Colbiego, Ackersa i White'a, Yanga, Einsteina i Toffaletiego. Po szczegółowej analizie ww. formuł oraz wyników obliczeń ostatecznie przyjęto, że najwłaściwsze rezultaty transportu rumowiska, zbliżone do wyników wstępnych badań terenowych przeprowadzonych przez autorów niniejszej pracy oraz innych badaczy [Wojarnik, Czamara 1997; Michalec, Tarnawski 2006] w rzece Troi daje formuła Yanga [Yang 1996]. Z obliczeń wynika, że podczas przepływów średnich SSQ do zbiornika Włodzienin będzie dopływać rocznie ok. 21 tys. ton materiału dennego. Po upływie 100 lat pojemność zbiornika zmniejszy się o ok. 75%.



**Rysunek 5.** Krzywa transportu rumowiska, rzeka Troja  
**Figure 5.** Sediment transport curve, river Troja

#### ZALECENIA I WNIOSKI

Zbiornik Włodzienin jest bardzo pożądanym ze względu na duże deficyty wody na obszarze województwa opolskiego oraz ochronę terenów przyległych przed powodzią.

Wstępne badania i obliczenia autorów wykazują, że zbiornik ten zostanie zamulony w 75% po upływie ok. 100 lat. Wskazane są jednak szczegółowe pomiary rumowiska na dopływie i odpływie ze zbiornika w celu weryfikacji obliczeń oraz modyfikacji formuł obliczeniowych.

Autorzy popierają również projekt budowy dwóch zbiorników wstępnych na rzece Troi i na Potoku Jędrychowickim, które będą zatrzymywały zanieczyszczenia oraz chroniły główny zbiornik Włodzienin przed zamulaniem.

#### BIBLIOGRAFIA

- Kasperek R., Wiatkowski M., Kościański S. *Analiza przejścia fali powodziowej przez zbiornik Włodzienin na rzece Troi*. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, 2007 (w druku).
- Michalec B., Tarnawski M. *Analysis of sediment deposit distribution in reservoir at Krempana*. EJPAU, Vol. 9, Issue 4, 2006.
- Operat wodnoprawny – Zbiornik retencyjny „Włodzienin” na rzece Troi*. WATER SERVICE sp. z o.o., Wrocław 2001.
- Program Budowy Zbiorników Małej Retencji w województwie opolskim*. Suplement, BPPS, Opole 2002.

*Robert Kasperek, Mirosław Wiatkowski*

---

*Projekt budowlany – Zbiornik retencyjny „Włodzienin” na rzece Troi. WATER SERVICE sp. z o.o., Wrocław 2001.*

Wiatkowski M., Głowski R., Kasperek R., Kościański S. *Ocena sposobu użytkowania zbiorników zaporowych małej retencji na terenie województwa opolskiego. Nauka Przyroda Technologie, Melioracje i Inżynieria Środowiska*, t. 1, z. 2, Poznań 2007, s. 249–257.

Wojarnik K., Czamara W. *Prognoza zamulania zbiornika Michalice na rzece Widawie. Maszynopis, Wrocław 1997.*

Yang C. T. *Sediment transport*. McGraw-Hill, 1996.

Dr inż. Robert Kasperek  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska  
50-363 Wrocław, Pl. Grunwaldzki 24  
tel. 0 71 3205501, e-mail: kasp@iis.ar.wroc.pl

Dr inż. Mirosław Wiatkowski  
Uniwersytet Opolski, Katedra Ochrony Powierzchni Ziemi  
45-052 Opole, ul. Oleska 22,  
tel. 0 77 4016027, e-mail: wiatkowski@uni.opole.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Marek Madeyski*