

TOMASZ KUDŁA, KAMIL BIŃKOWSKI¹

ANALIZA WARUNKÓW HYDRAULICZNYCH ODCINKA ODRY W REJONIE BIELINKA

1. Wstęp

Warunki hydrauliczne w korytach otwartych na skutek działania różnych czynników podlegają ciągłym zmianom. Nie inaczej jest w przypadku Odry, której naturalne koryto na przestrzeni wielu lat eksploatacji zostało poddane licznym pracom regulacyjnym. Potrzeba wykorzystania do celów gospodarczych każdego odcinka rzeki wpłynęła na ingerencję w dotychczasowy bieg cieku.

Na wstępną analizę warunków hydraulicznych występujących na Odrze wybrano odcinek w pobliżu miejscowości Bielinek, niedaleko Cedyni. Na długości ok. 5 km na rozpatrywanym fragmencie rzeki spadek dna wynosi ok. 0,012 % a średnie głębokości wynoszą 3,5 – 4,5 m. Szerokość koryta waha się pomiędzy 180 a 220 m. Istotnym elementem jest połączenie koryta Odry ze zbiornikiem powyrobiskowym kopalni kruszyw mineralnych, kanałem o szerokości ok. 100 m. Koryto rzeki oddzielone jest od zbiornika filarem ochronnym o zróżnicowanej wysokości.

W ramach prac badawczych Instytutu Morskiego (oddziału w Szczecinie), założono kilka przekrojów poprzecznych, które posłużyły jako miejsce badań istotnych zjawisk hydrodynamicznych powodujących powstawanie późniejszych zmian. Przekroje zostały rozmieszczone na odcinku Odry na długości wcześniej wspomnianego zbiornika powyrobiskowego.

2. Technologia i zakres pomiarów

Pomiary charakterystycznych wielkości dla przepływu wody wykonano przy pomocy przetwornika ADCP (Acoustic Doppler Current Profilers) firmy RD Instruments. Rejestruje on pomiar głębokości oraz szczegółowo (1mm/s) rozkłady prędkości i kierunki przepływu wody poprzez podział jej strumienia na paski (piony pomiarowe). Rejestracja wymienionych parametrów, oraz obliczenie aktualnego przepływu w danym przekroju odbywa się w trybie rzeczywistym. Kolejne paski pomiarowe są dzielone na komórki, których wysokość ustala się w zależności od maksymalnej głębokości w przekroju. Dla obu przekrojów poddanych analizie ustalono wysokość komórek na 0,2 m. Szerokość określonego paska danych uwarunkowana jest czasowym przesunięciem wysyłania kolejnych wiązek fal i prędkością statku (Bińkowski i Kudła, 2002).

¹ Instytut Morski, Oddział Szczecin

Pomiar wykonany przetwornikiem ADCP, połączono z nowoczesnym systemem pozycjonowania DGPS. Taki system pomiarowy stanowi duże udogodnienie dla serii badań rozciągniętej w czasie. Dzięki niemu można przeprowadzić badania w tym samym miejscu, a dla każdego pionu pomiarowego przypisane są dokładne współrzędne (x, y).

Oprócz pomiarów hydrograficznych, przeprowadzono również serię pomiarów rozkładu prędkości wody w przekroju z rozbiciem jej na trzy podstawowe składowe (V_x , V_y , V_z). Przy czym V_x jest składową prostopadłą do przekroju, V_y równoległą a V_z pionową składową wartości prędkości.

3. Analiza uzyskanych wyników badań

Spośród serii pomiarów przepływu przeprowadzonych w 2002 r. do analizy warunków hydraulicznych występujących na Odrze w okolicy Bielinka wybrano wyniki badań wykonanych w dniach 16 lipca, 29 sierpnia, 1 października i 4 grudnia. Wybrano te daty z uwagi na zróżnicowany przepływ wody, wahający się pomiędzy 230 a 600 m³/s.

Z uwagi na specyficzny charakter wybranego odcinka do krótkiej analizy wyodrębniono dwa przekroje nazwane kolejno: przekrój 1 – km 674,56 biegu rzeki i przekrój 2 – km 676,97. Obydwa badane przekroje leżą na łukach rzeki, przy czym w miejscu gdzie założono przekrój 2 Odra zmienia kierunek pod dużo większym kątem niż w przekroju 1. Natomiast na wyniki badań w profilu 1 istotny wpływ ma bliskość ostrogi usytuowanej na prawym brzegu.

Zestawienie wybranych wielkości pomierzonych dla wybranych przekrojów (1 i 2) dla wcześniej wspomnianej serii przedstawiono kolejno dla przekroju 1 w tab. 1 a dla przekroju 2 w tab. 2.

Tabela 1. Wybrane wartości parametrów pomierzonych w przekroju 1 (km 674,56)

Data pomiaru:	16-07-02		29-08-02		01-10-02		04-12-02	
	1		2		3		4	
Liczba pionów	294		171		312		342	
Godz. pom.	13:44:27		11:39:43		12:58:55		12:44:45	
Czas pomiaru	256.85	[s]	184.87	[s]	338.22	[s]	335.50	[s]
Q całkowite	238	[m ³ /s]	380	[m ³ /s]	296	[m ³ /s]	584	[m ³ /s]
Szer. przekroju	216	[m]	246	[m]	221	[m]	253	[m]
Pole całk.	553	[m ²]	771	[m ²]	637	[m ²]	972	[m ²]
Prędkość przepł.	0.431	[m/s]	0.493	[m/s]	0.464	[m/s]	0.601	[m/s]
Kierunek przepł.	333	[°]	337	[°]	336	[°]	337	[°]
Rzędna zw. wody	1.69	[m]	2.36	[m]	1.93	[m]	3.12	[m]
Średni kurs	251	[°]	252	[°]	254	[°]	252	[°]
V łodzi śred.	0.98	[m/s]	1.35	[m/s]	0.69	[m/s]	0.79	[m/s]

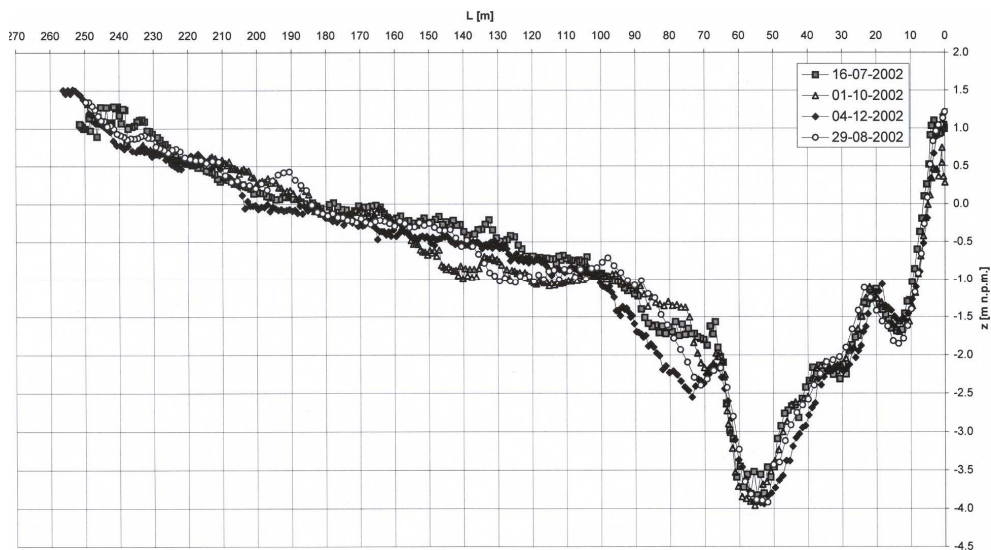
Tabela 2. Wybrane wartości parametrów pomierzonych w przekroju 2 (km 676,97)

Data pomiaru:	16-07-02		29-08-02		01-10-02		04-12-02	
	1		2		3		4	
Liczba pionów	275		161		215		268	
Godz. pom.	14:34:30		12:21:24		13:43:53		13:05:44	
Czas pomiaru	240.22	[s]	174.00	[s]	232.74	[s]	262.68	[s]
Q całkowite	267	[m ³ /s]	381	[m ³ /s]	323	[m ³ /s]	586	[m ³ /s]
Szer. przekroju	172	[m]	183	[m]	186	[m]	187	[m]
Pole całk.	444	[m ²]	567	[m ²]	488	[m ²]	719	[m ²]

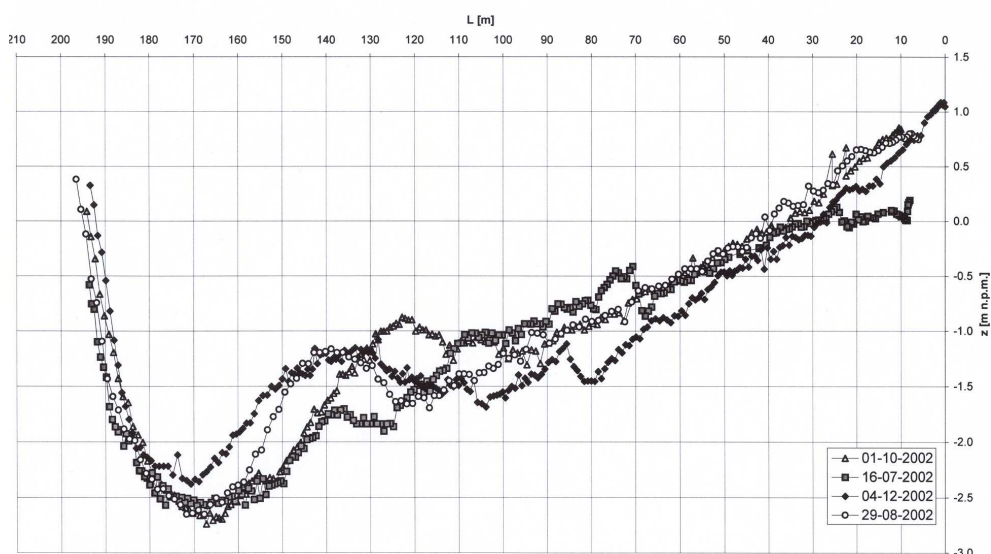
Prędkość przepł.	0.600	[m/s]	0.673	[m/s]	0.662	[m/s]	0.815	[m/s]
Kierunek przepł.	85	[°]	83	[°]	85	[°]	79	[°]
Rzędna zw. wody	1.41	[m]	2.07	[m]	1.64	[m]	2.83	[m]
Średni kurs	336	[°]	345	[°]	349	[°]	338	[°]
V łodzi śred.	0.77	[m/s]	1.09	[m/s]	0.79	[m/s]	0.74	[m/s]

Różnice w rzędnych zwierciadła wody (tab. 1 i 2) pomiędzy największym pomierzonym przepływem (04-12-2002) a najmniejszym (16-07-2002) wynoszą blisko 1,5 metra. Przy przepływach wahających się w zakresie przepływów średnich i niskich oraz szerokościach sięgających 200 m daje to znaczącą zmianę warunków przepływu wody. Rzędne zwierciadła wody sprowadzono do układu wysokościowego Kronsztadt '86.

W wyniku działania sił związanych z przepływem wody w korycie zmianie uległo również położenie dna na analizowanym odcinku. Na przykładzie przekrojów 1 i 2 przedstawiono ukształtowanie dna koryta Odry dla poszczególnych dni pomiarowych (rys. 1 i rys. 2). Duży wpływ na warunki przepływu ma zabudowa regulacyjna Odry w postaci ostróg usytuowanych na obu brzegach oraz umocnienia brzegów w postaci narzutu kamiennego.

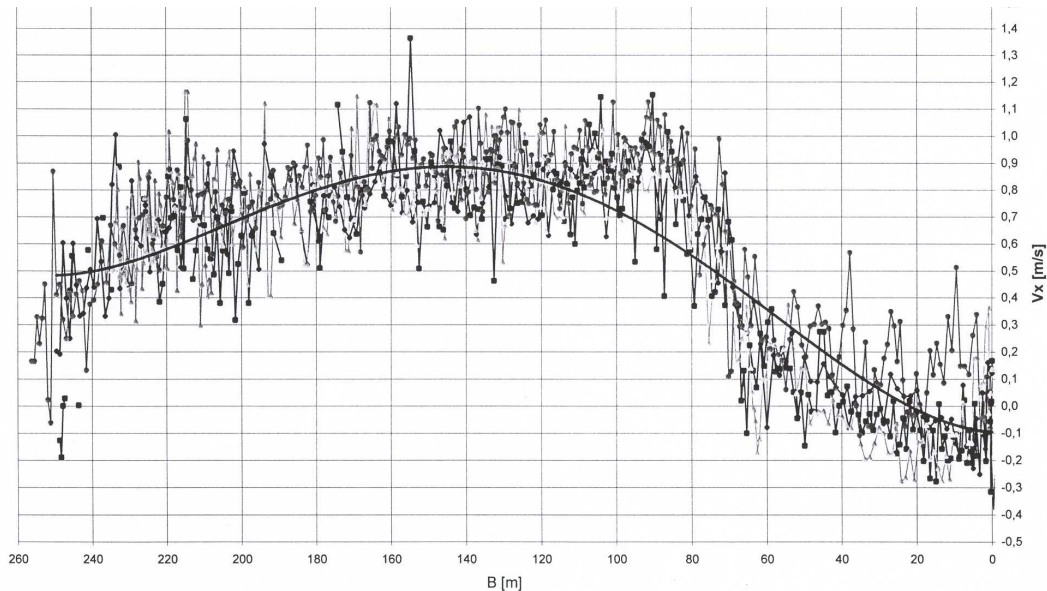


Rys. 1. Położenie dna w przekroju 1 (Odra km 674,56)



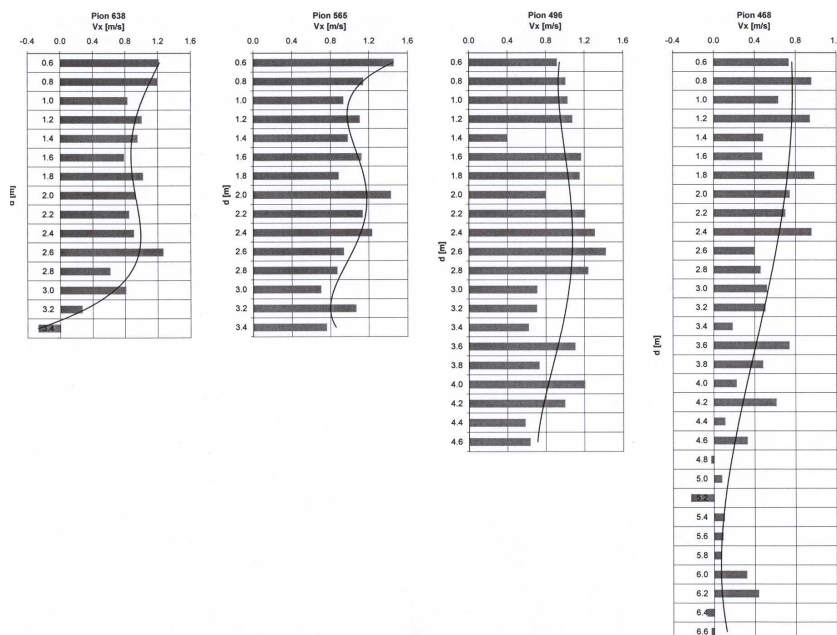
Rys. 2. Położenie dna w przekroju 2 (Odra km 676,97)

Zmiany jakie nastąpiły w okresie, w którym przeprowadzono badania są dość znaczne. Różnice w rzędnych dna sięgają nawet 0,5 metra w 1/3 szerokości koryta. Największe przeobrażenia dna powstały w miejscach położonych w pobliżu osi koryta z przesunięciem w stronę brzegu wklęsłego a więc w miejscach występowania największych prędkości wody. Potwierdzają to wyniki otrzymanych rozkładów prędkości z których wynika, że największe wartości prędkości usytuowane są również w środkowej części koryta z lekkim przesunięciem w stronę brzegu wklęsłego (rys. 3).

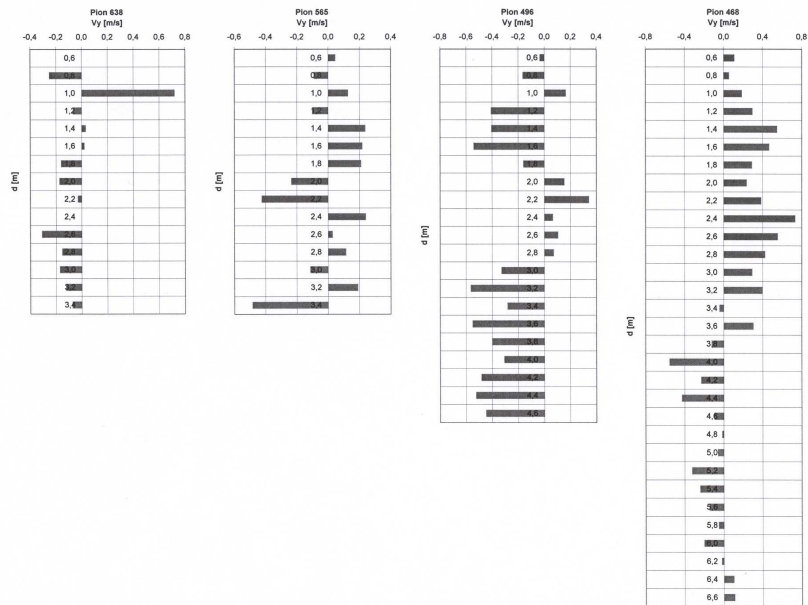


Rys. 3. Rozkład prędkości V_x usrednionych w pionie w przekroju 1

Jak widać na rys. 3 wpływ na rozkład prędkości V_x ma ostroga usytuowana na prawym brzegu. Dla przykładu na rysunku 4 przedstawiono rozkłady prędkości (V_x) zarejestrowanych w dniu 04 grudnia w wybranych pionach pomiarowych w przekroju 1.



Rys. 4. Rozkład prędkości V_x w pionie dla wybranych pionów pomiarowych w przekroju 1



Rys. 5. Rozkład prędkości V_y w pionie dla wybranych pionów pomiarowych w przekroju 1

Środkowe piony usytuowane są w miejscach gdzie powstały największe zmiany, a więc w części środkowej koryta natomiast skrajne kolejno w miejscu największej głębokości i w miejscach w pobliżu brzegów wypukłych.

Średnia prędkość przepływu wody wyznaczona w dniu 04 grudnia 2002 r ($Q = 585 \text{ m}^3/\text{s}$). w przekroju 1 wynosiła około $0,6 \text{ m/s}$ a w przekroju 2 około $0,8 \text{ m/s}$. Natomiast jak widać na rys. 3 w środkowych częściach przekrojów wartości prędkości wahają się od 1 do $1,2 \text{ m/s}$, a w miejscach największych głębokości od $0,7$ do $0,8 \text{ m/s}$.

Na rys. 5 przedstawiono rozkłady prędkości V_y poprzecznych do osi ciekłu w tym samym dniu (04.12.2002) i w tych samych pionach pomiarowych. Jak widać prędkości V_y w pionach środkowych osiągają największe wartości dochodzące do ok. $0,5 \text{ m/s}$. Stąd widać, że właśnie te miejsca są najbardziej wrażliwe na działanie sił związanych z ruchem wody w korycie.

4. Podsumowanie

Wartości prędkości pomierzonych w dniach 16.07, 29.08, 01.10, 04.12 są wielkościami zarejestrowanymi jako chwilowe. W celu dokładniejszej analizy warunków panujących w danym przekroju bądź na danym odcinku rzeki należy przeprowadzić serię o wydłużonym okresie czasu.

W krótkiej analizie widać, że bardzo ważne jest określenie kierunków i wielkości oddziaływania płynących mas wody. Na małym przykładzie przedstawiono oddziaływanie sił związanych nie tylko z kierunkiem zgodnym z ruchem wody ale również poprzecznym. Ma to wpływ między innymi na zmianę kierunków działania naprężeń również w warstwach przydennych a więc i na zmianę położenia samego dna koryta.

Na wyniki pomiarów wpływ ma również miejsce, w którym je przeprowadzono. Odcinek ten charakteryzuje się licznymi zmianami kierunków biegu rzeki oraz budowlami regulacyjnymi usytuowanymi w korycie Odry. Dlatego istotne jest prowadzenie badań i obserwacji dotyczących przepływu wody i zachodzącymi w związku z tym procesami. Stanowią one będą podstawę dla rozwoju teorii i ich późniejszych weryfikacji.

Literatura

Bińkowski K., Kudła T.: Najnowsze metody pomiarów hydrodynamicznych w korytach otwartych z wykorzystaniem aparatury ADCP, XXII Ogólnopolska Szkoła Hydrauliki, Współczesne Problemy Hydrauliki Wód Śródlądowych, Lubniewice, IBW PAN Gdańsk 2002

HYDRAULIC ANALYSIS OF Odra RIVER SECTION NEAR BIELINEK

Summary

Article presents short hydraulic analysis of Odra River section near Bielinek. Analysis bases on field measurements made in 2002 near excavation basin of the gravel mine in Bielinek. Using Workhorse Rio Grande acoustic current meter, velocity distributions have been measured and bottom bathymetry has been determined at selected transverse cross-sections. Collected data were used to present velocity distributions in characteristic places and changes during the course of field campaign at selected cross-sections.

Streszczenie

W pracy przedstawiono krótką analizę hydrauliczną odcinka Odry w pobliżu Bielinka. Analizę przeprowadzono na podstawie badań terenowych wykonanych w roku 2002 w pobliżu zbiornika powyrobiskowego kopalni kruszyw. Przy wykorzystaniu prądomierza akustycznego ADCP Workhorse Rio Grande zarejestrowano rozkłady prędkości wody oraz określono ukształtowanie dna w wyznaczonych przekrojach poprzecznych. Zgromadzone dane posłużyły do wyznaczenia rozkładu prędkości V_x , V_y i V_z w miejscach charakterystycznych oraz zmian powstałych w okresie trwania pomiarów terenowych w wybranych przekrojach badawczych.