

ANNA ROSZAK<sup>1</sup>

## OCENA METOD OBLICZANIA RUMOWISKA W ROZWIDLENIU RZECZNYM

### 1. Obliczanie strumienia rumowiska

W literaturze przedstawiono wiele formuł do obliczania natężenia strumienia rumowiska. Zakres ich stosowania zależy m.in. od spadku, uziarnienia, gęstości rumowiska oraz parametrów hydraulicznych koryta. W dolnej Odrze spadki są bardzo małe, rzędu  $1 \cdot 10^{-4}$  -  $1 \cdot 10^{-5}$ , uziarnienie to głównie frakcje piaskowe, a przekroje poprzeczne zaliczane są do przekrojów o dużej szerokości w porównaniu do głębokości ( $B \gg 30$  h). Wówczas promień hydrauliczny nieznacznie różni się od głębokości, stąd do obliczeń zamiast promienia hydraulicznego można przyjąć głębokość. Dla przekrojów prostokątnych jest to głębokość średnia.

Obliczenia przedstawione w niniejszej pracy dotyczą rozwidlenia Odry na Odrę Zachodnią i Odrę Wschodnią w Widuchowej. Natężenia strumienia rumowiska wyznaczono w przekrojach poprzecznych położonych tuż przed i za rozwidleniem. Założenie to pozwoliło na określenie sortowania rumowiska w węźle, bez analizy składu rumowiska w dalszych przekrojach w odnogach za rozwidleniem.

Obliczenia przeprowadzono dla przekrojów prostokątnych. Porównanie natężenia strumienia rumowiska w przekrojach naturalnych i prostokątnych przedstawiono w opracowaniu „Badanie rumowiska w Dolnej Odrze” w niniejszym wydaniu „Regionalnych problemów gospodarki wodnej i hydrotechniki”.

Problemy rozwiązywania pracy węzła hydraulicznego zostały niejednokrotnie przedstawiane m.in. (Coufal, Meyer, Roszak, 1998, Roszak, 2004). Zawsze oparte były na równaniach bilansowych przepływu wody i natężenia strumienia rumowiska. Aby z kolei zbilansować rumowisko w węźle należało wprowadzić warunek sortowania rumowiska w przekrojach odnóg za rozwidleniem tzn. zmianę procentowych udziałów frakcji rumowiska, ale zawsze suma procentowych udziałów wszystkich frakcji była równa 100%.

### 2. Metody obliczania strumieni rumowiska

W literaturze przedstawiono bardzo dużo metod obliczania strumieni rumowiska. Zależą one od wielu czynników. Nie wszystkie mogą być stosowane w obliczaniu strumieni rumowiska w węzłach hydraulicznych, zarówno rozwidleniowych jak i połączeniowych. W pracach dotyczących rumowiska w Dolnej Odrze pracowników Politechniki Szczecińskiej (Coufal, Krupiński Meyer,) i Instytutu Morskiego Oddział w Szczecinie (Cichocki, Kotiasz, Pluta) najczęściej stosowano metodę Ackersa-White'a. Została ona również zweryfikowana na podstawie badań terenowych i zastosowana w dotychczasowych programach numerycznych do obliczania natężenia strumieni rumowiska w przekrojach węzłów.

---

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

W niniejszym opracowaniu przedstawiono wyniki obliczeń natężenia strumienia rumowiska innymi znanymi metodami. Do istniejącego programu numerycznego obliczania ruchu rumowiska w przekrojach rozwidlenia rzeczno dla w/w warunków zastosowano metody Meyera-Petera, Einsteina, Schoklitscha, van Rijna i Grafa (Graf, 1984; Yalin, 1992). Następnie porównano wyniki obliczeń strumieni rumowiska obliczonymi tymi metodami i metodą Ackersa-White'a. Do obliczeń przyjęto dane dotyczące przekrojów: Odry (km 703,65), Odry Zachodniej (km 0) i Odry Wschodniej (km 704,60) dla dwóch serii pomiarowych przedstawionych w tabeli 1.

Tabela 1. Wielkości pomierzone podczas badań terenowych

Pomiar	Q <sub>0</sub> [m <sup>3</sup> /s]	B <sub>0</sub> [m]	H <sub>0</sub> [m]	Q <sub>1</sub> [m <sup>3</sup> /s]	B <sub>1</sub> [m]	H <sub>1</sub> [m]	Q <sub>2</sub> [m <sup>3</sup> /s]	B <sub>2</sub> [m]	H <sub>2</sub> [m]
I	1265	240	5,2	480	110	3,68	785	230	4,09
II	2000	290	5,67	543	134	4,15	1457	306	4,66

Dla I serii pomiarowej średnica zastępcza w przekroju głównym Odry przed rozwidleniem wynosiła 0,568 mm, a dla pomiaru II 0,786 mm.

### 3. Wyniki obliczeń

W pierwszej kolejności obliczono natężenie strumieni rumowiska w korycie głównym przed rozwidleniem, przedstawione w tabeli 2.

Tabela 2. Natężenia strumieni rumowiska w Odrze

2Pomiar	Metoda	Ackersa- -White'a	Meyera- -Petera	Einsteina	Schoklitscha	van Rijna	Grafa
I	$\omega_I$ [N/s]	926,8	888,34	1024,6	271,12	1082,55	901,57
II	$\omega_{II}$ [N/s]	1056,24	979,86	1143,27	302,05	1174,64	984,64

Po obliczeniach w przekroju przed rozwidleniem, dla wymienionego w tabeli 1 rozdziału przepływu obliczono zbilansowane natężenia strumieni rumowiska w przekrojach odnóg za rozwidleniem dla przesortowanego składu rumowiska, których wyniki przedstawiono w tabeli 3 i 4.

Tabela 3. Natężenia strumieni rumowiska w Odrze Zachodniej i Wschodniej

Metoda	Pomiar I		Pomiar II	
	Odra Zach. $\omega$ [N/s]	Odra Wsch. $\omega$ [N/s]	Odra Zach. $\omega$ [N/s]	Odra Wsch. $\omega$ [N/s]
Ackersa- -White'a	282,67	644,13	359,12	697,12
Meyera- -Petersa	305,59	582,75	323,35	656,51
Einsteina	319,67	704,93	365,85	777,42
Schoklitscha	75,91	195,21	81,55	220,50
van Rijna	335,59	746,96	363,76	810,88
Grafa	288,51	623,06	304,27	680,37

Tabela 4. Średnice zastępcze w 3 przekrojach

Metoda	Pomiar I			Pomiar II		
	Odra $D_z$ [mm]	Odra Zach. $D_z$ [mm]	Odra Wsch. $D_z$ [mm]	Odra $D_z$ [mm]	Odra Zach. $D_z$ [mm]	Odra Wsch. $D_z$ [mm]
Ackersa- -White'a	0,568	0,444	0,527	0,786	0,624	0,756
Meyera- -Petersa		0,401	0,559		0,613	0,743
Einsteina		0,419	0,577		0,604	0,785
Schoklitscha		0,546	0,420		0,778	0,599
van Rijna		0,496	0,555		0,701	0,775
Grafa		0,437	0,601		0,691	0,792

#### **4. Wnioski**

1. W pracy przedstawiono obliczenia strumieni rumowiska w rozwidleniu rzeczonymi metodami: Ackersa-White'a, Meyera-Petera, Einsteina, Schoklitscha, van Rijna i Grafa. Obliczenia oparto o równania bilansowe przepływu i strumieni rumowiska.
3. Zbliżone natężenia strumieni rumowiska otrzymano metodami Meyera-Petera, Einsteina, Ackersa-White'a, van Rijna, Grafa. Wg Schoklitscha wyniki zdecydowanie odbiegały od pozostałych.
4. We wcześniej publikowanych pracach strumienie rumowiska obliczano wg Ackersa-White'a. Ze względu na zbliżone wyniki obliczeń wg tej metody i metody Grafa można przyjąć obie metody do obliczeń strumienia rumowiska w ujściowym odcinku Odry.

#### **Literatura**

- Coufal R., Meyer Z., Roszak A., Określenie przepływu i strumienia rumowiska w rozwidleniu rzeczonymi warunkach ruchomego dna. Ogólnopolska Szkoła Hydrauliki, „Współczesne Problemy Hydrauliki Wód Śródlądowych”, Zawoja, 14 – 18 września 1998 r.
- Graf W. H., Hydraulic of sediment transport. Water Resources Publications. Michigan, 1984.
- Yalin M. S., River mechanics. Pergamon Press, Oxford - New York – Seul - Tokyo, 1992.
- Rozzak A., Rozdział rumowiska w węźle hydraulicznym z jazem. Materiały pokonferencyjne „Regionalne problemy gospodarki wodnej i hydrotechniki”, Szczecin, 2004 r.

## **ASSESSMENT OF METHODS OF SEDIMENT TRANSPORT CALCULATION IN RIVER BIFURCATION**

### **Summary**

The results of calculations of sediment transport intensity in bifurcation of Odra river in Widuchowa by means of Meyer-Peter, Einstein, Schoklitsch, van Rijn and Graf methods were presented. These calculations were compared with the results determined by Ackers-White method which was verified for this Odra sector. The immediate results were received by means of Graf methods. The equivalent diameter of sediment transport were also compared. The results were presented in tables

### **Streszczenie**

Przedstawiono wyniki obliczeń natężenia strumieni rumowiska w rozwidleniu Odry w Widuchowej metodami Meyera-Petera, Einsteina, Schoklitscha, van Rijna i Grafa i porównano je z wynikami wyznaczonymi metodą Ackersa-White'a, zweryfikowaną dla tego odcinka Odry. Najbardziej zbliżone wyniki otrzymano metoda Grafa. Porównano również średnice zastępcze rumowiska. Wyniki przedstawiono w tabelach.