

WSTĘPNA ANALIZA TRANSPORTU RUMOWISKA UNOSZONEGO W PRZEKROJU WODOWSKAZOWYM CHAŁUPKI NA GRANICZNYM ODCINKU GÓRNEJ ODRY

Robert Głowski, Robert Kasperek, Włodzimierz Parzonka
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. Odcinek Odry od km 20,7 (przekrój Chałupki) do km 27,7 (ujście rzeki Olzy) podlega naturalnym procesom morfodynamicznym. Występuje tutaj 7 naturalnych meandrów. Zmiany morfologiczne meandrującego odcinka Odry powodowane są m.in. procesami transportu i sedymentacji transportowanego przez rzekę rumowiska wlezonego i unoszonego. Wielkość i szybkość powstawania zmian morfologicznych zależy od natężenia i skali zjawisk hydrologicznych. Przebieg tych zmian widać wyraźnie po przejściu ekstremalnych powodzi – takich jak powódź z 1997 r. – którym towarzyszył masowy transport rumowiska. Wskutek wystąpienia takiego transportu podczas powodzi 1997 r. w rejonie meandra nr I doszło do zmiany trasy koryta rzeki Odry: nastąpiło przerwanie meandra i skrócenie biegu rzeki. W odciętych starym ramieniu meandra powstały wyspy z osadzonego rumowiska. Ich podbudowę stanowi rumowisko wlezione (kamienie, otoczaki, żwir i grube piaski), nadbudowę zaś tworzą odkłady rumowiska drobnofrakcyjnego (pyły, gliny) z zawartością części organicznych. Opierając się na dostępnych danych, autorzy ocenili transport rumowiska unoszonego w przekroju wodowskazowym Chałupki. Autorzy oszacowali również, jaka ilość rumowiska unoszonego została osadzona w wierzchniej warstwie wysp w rejonie przerwanej meandra nr I. Osadzony drobnociarnisty namuł organiczny ma cechy spoiste ważne dla stabilizacji nowo powstałych wysp, a ponadto stanowi przyjazne podłoże dla rozwoju roślinności pionierskiej.

Słowa kluczowe: morfologia rzek, meandry, transport rumowiska wlezonego i unoszonego

WSTĘP

Analiza morfologicznych zmian układu koryt i dolin cieków wymaga uwzględnienia czynników fizjograficznych, geologicznych, geomorfologicznych, hydrologicznych i hydraulicznych. Działalność rzek kształtująca ich naturalne łóżysko wynika między innymi z ich krętego biegu. Złożony ruch wody w korycie powoduje erozję wgłębną

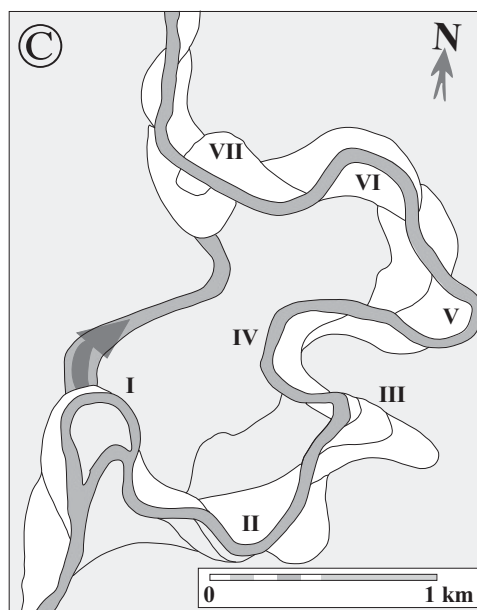
Adres do korespondencji – Corresponding author: dr inż. Robert Głowski, Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław, e-mail: robert.głowski@UP.wroc.pl.

i boczną, transport oraz sedymentację rumowiska na całej długości cieku. Wskutek długotrwałej erozji bocznej zakręty rzek przechodzą stopniowo w głębokie zakola, a następnie w rozległe meandry. Zdarza się, że w czasie większego wezbrania następuje zmiana trasy nurtu względnie całego koryta. Niejednokrotnie przekształcenie dotychczasowego układu morfologicznego koryta rzeki odbywa się w sposób gwałtowny. Rzeka zmienia wówczas całkowicie swój bieg, tworząc nowe koryto. Zakole odcięte w wyniku naturalnych procesów fluwialnych z czasem zamiera i porasta roślinnością, tworząc starorzecze. Taka zmiana została zaobserwowana w obrębie meandra nr I na granicznym, polsko-czeskim meandrującym odcinku Górnej Odry, położonym między Chałupkami (Polska) / Bohuminem (Czechy) (km 20,0) a ujściem Olzy (km 27,7). Niniejszy artykuł poświęcono głównie omówieniu zmian morfologicznych zachodzących w obrębie wlotu do meandra nr I i jego starorzeczu (por. rys. 1 i 2).

MATERIAŁ

Opis analizowanego odcinka

Na polsko-czeskim odcinku Odry od km 20,0 (Bohumin/Chałupki) do km 27,7 (ujście Olzy) występuje siedem unikalnych w tej części Europy naturalnych meandrów (rys. 1). Odra nie jest na tym odcinku uregulowana. Prawobrzeżny dopływ Odry – Olza, został uregulowany w 1930 r. na wielką wodę. Historyczne zmiany morfologicznego układu rejonu meandrów można prześledzić na mapach od XVII wieku. W wieku XX nastąpiło dwukrotne przerwanie meandrów – w 1977 i 1997 r. – w wyniku przejścia dwóch ekstremalnych powodzi.



Rys. 1. Plan meandrującego odcinka Górnej Odry [Povodi Odry 2008]

Fig. 1. Plan of meandering stretch of Upper Odra river [Povodi Odry 2008]

W 1977 r. został przerwany meander nr IV, co spowodowało skrócenie biegu rzeki o kilkaset metrów. Następne przerwanie powstało podczas powodzi w 1997 r. w obrębie meandra nr I. Skutkiem przejścia tej powodzi o natężeniu przepływu $Q = 2160 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ było skrócenie trasy Odry o około 510 m i wzrost spadku podłużnego rzeki, który w obrębie samego przesmyku zwiększył się z około 0,6‰ do 2,5–3‰, a na całej trasie meandrów z 0,4 do 0,66‰.

Krótką charakterystyka hydrologiczna analizowanego odcinka rzeki Odry

Obserwacje hydrologiczne w przekroju wodowskazowym Chałupki (km 20,7) prowadzone są przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW) Oddział w Katowicach. Posterunek wodowskazowy położony jest na lewym brzegu Górnej Odry w Chałupkach (km 20,7). Pomiary hydrometryczne wykonuje się najczęściej w przekroju pomiarowym położonym 110 m poniżej wodowskazu. Czeski posterunek wodowskazowy leży na przeciwnym, prawym brzegu Odry.

W okresie 1961–1990 charakterystyczne przepływy w przekroju wodowskazowym Chałupki wyglądały następująco: niska woda $NNQ = 5,75 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, średnia niska woda $SNQ = 9,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, średnia woda $SSQ = 44,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, średnia wielka woda $SWQ = 403 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Obliczenia aktualnych przepływów o określonym prawdopodobieństwie występowania w przekroju Chałupki wykonane przez IMGW wykazały, że wynoszą one odpowiednio: $Q_{50\%} = 345 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, $Q_{1\%} = 1390 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, $Q_{0,5\%} = 1569 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, $Q_{0,2\%} = 1805 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, $Q_{0,1\%} = 1984 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Dla badanego odcinka Górnej Odry rozkład stanów i przepływów kształtuje się następująco:

- strefa niskich stanów i przepływów wody $H < 160 \text{ cm} - Q < 12,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$,
- strefa średnich stanów i przepływów $160 \text{ cm} < H < 260 \text{ cm} - 12,4 < Q < 72 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$,
- strefa stanów i przepływów wysokich $H > 260 \text{ cm} - Q > 72 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Na obszarze Górnej Odry na przestrzeni ponad stu lat odnotowano kilkanaście powodzi, podczas których nastąpiły zmiany w korycie i w dolinie Odry zarówno po stronie polskiej, jak i czeskiej. Miały one miejsce w latach: 1903, 1960, 1965, 1966, 1970, 1972, 1977, 1985, 1996, 1997, 2001 oraz 2005. Podczas kulminacji wyżej wymienionych powodzi natężenie przepływu przewyższało wartości przepływów brzegowych.

W latach 1967 i 1997 maksymalne przepływy wynosiły odpowiednio $234 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (prędkość średnia ponad $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) i $2160 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (prędkości rzędu kilku $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$). Maksymalny stan wody na wodowskazie Chałupki wynosił wtedy 705 cm (199,65 m n.p.m.) i był wyższy od zanotowanego w 1903 r. o 30 cm.

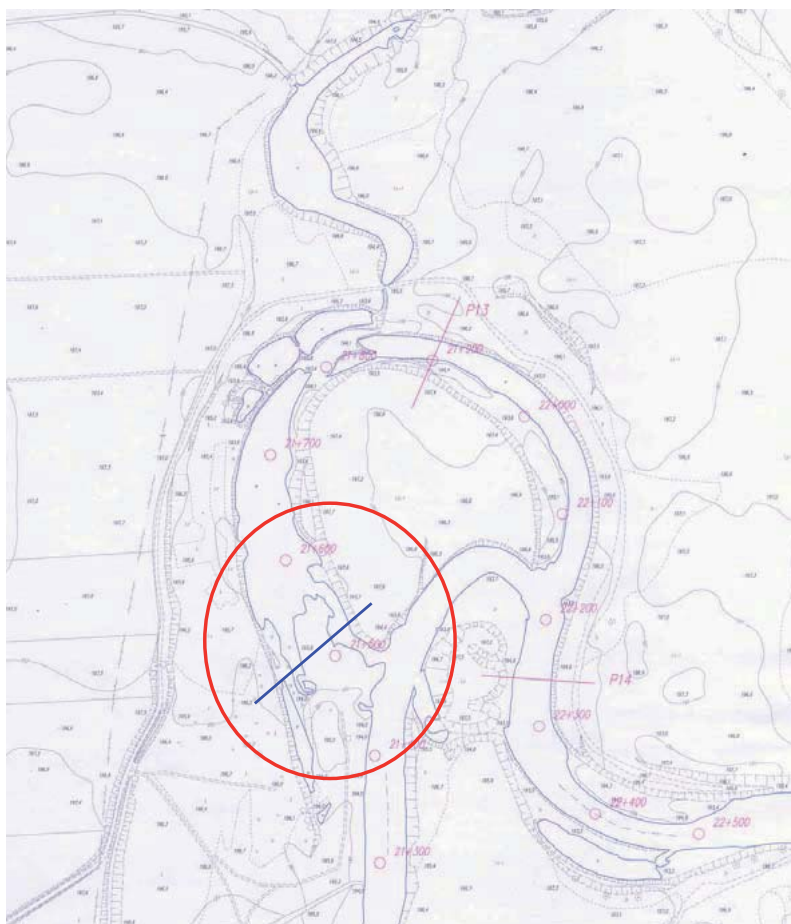
WYNIKI

Zmiany morfologiczne w korycie w rejonie meandra nr I

Powódź 1997 r. spowodowała masowy transport rumowiska wleczonego. Maksymalna głębokość fali powodziowej w tymże roku w stacjach pomiarowych Chałupki i Bohumin wynosiła 6–7 m. W szczycie fali rzędna zwierciadła wody w przekroju mostu drogowego w Chałupkach (km 20,500) była wyższa od jego dolnej krawędzi, co spowodowało

wystąpienie przepływu pod ciśnieniem. Na wlocie do meandra nr I doszło do osadzenia znacznych ilości grubofrakcyjnego rumowiska wleczonego, wymytego z koryta na odcinku od mostu do wlotu do tego meandra. Odkłady te stanowią podbudowę dzisiejszych wysp. Na ich powierzchni podczas wezbrań osadzane są kolejne warstwy drobnoziarnistego rumowiska unoszonego o średnicach cząstek $d < 0,5$ mm. Transportowany przez strumień rzeczny materiał gruboziarnisty osadza się głównie powyżej wlotu do meandra nr I (czerwony okrąg na rys. 2).

W procesie sedymentacji rumowiska unoszonego i zawieszonego powstały na wlocie do meandra nr I i w starym korycie wyspy osadów, których wierzchnią warstwę stanowią namuły spoiste i częściowo spoiste o średnicach cząstek $d < 0,5$ mm. Opracowana przez autorów szczegółowa charakterystyka cech fizycznych, reologicznych i erozyjnych badanych osadów drobnoziarnistych z rejonu wlotu do meandra nr I została zamieszczona w opracowaniu Głowskiego i Parzonki [2008]. Na tej wierzchniej warstwie osadów tworzą-



Rys. 2. Mapa zmian morfologicznych koryta Odry na wlocie do meandra nr I
Fig. 2. Map of morphological changes in Odra river channel at inlet to meander I

cych wyspy rozwinęła się roślinność pionierska (w ciągu 2–3 lat). Nadwodna powierzchnia wysp pokryta została porostem roślinnym (krzewy i drzewa) stabilizującym nowo powstałe formy korytowe. Zarówno wyspy, jak i porastająca je roślinność intensyfikują z jednej strony proces zatrzymywania rumowiska unoszonego, a z drugiej – zmniejszają przepustowość odciętego koryta. Wypiętrzające się wyspy zamykają stopniowo wlot do odciętego starorzecza, zmniejszając istniejący w nim przepływ (czerwony okrąg na rys. 2).

Obserwowane przez autorów od 2005 r. zmiany morfologiczne w obrębie odciętego odcinka wlotowego meandra nr I obrazują rys. 3, 4, 5 i 6.



Rys. 3. Stan odciętego starorzecza meandra nr I – maj 2005 r. (fot. R. Głowski)
Fig. 3. Cut-off old river channel of meander I – state of May 2005 (photo R. Głowski)



Rys. 4. Stan odciętego ramienia wlotowego meandra nr I – sierpień 2006 r. (fot. R. Głowski)
Fig. 4. Cut-off inlet arm of meander I – state of August 2006 (photo R. Głowski)



Rys. 5. Nowo powstałe wyspy osadów w rejonie wlotu do meandra nr I, widok w górę rzeki Odry – maj 2005 r. (fot. R. Głowski)

Fig. 5. Newly formed sediment islands at inlet to meander I, view upstream of Odra river – state of May 2005 (photo R. Głowski)



Rys. 6. Nowo powstałe wyspy osadów w rejonie wlotu do meandra nr I, widok w górę rzeki Odry – sierpień 2006 r. (fot. R. Głowski)

Fig. 6. Newly formed sediment islands at inlet to meander I, view upstream of Odra river – state of August 2006 (photo R. Głowski)

Rys. 3–6 przedstawiają zarejestrowane w latach 2005 i 2006 zmiany stanu odciętego ramienia meandra nr I spowodowane sedymentacją rumowiska i zarastaniem. Widać tu wyraźnie postępujący z roku na rok rozwój wysp. Obserwacje zmian geometrii jednej z nich na wlocie do odciętego ramienia meandra nr I potwierdziły postępujący proces jego zamulania. W 2005 r. wymiary tej wyspy wynosiły 87×10 m, a w 2006 r. już 180×30 m. W 2006 r.

autorzy oszacowali, że na wspomnianej wyspie osadziła się warstwa osadu o średniej miąższości ok. 0,7 m (por. rys. 7). Na tej podstawie można ocenić, że do 2006 r. w obrębie wyspy osadziło się około 3800 m³ namulów organicznych o cechach spoistych, co odpowiada około 9500 tonom rumowiska drobnoziarnistego o średniej gęstości $\rho_s = 2500 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.



Rys. 7. Odkrywka osadu odłożonego wierzchniej warstwie nowej wyspy (fot. R. Głowski)

Fig. 7. Profile of sediment settled in top layer of new island (photo R. Głowski)

Autorzy wykonali pomiar przekroju poprzecznego (niebieska linia na rys. 2) na wlocie do odciętego starorzecza meandra nr I. W wyniku porównania rzędnych przekrojów z 1997 i 2009 r. stwierdzono, że poziom dna odciętego starorzecza podniósł się o około 1 m. Wg Czajki [2008] w czasie powodzi w 1997 r. w Kotlinie Raciborskiej zdeponowana została warstwa mady o miąższości przekraczającej 0,3 m. Średni przyrost miąższości osadów rumowiska drobnoziarnistego w latach 1997–2009 w rejonie wlotu do meandra nr I wyniósł więc około 8,3 cm na rok.

Wstępna analiza ilości i warunków transportu rumowiska unoszonego w rejonie wlotu do meandra nr I

Wspomnianą w tytule podrozdziału analizę dla rejonu wlotu do meandra nr I autorzy przeprowadzili, opierając się na dostępnych polskich danych z okresu 1970–1983 publikowanych w „Rocznikach Hydrologicznych” oraz na wynikach pomiarów z okresu 1993–2008 otrzymanych z Povodi Odry w Ostrawie. W analizie polskich danych wykorzystano wyniki pomiarów dotyczące średnich miesięcznych wartości transportu rumowiska unoszonego i odpowiadających im średnich miesięcznych wartości przepływów (tab. 1). W analizie danych czeskich z lat 1993–2008 wykorzystano dostępne informacje o średnich miesięcznych wartościach transportu rumowiska unoszonego (tab. 2).

Tabela 1. Średnie miesięczne wartości przepływów SQ i odpowiadających im wartości transportu U rumowiska unoszonego w przekroju Chatupki (1976–1983)

Table 1. Mean monthly values of discharge SQ and corresponding values of suspended load transport U (t) in gauging section Chatupki (1976–1983)

Rok Year	Miesiące – Months												Roczny transport Yearly transport, t
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
$SQ, m \cdot s^{-1}$	68,4	33,0	38,7	52,4	87,4	42,4	18,2	22,4	43,2	25,0	24,5	30,6	
Transport, t	17 900	5 890	8 740	8 530	3 640	5 480	4 440	3 930	13 400	3 200	3 890	4 490	83 530
$SQ, m \cdot s^{-1}$	30,6	30,3	59,9	81,0	87,3	32,5	46,2	25,2	29,8	38,3	49,4	34,4	
Transport, t	5 030	13 900	24 600	41 800	51 100	9 030	33 900	24 900	12 100	15 500	14 900	8 030	254 790
$SQ, m \cdot s^{-1}$	47,4	33,0	148,0	61,1	65,2	54,5	26,8	18,0	16,5	16,5	19,9	44,9	
Transport, t	32 100	9 370	134 000	15 000	19 400	41 000	6 700	40 700	3 730	4 690	3 750	33 900	307 710
$SQ, m \cdot s^{-1}$	23,4	36,1	26,3	82,1	42,5	30,3	135,0	71,3	32,8	50,8	40,8	53,6	
Transport, t	4 530	9 340	7 910	33 100	7 050	15 900	98 800	42 700	4 680	18 700	17 300	13 100	273 110
$SQ, m \cdot s^{-1}$	27,5	40,4	101,0	27,3	24,0	30,9	34,0	31,2	34,7	71,0	35,5	41,2	
Transport, t	3 330	10 300	65 000	22 300	3 410	8 780	9 090	8 480	9 940	38 500	5 450	8 440	172 950
$SQ, m \cdot s^{-1}$	53,7	33,9	80,5	65,0	39,7	31,2	17,1	10,0	9,2	9,6	12,4	20,4	
Transport, t	17 400	3 390	29 200	83 700	9 550	6 500	1 130	1 840	393	442	1 440	3 520	83 175

Z tabeli 1 wynika, że przepływy SQ mieszczą się w strefie przepływów średnich. Na podstawie zestawionych w tej tabeli danych można stwierdzić, że nie występuje wyraźna zależność pomiędzy natężeniem przepływu wody a wielkością transportu rumowiska unoszonego. Przykładowo przepływ średni $SQ = 30,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ dał średnią wartość transport rumowiska unoszonego U rzędu 4490–5030 t, a niewiele niższy przepływ $SQ = 30,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ transport $U = 13\,900$ t.

Tabela 2. Średnie miesięczne wartości transportu U (t) rumowiska unoszonego w okresie 1993–2008 (według danych Povodi Odry, Ostrawa, Republika Czeska)

Table 2. Mean monthly values of suspended load transport U (t) in period 1993–2008 (after Povodi Odry, Ostrava, Czech Republic)

Miesiąc Month	Rok – Year						
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Styczeń January	–	17 032	8096	6698	1715	800	966
Luty February	–	4865	7935	535	49 572	1624	2188
Marzec March	–	31 007	5251	58 895	17 461	1331	57 814
Kwiecień April	–	65323	8475	171 215	6783	4829	5072
Maj May	–	14 180	32 570	43 051	30 237	1590	2882
Czerwiec June	–	2782	58 380	5006	26313	19 790	119 477
Lipiec July	–	798	28 726	1851	415 996	9440	9822
Sierpień August	–	1678	11 210	11 217	2326	1187	1311
Wrzesień September	–	5065	15 702	365 706	508	15 320	1215
Październik October	–	3116	1376	19 158	456	16 365	665
Listopad November	1261	1499	2085	10 334	8497	4747	584
Grudzień December	20 916	3860	5302	1212	4499	2309	414
Transport roczny Yearly transport	22 177	151 205	185 108	694 878	564 363	79 332	202 410

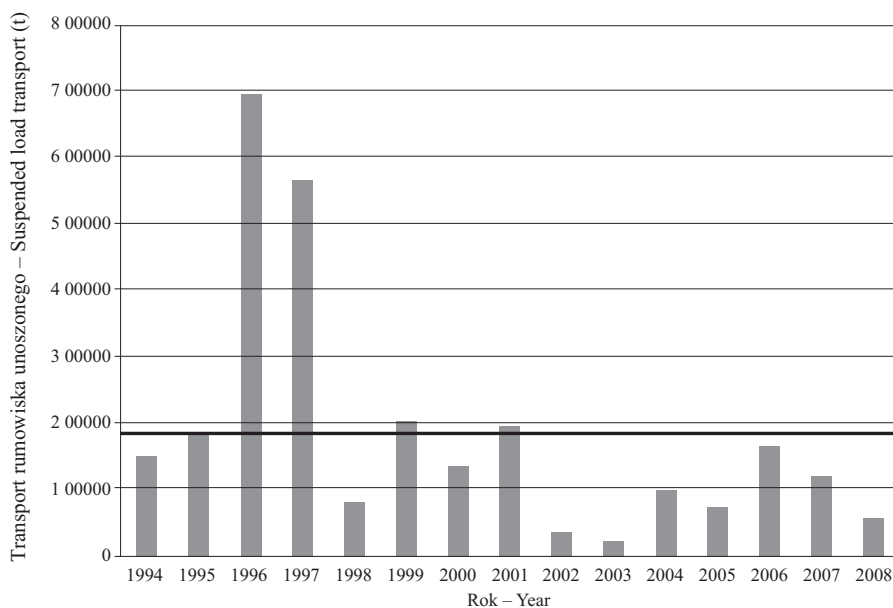
Tabela 2 cd. – Table 2 cont.

Miesiąc Month	Rok – Year								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Styczeń January	4614	22324	8829	6000	3875	1444	1262	1371	970
Luty February	13 802	2015	3645	786	20 688	1083	6767	2164	641
Marzec March	24 049	2793	1587	5148	59 008	31 111	72 076	4160	1534
Kwiecień April	16 340	15 973	1005	1026	4119	7589	64 723	1310	3608
Maj May	746	923	2637	1882	1922	1652	9906	728	15 376
Czerwiec June	444	2908	2547	506	3089	2949	2212	776	1372
Lipiec July	60 714	112 582	728	787	912	3880	1547	529	18 528
Sierpień August	8078	10 048	2293	722	675	13 379	2185	510	6927
Wrzesień September	666	20 978	1553	647	577	2935	1150	100 622	4389
Październik October	614	2688	5989	1656	749	614	640	1647	1700
Listopad November	2103	754	1255	787	1594	546	1466	2272	928
Grudzień December	1098	1378	3115	629	1113	4470	928	2701	813
Transport roczny Yearly transport	133 268	195 364	35 183	20 576	98 321	71 652	164 862	118 790	56 786

Na podstawie czeskich danych autorzy opracowali wykres (rys. 8) przedstawiający zmienność sumarycznego rocznego transportu rumowiska unoszonego. Z wykresu tego widać, że w latach 1996 i 1997 wartości rocznego transportu rumowiska unoszonego znacznie przekraczały wartość średnią $U = 184,8$ tys. t, osiągając odpowiednio 694,8 tys. ton w 1996 r. i 564,4 tys. ton w 1997 r. Konsekwencją tak wysokich wartości transportu są między innymi odkłady rumowiska na wlocie do meandra nr I (rys. nr 2). Wg IMGW wartości rocznego transportu rumowiska unoszonego na analizowanym odcinku są zmienne i wynoszą od 83 tys. t do ponad 300 tys. t. Są one porównywalne z danymi czeskiego Povodi Odry.

Tak wysokie wartości transportu rumowiska unoszonego wynikają z intensywnych procesów erozji, transportu i osadzania transportowanego przez Odrę rumowiska unoszonego i zawieszzonego. Materiał ten osadza się również na terasach Doliny Odry.

Rumowisko unoszone i zawieszzone wymywane z rejonu doliny meandrów osadza się po stronie polskiej w korycie Odry poniżej ujścia Olzy i w obrębie polderu Buków.



Rys. 8. Zmienność sumarycznego rocznego transportu rumowiska unoszonego U w porównaniu z wartością średnią z okresu 1994–2008 (według danych Povodi Odry)

Fig. 8. Variability in yearly total suspended load U as compared to mean of 1994–2008 period (after Povodi Odry)

WNIOSKI

1. Przyczyną zmian morfologicznych układu koryta Górnej Odry w obrębie wlotu do odciętego starorzecza meandra nr I i w dalszej części tego starorzecza był intensywny transport gruboziarnistego rumowiska wleczonego podczas powodzi 1997 r.
2. Osadzone rumowisko gruboziarniste stanowi podbudowę dzisiejszych wysp, których wierzchnią warstwę tworzą osady drobnoziarniste o cechach spoistych i częściowo spoistych. Wierzchnia warstwa tych wysp pokryła się szybko roślinnością (w ciągu 2–3 lat).
3. W obrębie obserwowanej wyspy osadziła się warstwa namulów organicznych o średniej miąższości około 0,7 m.
4. Miąższość osadów na początkowym odcinku odciętego starorzecza wynosi obecnie około 1 m. Oceniany średni przyrost miąższości odkładów rumowiska unoszonego i zawieszzonego w latach 1997–2009 w rejonie wlotu do meandra nr I wyniósł więc około 8,3 cm na rok.
5. Na podstawie analizowanych danych dotyczących średnich wartości miesięcznych przepływów SQ stwierdzono, że wszystkie przepływy mieszczą się w strefie przepływów średnich. Analiza związku pomiędzy średnim miesięcznym przepływem a średnią miesięczną wielkością transportu rumowiska unoszonego wykazała, że brakuje wyraźnej zależności pomiędzy tymi wielkościami.

PIŚMIENNICTWO

- Czajka A., 2008. Środowisko sedymentacji osadów przykorytowych rzek uregulowanych na przykładzie Górnej Odry i Górnej Wisły. Wyd. Uniwersytetu Śląskiego Katowice 2007.
- Głowski R., Parzonka W., 2008. Erosion regime of semi-cohesive islands mud from meander I in frontier Upper Odra. Proceedings of the 14th International Conference on Transport and Sedimentation of Solid Particles, 23–27 June 2008, Saint Petersburg, Russia.
- Roczniki Hydrologiczne, 1970–1983. Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej.
- Powodi Odry, 2008. Dane średnich miesięcznych wartości transportu rumowiska unoszonego w przekroju Chałupki z okresu 1993–2008.

PRELIMINARY ANALYSIS OF SUSPENDED LOAD TRANSPORT IN GAUGING SECTION CHALUPKI ON BORDER STRETCH OF UPPER ODRA RIVER

Abstract. A stretch of the Odra river between km 20.7 (Chałupki gauging section) and km 27.7 (Olza river mouth) is subject to natural morphological processes and has 7 natural meanders. Some of the factors causing the morphological changes in this meandering river stretch include the transport and sedimentation of bed-load and suspended load. The extent and rate of those changes depend on the intensity and scale of hydrological events. The course of such changes could be easily observed after extreme floods when mass transport of sediment occurs. For example, the sediment mass transport as a consequence of the 1997 flood resulted in a change of the Odra river channel in the area of meander I (break of the meander and shortening of the river course) and the development of sediment islands in the cut-off old arm. The substructure of the islands consist of bed-load (stones, boulders, gravel and coarse sand), and the superstructure is built of fine-grained sediments (silt, clay) containing organic matter. Using the available hydrological data, the authors tentatively estimated the suspended load transport in the Chałupki gauging section and determined the amount of suspended load settled in the upper layer of the island in the area of the broken meander. The settled fine-grained organic mud has cohesive properties which are important for stabilisation of new islands and for development of pioneering vegetation.

Key words: river morphology, meanders, bed-load and suspended load transport

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 13.09.2010