

ROBERT GŁOWSKI, WŁODZIMIERZ PARZONKA

Instytut Inżynierii Środowiska
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

EKSPLOATACJA I ODDZIAŁYWANIE ZBIORNIKA BRZEG DOLNY NA RZECIE ODRZE

Streszczenie. Stopień Brzeg Dolny wybudowano w 1958 roku. Składa się on z pięcioprzesłowego jazu, elektrowni wodnej i śluzy. Przepływy do 240 m³/s są wykorzystywane przez turbiny elektrowni wodnej. Większe przepływy są przepuszczane przez jaz ruchomy. W czasie eksploatacji zbiornika na górnym stanowisku stopnia pojawił się półwysp osadów, który zmniejszył jego współczynnik wydatku o około 15-30%. W latach dziewięćdziesiątych XX wieku w dolnej części zbiornika pojawiły się również wyspy o długości od 300 do 900 m. Przyczyną ich powstania była sedymentacja rumowiska drobnoziarnistego. Pokryły się one szybko roślinnością (krzewy, wysokie trawy) o wysokości ok. 4 m. Wyspy są przedmiotem zainteresowania ekologów, natomiast z punktu widzenia hydrotechniki ograniczają one przepustowość koryta Odry. W latach osiemdziesiątych XX wieku stwierdzono istnienie trzech dużych wybojów poniżej stopnia, o maksymalnej głębokości 12,5 m. Dodatkowo poniżej stopnia wystąpiła intensywne erozja liniowa, tj. stopniowe pogłębianie odcinka Odry, przeciętnie 6,2 cm/rok. W 1961 roku erozja liniowa dochodziła do 308 km biegu Odry, a dzisiaj sięga miejscowości Ścinawa (332 km). Zjawisko jest źródłem znacznej komplikacji dla żeglugi, gdyż w ciągu sezonu żeglugowego głębokości są zbyt małe dla barek o nośności 800 Mg. Stopień wpływa również niekorzystnie na dolinę, przy czym powyżej stopnia występuje podtopienie doliny wywołane piętrzeniem, a poniżej stopniowe jej osuszenie.

Słowa kluczowe: zbiornik wodny, dolina rzeki, transport rumowiska, erozja wodna

Wprowadzenie

Większość obiektów gospodarki wodnej tworzących zabudowę hydrotechniczną górnego odcinka rzeki Odry od Kędzierzyna-Koźła aż do Wrocławia pochodzi z XIX i XX wieku. W obrębie tego odcinka można wyróżnić dwie strefy zabudowy hydrotechnicznej wyraźnie zróżnicowane pod względem stopnia komplikacji.

Pierwszą strefę, obejmującą zasięgiem odcinek od Kędzierzyna-Koźła do granic Wrocławia, tworzy typowa zabudowa hydrotechniczna gwarantująca odpowiedni poziom ochrony przeciwpowodziowej i piętrzenie wody dla zasilania ujęć, energetyki i żeglugi.

Drugą strefą jest Wrocławski Węzeł Wodny (WWW), będący skomplikowanym systemem hydrotechnicznym rozwijanym już od średniowiecza.

Do 1958 roku ostatnim stopniem skanalizowanego odcinka Odry, a zarazem ostatnim obiektem WWW, był stopień wodny w Rędzinie. Znajduje się w 260,660 km biegu Odry. Artykuł prezentuje przegląd problemów związanych z budową stopnia wodnego w Brzegu Dolnym oraz oddziaływania powstałego zbiornika wody na tereny przyległe. Szczegółowe wyniki badań są dostępne w cytowanej literaturze.

Budowa stopnia wodnego pociąga dwie zasadnicze konsekwencje: powstanie zbiornika wodnego powyżej budowli piętrzącej i deformację procesu transportu rumowiska w bezpośrednim sąsiedztwie budowli. Przerwanie ciągłości transportu rumowiska wpływa na jego osadzanie powyżej budowli piętrzącej i zamulanie zbiornika, a poniżej stopnia – wzmożony proces erozji hydraulicznej dna rzeki. Jeśli w odpowiedni sposób nie zabezpieczy się dolnego stanowiska budowli piętrzącej przed negatywnym działaniem erozji wodnej, to poniżej jazu powstanie wybój lokalny, natomiast na znacznie dłuższym odcinku rzeki wystąpi tzw. erozja liniowa charakteryzująca się stopniowym obniżaniem dna na znacznej długości odcinka. Erozja liniowa może obejmować zasięgiem znaczne odległości, nawet do kilkudziesięciu kilometrów. Budowa stopni wodnych i zmiana warunków transportu rumowiska są przyczyną istotnych zmian hydraulicznych w przyległej dolinie rzeki. W obrębie spiętrzeń powyżej budowli dominuje zasilanie doliny, a poniżej w strefie erozji liniowej – jej drenowanie. Aby uniknąć tych negatywnych zjawisk, celowa jest budowa kolejnego stopnia lub zasilanie w rumowisko dolnego stanowiska.

Dla powstrzymania rozwoju negatywnych skutków piętrzenia w rejonie Rędzina (1922-1958) w 1951 roku przystąpiono do budowy kolejnego stopnia wodnego w Brzegu Dolnym.

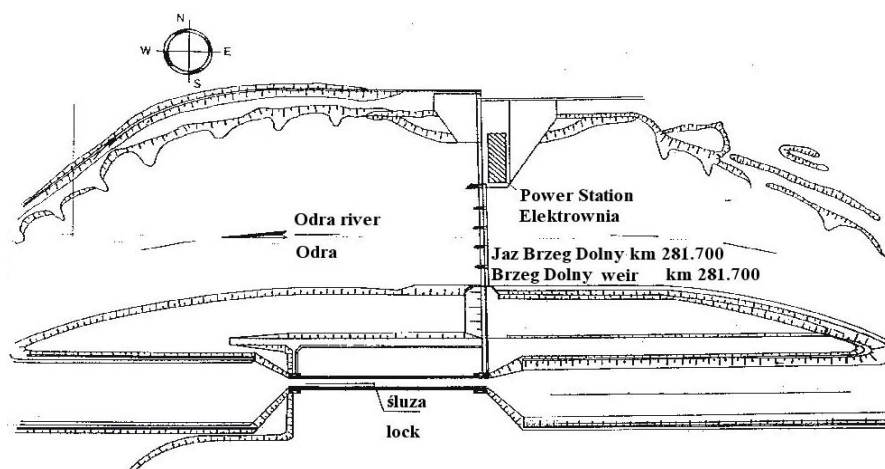
Lokalizacja zbiornika wodnego w Brzegu Dolnym

Stopień wodny w Brzegu Dolnym (281,770 km Odry) został zlokalizowany w odległości 21,11 km poniżej stopnia w Rędzinie. O jego lokalizacji zadecydowały dwa główne aspekty, tj. spadek możliwy do wykorzystania dla energetyki oraz sprzyjające warunki posadowienia (MOKWA 2002). Dolina Odry w miejscu lokalizacji stopnia ma typowo aluwialną budowę geologiczną. Wierzchnie warstwy, o miąższości od kilku do kilkunastu metrów, są czwartorzędowymi osadami aluwialnymi (piaski, żwiry, mady). Poniżej tych utworów zalegają trudno przepuszczalne utwory trzeciorzędowe, tzw. iły poznańskie, skonsolidowane przez lodowiec, których miąższość osiąga miejscami 100 m.

Cały stopień w Brzegu Dolnym jest złożony z pięcioprzęsłowego jazu kłapowozasuwowego, elektrowni wodnej Wały, śluzy żeglugowej i labiryntowej przepławki dla ryb.

Obiekt jest położony w zakolu rzeki Odry w taki sposób (rys. 1), że elektrownia wodna i jedno przęsło jazu (piąte) są zlokalizowane w korycie właściwym Odry. Pozostałe cztery przęsła jazu wybudowano na lewej terasie zalewowej. Śluza dla barek jest położona oddzielnie, za sztucznym wyniesieniem lewej terasy zalewowej tworzącym tzw. język rozdzielczy.

Światło pojedynczego przęsła jazu wynosi 22,85 m. Zamknięciami jazu są zasusy o wysokości 6,5 m wyposażone w górnej części w kłapy. Maksymalna rzędna piętrzenia



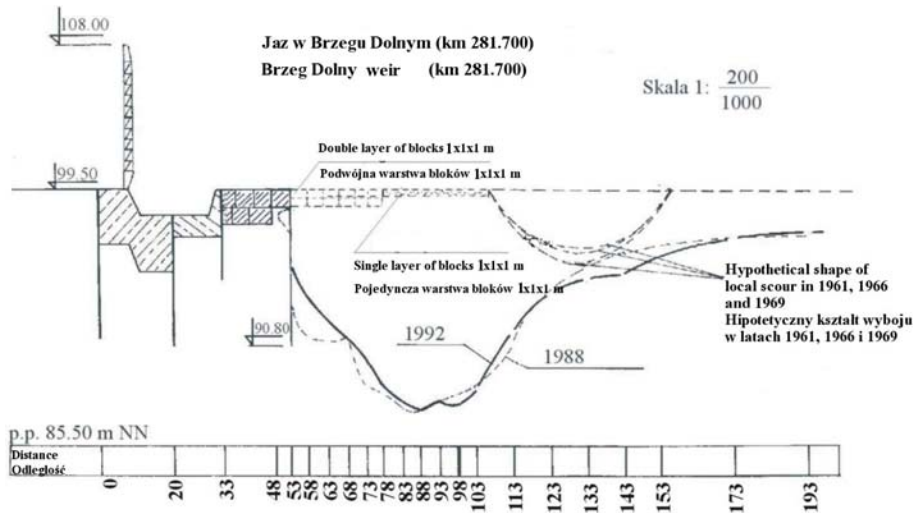
Rys. 1. Lokalizacja stopnia w Brzegu Dolnym
Fig. 1. Localisation of the barrage Brzeg Dolny

wynosi 108,00 m NN, a realna rzędna piętrzenia waha się od 106,50 do 108,00. Maksymalne podniesienie klap przy całkowicie opuszczonych zasuwach pozwala na uzyskanie dodatkowego piętrzenia rzędu 1,5 m (PARZONKA i IN. 1993). Zrzut wody ze zbiornika może być realizowany zarówno górą poprzez kłapy, jak i dołem pod podniesionymi zasuwami.

Posadowienie stopnia wodnego w Brzegu Dolnym wykonano w rejonie wychodni ilów trzeciorzędowych, co miało zapewnić nie tylko stateczność budowli, lecz także ograniczyć negatywne skutki filtracji. Dolne stanowisko stopnia było zabezpieczone (1958) przed negatywnymi skutkami rozpraszania energii spiętrzonej wody na odcinku długości około 103 m. Podstawowym urządzeniem rozpraszającym jest niecka wypadowa. Dalszą częścią odcinka dysypacji było początkowo dwuczęściowe umocnienie dna blokami o wymiarach 1 m × 1 m × 1 m, przy czym pierwsza część tego zabezpieczenia, o długości 30 m, położona bezpośrednio poniżej niecki była wykonana jako podwójna warstwa w.w. bloków, a druga jako warstwa pojedyncza (rys. 2). Poniżej tych ciężkich zabezpieczeń ułożony był oskałowany materac faszynowy.

Erozja lokalna poniżej jazu stopnia Brzeg Dolny

Z pomiarów kontrolnych odcinka dysypacji poniżej jazu w Brzegu Dolnym z lat 1958-1970 zebranych przez Kornackiego (PARZONKA i IN. 1993) wynika, że już w tym okresie obserwowano stopniowy rozwój wyboju lokalnego za końcowym odcinkiem umocnień (rys. 2). Według Kornackiego obserwowana maksymalna głębokość wyboju wynosiła: w 1961 roku 3,20 m (3 lata po oddaniu stopnia do eksploatacji), w 1966 roku – 3,40 m oraz w 1969 roku – 4,00 m. Szybki przyrost głębokości wyboju wynikał z łatwej erozji wierzchniej warstwy aluwów. W okresie 1969-1970 głębokość wyboju osiągnęła granicę utworów trzeciorzędowych o cechach spoistych. Postawiona wówczas



Rys. 2. Rozwój wyboju lokalnego poniżej jazu w Brzegu Dolnym
Fig. 2. Development of the local scour below weir Brzeg Dolny

diagnoza wskazywała, że skoro zjawisko erozji miejscowej osiągnęło poziom gruntów o cechach spoistych (iłów) to tempo rozwoju wyboju ulegnie znacznej redukcji. Wydaje się, że ta uspokajająca prognoza była przyczyną zaniechania badań kontrolnych wyboju przez prawie dwudziestoletni okres.

Dopiero w 1988 roku przeprowadzono pomiary kontrolne ubezpieczenia dolnego. Stwierdzono znaczne deformacje dolnego stanowiska jazu w bezpośrednim jego sąsiedztwie, objawiające się zniszczeniami części płyty jazowej i umocnień poszuru oraz powstaniem trzech wybojów o znacznych rozmiarach (rys. 3). Głębokości wybojów wynosiły odpowiednio:

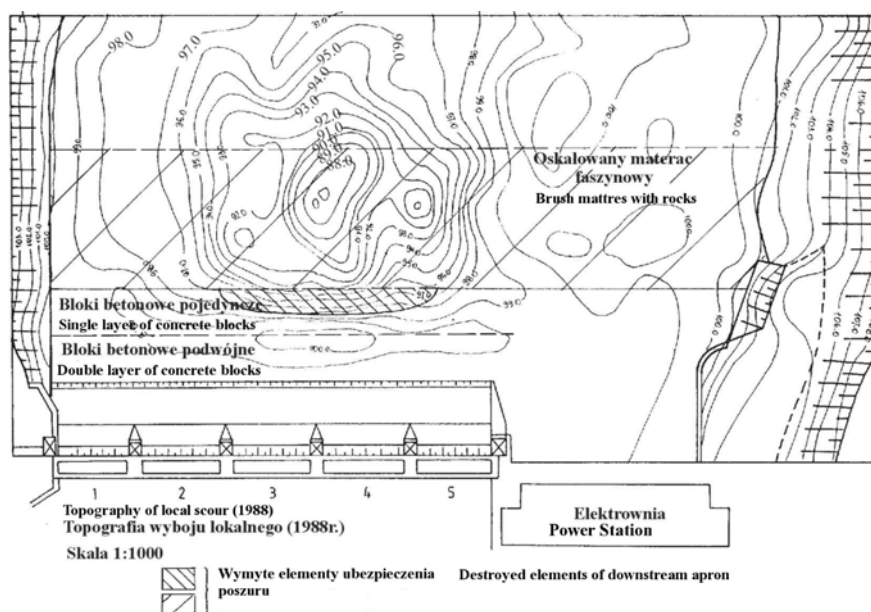
- poniżej przęsła piątego: 8,50 m
- poniżej przęsła czwartego: 12,50 m
- poniżej przęsła trzeciego: 9,50 m

Wyboje te zagrażały stateczności posadowienia stopnia i bezpieczeństwu samej budowli.

W latach 1992-1994 autorzy wraz ze współpracownikami ocenili proces powstania i mechanizm przebiegu zjawiska erozji lokalnej poniżej stopnia w Brzegu Dolnym (PARZONKA i IN., Projekt KBN 1994). Mechanizm powstawania tego zjawiska zależy od wielu czynników (DĄBKOWSKI i IN. 1982, PARZONKA i IN. 1993, GŁOWSKI i IN. 1994):

- warunków geologicznych w obrębie stopnia,
- czasu przepływu wody,
- sposobu eksploatacji jazu,
- charakteru pracy i przeznaczenia stopnia,
- rozwiązań konstrukcyjnych niecki wypadowej i umocnień poniżej,
- transportu rumowiska na górnym i dolnym stanowisku jazu.

W zależności od stopnia wpływu któregoś z wymienionych czynników, odmiennie kształtuje się przebieg erozji lokalnej. Głównymi czynnikami wpływającymi na dynamikę tego procesu są prędkość przepływu i turbulencja strumienia.



Rys. 3. Mapa wyboju lokalnego (1988)
Fig. 3. Map of local scour (1988)

Budowa geologiczna podłoża w rejonie budowli piętrzącej ma istotne znaczenie nie tylko ze względu na jej posadowienie, ale także na warunki jej bezpieczeństwa w okresie eksploatacji. Jak już wspomniano, dwuwarstwowe podłoże w miejscu lokalizacji stopnia w Brzegu Dolnym jest zbudowane z gruntów o cechach spoistych (iłów) i aluwialnych utworów niespoistych o zmiennej miąższości (od około 0,5 do 10 m). Podczas przejścia fal powodziowych erozja wierzchniej warstwy przebiegała dość szybko. Stąd początkowo tempo formowania się wyboju w okresie 1958-1961 było dość znaczne i wynosiło średnio około 1,07 m/rok. Później tempo rozwoju wyboju zmalało wskutek ochronnego oddziaływania ubezpieczenia wykonanego w postaci oskałowanego materaca faszynowego. W 1969 roku wybój osiągnął głębokość 3,9 m. Zapadanie się ubezpieczenia dolnego stanowiska i erozja wsteczna wywołały ponowne uruchomienie tego procesu, na którego intensywność nałożyły się dodatkowo zmiany własności gruntu spoistego w czasie.

Po rozmyciu warstwy aluwii, erozja lokalna dotarła do twardej powierzchni zluźrzonych prekonsolidowanych trzeciorzędowych ilów poznańskich. W początkowej fazie erozja gruntów spoistych przebiegała w sposób powolny.

Autorzy stwierdzili, że odporność ilów wyraźnie maleje w miarę upływu czasu ich kontaktu z wodą. Istotne są dwa zasadnicze czynniki:

- odciążenie powierzchni ilów skonsolidowanych przez lodowiec,
- budowa mineralogiczna i struktura wewnętrzna ilów.

Po wymyciu wierzchniej warstwy aluwii nastąpiło odprężenie wierzchniej warstwy ilów. Wywołało to zmianę struktury wewnętrznej tego materiału. Odprężenie

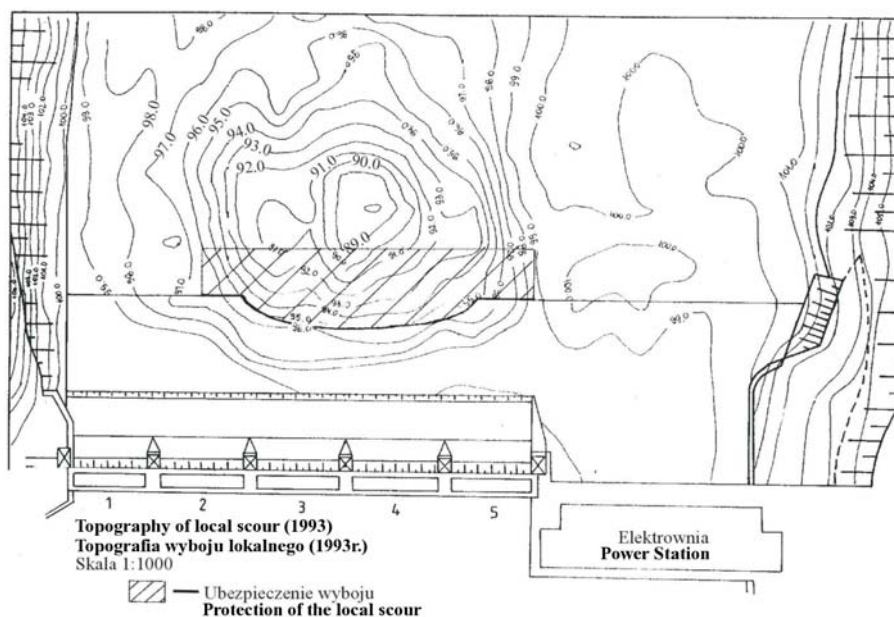
wpłynęło na udrożnienie kapilar przebiegających wzdłuż powierzchni zluźnień. Wnikająca do wnętrza kapilar woda zainicjowała proces pęcznienia, tj. hydratacji minerałów budujących cząstki ilu. Stwierdzono, że ciśnienie pęcznienia dla ilów z Brzegu Dolnego zmieniało się w granicach 15,6-21,6 kPa. Zjawisko było przyczyną zmniejszenia spójności i rozluźniło uwodnioną strefę ilu. Rozmoknięte luźne cząstki oraz strukturalne agregaty takiego materiału, w wyniku kontaktu z płynącą wodą, mogą podlegać procesowi erozji już przy niewielkich prędkościach przepływu. Proces rozmywania intensyfikują dodatkowo turbulентne oddziaływania strumienia (pulsacje), wnikające do wnętrza spękanego masywu ilu. Strefa wysokich pulsacji prędkości występuje głównie w obrębie dolnego stanowiska stopnia wodnego, gdzie panują zwiększone prędkości przepływu. Stąd istotny wpływ na tempo rozwoju erozji lokalnej i wymiary wyboju ma sposób przeprowadzania wód przez urządzenia zrzutowe budowli piętrzącej, określony zwykle programem sterowania zamknięciami ruchomymi jazu.

Autorzy przeanalizowali schematy hydraulicznego zrzutu wód przez zamknięcia jazu (GŁOWSKI i IN. 1994), wykazując negatywny wpływ stosowanego sposobu zrzutu na rozwój wyboju. Dopuszczanie do dużych zrzutów przez jedno lub dwa położone obok siebie przesła było przyczyną występowania nadmiernych prędkości strumienia, głównie w obrębie przesła V, IV i III. Równomierne rozkładanie wielkości zrzutu na wszystkie zamknięcia (tzw. zrzut frontalny) nie powodowałoby tak niekorzystnego reżimu zrzutu jak opisany wcześniej. Jest to o tyle istotne, że w wypadku powstania wyboju w Brzegu Dolnym jako jedną z podstawowych przyczyn można podać właśnie brak zachowania zasady zrzutu frontального. Jak wynikało w 1993 roku z *Instrukcji eksploatacji jazu w Brzegu Dolnym* oraz z *Dziennika jazowego*, wielkie wody przepuszczano przez stopień, otwierając w pierwszej kolejności zasuwę na przesle V, następnie na przesle IV itd. Zatem główny przepływ podczas początkowej fazy zrzutu był przeprowadzany w formie skoncentrowanej strugi najpierw przez jedno, a potem przez dwa sąsiednie upusty. Taki schemat wpływał na istotny wzrost wartości średnich prędkości przepływu poniżej danego przesła, przyczyniając się do istotnego wzrostu prędkości i turbulencji, a w rezultacie do intensyfikacji procesu erozji lokalnej. Przeprowadzone w 1988 roku przez IMGW Oddział Wrocław pomiary dolnego stanowiska wykazały właśnie w obrębie tych przesła istnienie wybojów o największej głębokości (rys. 3).

W 1993 roku zakończono prace przy zabezpieczeniu wyboju (rys. 4). Jego ubezpieczenie wykonano według tzw. wariantu minimum, obejmującego zakresem ubezpieczenie tylko najgłębszych rejonów wyboju, bezpośrednio sąsiadujących z częścią niezniszczonego jeszcze ubezpieczenia ciężkiego. Takie rozwiązanie miało na celu uniemożliwienie rozwoju i przemieszczenia się wyboju. Strefa umocnień wykonana według w.w. wariantu dotyczyła poszuru poniżej przesła V, IV i III. Techniczne rozwiązanie ubezpieczenia (Ekspertyza... 1996) objęło wykonanie:

- poprzecznej ścianki szczelnej na długości 90 m o długości brusów wynoszącej 10 m,
- podkładu (materaca) z pasów geowłókniny o szerokości 10 m, stabilizującego dno wyboju; pasy te układano na 5-metrowy zakład,
- narzutu kamiennego o grubości 2 m obciążającego geowłókninę, wspierającego nową ściankę szczelną.

Zachowanie wykonanego ubezpieczenia jest monitorowane poprzez systematyczne pomiary geometrii po przejściu każdego większego wezbrania (Ekspertyza... 1996). W celu zapewnienia porównywalności wyników, pomiary kontrolne są prowadzone w zastabilizowanych przekrojach podłużnych i poprzecznych tworzących przestrzenną siatkę.

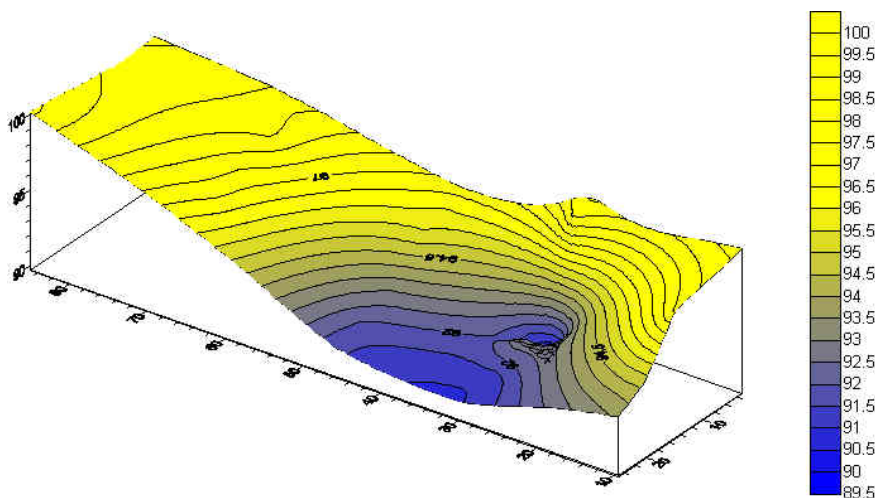


Rys. 4. Ubezpieczenie wyboju lokalnego
 Fig. 4. Protection of the local scour

Wyniki badań batymetrycznych ubezpieczenia i wyboju zrealizowane w latach 1988-1997 pokazały, że już od 1994 roku ubezpieczenie podlegało stopniowo procesom deformacji. Już po pomiarach w 1996 roku wykonanych przez „Hydrotex” Wrocław stwierdzono lokalne zniszczenia ubezpieczenia. Zalecono jego kontrolę oraz uzupełnianie ubytków na bieżąco (Ekspertyza... 1996). Pomiarzy wykonane w 1997 roku, bezpośrednio po przejściu katastrofalnej powodzi o przepływie kulminacyjnym $Q_{\max} = 3530 \text{ m}^3/\text{s}$ (IMGW 1997), wykazały postępujący proces rozmycia ubezpieczenia wyboju w świetle przeszła z IV (rys. 5).

Erozja liniowa poniżej stopnia Brzeg Dolny

Badania rozwoju erozji liniowej dna rzeki Odry na odcinku poniżej stopnia w Rędzinie (rok budowy 1922) prowadzono już od 1925 roku. Analizowane wyniki pomiarów pochodziły z lat 1925, 1930, 1947, 1961 i 1992 (PARZONKA i IN. 1995). Głównym wnioskiem tej analizy jest stwierdzenie, że w okresie 1961-1992 dynamika procesu erozji liniowej na odcinku Odry swobodnie płynącej poniżej stopnia wodnego w Brzegu Dolnym wynosiła 6,2 cm/rok i była dwukrotnie większa niż w okresie do 1961 roku. Oceniono, że w 1961 roku zasięg erozji obejmował 308 km biegu Odry, a już w 1992 roku erozja dotarła do 332 km Odry, tj. do przekroju wodowskazowego w Ścinawie, obejmując zasięgiem odcinek o długości 50 km.



Rys. 5. Deformacja ubezpieczenia wyboju poniżej IV przęsła jazu w Brzegu Dolnym
 Fig. 5. Deformation of local scour protection below gate IV of weir Brzeg Dolny

Systematyczne pogłębianie dna Odry sprzyja rozwojowi drenującego charakteru rzeki poniżej stopnia, co wpływa na systematyczne pogorszenie warunków żeglugi i obniżanie zwierciadła wody w rzece. Prowadzić to może do nieodwracalnych zmian w środowisku naturalnym przyległych terenów i do zmiany struktury ich użytkowania.

Zamulanie zbiornika Brzeg Dolny

Zbiornik wodny powstały na górnym stanowisku stopnia w Brzegu Dolnym zajmuje powierzchnię około 5 km² przy szerokości zwierciadła wody od około 400 do 750 m na długości około 8 km. Na dalszym odcinku około 13 km zwierciadło wody spiętrzonej mieści się w obrębie koryta rzeki Odry. Cofka zbiornika sięga aż do stopnia w Rędzinie, wpływając na ujściowy odcinek rzeki Widawy (266,900 km) i Bystrzycy (266,500 km). Średnie głębokości na zalewie zbiornika kształtują się od około 0,85 m do 2,5 m. W momencie oddania zbiornika do eksploatacji (1958 r.) jego pojemność oceniano na około 7 mln m³. Opisana nieprawidłowa eksploatacja stopnia, jego lokalizacja w łuku rzeki i geometria koryta Odry przyczyniły się do znacznego zamulenia jego czaszy. Szacowana w 1994 roku pojemność zbiornika wynosiła około 6 mln m³.

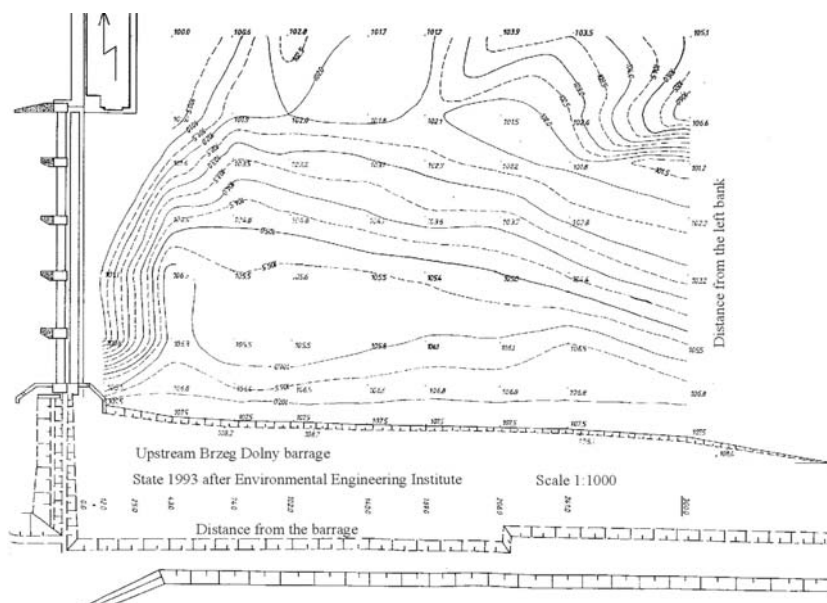
Badania przeprowadzone w 1989 roku przez Specjalistyczną Spółdzielnię Rzemieślniczą Techniki Alpinistyczno-Nurkowej „TAN” wykazały istnienie podwodnego półwyspu osadów w bezpośrednim sąsiedztwie jazu. Półwysp ten powstał na dawnej lewej terasie zalewowej w rejonie przęsła jazu nr I, II i III. Przeprowadzone w 1993 roku pomiary ukształtowania dna części powierzchni czaszy zbiornika (rys. 5), w bezpośrednim sąsiedztwie stopnia potwierdziły istnienie półwyspu i wzrost jego rozmiarów. Stwierdzono wówczas znaczny (ok. 1-3 m) przyrost miąższości osadów w porównaniu z badaniami wykonanymi przez „TAN”.

Przeprowadzona w 1993 roku analiza zmienności stanów podczas przejścia powodzi przez stopień w Brzegu Dolnym wykazała, że rzędne zw. wody po częściowym otwarciu zamknięć jazu są niższe od rzędnej normalnego piętrzenia 108,00 m NN i wynoszą od 107 do 107,50 m NN. W takich warunkach głębokości wody w obrębie półwyspu na znacznej szerokości jazu nie przekraczały 1 m. Przeprowadzone badania cech fizycznych i reologicznych tych osadów (rys. 6, 7) pokazały, że jest to drobnoziarnisty namuł o cechach spoistych (GŁOWSKI i IN. 1995). Osad ten podlegał szybkiej konsolidacji i stosunkowo szybko uzyskał dużą odporność na proces erozji hydraulicznej. Stwierdzono, że w warunkach normalnej eksploatacji jazu głębokości wody i prędkości przepływu są niewystarczające do wywołania hydraulicznej erozji osadów z półwyspu. Dopiero w warunkach powodzi z 1997 roku znaczna część wymienionych osadów została wyerodowana, przy czym strefa erozji objęła część półwyspu przyległą do koryta właściwego (GŁOWSKI i PARZONKA 2002).

Również w niektórych wyżej położonych obszarach zbiornika wskutek sedymentacji rumowiska drobnoziarnistego utworzyły się podwodne wyniesienia dna sięgające miejscami powierzchni zw. wody. W warunkach okresowo obniżonego piętrzenia na stopniu do rzędnej 106,50 m NN nastąpiło odsłonięcie wypiętrzonych fragmentów dna. Odsłonięte wyspy pokryły się szybko roślinnością łąkową i krzaczastą, stając się miejscem żerowania, gniazdowania i odpoczynku ptaków wędrownych. Z punktu widzenia ekologii jest to pozytywny element rozwoju nowego siedliska przyrodniczego. Powstanie wysp jest jednakże niekorzystne ze względów hydraulicznych i ochrony przeciwpowodziowej – utrudnienia w przejściu fal powodziowych i prowadzeniu żeglugi. Okresowo pogarsza się również jakość wody wskutek częściowej resuspensji osadów oraz zawartych w nich związków biogennych i metali ciężkich.



Rys. 6. Półwysp osadów na górnym stanowisku stopnia w Brzegu Dolnym
Fig. 6. Island of sediments upstream the barrage Brzeg Dolny



Rys. 7. Półwysep osadów powyżej jazu w Brzegu Dolnym
 Fig. 7. Peninsula of sediments upstream the weir Brzeg Dolny

Wpływ zbiornika Brzeg Dolny na tereny przyległe

Zbiornik wodny, powstały w wyniku spiętrzenia jazem Brzeg Dolny, pełni trzy podstawowe funkcje. W pierwszej kolejności zapewnia odpowiednią ilość wody, umożliwiającą żeglugę i słuźowanie barek. Druga funkcja związana jest z zapewnieniem odpowiedniej ilości wody oraz spadu dla poprawnego funkcjonowania elektrowni wodnej i produkcji energii elektrycznej. Ostatnim aspektem jest wykorzystanie zbiornika w celach rekreacyjnych. Od chwili utworzenia zbiornika spiętrzenie wody wywołało zmiany w stosunkach wodnych terenów przyległych. Autorzy w bezpośredni sposób nie zajmowali się wpływem spiętrzenia na stosunki wodne w terenach przyległych. Zagadnienie to było przedmiotem badań PŁYWACZYKA (1988).

Na odcinku cofki zbiornika Odra zmieniła charakter z rzeki drenującej na infiltrującą (PŁYWACZYK 1988), zakłócając naturalny obieg wody. Ilość wody infiltrującej w profilu hydrogeologicznym terenów przyległych zależy od stanów wody w Odrze spiętrzonej stopniem Brzeg Dolny. Podniesienie zwierciadła wody w Odrze maksymalnie o ok. 5 m wpłynęło na znaczne zwiększenie napływu wód infiltracyjnych na tereny zawała i zwiększyło przepływy w przyległym cieku Jeziorka.

Podsumowanie

Przykład jazu w Brzegu Dolnym pokazuje, że wybudowanie stopnia wodnego i towarzyszących mu obiektów jest znaczącą ingerencją w środowisko otaczające obiekt.

Systematyczny wzrost zasięgu erozji liniowej poniżej jazu w Brzegu Dolnym doprowadził do zmiany reżimu oddziaływania Odry na przyległą dolinę (na znacznym odcinku rzeki) z infiltrującego na drenujący. Degradacja dna na 50-kilometrowym odcinku poniżej stopnia jest przyczyną trudności z utrzymaniem odpowiednich głębokości żeglugowych. Może to prowadzić do nadmiernego przesuszenia przyległych terenów doliny oraz może wywoływać nieodwracalne zmiany w środowisku przyrodniczym.

Wyboje powstałe w rejonie zniszczonych ubezpieczeń dolnego stanowiska jazu zagrożiły stateczności stopnia. Ich powstanie jest związane z niekorzystną budową geologiczną podłoża stopnia i częściowo z nieodpowiednią eksploatacją jazu.

Zamulenie górnego stanowiska wpłynęło na znaczne ograniczenie przepustowości trzech przesł jazu i doprowadziło do powstania odkładów rumowiska (wysp). Zamulenie przyczyniło się do zmniejszenia pojemności zbiornika i utrudnienia dla żeglugi na odcinku między Rędzinem a Brzegiem Dolnym. Powstałe w zbiorniku wyspy pokryte roślinnością ograniczają przepustowość doliny Odry dla wód powodziowych. Rozwój wysp ma istotne znaczenie ekologiczne, gdyż są one miejscem gniazdowania, odpoczynku i żerowania dla ptaków. Należy zaznaczyć, że podczas przejścia fal powodziowych część wysp jest okresowo zatapiająca.

Mimo wiedzy, trudno jest dokładnie przewidzieć skutki oddziaływania budowli hydrotechnicznych na otoczenie. Przykład Brzegu Dolnego nie jest odosobniony, podobne bowiem zjawiska występują na wielu stopniach rzek skanalizowanych lub na stopniach stojących swobodnie, np. na stopniu wodnym we Włocławku. Konieczne jest zatem wypracowanie kompromisowych rozwiązań pomiędzy ekologią i hydrotechniką, które pozwolą na uzyskanie obopólnie akceptowalnych wyników. Wydaje się, że obecnie nie jest możliwe całkowite odejście od ingerencji technicznej w systemy rzeczne, co jest związane z prowadzeniem racjonalnej gospodarki wodnej, żeglugi i ochrony przeciwpowodziowej.

Literatura

- DĄBKOWSKI L., SKIBIŃSKI J., ŻBIKOWSKI A., 1982. Hydrauliczne podstawy projektów wodno-melioracyjnych. PIWRiL, Warszawa.
- Ekspertyza określająca zachowanie się wyboju, jego stan i występowanie zniszczeń poniżej jazu w Brzegu Dolnym, ODGW we Wrocławiu. 1996. Maszyn. Przeds. Usług.-Handl. „Hydrotex”, Wrocław.
- GŁOWSKI R., KASPEREK R., KOSIERB R., MOKWA M., PARZONKA W., 1994. Evaluation of exploitation of the weir Brzeg Dolny on the river Odra equipped in flat gates and flap valves. Pr. Nauk. Inst. Geotech. Hydrotech. P. Wroc. 67, Ser. Konf. 34: 143-151.
- GŁOWSKI R., KEMPIŃSKI J., PARZONKA W., 1995. Zamulanie koryta rzeki Odry powyżej stopnia Brzeg Dolny. Zesz. Nauk. AR Wroc. 270, Ser. Konf. 2: 43-53.
- GŁOWSKI R., PARZONKA W., 2002. Estimation of critical velocities and depths of hydraulic erosion for cohesive river muds on the example of barrage Brzeg Dolny on Middle Odra. Zesz. Nauk. AR Wroc. 438, Konf. 36.
- MOKWA M., 2002. Sterowanie procesami fluwialnymi w korytach rzek przekształconych antropogenicznie. Zesz. Nauk. AR Wroc. 439, Rozpr. 199.
- PARZONKA W., KEMPIŃSKI J., GŁOWSKI R., 1993. Ocena wpływu geometrii koryta rzeki Odry i sposobu eksploatacji jazu w Brzegu Dolnym na warunki erozji namulów z górnego stanowiska. Zesz. Nauk. AR Wroc. 233, Inż. Środ. 4: 57-65.
- PARZONKA W., SERAFIN S., KASPEREK R., 1993. Ocena rozwoju erozji lokalnej i liniowej dna Odry poniżej stopnia w Brzegu Dolnym. Zesz. Nauk. AR Wroc. 233, Inż. Środ. 4: 67-76.

- PLYWACZYK L., 1988. Oddziaływanie Odry na stosunki wodnomelioracyjne doliny w rejonie Brzeg Dolny – Malczyce. *Zesz. Nauk. AR Wroc.* 68.
- Pomiary kontrolne zabezpieczenia wyboju dna poniżej jazu Brzeg Dolny, ODGW we Wrocławiu. Zlecenie nr TR-OS/4/1/94. 1994. Maszyn. Przeds. Usług.-Handl. „Hydrotex”, Wrocław.
- STANUCH B., 1999. Erozja lokalna koryta rzeki Odry poniżej stopnia wodnego w Brzegu Dolnym. Maszyn. Pr. dypl. Inst. Bud. Wodn. Ziemn. AR, Wrocław.
- Wykonanie sondowań określających zachowanie się wyboju, jego stan i występowanie zniszczeń poniżej jazu w Brzegu Dolnym, ODGW we Wrocławiu. Umowa nr TR-511/O/E-139/97. 1997. Maszyn. Przeds. Usług.-Handl. „Hydrotex”, Wrocław.

EXPLOITATION AND INFLUENCE OF STORAGE RESERVOIR IN BRZEG DOLNY ON Odra RIVER VALLEY

Summary. Brzeg Dolny barrage has been constructed in 1958. Barrage consist of 5-gate weir, power station and lock. Discharges up to 240 m³/s are used by turbines of the power station. Higher discharges are passed through the movable seals of the weir. During the exploitation of storage reservoir, upstream of the weir the peninsula of sediments occurred. Because of presence of this peninsula the coefficient of discharge of the weir has been lowered about 15-30%. In 90th's years of XX Century, in lower part of the storage reservoir the islands of sediments with lengths between 300 and 900 m occurred. The peninsula and islands were created with fine grained sediments. These islands have been quickly covered by vegetation with maximum height about 4 m. In 80th's years of XX Century three big local scowers occurred below the weir Brzeg Dolny with maximum depth of about 12.5 m. Additionally below the barrage the linear erosion of Odra river bed has been developed. Mean lowering of the Odra river bed caused by linear erosion has been estimated about 6.2 cm/year. In 1961 the range of the linear erosion reached the 308 km of Odra river and today about 332 km (cross section Ścinawa). This phenomenon causes a complications in navigation because required water depths during navigational season are too low for barges with load capacity of 800 Mg. The barrage has also negative influence on Odra river valley, because of influence of inundation of valley due to damming up of water upstream and draining influence below.

Key words: storage reservoir, river valley, sediment transport, hydraulic erosion

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Robert Głowski, Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław, Poland, e-mail: robg@iis.ar.wroc.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 10.05.2007

Do cytowania – For citation: Głowski R., Parzonka W., 2007. Eksploatacja i oddziaływanie zbiornika Brzeg Dolny na rzece Odrze. Nauka Przyr. Technol. 1, 2, #19.