

Włodzimierz Parzonka, Robert Głowski, Robert Kasperek

OCENA PRZEPUSTOWOŚCI DOLINY GÓRNEJ ODRY MIĘDZY CHAŁUPKAMI A UJŚCIEM OLZY

Streszczenie

Dolina Górnej Odry na odcinku między Chałupkami (km 20,0), a ujściem Olzy (km 28,0) podlega deformacjom spowodowanym przez naturalne czynniki korytotwórcze oraz przez działalność człowieka. Na tym odcinku jest ona rzeką graniczną między Polską i Czechami. Występuje tu siedem unikalnych meandrów, nr I i IV zostały przerwane podczas powodzi 1997 i 1967 i tworzą wraz z mostem drogowym (km 20,530) trzy newralgiczne miejsca pod względem przepustowości doliny Odry w górnym biegu. Do dziś sprawa przesunięcia granicy nie została oficjalnie rozwiązana, biegnie ona trasą sprzed 1967 r., co powoduje wiele komplikacji prawnych i gospodarczych. Badany odcinek odznacza się intensywną erozją brzegów i sedymentacją. Dynamika procesów morfologicznych Odry jest tu wysoka, a zmiany kształtu, długości i przebiegu trasy są bardzo wyraźne. Nowe koryta, które powstały w rejonie meandra I i IV mają obecnie charakter bystrzy z wysokimi spadkami i prędkościami. Z badań własnych autorów wynika, że stare odnogi tworzą starorzecza i prowadzą tylko do kilkunastu procent przepływu średniego. Formy korytowe w postaci olbrzymich odsypisk, wyspy oraz gęsta roślinność w rejonie meandrów powodują, że opory przepływu oraz przepustowość doliny Odry zmieniają się w szerokim zakresie.

Słowa kluczowe: rzeka, meandry, mosty, przepustowość doliny

WSTĘP

Badany odcinek Górnej Odry rozciąga się między miejscowościami Chałupki/Bohumin (Czechy, km 20), a ujściem rzeki Olzy do Odry w km 28 (fot. 1).



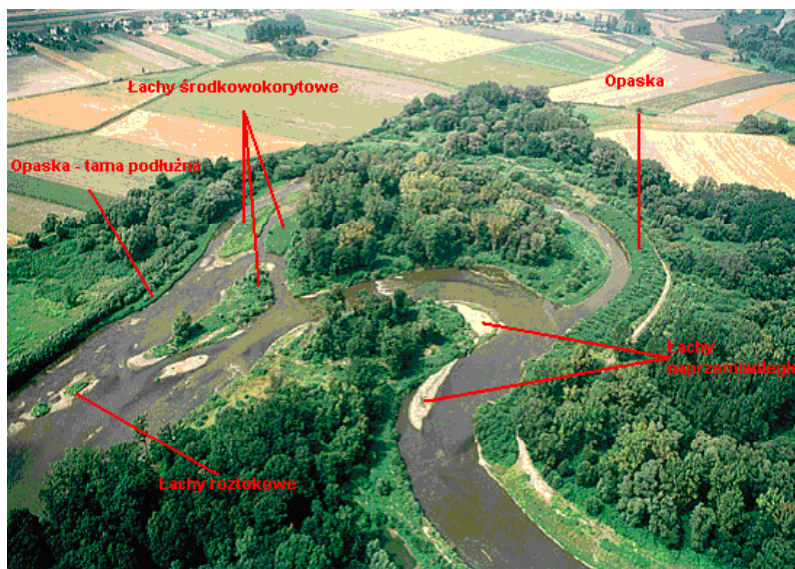
Fotografia 1. Odcinek Odry od Chałupki do ujścia Olzy gdzie:
 I, II, ... – nr meandry, 1 – rzeka Odra, 1a – miejscowość Chałupki,
 1b – miejscowość Bohumin, 1c – miejscowość Olza, 2 – stare koryto meandry
 nr I, 3 – nowe koryto meandry nr I, 4 – stare koryto meandry nr IV, 5 – nowe
 koryto meandry nr IV, 6 – rzeka Olza, 7 – poprzednie pozameandrowe koryto
 Odry, ----miejsca i odcinki Odry, gdzie mogą nastąpić potencjalne przerwa-
 nia koryta, skrócenie trasy i przerzuty wód powodziowych

Photography 1. Odra section from Chałupki to Olza mouth where:
 I, II, ... – no. of meander, 1 – Odra river, 1a – Chałupki town, 1b – Bohumin
 town, 1c – Olza town, 2 – old channel of meander I, 3 – new channel
 of meander I, 4 – old channel of meander IV, 5 – new channel of meander IV,
 6 – Olza river, 7 – former aftermeander Odra channel, ----places
 and sections of Odra river, where can arrive potential channel breaks,
 shortening of the course and transfer of the floods

Rzeka na tym odcinku znajduje się pod silnym wpływem działań człowieka (obwałowania i zabudowa mostami). Tuż poniżej tej zabudowy występuje siedem unikalnych meandrów. Dwa z nich tj. I i IV na skutek powodzi zostały przerwane (w 1997 r. i 1967 r.) [Bartnik i in. 2006]. Wskutek tego powstały dwa nowe koryta (odnogi tych meandrów) o szerokości zbliżonej do starych, które obecnie tworzą

bystrza i prowadzą prawie cały przepływ w strefie stanów niskich i średnich. Stare odnogi obu meadrów mają charakter intensywnie zamulanych i zarastanych starorzeczy [Kasperek, Parzonka 2005]. Wynikiem tych zmian jest nierównomierny rozdział przepływu do obu odnóg.

Złożony charakter Odry w jej górnym biegu wywołuje dynamiczne procesy fluwialne. Obserwuje się tu intensywną erozję denną i boczną, sedymentację rumowiska, rozwój form korytowych, powstawanie nowych wysp oraz bujny rozwój roślinności krzewiastej i drzewiastej (fot. 2) [Parzonka, Kasperek 2002]. Szczególnie dotyczy to odcinka meandrującego między km 21,5, a km 26,5. Zagadnienie form korytowych tworzących się w rzekach i potokach jest bardzo ważne z punktu widzenia deformacji warunków hydraulicznych oraz znacznym ograniczeniu przepustowości koryta. Taka właśnie sytuacja ma miejsce w obrębie meandra nr I i IV. Dodatkowo tworzące się wyspy wraz z roślinnością wywołują odchylenie płynącego strumienia wody w kierunku do nowego koryta (przesmyku) Odry, wskutek czego stare koryto jest zamulane rumowiskiem unoszonym, a nowe koryto prowadzi prawie cały przepływ. Badany odcinek Odry ze względu na bogatą i unikalną florę oraz faunę jest obecnie obszarem chronionym [Rozporządzenie 2004].



Fotografia 2. Formy korytowe i roślinność w obrębie meandra I, rzeka Odra
Photography 2. Bed forms and vegetation within the meander I, Odra River

CEL I ZAKRES

Celem pracy jest ocena przepustowości koryta głównego i doliny Odry w jej górnym biegu. Autorzy podczas tej oceny uwzględnili zmiany, jakie nastąpiły tu w ostatnich latach. W zakres pracy weszły następujące zadania:

- badania terenowe w rzece dotyczące pomiarów materiału dennego, prędkości wody, geometrii koryta oraz mostów,
- inwentaryzacja i dokumentacja fotograficzna rzeki,
- analiza zmian geometrii koryta rzeki,
- obliczenie spadków zwierciadła wody I i współczynnika szorstkości K_s ,
- wyznaczenie przepustowości mostów, koryta i doliny rzeki.

BADANIA TERENOWE

W celu realizacji planowanych zadań autorzy wykonali wiele pomiarów na Odrze w rejonie meandrującego odcinka. Podczas niskich stanów (przepływy Q rzędu 10–12 m³/s) pobrano materiał dennego. Pobierano go z powierzchni dna rzeki za pomocą łopaczki oraz z podłoża (do głębokości 40 cm) metodą zamrażania. Aktualnie dno rzeki na odcinku tuż powyżej pierwszego meandra jest obrukowane. Są to głównie kamienie i żwiry o średnicy dochodzącej do kilku-kilkunastu cm (fot. 3). Pobrano też materiał tworzący odsypiska na brzegach wypukłych. Ich średnica jest zbliżona do materiału tworzącego obrukowanie. Wykonano również sondowanie koryta głównego oraz pomiary prędkości przepływu w wybranych przekrojach młynkiem elektromagnetycznym Flo-Mate 2000. Przeprowadzono także pomiary geometrii koryta rzeki oraz mostów znajdujących się powyżej.



Fotografia 3. Obrukowanie i odsypiska żwirowo-kamieniste, rzeka Odra
Photography 3. Pavement and gravel-stony outwashes, Odra river

PRZEPUSTOWOŚĆ DOLINY ODRY

Przepustowość doliny Górnej Odry między Chałupkami a ujściem Olzy zależy od:

- geometrii koryta i międzywala,
- wymiarów i przepustowości trzech mostów (w tym nowego mostu drogowego na trasie Chałupki–Ostrawa),
- istniejących oraz rozbudowujących się wysp,
- porastającej roślinności (wysokie krzewy i drzewa),
- form korytowych, głównie odsypisk żwirowo-kamienistych.

Wyspy piaszczysto-żwirowe (fot. 4 i 5) z dużą ilością namulów i części organicznych oraz drzew i krzewów występują głównie w rejonie meandra I i IV. Rozbudowują się one intensywnie na wlotach do tych meandrów w górę rzeki i deformują warunki przepływu.

Odsypiska tworzą się na wszystkich zakolach rzeki, głównie na brzegach wypukłych (fot. 3). Geometria koryta Odry w tym rejonie w ostatnich latach zmienia się bardzo dynamicznie. Szczególnie widoczne jest to na wlocie do meandra I i IV (fot. 4) oraz w ich starych odnogach (fot. 5).



Fotografia 4. Wlot do meandra I, rzeka Odra, km 21,5
Photography 4. Inlet to meander I, Odra river, km 21,5



Fotografia 5. Stara odnoga meandra I, rzeka Odra
Photography 5. Old branche of meander I, Odra river

Wyspy, odsypiska i gęsta roślinność w korycie Odry mają decydujący wpływ na opory ruchu i to zarówno w strefie niskich i średnich, jak i wysokich stanów.

Przepustowość mostów. Na odcinku Odry powyżej meandrów znajdują się trzy graniczne mosty: most kolejowy Chałupki–Ostrawa (km 20,020), nowy most drogowy Chałupki–Ostrawa (km 20,060) i stary most drogowy Chałupki–Ostrawa (km 20,530).

Most kolejowy podczas powodzi w 1997 r. został zniszczony. Po odbudowaniu go ma on 4 przęsła żelbetowo-stalowe. Całkowite światło mostu wynosi 232 m, rzędna spodu konstrukcji 201,00 m Kr. Stan jego jest dobry. Przepustowość tego mostu jest wystarczająca, aby przeprowadzić przepływy powodziowe (kontrolny $Q_k = 1569 \text{ m}^3/\text{s}$ i miarodajny $Q_m = 1390 \text{ m}^3/\text{s}$) o prawdopodobieństwie odpowiednio 0,5 % i 1 %.

Nowy most drogowy, który jeszcze nie został oddany do użytku również ma szerokie światło, bo sięgające 232 m. Jest on konstrukcją stalowo-żelbetową czteroprzęsłową o rzędnej spodu 203,50 m Kr. Również bez problemu może on przeprowadzić przepływy powodziowe.

Stary most drogowy ma konstrukcję stalowo-żelbetową. Składa się z czterech przęseł o sumarycznym świetle znacznie mniejszym od dwóch ww. mostów, bo tylko 142 m, czyli jest węższy o ponad 90 m.

Również rzędna spodu jest niższa i wynosi 200,60 m Kr. Podczas powodzi pracował on okresowo pod ciśnieniem (rzędna fali powodziowej w szczycie z lipca 1997 r. wynosiła wg służb czeskich w rejonie mostu 200,39 m Kr.).

Przepustowość koryta i międzywala na odcinku między istniejącym mostem drogowym (km 20,530) a wlotem do meandra I (km 21,5). Szerokość koryta głównego w dnie na tym odcinku Odry jest rzędu 40–45 m. Koryto i międzywale jest oczyszczone z krzaków i drzew (łąki i pastwiska), nie powoduje podpiętrzania zwierciadła wody, a współczynnik szorstkości K_s jest rzędu 30–35 $m^{1/3}s^{-1}$. Szerokość koryta przy wodzie brzegowej wynosi 67 m. Maksymalna przepustowość koryta głównego dla wody brzegowej prawostronnej dochodzi do 320 m^3s^{-1} , a dla lewostronnej 459 m^3s^{-1} . Przepustowość koryta wraz z międzywalem jest rzędu 1500 m^3s^{-1} .

Przepustowość koryta i międzywala na odcinku meandrującym (km 21,5–27). Na w/w odcinku Odra posiada dwa newralgiczne (krytyczne) miejsca, jeśli chodzi o hydraulikę koryta, w tym również przepustowość. Jest to meander I (km 21,5–22,4, kilometraż liczony po trasie starej odnogi tego meandra) oraz meander IV (km 23,5–23,8, kilometraż liczony po trasie nowej odnogi tego meandra). Wskutek przerw na ww. meandrach odcinek rzeki między Chałupkami (km 20,750) a ujściem Olzy (km 28) uległ skróceniu około 1200 m (meander I skrócił się o 550 m, meander IV o 650 m).

Szerokość rzeki na tym odcinku zmienia się stopniowo. Nowe koryto (tzw. przesmyk) meandra I ma obecnie szerokość w dnie ok. 20–25 m, a w zwierciadle wody brzegowej 60–70 m. Stara odnoga meandra I i IV aktualnie jest zamulona i odcięta od przepływu. Szerokość koryta w dnie na całym badanym odcinku jest rzędu 35–45 m, a w zwierciadle wody brzegowej 60–70 m.

Autorzy przy analizie spadków zwierciadła wody I oraz obliczeniach współczynnika K_s na odcinku wodowskaz Chałupki – wodowskaz Olza uwzględnili ww. skrócenie rzeki. Obliczenia spadków wykonano dla strefy stanów niskich, średnich i wysokich. W strefie stanów niskich spadek I kształtował się na poziomie 0,57‰. W strefie stanów średnich spadek I przyjmował wartości rzędu 0,50–0,55‰, w strefie stanów wysokich 0,35–0,42‰. Na podstawie wyliczonych spadków dokonano oszacowania globalnego współczynnika szorstkości K_s , dla koryta głównego i terenów zalewowych łącznie. Z pomiarów prędkości w Odrze oraz analizy map tego obszaru wynika, iż podczas trwania stanów niskich i średnich woda płynie generalnie nowymi

odnogami meandra I i IV. Jedynie kilka % przepływu średniego dostaje się wówczas do starych odnóg tych dwóch meandrów. Natomiast podczas wysokich (powodziowych) stanów udział starych odnóg w prowadzeniu przepływu jest znacznie wyższy.

Współczynnik K_s dla koryta Odry na badanym odcinku zmienia się następująco:

- w strefie stanów niskich $K_s = 32-35 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$,
- w strefie stanów średnich $K_s = 30-32 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$,
- w strefie stanów wysokich $K_s = 40-45 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$.

Geometria koryta na wlocie do meandra I zmieniła się bardzo wyraźnie. Dno w nurcie podniosło się o ok. 40 cm. Lewa część koryta w tym przekroju została zanieśiona sedymentem w postaci piasków i namulów. Miąższość ich dochodzi obecnie do 1 m i więcej. Powierzchnia czynna koryta, tylko z tytułu agradacji koryta, zmniejszyła się tu o ok. 20 %, tj. z 340 m² do 282 m². W rejonie meandra IV zmniejszenie powierzchni czynnej jest jeszcze wyższe. Współczynnik prędkości K_s w starej odnodze meandra I i IV jest znacznie niższy niż na pozostałym odcinku i osiąga wartości rzędu 10 m^{1/3}s⁻¹.

Autorzy przeprowadzili obliczenia przepustowości starej odnogi meandra I w trzech wariantach. Pierwszy wariant dotyczył sytuacji sprzed powodzi w 1997 r., kiedy koryto nie było ani zamulone ani zarośnięte. Z obliczeń wynika, że mogło ono prowadzić nawet do 525 m³/s (w strefie stanów wysokich). Obecnie, kiedy jest ono intensywnie zamulone (wariant II bez uwzględnienia zwiększenia oporów pochodzących od roślinności) może prowadzić maksymalnie 435 m³/s. W trzecim wariantcie, który uwzględnia wpływ zamulenia oraz roślinności, przepustowość koryta może nawet obniżyć się o połowę, tj. do 250 m³/s. W strefie stanów niskich (Q do 10 m³/s) stara odnoga nie prowadzi wody, a w strefie stanów średnich (Q do 50 m³/s), maksymalnie do 5 m³/s.

Oprócz tak znacznego obniżenia się przepustowości obu starorzeczy I i IV obserwuje się także podniesienie zwierciadła wody podczas wysokich przepływów (w tym również przepływów powodziowych), co zagraża zalaniem przyległych terenów zabudowanych i pól uprawnych.

PODSUMOWANIE

Badania terenowe na Odrze między Chałupkami a ujściem Olzy oraz analizy wykazały, że przepustowość doliny Odry zmienia się w szerokim zakresie. Decyduje o tym jej morfologia, intensywne procesy erozyjno-sedymentacyjne oraz obwałowania i mosty.

Powstałe wyspy, wysokie drzewa i krzewy oraz odsypiska w rejonie meandrów deformują hydraulikę koryta i doliny. Trzy krytyczne miejsca na badanym odcinku rzeki, tj. most drogowy w km 20,530 oraz dwa przerwane meandry I i IV odznaczają się wysokimi oporami przepływu oraz mniejszą przepustowością. Podczas powodzi ma tu miejsce znaczne podpiętrzenie wód, co zagraża zalaniem terenów przyległych. Wyspy oraz wysokie drzewa i krzewy powodują, że strumień wody na odcinku między mostem drogowym a wlotem do meandru I zostaje odchylony ku prawemu brzegowi. Efektem tego jest znaczne przesunięcie linii nurtu w prawo, intensywna erozja prawego czeskiego brzegu oraz przejście przez nowe koryto meandru I dużej części przepływu Odry.

BIBLIOGRAFIA

- Bartnik W., Głowski R., Kasperek R., Łagosz R., Parzonka W., Strużyński A. *Procesy erozyjne w korycie Odry na granicznym polsko-czeskim odcinku rzeki*. IV Konferencja nt. „Bezpieczeństwo i trwałość Budowli Wodnych”, 21–22.10.2005, Wrocław-Pawłowice, Zeszyty Naukowe AR Wrocław 2006.
- Kasperek R., Parzonka W. *Zmiany w dolinach rzek meandrujących wskutek powodzi na przykładzie odcinka Górnej Odry*. Monografia zbiorowa pod redakcją L. Tomiałojć i A. Drabiński, Komitet Ochrony Przyrody PAN i Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji AR we Wrocławiu 2005.
- Parzonka W., Kasperek R. *Studium rozwoju dna Odry (procesy erozyjne i sedymentacyjne) poniżej ujścia Olzy (km 27,7–33,6)*. Maszynopis, AR Wrocław 2002.
- Rozporządzenie Nr 78/04 Wojewody Śląskiego z dnia 23.10.2004 w sprawie wyznaczenia obszaru chronionego krajobrazu pod nazwą „Meandry rzeki Odry” w gminie Krzyżanowice.

Prof. dr hab. inż. Włodzimierz Parzonka
Dr inż. Robert Głowski
Dr inż. Robert Kasperek
Instytut Inżynierii Środowiska
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Wojciech Bartnik

Włodzimierz Parzonka, Robert Głowski, Robert Kasperek

FLOW CAPACITY ESTIMATION OF THE UPPER ODRA VALLEY BETWEEN CHAŁUPKI AND OLZA MOUTH

SUMMARY

The Upper Odra valley on sector between Chałupki (km 20,0) and Olza mouth (km 28,0) is subject of deformations caused by natural factors and by human activity. This sector constitutes the border river between Poland and Czech Republic. Seven unique meanders exist here. The I-st and the IV-th meander have been broken during the floods in 1997 and 1967. Together with road bridge (km 20,530) they constitute three critical places with regard to flow capacity of Odra valley in its upper course. The problem of the border between both states Poland and Czech Republic on this sector is still not solved, what causes serious lawful and economic complications. The studied sector is distinguished by intensive bank erosion and sedimentation. The dynamic of Odra morphological processes is high here, so changes of water course as well as shape of the riverbed are very indicative. At present, the new channels formed within the meanders I i IV are characterized by the rapid flow caused by the high bed slope. From the authors' studies it follows, that the old river branches permit to pass only a small percentage of the average discharge. Great outwashes, islands and dense vegetation within the meanders cause a very high variation of flow resistance and flow capacity of the Odra River valley within the investigated area.

Key words: river, meanders, bridges, flow capacity of the valley