

JANUSZ CHMURA

Próba prognozy zamulania zbiornika wodnego na terenach przemysłowych w oparciu o model zmian stężenia zawiesiny

WSTĘP

Sterowanie przepływem wody za pomocą zbiorników retencyjnych pozwala zwiększyć jej zasoby dyspozycyjne. Czynnikiem ujemnym, powodującym zmniejszenie tych zasobów, jest zamulenie zbiorników. Zjawiskiem tym zajmowało się wielu badaczy, m.in.: Z. Mikucki (1960), B. Wisniewski (1969), Cyberski (1969), W. Parzonka (1974), W. Śliwiński (1975), J. Brański (1976). Materiał unoszony jest głównym źródłem zamulania zbiorników i od masy ładunku zatrzymanego w zbiorniku zależy jego żywotność.

DOTYCHCZASOWE BADANIA ZAMULANIA ZBIORNIKÓW

Metody badania zamulania zbiorników można podzielić na: teoretyczne i empiryczne. Metody teoretyczne polegają na równoczesnym rozwiązaniu układu równań ruchu wody i rumowiska. Proces osadzania rumowiska określa się na podstawie maksymalnej wielkości ziarn, które mogą być przenoszone poza rozpatrywany przekrój zbiornika.

W metodach empirycznych można wyróżnić metodę pomiarów batymetrycznych opartą na:

- sondowaniu dna zbiornika,
- niwelacji geodezyjnej odkrytej powierzchni namulów,
- fotointerpretacji geologicznej zdjęć lotniczych przy opróżnionym zbiorniku.

Metoda bilansu rumowiska oparta jest na równaniu bilansu lub intensywności denudacji zlewni.

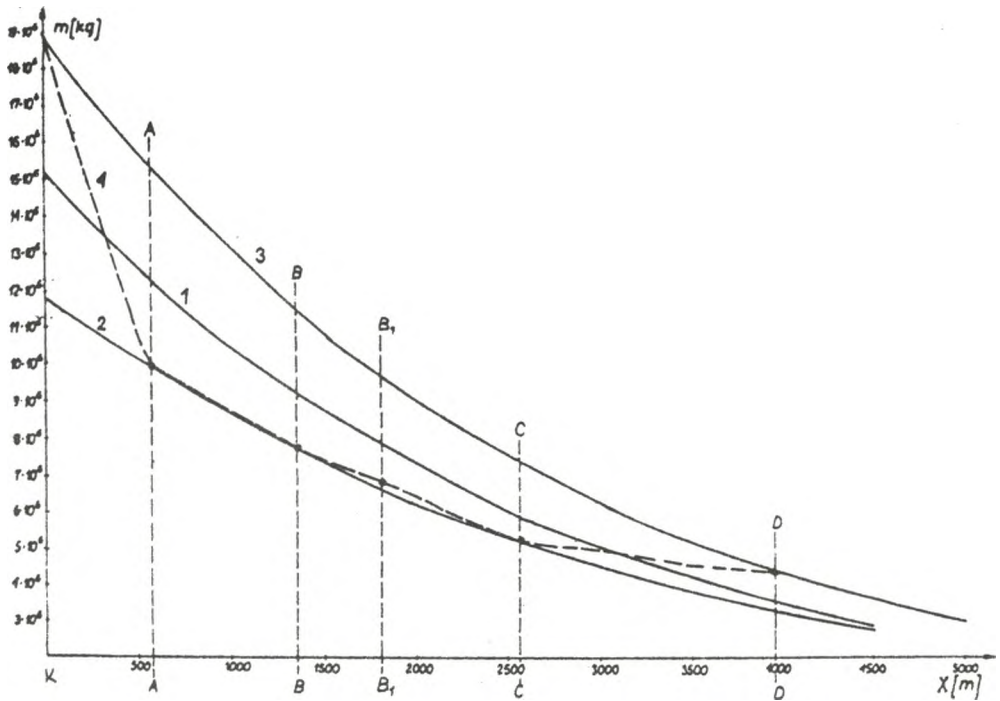
MATERIAŁ I METODA

Badania przeprowadzono na zbiorniku wodnym Dzierżno Duże, utworzonym na rzece Kłodnicy. Jest to zbiornik retencyjny, charakteryzujący się wyrównanym zasilaniem w poszczególnych miesiącach z znacznie większym zróżnicowaniem ładunku zawiesiny w cyklu rocznym. Badana zlewnia wyróżnia się bardzo dużą antropopresją przemysłową i urbanizacyjną. Można ją uznać za typową dla obszarów przemysłowych. Pomiar stężenia zawiesiny przeprowadzono mętnościomierzem fotoelektrycznym (J. Chmura 1985) w przekrojach poprzecznych zbiornika (A - A, B - B, B₁ - B₁, C - C, D - D, ryc. 1).

Na podstawie analizy uzyskanych pomiarów wyprowadzono równanie określające model matematyczny zmian stężenia zawiesiny wzdłuż osi podłużnej zbiornika

$$y = k e^{-ax} \quad (1) \text{ (J. Chmura 1984)}$$

gdzie: x [m] - odległość danego przekroju od ujścia Kłodnicy w zbiorniku,



Ryc. 1. Wykres ładunku zawiesiny transportowanego przez zbiornik

- a [1/m] - współczynnik redukcji stężenia zawiesiny obliczony na podstawie pomiarów empirycznych,
- e - podstawa logarytmu naturalnego,
- k [kg/m^3] - średnia wartość stężenia zawiesiny na wlocie do zbiornika.

Dla określenia żywotności zbiornika wodnego przeprowadzono poniższe obliczenia. Podstawą do wyliczenia średniej wartości stężenia zawiesiny k były obliczone wartości rocznego przepływu

$$Q = 187\,811 \cdot 10^3 \text{ [m}^3\text{]}$$

oraz wprowadzonego ładunku zawiesiny:

$$M = 18\ 973\ 751 \text{ [kg]}$$

stad:

$$k = 101 \text{ [g/m}^3\text{]}$$

Zawiesinę transportowaną przez zbiornik przedstawia ryc. 1. Krzywa (1) obrazuje wyliczoną średnią wartość zawiesiny w danym przekroju na podstawie równania (1).

$$M = Q k e^{-ax} \quad (2)$$

gdzie Q oznacza roczny dopływ do zbiornika.

Krzywe (2, 3) przedstawiają teoretyczne graniczne wartości ładunku zawiesiny transportowanego przez poszczególne przekroje. Krzywa zaznaczona linią przerywaną oznacza ładunek zawiesiny obliczony na podstawie średniej wartości stężenia zawiesiny ze wszystkich pomiarów w danym przekroju. Odczytane wartości z wykresu (linia 1) pozwalają określić ładunek zawiesiny M wytracony między poszczególnymi przekrojami. Można ją również obliczyć z równania (3) jako różnicę wartości:

$$M = Q k (e^{-ax_1} - e^{-ax_2}) \quad (3)$$

gdzie $x_1 < x_2$ oznaczają odpowiednio odległości danego przekroju od wlotu do zbiornika.

Na podstawie analizy pomiarów w strefie K - A wytrąca się ok. 45% ładunku zawiesiny (linia 4), natomiast według proponowanego modelu matematycznego ok. 20%. W celu lepszego dostosowania modelu do rzeczywistego przebiegu zjawiska zastosowano w równaniu (3) poprawkę $\alpha = 3,2$ na odcinku K - A. Jest to część cofkowa zbiornika, w której następuje największa zmiana warunków hydrodynamicznych

spowodowana znacznym spadkiem prędkości i uwarunkowana przejściem z warunków ciekowych do limnologicznych.

Przy założeniu, że zamulanie zbiornika ma przebieg liniowy oraz że zbiornik traci funkcję hydrologiczną przy zamuleniu 80% jego objętości (Hartung 1959), żywotność badanego zbiornika można ocenić na 4000 lat, przy nie zmienionych warunkach eksploatacyjnych. Na tak małe zamulenie zbiornika mają wpływ liczne obniżenia terenu wypełnione wodą, utworzone w wyniku działalności antropogenicznej, będące osadnikami unoszonego materiału, których w badanej zlewni znajdowało się ok. 10 000 (Żmuda 1973).

WNIOSKI

Model matematyczny $y = k e^{-ax}$ dobrze odzwierciedla przebieg zmian stężenia zawiesiny w osi podłużnej zbiornika. Wprowadzenie wartości 3,2 dla współczynnika α do równania (3)

$$M = \alpha k Q (e^{-ax_1} - e^{-ax_2}),$$

gdzie $x_2 > x_1$ pozwala obliczyć ilość zawiesiny wytrąconej w części cofkowej. Za część cofkową można przyjąć powierzchnię, na której wytrąca się 45% materiału unoszonego, tj. od ujścia rzeki do przekroju A - A.

LITERATURA

Brański J., Dąbkowski Sz., 1976. Uwagi o prognozowaniu zamulania zbiorników wodnych na rzekach nizinnych. Archiwum Hydrotechniki, t. XXIII, z. 3.

- Chmura J., 1984. Próba opracowania modelu matematycznego zmian stężenia zawiesiny zbiornika wodnego w terenach przemysłowych. Folia Geographica. Series Geographica-Phisica. Vol. XVII.
- Chmura J., Lalek J., 1985. Patent PRL Nr 124 481. Urządzenie do oznaczania zawartości zawiesin.
- Hartung F., 1959. Ursache und Verhutung der Staurationverlandung bei Talsperren. Die Wasserwirtschaft nr 1.
- Parzonka W., 1974. Ocena zmienności własności fizycznych i reologicznych osadów ze zbiorników wodnych Sautet i Lubachów. Archiwum Hydrotechniki PAN. Instytut Budownictwa Wodnego, T. 21, nr 4
- Spaleny M., 1977. Badanie zamulenia zbiornika Tresna na Sole. Gospodarka Wodna nr 1
- Śliwiński W., 1975. Sedymentacja w zbiorniku "Włocławek". Informator Projektanta. Hydroprojekt nr 2
- Wiśniewski B., 1969. Zamulanie zbiorników wodnych w Polsce oraz próba jego prognozy na podstawie intensywności denudacji. Archiwum Hydrotechniki T. XVI, z. 4
- Żmuda S., 1973. Antropogeniczne przeobrażenia środowiska przyrodniczego konurbacji górnośląskiej. Warszawa - Kraków.

APPLICATION OF THE SUSPENSION'S CONCENTRATION CHANGES
- MODEL FOR PROGNOSED THE SILTING OF A WATER RESERVOIR
IN INDUSTRIALIZED REGIONS

The control of water flow by means of retention reservoirs allows to increase water reserves. A negative factor that causes decreasing reserves is silting. The main source of silting is transported material. In this work an attempt to prognosticate the silting in a water reservoir is undertaken. A mathematical model which takes into account changes of the suspension concentration along the longitudinal axis of a reservoir is applied.