

## WPLYW RUMOWISKA NA WSPÓŁCZYNNIK SZORSTKOŚCI W DOLNEJ ODRZE

W pracy przeanalizowano zmianę strumienia rumowiska wraz ze zmianą współczynnika szorstkości oraz odwrotnie zmianę tego współczynnika przy zmiennych parametrach transportowanego rumowiska. Wyniki obliczeń zobrazowano wykresami.

### 1. WSTĘP

Współczynnik szorstkości jest parametrem na który ma wpływ wiele czynników. W literaturze przedstawiono wiele formuł na wyznaczenie jego wielkości. Często współczynnik szorstkości określa się bez uwzględniania rumowiska. Jego wartość zmienia się wraz ze zmianą parametrów ruchu wody w korytach rzecznych, które z kolei mają wpływ na ruch rumowiska. Wobec złożoności problemu, wymaga on wielokierunkowych rozważań. W pierwszej części pracy przeanalizowano wpływ przyjętego na podstawie literatury współczynnika szorstkości na transportowane rumowisko. A w drugiej części podjęto próbę interpretacji zjawiska ruchu wód oraz transportu rumowiska i ich wpływu na wielkość współczynnika szorstkości.

### 2. WYNIKI OBLICZEŃ

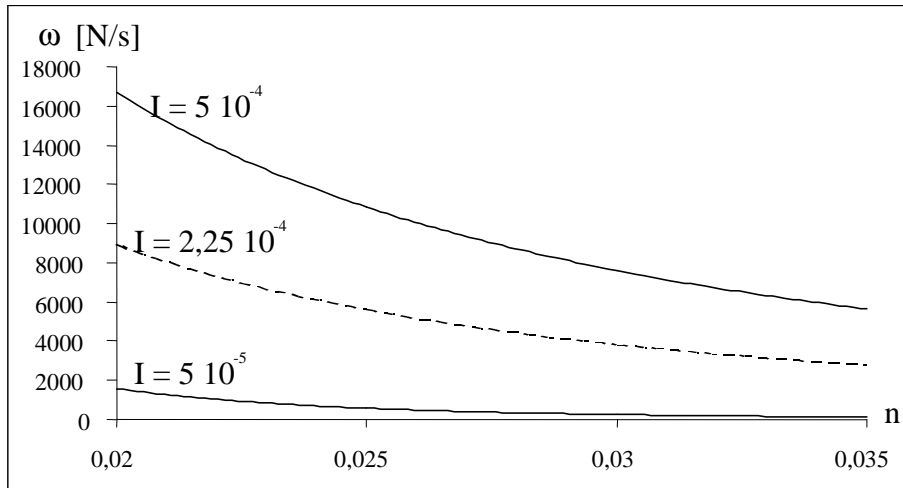
Strumień transportowanego rumowiska obliczono zweryfikowaną dla dolnej Odry metodą Ackersa-White'a, którego wielkość zależy m.in. od rozmiaru granulek, ich ilości (procentowej zawartości w próbce), gęstości, prędkości dynamicznej, przepływu wody, kształtu przekroju poprzecznego koryta rzeki i oczywiście od szorstkości powierzchni. Obszar badań dotyczy węzła Widuchowa, gdzie Odra rozdziela się na Odrę Zachodnią i Wschodnią. Obliczenia przeprowadzono na podstawie modelu sortowania rumowiska opisanego w pracy (Roszak, 2005) i wykorzystano wyniki badań przeprowadzonych w terenie.

Na podstawie wielkości: przepływu, szerokości, głębokości oraz składu rumowiska obliczono natężenia strumieni rumowiska  $\omega$  [N/s] dla współczynników szorstkości  $n$ , przyjętych na podstawie literatury (Buchholz, 1994, Libront, 2006). Strumień transportowanego rumowiska zmienia się również wraz ze zmianą spadku hydraulicznego. Wpływ spadków na obliczane wielkości przedstawiono w pracy (Roszak, 2002). W niniejszej pracy przedstawiono wyniki obliczeń dla współczynników szorstkości w zakresie od 0,02 do 0,035 [ $\text{m}^{-1/3} \text{ s}$ ] dla wybranych spadków:  $I = 5 \cdot 10^{-4}$ ,  $2,25 \cdot 10^{-4}$ ,  $5 \cdot 10^{-5}$ .

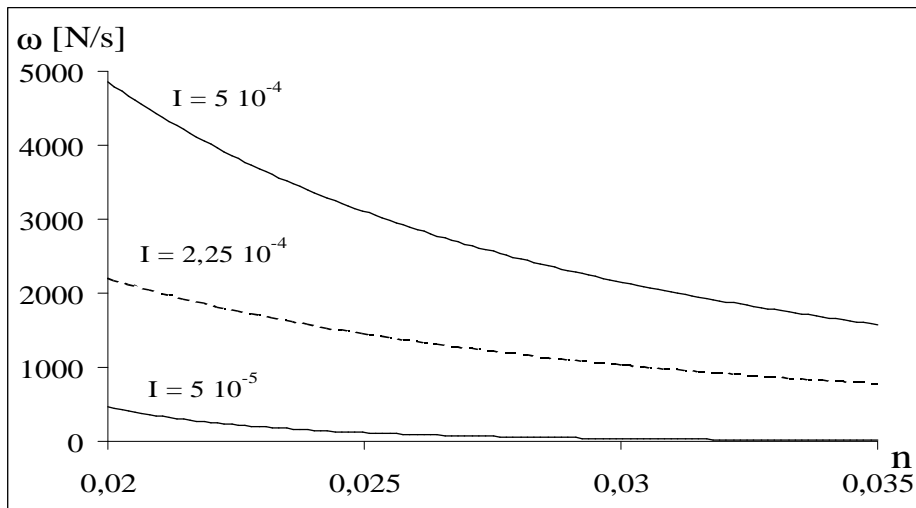
Na rys. 1 przedstawiono krzywe  $\omega = f(n)$  dla w/w spadków dla Odry, na rys. 2 dla Odry Zachodniej, a na rys. 3 dla Odry Wschodniej.

---

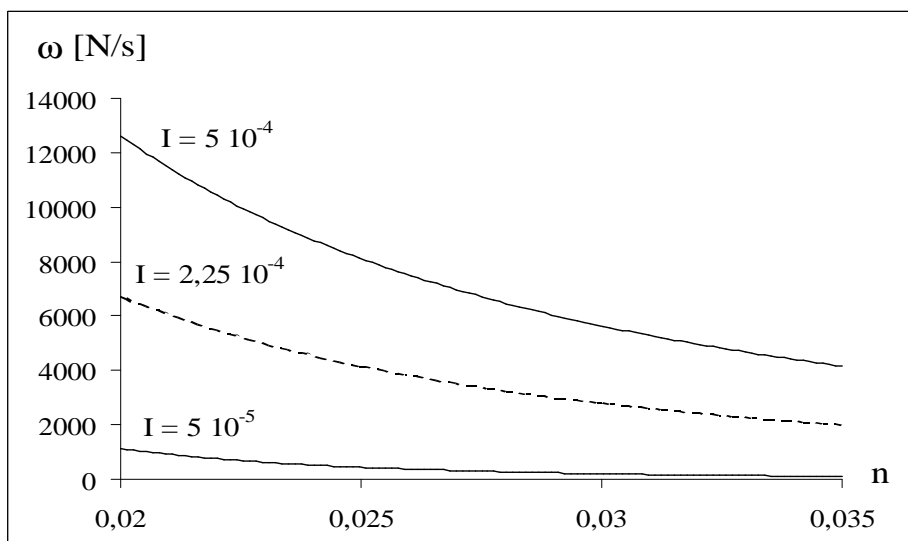
<sup>1</sup> Politechnika Szczecińska, Szczecin



Rys. 1. Wykres  $\omega = f(n)$ , Odra



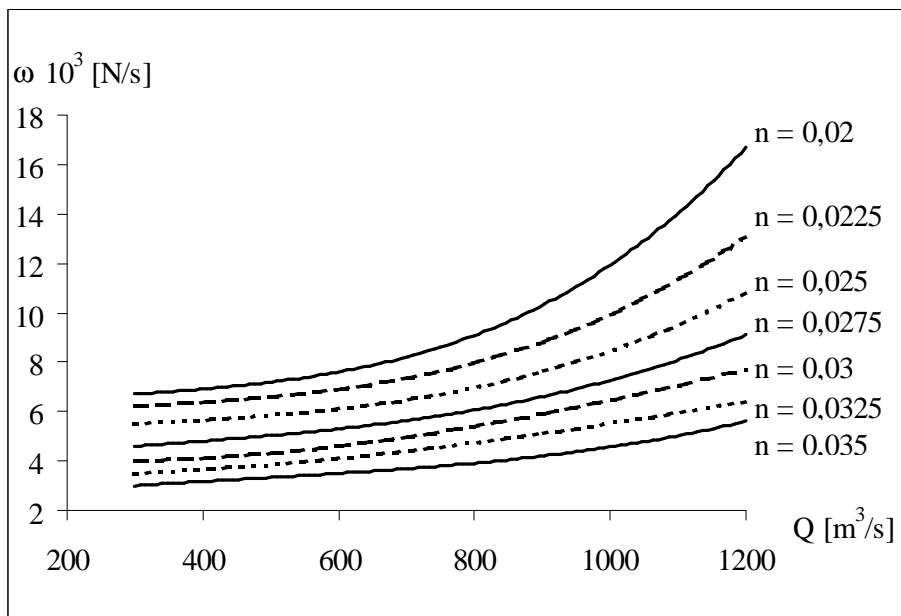
Rys. 2. Wykres  $\omega = f(n)$ , Odra Zachodnia



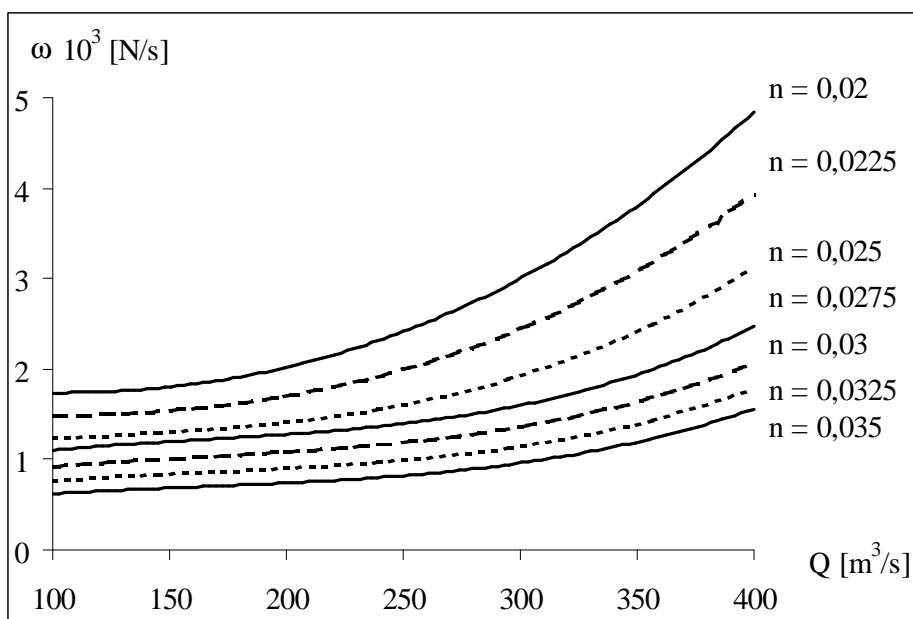
Rys. 3. Wykres  $\omega = f(n)$ , Odra Wschodnia

Wraz ze zmniejszaniem współczynnika szorstkości rośnie natężenie strumienia rumowiska. Tendencja ta dotyczy wszystkich przyjętych do obliczeń spadków i jest taka sama dla przekrojów Odry przed rozwidleniem oraz Odry Zachodniej i Wschodniej za rozwidleniem.

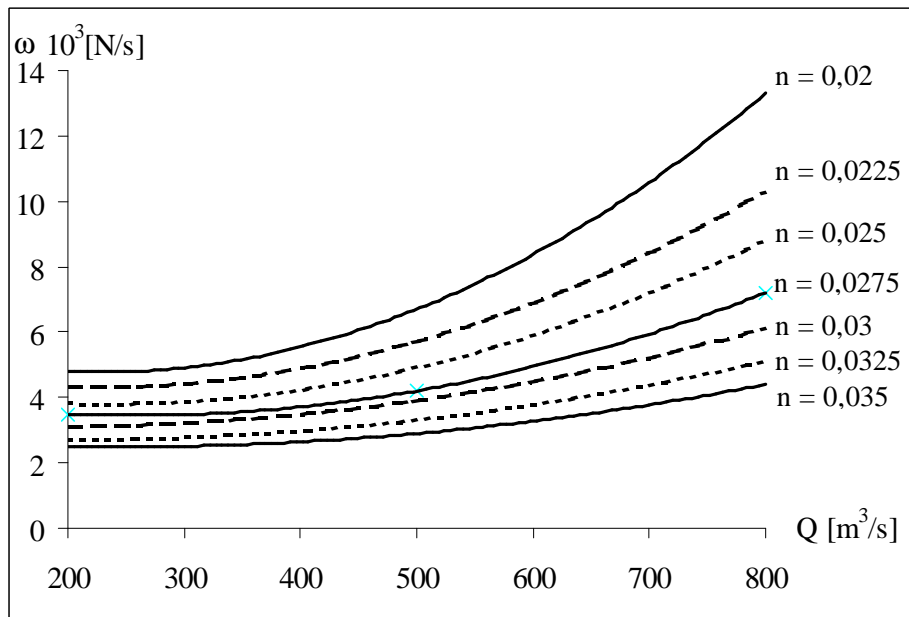
Dla przyjętych przepływów w Odrze od 300 do 1200 [m<sup>3</sup>/s] i ich rozdziału do koryt za rozwidleniem, przyjętych wg Instrukcji Obsługi Jazu Widuchowa, dla współczynników szorstkości od 0,02 do 0,035 obliczono natężenia strumieni rumowiska. Wyniki obliczeń w postaci krzywych  $\omega = f(Q)$  przedstawiono dla Odry na rys. 4, dla Odry Zachodniej na rys. 5, dla Odry Wschodniej na rys. 6.



Rys. 4. Wykresy  $\omega = f(Q)$  dla różnych  $n$ , Odra



Rys. 5. Wykresy  $\omega = f(Q)$  dla różnych  $n$ , Odra Zachodnia



Rys. 6. Wykresy  $\omega = f(Q)$  dla różnych  $n$ , Odra Wschodnia

Dla małych wartości przepływów strumienie rumowiska zmieniają się nieznacznie, a wraz ze wzrostem przepływów i zmniejszaniem współczynnika szorstkości krzywe  $\omega = f(Q)$  mają większe odchylenie. Podobny przebieg mają wykresy dla Odry, Odry Zachodniej i Wschodniej.

Znając skład rumowiska tj. średnice i procentowe ich udziały w próbie, głębokość oraz stałą charakterystyczną dla danego odcinka rzeki, w tym przypadku zweryfikowaną dla Odry oblicza się współczynnik szorstkości wg wzoru Stricklera-Abramsa:

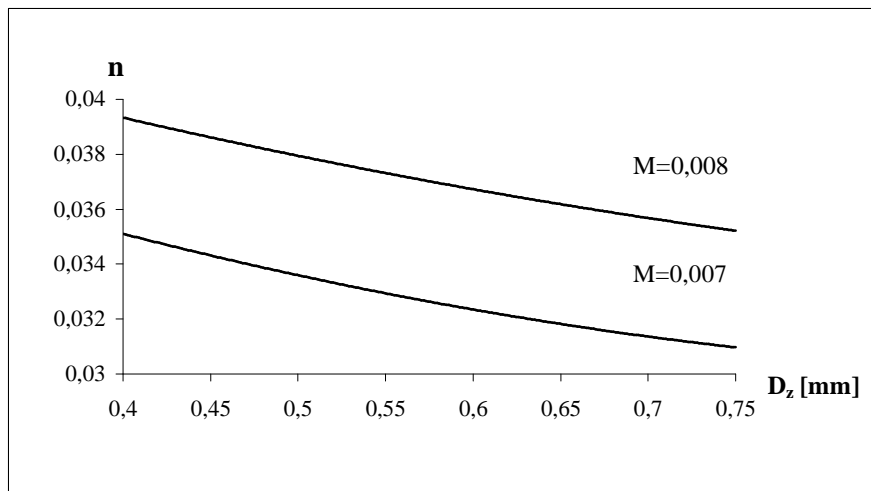
$$n = M \left( \frac{H}{D_z} \right)^{1/6} \quad (1)$$

gdzie:

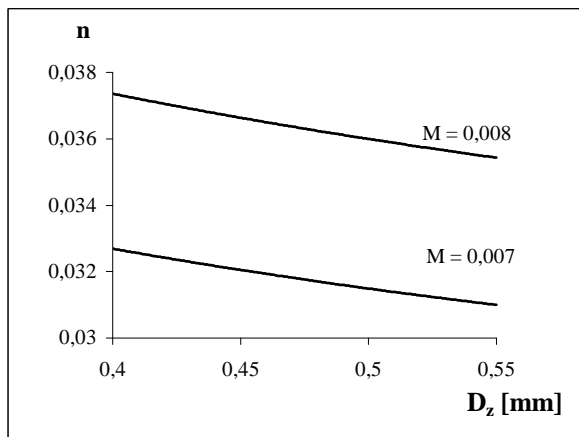
$$D_z = D_{50} \cdot \frac{1}{\prod_{i=1}^{i=N} \left( \frac{D_{50}}{D_i} \right)^{p_i}} \quad (2)$$

$$D_{50}^{(0)} = \sum_{i=1}^{i=N} \left( p_i^{(0)} \cdot D_i \right) \quad (3)$$

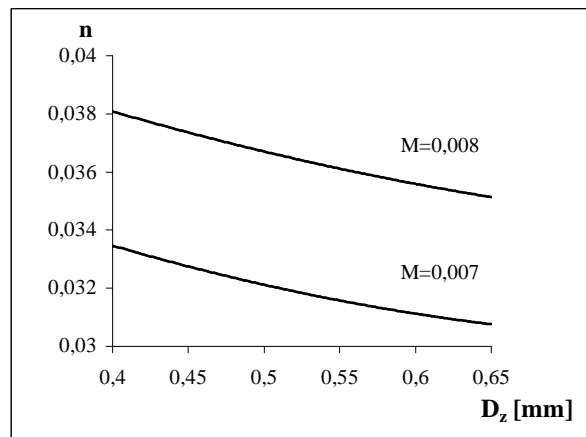
Według różnych badaczy stała  $M$  dla Odry w jej ujściowym odcinku waha się od 0,007 do 0,008, wykonano obliczenia dla tych wielkości co 0,001. Na rysunkach poniżej przedstawiono krzywe dla skrajnych wielkości  $M$ .



Rys. 7. Wykresy  $n = f(D_z)$  dla  $M = 0,007$  i  $M = 0,008$ , Odra



Rys. 8. Wykresy  $n = f(D_z)$  dla  $M = 0,007$  i  $M = 0,008$ , Odra Zachodnia



Rys. 9. Wykresy  $n = f(D_z)$  dla  $M = 0,007$  i  $M = 0,008$ , Odra Wschodnia

### 3. WNIOSKI

Przedstawione wyniki obliczeń i analiza zmiany współczynnika szorstkości w korycie rzecznej dolnej Odry w węźle Widuchowa podkreślają złożony charakter zjawiska. Bardzo wiele parametrów różnicuje wyniki obliczeń. Aby dać odpowiedź na pytanie o wielkość współczynnika szorstkości i jego zmiany wraz ze zmianą parametrów hydraulicznych i rumowiskowych koryta rzecznej Odry w jej ujściowym odcinku, należałoby przeprowadzić kompleksowe badania terenowe.

Odrębnym zagadnieniem jest tworzenie się form dennych, w zależności od zmiany parametrów ruchu i rumowiska. Wstępne analizy przedstawiono w pracy (Kurnatowski, Roszak, 2006). Wyniki dalszych badań zostaną przedstawione w odrębnym artykule.

### Literatura

1. Buchholz W.: Materiały do monografii Dolnej Odry. Warunki hydrologiczno – hydrodynamiczne. Polska Akademia Nauk, Instytut Budownictwa Wodnego, Gdańsk, 1990.
2. Kurnatowski J., Roszak A.: Formy denne Dolnej Odry. Materiały konferencji „Regionalne problemy gospodarki wodnej i hydrotechniki”, Szczecin, 2006.

3. Libront D.: Analiza wpływu współczynnika szorstkości na wiatrową krzywą spiętrzenia. Materiały konferencji „Regionalne problemy gospodarki wodnej i hydrotechniki”, Szczecin, 2006.
4. Roszak A.: Ruch rumowiska w rozwidleniu rzeczonym. Inżynieria Morska i Geotechnika, nr 5, 2001.
5. Roszak A.: Wpływ spadku hydraulicznego na transport rumowiska w rozwidleniu rzeczonym. Ogólnopolska Szkoła Hydrauliki „Współczesne Problemy Hydrauliki Wód Śródlądowych” Lubniewice, wrzesień 2002 r.
6. Roszak A.: Ruch rumowiska w rozwidleniach i połączeniach rzecznych. Materiały konferencji „Regionalne problemy gospodarki wodnej i hydrotechniki”, Szczecin, 2005.

### **INFLUENCE OF SEDIMENT TRANSPORT ON ROUGHNESS COEFFICIENT IN LOWER ODRA**

In this paper the change of sediment transport stream together with the change of roughness coefficient was analyzed and just apposite the change of this coefficient for unsteady sediment transport parameters. The results of calculations were show by the means of the graphs.