

## **Wpływ zabudowy hydrotechnicznej na współczesne kształtowanie rzeźby koryt rzek ziemi kłodzkiej**

### **The impact of hydraulic engineering structures on present-day morphology of Kłodzko County river channels**

**Matylda Witek**

*Institut Geografii i Rozwoju Regionalnego, Uniwersytet Wrocławski, pl. Uniwersytecki 1, 50-137 Wrocław  
matylda.witek@uni.wroc.pl*

**Zarys treści:** Działalność człowieka w zlewniach rzek ziemi kłodzkiej sięga okresu średniowiecza. Pierwsze obiekty hydrotechniczne w korytach związane były z podstawowymi potrzebami ludzkimi, np. komunikacją (przeprawy), poborem wody na codzienny użytek (lokalne spiętrzenia), rozwijającą się działalnością gospodarczą (młyny, huty szkła). Każda ingerencja w naturalny system koryta pozostawiała w nim zmiany, których efekty są często obserwowane do czasów obecnych. Rzeki nie są już wykorzystywane do celów gospodarczych, a spośród obiektów hydrotechnicznych najliczniej występują te, które są związane z infrastrukturą komunikacyjną, oraz pełniące funkcje przeciwpowodziowe i przeciwoerozyjne. Mimo intensywnej działalności w dolinach rzek ziemi kłodzkiej, wprowadzane przez człowieka zmiany oraz wznoszone konstrukcje hydrotechniczne nie wywołują znaczących przekształceń w morfologii dolin i funkcjonowaniu koryt. Obserwacje terenowe wykazały, że rodzaj, natężenie i rozmieszczenie procesów rzeźbotwórczych i tworzących się form zależą głównie od czynników naturalnych. Na całej długości koryt obserwuje się proces erozyjnego podcinania brzegów oraz akumulacji odsypów korytowych bez względu na obecność sztucznej zabudowy, za to w miejscach predysponowanych morfologią doliny i spadkami koryta. Niektóre obiekty hydrotechniczne (np. stopnie, jazy, bystrza o zwiększonej szorstkości) intensyfikują działające procesy morfologiczne i wpływają na tworzenie się form korytowych, głównie łach żwirowych. Oddziaływanie tych konstrukcji na morfologię koryta jest w większości lokalne i obserwowane w bezpośrednim sąsiedztwie obiektu. Odmienny wpływ na system koryta ma zabudowa systematyczna (ubezpieczenia brzegowe), której oddziaływanie może być obserwowane na całej długości ciek, w szczególności w miejscach kontaktu obudowanych fragmentów koryta z naturalnym odcinkiem brzegu.

**Słowa kluczowe:** koryta uregulowane, erozja, akumulacja, zabudowa hydrotechniczna, ziemia kłodzka

**Abstract:** Human activity in the drainages of Kłodzko County has taken place since middle ages. The first hydraulic engineering constructions were connected with basic human needs, for example communications (passages), living purposes, agricultural activity (water mills, glass-works). Each human activity in river's channel has changed natural river system, what can be seen today. At present, rivers are not been used for living, industrial or forming purposes. The most popular hydraulic engineering constructions are bridges, other communication infrastructure and constructions connected with flood and erosion control functions (retaining walls). In spite of intensive human activity in these river valleys, transformations made by humans and hydraulic engineering constructions have not caused serious changes in river channels' morphology or in their functions. The local research has shown that the type, intensity and location of fluvial processes and forms are connected with natural elements. Lateral erosion and generation of accumulation morphology form are seen in whole channels regardless of hydraulic engineering constructions. Some of them could increase processes and forms generation, what is seen mainly in places where natural waterside adjoins with retaining walls and at bridges. The influence of most hydraulic engineering constructions is only local and has no impact for functions of whole river systems.

**Key words:** regulated channels, erosion, accumulation, hydraulic engineering structure, Kłodzko County

## Wprowadzenie

W korytach większości górskich systemów rzecznych w Polsce, w tym także w korytach rzek sudeckich prowadzano, niekiedy na szeroką skalę, prace regulacyjne. Czynniki antropogeniczne odegrały istotną rolę w modyfikacji systemu fluwialnego w Sudetach i na ich przedpolu. Od drugiej połowy XIX w. większość rzek w tym regionie została w różnym stopniu uregulowana. Głównym celem prac regulacyjnych jest zabezpieczenie terenów zamieszkałych i wykorzystywanych przez człowieka przed negatywnym skutkiem procesów erozji i akumulacji. Regulacje koryt rzecznych są prowadzone też w celach przemysłowych oraz przeciwpowodziowych. Koryta rzeczne najczęściej poddawane były prostowaniu i pogłębianiu. Budowano w nich także różnego typu obiekty hydrotechniczne oraz ubezpieczenia brzegowe. Działania regulacyjne prowadzone są nadal, niejako wbrew podnoszonej konieczności renaturyzacji cieków. Wszystkie przekształcenia antropogeniczne w korytach rzecznych oraz w bezpośrednim sąsiedztwie nie pozostają bez wpływu na cały system fluwialny, który jest wyjątkowo czuły na zachodzące w nim zmiany. Ingerencja w system rzeczny powodować może bezpośrednio widoczne zmiany w morfologii koryta, tj. np. zmiany układu koryta w planie (Korpak i in. 2008, 2009, Latocha 2009, Witek 2010). W przypadku stosowania różnego typu regulacji hydrotechnicznych obserwowane są także zmiany pośrednie, objawiające się po określonym czasie funkcjonowania obiektu lub w pewnej odległości od niego. Wpływ poszczególnych form zabudowy cieków na współczesne funkcjonowanie koryt rzek ziemi kłodzkiej jest zróżnicowany (Żurawek 1999, Latocha 2007, 2009, Witek 2007, 2010, Witek, Latocha 2009). W niektórych przypadkach działalność człowieka pozostawiła trwałe, obserwowane również współcześnie zmiany w morfologii koryt (Latocha 2009, Witek, Latocha 2009, Witek 2010). Przekształcenia związane z działalnością regulacyjną mają w odniesieniu do rzek ziemi kłodzkiej zazwyczaj charakter lokalny, bezpośrednio związany z konkretnym obiektem hydrotechnicznym. Jednak obserwowane są także sytuacje, gdy pojedyncza ingerencja w system korytowy powoduje zmiany na całej długości koryta. Dzieje się tak przede wszystkim w przypadku regulacji liniowych, zmieniających istotnie profil podłużny koryt. System rzeczny jest bowiem systemem złożonym z podsystemów wzajemnie powiązanych przepływem energii i materii odcinków.

## Obszar, metody i cel badań

Badania prowadzono na obszarze całej ziemi kłodzkiej w korytach największych rzek tego obszaru (m.in.: Nysa Kłodzka, Ścinawka, Bystrzyca Dusznic-

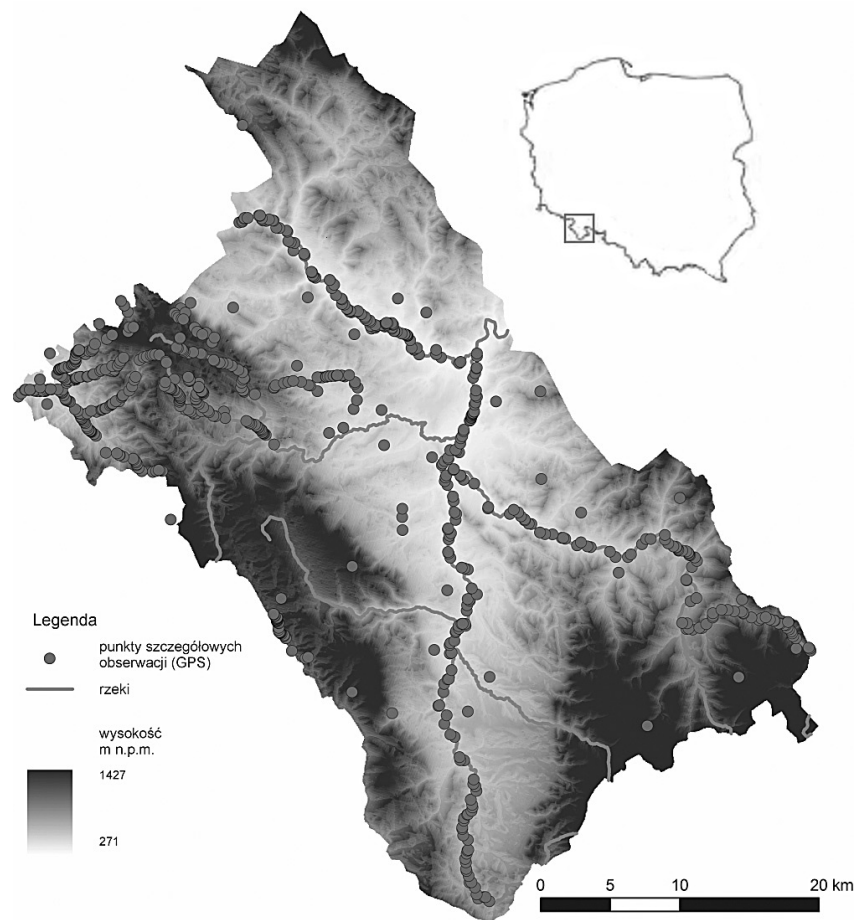
ka, Bystrzyca Łomnicka, Biała Łądecka, Dzika Orlica) oraz na ciekach, gdzie zlokalizowane są obiekty hydrotechniczne o znaczeniu dla całego regionu, np. zapory wodne (m.in.: Wilczka, Morawka). Szczególną uwagę poświęcono potokom na obszarze chronionym Parku Narodowego Gór Stołowych (ryc. 1).

Zasadniczą metodą badawczą stanowiło szczegółowe kartowanie geomorfologiczne wybranych koryt rzecznych oraz obszaru bezpośredniego sąsiedztwa koryta na podkładzie mapy topograficznej 1:10 000. W oparciu o obserwacje terenowe wydzielono odcinki badawcze, wyróżnione na podstawie stopnia przekształcenia przez działalność człowieka, uwzględniając także zróżnicowanie warunków naturalnych. Przeprowadzono również typologię koryt, wydzielając odcinki danych typów, kształtowane przez dominujący proces morfologiczny. Dokonano też analizy materiałów archiwalnych dotyczących zabudowy koryt rzek ziemi kłodzkiej, co umożliwiło podjęcie próby odtworzenia historii prac regulacyjnych na tym terenie.

W niniejszym artykule zostaną przedstawione najistotniejsze zmiany morfologiczne wywołane w korytach rzek ziemi kłodzkiej na skutek prowadzonych prac regulacyjnych. Prezentowane wyniki dotyczyć będą przede wszystkim wpływu poszczególnych obiektów hydrotechnicznych i wybranych prac regulacyjnych na tworzenie się i intensyfikację stref erozji i akumulacji. W pracy podjęto również próbę określenia znaczenia wybranych konstrukcji w kontekście zróżnicowania natężenia procesów rzeźbotwórczych w korytach oraz określenia, na ile występowanie, zróżnicowanych procesów rzeźbotwórczych oraz różnorodnych form korytowych warunkowane jest obecnością systemów regulacji (biorąc pod uwagę ich różny stan techniczny), a na ile o dynamice tych procesów decydują uwarunkowania naturalne, takie jak: morfologia doliny, spadek, litologia zlewni, cechy osadów itp.

## Antropogeniczne przekształcenia koryt rzek ziemi kłodzkiej

Działalność człowieka w zlewniach rzek ziemi kłodzkiej sięga okresu średniowiecza i związana jest głównie z wykorzystywaniem ich dolin jako ważnych szlaków komunikacyjnych i handlowych (Bartkiewicz 1977, Jerkiewicz 1983, Staffa 1990, 1994, Herzig, Ruchniewicz 2006). Rzeki ziemi kłodzkiej były w przeszłości intensywnie wykorzystywane do celów gospodarczych i bytowych. W korytach pojawiły się wówczas pierwsze konstrukcje hydrotechniczne w postaci prymitywnych tam i przegrodzeń koryta. Budowle te związane były z podstawowymi potrzebami ludzkimi, np. komunikacją (przeprawy), poborem wody na codzienny użytek (lokalne spiętrzenia), rozwijającą się działalnością gospodarczą (młyny, huty



**Ryc. 1.** Położenie obszaru badań  
**Fig. 1.** Location of the research area

szkła, drobne zakłady przemysłowe). Obecnie większość rzek ziemi kłodzkiej nie jest wykorzystywana do celów gospodarczych, zanikły funkcje m.in. młynów, szlifierni czy papierni, a spośród obiektów hydrotechnicznych najliczniej występują te, które są związane z infrastrukturą komunikacyjną oraz pełniące funkcje przeciwpowodziowe i przeciwerozynne (konstrukcje oporowe). Każda ingerencja w system korytowy pozostawiła jednak zmiany, w większości przypadków obserwowane do dzisiaj.

Na terenie Sudetów zwłaszcza w ostatnim stuleciu zaznaczyły się istotne zmiany polityczno-społeczne, narodowościowe i gospodarcze. Rozpoczęty pod koniec XIX w. proces wyludniania się wsi górskich na rzecz rozwijających się miast przemysłowych nasilił się szczególnie po II wojnie światowej. Dodatkowo nastąpiła wówczas zmiana przynależności państwowej tego obszaru. W miejsce wysiedlonej ludności niemieckiej napłynęli nowi, polscy osadnicy, głównie z nizinnych terenów Polski centralnej i południowo-wschodniej. W efekcie tych przemian nastąpiły zmiany w strukturze własności gruntów i kierunkach użytkowania ziemi oraz sposobach zabudowy i wykorzystywania cieków. Zjawiska społeczno-gospodarcze znalazły swoje odbicie w przemianach funkcjonowania środowiska przyrodniczego. W szczególności

wpłynęło to na sposób zagospodarowania den dolin i koryt rzecznych, m.in. zróżnicowanie typów i cech zabudowy hydrotechnicznej cieków. Na współczesne wykształcenie i funkcjonowanie koryt rzecznych na ziemi kłodzkiej znaczący wpływ miały także naturalne zjawiska ekstremalne, zwłaszcza wezbrania z lat 1997 i 1998.

Rozwój nowych technologii i wzrost świadomości ekologicznej spowodował, że w korytach rzecznych zaczęły przeważać konstrukcje mniej uciążliwe dla środowiska przyrodniczego. Wymogi racjonalnego zagospodarowania cieków narzucają także dokumenty strategiczne, takie jak np. Ramowa Dyrektywa Wodna (RDW), oraz opracowania eksperckie, np. *Zasady dobrej praktyki w utrzymaniu rzek i potoków górskich* (Bojarski i in. 2005, Korpak i in. 2009).

### Zabudowa hydrotechniczna w korytach rzek ziemi kłodzkiej

W badanych korytach występują dwa rodzaje regulacji, tj. regulacje liniowe ubezpieczające brzozy koryt, a także formy umocnienia dna oraz obiekty punktowe – różnego typu konstrukcje hydrotechniczne i komunikacyjne, m.in. jazy, zapory przeciwrumowisko-



we, stopnie wodne, progi, młyny, mosty itp. Pod względem nasycenia zlewni obiektami hydrotechnicznymi i formami regulacji koryta rzek ziemi kłodzkiej różnią się od siebie. Intensyfikacja zabudowy koryt ściśle nawiązuje do rozmieszczenia osiedli ludzkich i układu sieci osadniczej.

Stosowane od blisko 200 lat systemy regulacji wywołały w morfologii koryt rzek ziemi kłodzkiej szereg istotnych, niekiedy trwałych zmian, z których najważniejsze omówiono poniżej.

### Planarne zmiany przebiegu koryt

Rzeki sudeckie charakteryzują się w dominującej większości układem jednokorytowym, który jest dużo bardziej stabilny niż niektóre wielokorytowe systemy karpaccie. Dlatego nie podejmowano w Sudetach prac regulacyjnych związanych z prostowaniem koryt i zmianą ich przebiegu na tak szeroką skalę, jak to miało miejsce np. na Dunajcu (Kościelniak 2005) czy innych rzekach karpaccich. Zmiany przebiegu koryt rzek sudeckich wprowadzane były na niewielką skalę i dotyczyły jedynie krótkich odcinków. Prace te wykonywano zwłaszcza na terenach o zwartej zabudowie. Miały one na celu zapewnienie bezpieczeństwa powodziowego oraz udostępnienie większej powierzchni terenu pod zabudowę. Zmiana przebiegu koryt rzek sudeckich w planie, w tym koryt rzek ziemi kłodzkiej, związana jest głównie z działalnością przemysłową. Sztuczne przekopy powstawały w miejscach istnienia dawnych młynów wodnych, szlifierni, cegielni itp. Obiekty takie lokalizowano najczęściej na odcinkach, gdzie koryto tworzy zakola. Formy te były przekopywane, w wyniku czego uzyskiwano skróty koryta o zwiększonym spadku i większej energii płynącej wody (wykorzystywanej m.in. w dawnych młynach). W większości przypadków zakłady te od dawna nie funkcjonują, jednak sztuczne koryta i młynówki na trwałe wpisały się w morfologię dolin tych cieków. Są to jedne z najtrwalszych i najbardziej zaznaczających się w terenie przekształceń antropogenicznych w dolinach rzek ziemi kłodzkiej. Obiektami funkcjonującymi obecnie, w których sąsiedztwie można obserwować zmiany układu koryta rzecznoego, są małe elektrownie wodne (MEW). W przypadku wszystkich tych obiektów mamy do czynienia z przegrodzeniem koryta rzeki za pomocą jazu stałego oraz wprowadzeniem wód do sztucznie przekopanego kanału, na którym zlokalizowany jest obiekt elektrowni (ryc. 2). Kanały te mają prosty przebieg, a uzyskany w nich spadek jest znacznie większy niż w przypadku koryta głównego. Długość kanałów w większości przypadków wynosi ok. 500–700 m. Najdłuższy kanał na badanym obszarze znajduje się przy elektrowni w miejscowości Ławica na Nysie Kłodzkiej. Jego długość wynosi blisko 1200 m.



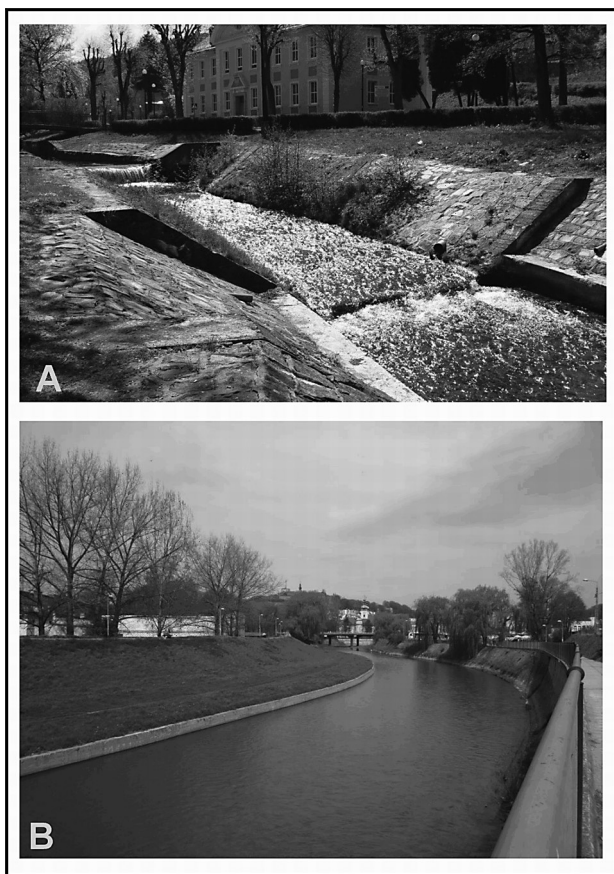
**Ryc. 2.** Przebieg koryta głównego Nysy Kłodzkiej i sztucznego kanału doprowadzającego wodę do elektrowni w Bystrzycy Kłodzkiej

**Fig. 2.** Course of the main channel of Nysa Kłodzka and artificial canal supplying water to the power plant in Bystrzyca Kłodzka

### Zmiany profilu koryta jako efekt prac regulacyjnych

Istotnym skutkiem prac regulacyjnych w korytach rzek ziemi kłodzkiej jest profilowanie i obudowywanie koryt konstrukcjami oporowymi (przeciwerozijnymi). Odcinki koryt przekształcone za pomocą tego typu regulacji liniowych związane są głównie z obszarami miejskimi. Profilowanie koryt, czyli nadanie przekrojowi regularnego kształtu poprzez ścięcie nierówności brzegów, skarpy brzegowej itp., przeprowadzone jest jako jeden z etapów regulacji odcinka. Skutkiem tych działań jest zmiana profilu poprzecznego cieków i zmiana jego naturalnej morfologii. W rezultacie profilowania mamy do czynienia z bardzo regularnymi przekrojami koryt (fot. 1B). Profilowanie może dotyczyć przebudowy zarówno brzegów koryta, jak i jego dna. Najczęściej prowadzi się prace związane z nadaniem brzegom wyrównanego, jednolitego kształtu. Dno cieków jest wyrównywane często z usunięciem naturalnego materiału żwirowego. Niekiedy jest także pogłębiane poprzez usunięcie warstwy materiału dennego o określonej miąższości. Jeśli koryto zostało jedynie wyprofilowane, na jego brzegach i w dnie nie spotyka się dodatkowych form obudowy (fot. 1B). Najczęściej jednak profilowanie jest tylko pierwszym etapem prac regulacyjnych. Wyprofilowane brzegi i dno obudowywane są następnie różnego rodzaju konstrukcjami oporowymi. W przypadku rzek ziemi kłodzkiej mamy do czynienia z kilkoma typami konstrukcji oporowych pochodzących z różnych okresów. Najstarsze elementy oporowe mają postać kamiennych i betonowych murów oporowych oraz prymitywnych narzutów kamiennych. Na obszarach zamieszkałych koryta są często obudowane tzw. żłobem (bystrotokiem) – pełna obudowa zarówno brzegów rzeki, jak i dna. Konstrukcje tego typu okazały się najbardziej inwazyjne dla środowiska, podobnie jak kamienne i betonowe mury oporowe, które z cza-

sem są coraz intensywniej podmywane, osiadają i ulegają spękaniu. „Wtłoczenie” rzeki w wąski żłób wiąże się najczęściej z wyprostowaniem jej koryta, a co za tym idzie – ze skróceniem biegu. Działanie takie powoduje wzrost prędkości przepływającej wody, znaczne przegłębienie dna oraz tworzenie się poprzecznych przegłębieni przy ujściu żłobu. Stare konstrukcje żłobów mają zbyt wąski przekrój poprzeczny, aby pomieścić wody rzeki w czasie wezbrania. Konstrukcje te są wypierane przez nowe formy bystrzy o zwiększonej szorstkości (Radecki-Pawlik 2010) lub bystrzotoków o kaskadowym profilu podłużnym (fot. 1A). Tego typu konstrukcja ogranicza spadek cieku, który zazwyczaj silnie wzrasta w przypadku obudowy koryta żłobem. Poza tym zapewnia możliwość migracji organizmów żywych (fot. 1A). Wraz ze zmianą technologii i zasad obudowy cieków (odchodzenie od ciężkich konstrukcji oporowych betonowych i kamiennych) na ciekach ziemi kłodzkiej zaczęły pojawiać się konstrukcje gabionowe, dużo bardziej przyjazne środowisku. Konstrukcje te (kosze kamienne wypełnione materiałem skalnym) mają możliwość dynamicznego dostosowywania się do „pracującego” brzegu. Nie ulegają zatem tak szyb-



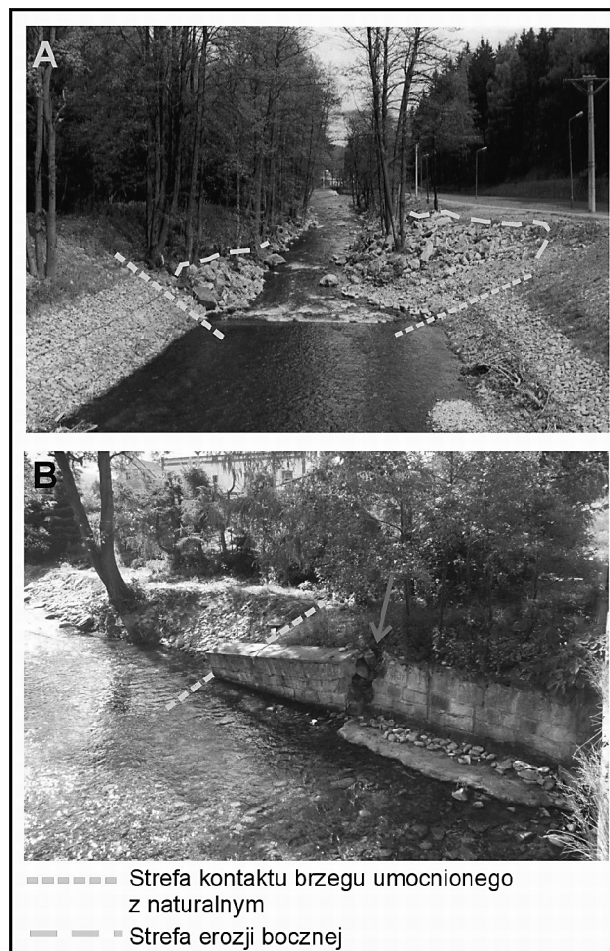
**Fot. 1.** Koryto przekształcone: A – bystrzotok na Bystrzycy Dusznickiej, B – profilowane koryto Nysy Kłodzkiej; brzeg prawy – kamienny mur oporowy

**Phot. 1.** Transformed channel: A – artificial rapids in Bystrzyca Dusznicka channel, B – profiled channel of Nysa Kłodzka; right bank – retaining stone wall

kiemu osiadaniu i spękaniu, jak tradycyjne konstrukcje betonowe i kamiennie. Sumarycznie, blisko połowa długości badanych koryt rzek na ziemi kłodzkiej została w przeszłości lub jest obecnie obudowana konstrukcjami zabezpieczającymi brzegi. Zastosowanie regulacji liniowych w przypadku koryt rzek ziemi kłodzkiej jest uzasadnione koniecznością ochrony mienia ludzkiego i zabezpieczeniem istniejących obiektów hydrotechnicznych.

### Strefy erozyjne na kontakcie brzegów umocnionych z naturalnymi

Ubezpieczenia brzegowe w korytach rzek ziemi kłodzkiej na ogół dobrze zabezpieczają brzegi przed erozją boczną, jednak na kontakcie brzegów umocnionych z fragmentami naturalnymi zaobserwowano intensywne działanie procesów erozyjnych i tworzenie się nisz przykorytowych (ryc. 3). Zjawisko to jest powszechne dla badanego obszaru i występuje w przypadku blisko 90% takich granic (Witek 2007, 2010, Witek, Latocha 2009). W większości sytuacji



**Ryc. 3.** Erozja boczna w korycie Bystrzycy Dusznickiej. A – poniżej umocnień brzegu w Polanicy-Zdrój; B – zniszczenie murów oporowych powyżej Kłodzka Zagórza

**Fig. 3.** Lateral erosion in the Bystrzyca Dusznicka channel. A – below the river defences in Polanica-Zdrój; B – destruction of retaining wall over Kłodzko Zagórza



obserwować można jedynie intensyfikację erozji bocznej w peryferyjnych fragmentach ubezpieczeń brzegowych (ryc. 3A). Jednak istnieją miejsca, gdzie działanie erozji bocznej poniżej umocnień jest na tyle silne, że powoduje pękanie i osiadanie fragmentów murów oporowych (ryc. 3B). Nasilenie procesów erozyjnych ma miejsce także poniżej umocnień brzegów towarzyszących obiektom hydrotechnicznym. W tych przypadkach nisze erozyjne osiągają znaczące rozmiary – nawet do 10 m długości. Przyczyną powstawania większych form erozyjnych w sąsiedztwie obiektów hydrotechnicznych może być intensyfikacja przepływu lub koncentracja nurtu w tych miejscach (np. progi jazów stałych). Niektóre odnotowane formy mają charakter stabilny i współcześnie nie są już aktywne. Zatrzymanie procesu erozyjnego może mieć zróżnicowane przyczyny. Zidentyfikowanie nieaktywnych form erozyjnych może świadczyć o obecności w przeszłości w tych miejscach starych, obecnie niewidocznych już fragmentów konstrukcji oporowych.

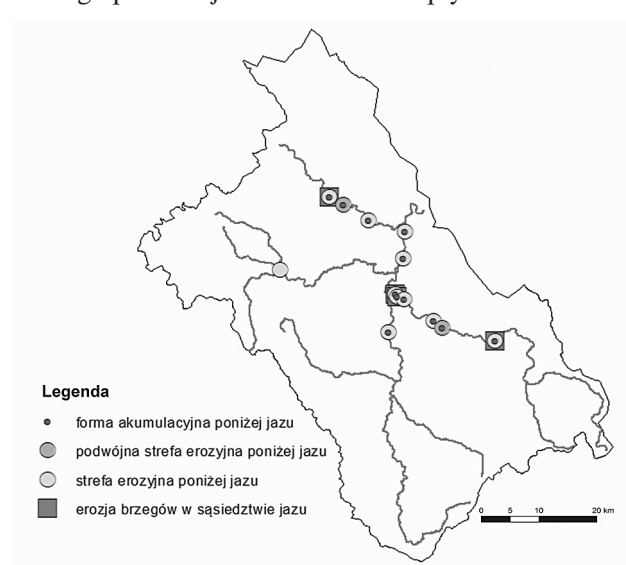
Erozja boczna jest dominującym procesem kształtującym obecnie koryta rzek ziemi kłodzkiej. Proces ten dominuje na większości cieków górskich, zarówno w Sudetach, jak i w Karpatach (Wyźga 1993, Latocha 2007, 2009). Rozwój erozji bocznej jest w wielu miejscach blokowany poprzez zastosowanie obudowy brzegów, jednak na odcinkach naturalnych zachodzi na całej długości koryta. Tendencje erozyjne w badanych korytach są dodatkowo wzmagane podczas zdarzeń ekstremalnych. Odmładzane są istniejące już formy lub tworzą się nowe. Współczesna dynamika w obrębie nisz erozyjnych przejawia się osuwaniem pakietów ziemnych, odsłonięciem korzeni drzew oraz tworzeniem się nawisów ziemno-darniowych.

Wpływ ubezpieczeń brzegowych na funkcjonowanie systemu korytowego, zwłaszcza na intensyfikację procesów erozyjnych, najwyraźniej zaznacza się na kontakcie brzegu umocnionego z naturalnym. Konstrukcje zabezpieczające brzegi nie eliminują więc całkowicie niekorzystnego zjawiska erozji bocznej, a jedynie powodują przesuwanie się czoła strefy erozyjnej w dół rzeki (Zurawek 1999, Witek 2007, Latocha 2009). W powyższych przypadkach wykazano możliwość inicjowania nowych form erozyjnych. Zjawisko występowania wzmoczonej erozji na kontakcie odcinków umocnionych i naturalnych jest powszechnie obserwowane na wielu rzekach i potokach górskich (Froehlich 1990, Warcholik 2002, Ratomski 2004, 2006, Kościelniak 2005, Wyźga 2005).

### Jazy stałe a kształtowanie się dodatkowych stref erozji i akumulacji

Na morfologię rzek ziemi kłodzkiej w istotny sposób wpływają budowle poprzeczne, zwłaszcza te, które przegradzają całą szerokość koryta (jazy stałe, zapo-

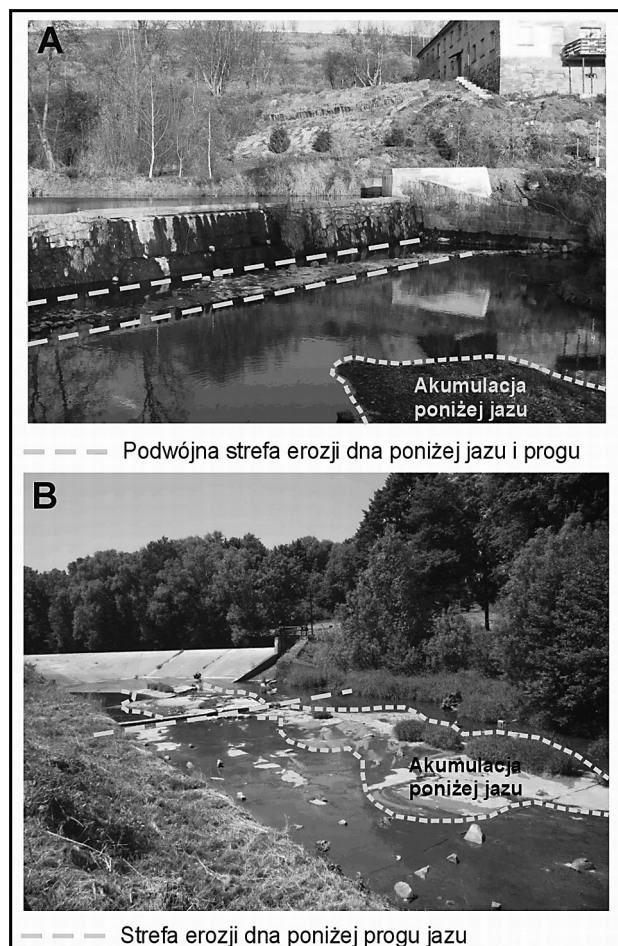
ry przeciwrumowiskowe, wysokie stopnie i progi). Obiekty te zmieniają profil podłużny cieków i w istotny sposób przyczyniają się do inicjowania dodatkowych stref erozji i akumulacji w swoim sąsiedztwie. Budowa konstrukcji poprzecznej powoduje zróżnicowanie przebiegu procesów powyżej i poniżej obiektu na skutek zmiany prędkości nurtu oraz obciążenia cieków, a co za tym idzie – jego siły erozyjnej. W korytach rzek ziemi kłodzkiej najsilniej w morfologii koryta zaznacza się obecność jazów stałych. Powyżej wszystkich obiektów tego typu ma miejsce depozycja materiału transportowanego przez rzekę, co skutkuje podniesieniem się poziomu dna. Poniżej jazów w wyniku zwiększonej siły erozyjnej wód spadających z progu jazu dochodzi do wykształcenia strefy erozyjnej i obniżenia (przegłębienia) dna (Witek 2007, Latocha 2009) (ryc. 4). Przegłębienia dna osiągają nawet 1 m i są największe w przypadku aluwialnego dna Ścinawki (dno buduje materiał piaszczysty), a znacznie mniejsze w przypadku koryt m.in. Białej Łądeckiej czy Nysy Kłodzkiej. Najmniejsze przegłębienia dna poniżej jazów występują np. na Bystrzycy Dusznickiej w obrębie częściowo skalnego dna (Witek 2007, 2010). W sąsiedztwie niektórych obiektów wyposażonych w dodatkowy próg poniżej głównego progu jazu tworzy się podwójna strefa erozyjna nawiązująca zarówno do zasadniczego progu, jak i do drugiego niższego stopnia (ryc. 5A). Podobne procesy eworsji dna występują poniżej stopni i progów, jednak ich efektywność jest znacznie mniejsza (przegłębienie dna rzędu 0,2–0,5 m) ze względu na dużo mniejsze rozmiary tych obiektów (maksymalna wysokość obiektów 0,5–0,7 m). Spływająca woda nie przejawia tak dużej siły erozyjnej jak w przypadku jazów o wysokości piętrzenia dochodzącej do 2,0–2,5 m. Mimo wyraźnych efektów działania erozji wgłębnej w bezpośrednim sąsiedztwie jazów, oddziaływanie tego procesu jest lokalne i nie wpływa istotnie na



Ryc. 4. Formy korytowe związane z jazami stałymi  
Fig. 4. Channel forms related to stable weirs

morfologię całych koryt. Strefa przegłębionego dna występuje bezpośrednio poniżej progu jazu i może rozciągać się w przypadku największych obiektów do ok. 5–10 m poniżej konstrukcji. W większym oddaleniu tej strefy efekt przegłębienia dna stopniowo zanika, a w korycie nie obserwuje się istotnego wpływu budowli piętrzącej.

Konstrukcjom jazów stałych towarzyszą także dodatkowe strefy akumulacji piaszczystej i żwirowej. Zasadnicza strefa akumulacji tworzy się powyżej większości obiektów. Materiał jest zatrzymywany przez próg jazu. Zamulenie większości jazów stałych na rzekach ziemi kłodzkiej powoduje, że nawet przy niewielkim wzroście stanu wody przelewa się ona przez koronę obiektu. W korytach cieków ziemi kłodzkiej zaobserwowano też prawidłowość tworzenia się dodatkowej strefy akumulacyjnej poniżej jazu oraz poniżej strefy przegłębionego dna (ryc. 5). W przypadku większości obiektów można zaobserwować powstanie wydłużonych łańcuchów żwirowych, widocznych przy normalnym i niskim stanie wody, którego



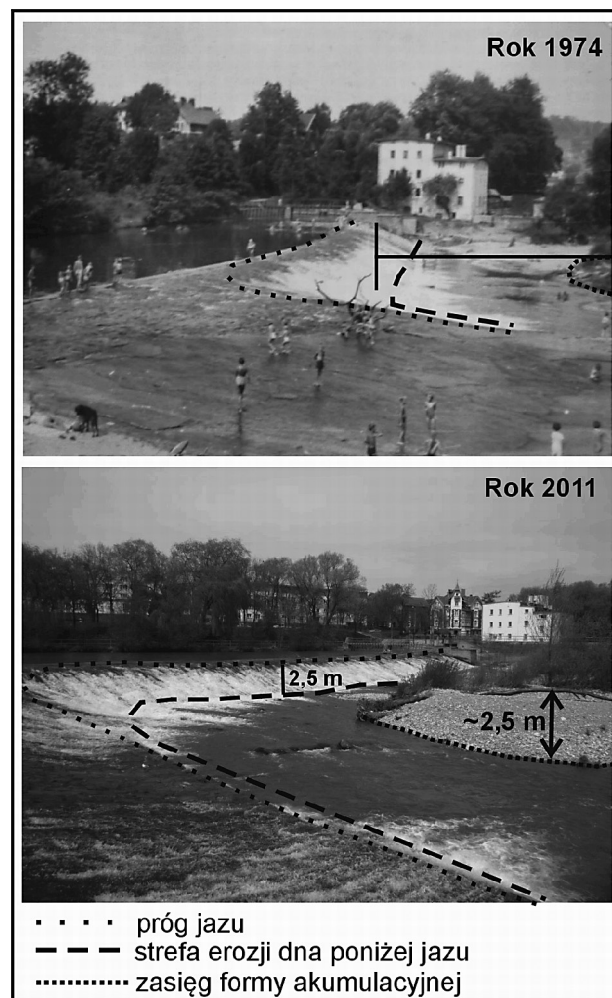
**Ryc. 5.** Erozyjne i akumulacyjne formy korytowe związane z jazami stałymi

A – jaz stały w Gorzuchowie, rzeka Ścinawka, B – jaz stały w Bystrzycy Kłodzkiej, Nysa Kłodzka

**Fig. 5.** Erosion and accumulation forms related to stable weirs

A – stable weir in Gorzuchów, Ścinawka River, B – stable weir in Bystrzyca Kłodzka, Nysa Kłodzka river

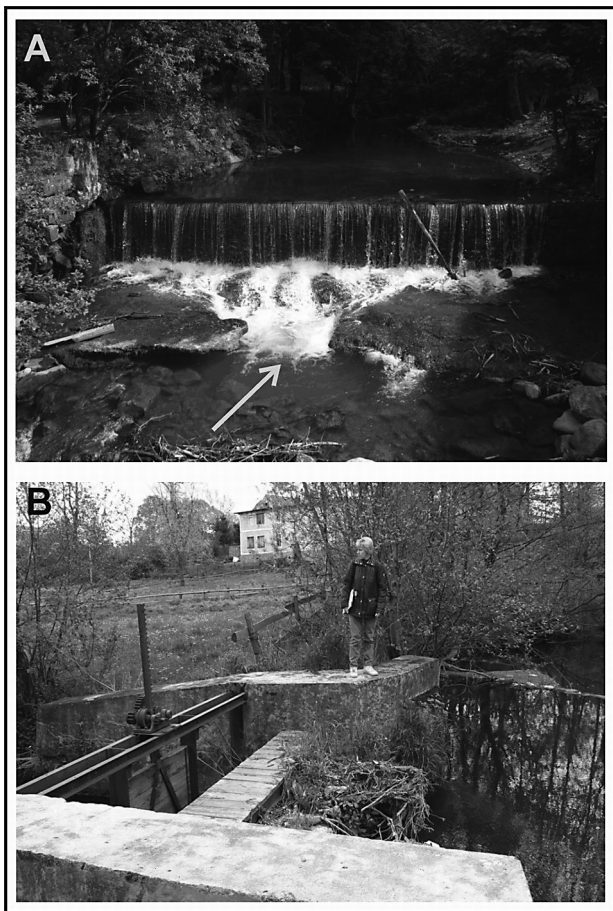
wymiary niejako nawiązują do wielkości obiektu piętrzącego. Formy te są często porośnięte roślinnością, a nawet samosiejkami drzew, co świadczy, że proces akumulacji zachodzi od dawna, a formy te są stabilne i utrwalone. Niektórym konstrukcjom jazów towarzyszą formy akumulacyjne w postaci typowych łańcuchów środkokorytowych charakterystycznych dla koryt rzek ziemi kłodzkiej (ryc. 5A), ale miejscami formy te osiągają nawet kilkadziesiąt metrów długości (ryc. 5B). W przypadku niektórych obiektów możliwe było wskazanie tempa tworzenia się form akumulacyjnych poniżej jazów. Na podstawie archiwalnych zdjęć obiektów oceniono przybliżone tempo akumulacji materiału. Dla dwustopniowego jazu stałego na Nysie Kłodzkiej w centrum Kłodzka o rzędnej piętrzenia ok. 2,5 m (ryc. 6) forma akumulacyjna została nadbudowana w ciągu ok. 40 lat o ponad 1,25 m oraz utrwalona roślinnością. W sąsiedztwie niektórych jazów dochodzi do gromadzenia się materiału na nieoczyszczonych wlotach do młynówek (fot. 2B). Zatrzymanie materiału organicznego na przeszkodzie jest początkową fazą tworzenia się zatorów mineral-



**Ryc. 6.** Dynamika formy akumulacyjnej poniżej jazu stałego w Kłodzku, Nysa Kłodzka

**Fig. 6.** Dynamics of accumulation form below stable weir in Kłodzko, Nysa Kłodzka river





**Fot. 2.** A – rozmycie umocnień dna poniżej stopnia wodnego na Białej Łądeckiej, B – akumulacja materiału organicznego powyżej nieczyszczonych zastawek na młynówce przy dawnym młynie na Bystrzycy Dusznickiej  
**Phot. 2.** A – destruction of the bottom defences below water level in Biała Łądecka channel, B – accumulation of organic material above weirs regulating of old water mill in Bystrzyca Dusznicka

nych. Gruby rumoszcz drzewny i szczątki organiczne blokują swobodny przepływ wody, wymuszając tym samym akumulację materiału mineralnego. Na tego typu formach można zauważyć segregację materiału



**Fot. 3.** Suche koryto Ścinawki poniżej jazu stałego w Piskowicach  
**Phot. 3.** Dry channel of Ścinawka river below stable weir in Piskowice

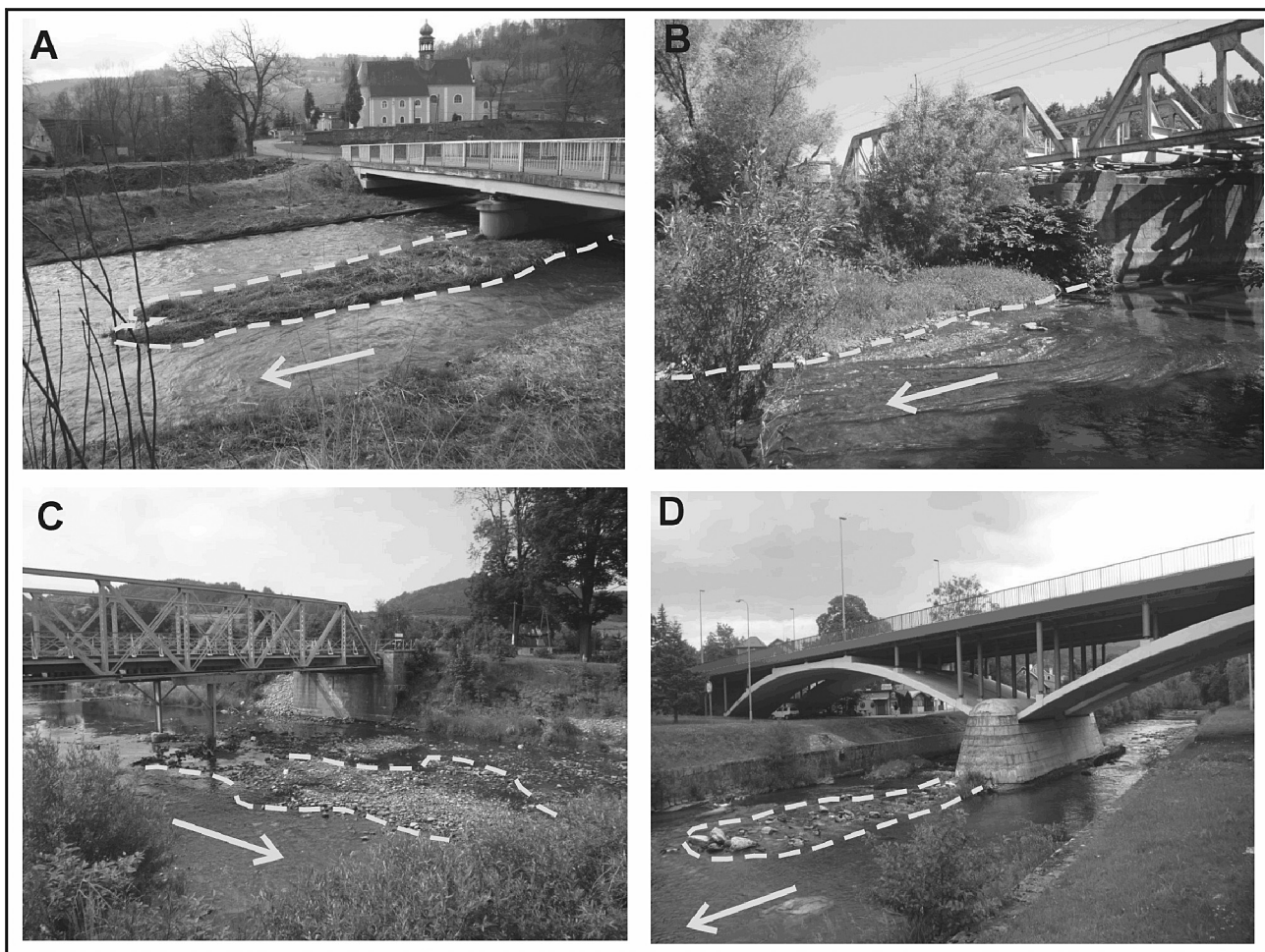
– materiał organiczny, grubszy materiał mineralny, a następnie materiał drobniejszy (obserwacje na stanowiskach monitoringowych).

Obecność jazów stałych w korytach rzek ziemi kłodzkiej w większości przypadków zmieniła morfologię koryta i zachodzące w nim naturalnie procesy. W niektórych sytuacjach jaz zmienia całkowicie przepływ wód w korycie. Jaz stały na rzece Ścinawce w Piskowicach o rzędnej piętrzenia ok. 2,5 m kieruje cały przepływ do kanału młynówki. Główne koryto poniżej obiektu pozostaje w przypadku normalnych przepływów prawie suche. Widoczne są w nim liczne formy akumulacyjne o zróżnicowanych rozmiarach (fot. 3).

### Filary mostów w korycie czynnikiem inicjującym tworzenie się cieni sedymentacyjnych

Ciekawym zjawiskiem zachodzącym w badanych korytach jest tworzenie się tzw. cieni sedymentacyjnych poniżej znajdujących się w korycie filarów mostów (ryc. 7). Obiekty komunikacyjne (mosty, kładki, przeprawy przez rzeki) są jednymi z najliczniej występujących obiektów w korytach rzek ziemi kłodzkiej. Blisko 50% tych konstrukcji towarzyszą formy akumulacyjne w postaci łąch za i przed przeszkodą (Radecki-Pawlik 2001). Obiektom mostowym, które mają co najmniej jeden filar usytuowany bezpośrednio w korycie ciek, w 70% przypadków towarzyszy forma akumulacyjna w postaci cienia sedymentacyjnego (ryc. 8). Tworzeniu się łąch korytowych sprzyja obecność i konstrukcja niektórych budowli wodnych, np. bystrzy o zwiększonej szorstkości (Korpak i in. 2008, Radecki-Pawlik 2010) czy właśnie filarów obiektów komunikacyjnych. Za taką przeszkodą następuje zrzucanie i akumulowanie części materiału transportowanego przez rzekę, gdyż w tym miejscu spada siła transportowa ciek. Charakterystyczna dla niektórych form jest segregacja materiału w obrębie odsypu. Materiał budujący cienie sedymentacyjne jest zróżnicowany. W korycie Ścinawki występują najczęściej piaszczyste cienie sedymentacyjne o znacznych rozmiarach (nawet kilkanaście metrów długości), bardzo często utrwalone roślinnością, co może świadczyć o długim okresie ich rozwoju (ryc. 7A) (Witek 2010). W przypadku koryta np. Białej Łądeckiej można obserwować liczne kamieniste cienie sedymentacyjne w formie inicjalnej (ryc. 7C, D). Z obserwacji terenowych wynika, że rozmiar i forma przeszkody, na której tworzy się cień sedymentacyjny, nie mają większego znaczenia. Formy te spotkać można zarówno poniżej betonowych filarów o szerokości dochodzącej nawet do kilku metrów (ryc. 7D), jak i poniżej niewielkich ażurowych filarów (ryc. 7C). Łąchy osiągają czasem rozmiary na tyle duże, że praktycznie odcinają część koryta, uniemożliwiając swobodny przepływ wód. Odnotowano przypadki, że





**Ryc. 7.** Łachy za i przed przeszkodą

A – akumulacja piaszczysta w korycie Ścinawki, B – forma o szerokości połowy koryta, rzeka Nysa Kłodzka, C – forma żwirowa, rzeka Biała Łądecka, D – stadium inicjalne, rzeka Biała Łądecka

**Fig. 7.** Up- and downstream of obstruction bar

A – sand accumulation in Ścinawka channel, B – form as wide as half of the channel Nysa Kłodzka river, C – gravel form, Biała Łądecka river, D – initial state, Biała Łądecka river

koryto zostało zwężone przez taką formę nawet o połowę (cień sedymentacyjny na filarze mostowego nad Nysą Kłodzką powyżej Gorzanowa; ryc. 7B). Cienie sedymentacyjne tworzą się także na innych przeszkodach znajdujących się w korycie, jednak ich występowanie jest znacznie radsze niż w przypadku filarów mostów. Przeszkody obecne w korytach stanowią jednak we wszystkich obserwowanych przypadkach impuls do tworzenia się form akumulacyjnych. Przy filarach gromadzi się zarówno materiał mineralny, jak i organiczny w postaci głównie grubego rumoszu drzewnego, tworzący zatory organiczne. Obecność grubego rumoszu drzewnego w korycie wpływa korzystnie na cechy biotyczne cieków (Radecki-Pawlik 2010). Rumosz, wedle współczesnych trendów rewitalizacyjnych, powinien być pozostawiony w korycie w miejscach, gdzie jest to możliwe i gdzie nie koliduje z ochroną przeciwpowodziową (Wyźga 2007, Radecki-Pawlik 2010). Akumulacja przy sztucznych obiektach jest w badanych korytach powszechna, jednak formy z nią związane stanowią



**Ryc. 8.** Rozmieszczenie cieni sedymentacyjnych związanych z obiektami mostowymi

**Fig. 8.** Location of sediment shadows related to bridge constructions

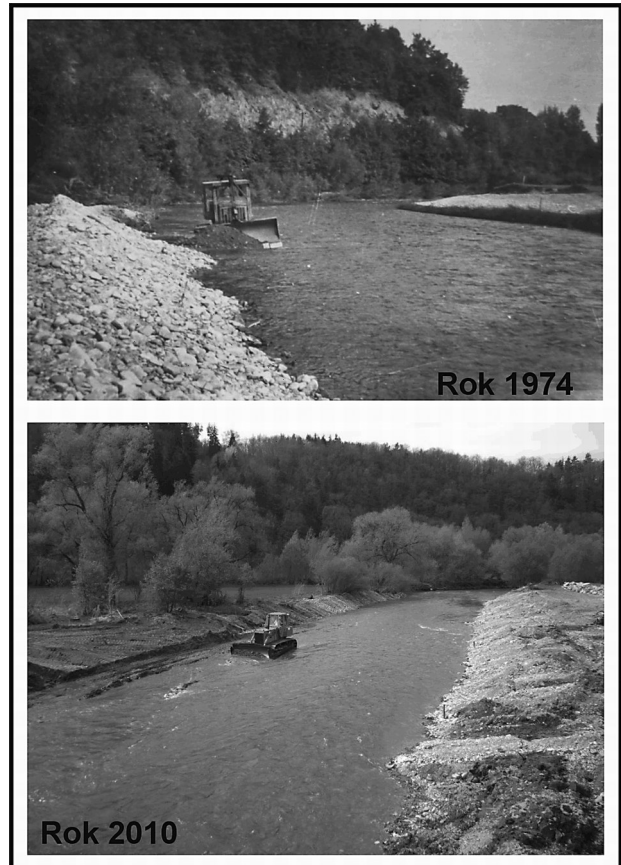
zaledwie ok. 40% wszystkich form akumulacyjnych obecnych w korytach.

### Zniszczona zabudowa hydrotechniczna w korycie

Znaczący wpływ na zachodzące w korytach rzek ziemii kłodzkiej procesy ma stan techniczny i współczesna funkcjonalność obiektów hydrotechnicznych. W badanych korytach zaobserwowano negatywne skutki morfologiczne będące efektem złego stanu niektórych obiektów hydrotechnicznych albo błędów lokalizacyjnych. W miejscu naruszenia konstrukcji oporowych można obserwować intensyfikację procesów erozyjnych – tworzą się nisze erozyjne, których głębokość może sięgać do 1,5 m. Obecność tego typu form i ich stopniowe powiększanie prowadzi do obniżania stabilności elementów oporowych i dalszej degradacji umocnień oraz samych obiektów (Witek 2007, Witek, Latocha 2009). Głównym powodem uszkodzenia konstrukcji w tych przypadkach była nadmierna ingerencja w morfologię koryta oraz wybór niewłaściwej lokalizacji dla niektórych obiektów. Wiele konstrukcji poprzecznych (progi, stopnie, jazy) ulega rozmywaniu (fot. 2A). Proces ten dotyczy zarówno samego progu, jak i dna poniżej. Stopniowa degradacja niektórych obiektów hydrotechnicznych w korytach rzek ziemii kłodzkiej następuje na skutek zaniedbań w ich utrzymaniu, konserwacji i oczyszczaniu. Liczne przepusty, światła mniejszych mostów, zastawki na młynówkach są zablokowane przez gromadzący się materiał organiczny, a także mineralny. Akumulowany materiał uniemożliwia swobodny przepływ i prowadzi do powstawania niekontrolowanych rozlewisk powyżej takich obiektów lub rozmywania brzegów w ich sąsiedztwie (fot. 2B). Z obserwacji terenowych wynika, że samo wzniesienie obiektów antropogenicznych nie wywołało tak negatywnych skutków, jak ich późniejsze zaniedbanie. Negatywne skutki funkcjonowania tych konstrukcji przejawiają się przede wszystkim w postaci uruchomienia intensywnych procesów erozyjnych w korycie oraz powstawania niekontrolowanych rozlewisk.

### Prace regulacyjne w korytach

Prace regulacyjne w korytach rzek ziemii kłodzkiej prowadzone są nadal, a w niektórych przypadkach technika ich wykonywania nie uległa większym zmianom w ciągu blisko 30 lat (fot. 4). Do prac związanych z profilowaniem koryta używany jest ciężki sprzęt, który w znaczący sposób narusza naturalną strukturę dna cieków. W przypadku cieków ziemii kłodzkiej blisko połowa długości koryt objętych badaniami została w mniejszym lub większym stopniu przekształcona przez człowieka. Przekształcenia te dotyczyły przede wszystkim: obudowy koryt konstrukcjami oporowymi, budowy punktowych obiektów



**Fot. 4.** Prace regulacyjne w korycie Białej Łądeckiej  
**Phot. 4.** Regulatory works in Biała Łądecka channel

ów hydrotechnicznych i komunikacyjnych, profilowania koryt, zmiany użytkowania dna doliny, a także zmiany przebiegu niewielkich odcinków koryt. Obecnie najintensywniejsze prace regulacyjne, związane z koncepcją programowo-przestrzenną w zakresie ochrony przeciwpowodziowej Kotliny Kłodzkiej, prowadzone są w korycie Białej Łądeckiej.

### Wnioski

W korytach rzek ziemii kłodzkiej funkcjonują obiekty hydrotechniczne i systemy regulacji różnego wieku. Pierwsze ingerencje w systemy korytowe miały tutaj miejsce w średniowieczu (Bartkiewicz 1977). Wpływ konstrukcji hydrotechnicznych na współczesne funkcjonowanie koryt jest widoczny, jednak na podstawie prowadzonych badań nie można jednoznacznie stwierdzić ścisłej zależności między występowaniem obiektów antropogenicznych i wykształceniem wyraźnych form korytowych. Zauważyć natomiast można współwystępowanie form erozyjnych i akumulacyjnych oraz niektórych typów zabudowy hydrotechnicznej i infrastruktury komunikacyjnej. Jednak rozmieszczenie przestrzenne, wielkość i rodzaj form korytowych nie wykazuje wyraźnego związku z antropogenicznymi obiektami w korytach. Formy te



występują także na odcinkach nieprzekształconych przez człowieka. Konstrukcje w korytach są bez wątpienia elementami wymuszającymi intensyfikację tworzenia się niektórych form korytowych i sprzyjają ich rozwojowi. Obecność obiektów hydrotechnicznych powoduje powstawanie nowych form erozyjnych i akumulacyjnych, zwłaszcza podczas zdarzeń ekstremalnych. W sąsiedztwie 95% obiektów hydrotechnicznych i komunikacyjnych odnotowano obecność form erozyjnych, a przy blisko 75% także form akumulacyjnych. Obiekty hydrotechniczne w korytach rzek ziemi kłodzkiej wpływają na lokalną intensyfikację procesów erozji i akumulacji, jednak w niewielkim stopniu oddziałują na cały system koryta i są przyczyną zachodzących w nim procesów korytowych. Największą efektywność tych procesów stwierdza się w bezpośrednim sąsiedztwie obiektów hydrotechnicznych lub na kontakcie brzegu naturalnego z odcinkiem przekształconym. Ogromne znaczenie dla prawidłowego funkcjonowania konstrukcji hydrotechnicznych ma ich stan techniczny. W przypadku obiektów zaniedbanych lub zdewastowanych obserwować można szereg negatywnych skutków morfologicznych. Zablockowanie swobodnego przepływu prowadzi do powstania nowych stref wzmożonej erozji w sąsiedztwie obiektu, niekontrolowanych rozlewisk, a także akumulacji materiału organicznego i mineralnego. Jako najistotniejsze zmiany w morfologii koryt rzek ziemi kłodzkiej wywołane ingerencją człowieka w system rzeczny można wskazać:

- zmiany przebiegu koryt w planie wywołane budową sztucznych koryt i młynówek na potrzeby MEW oraz dawnych młynów wodnych, cegielni, szlifierni,
- zmiany profili koryt wywołane pracami regulacyjnymi (prostowaniem, profilowaniem, obudową brzegów i dna),
- tworzenie się stref erozji i akumulacji w sąsiedztwie poprzecznych budowli piętrzących,
- intensyfikację erozji brzegów na kontakcie brzegów umocnionych z naturalnymi, co skutkuje przesuwaniem się czoła strefy erozji w dół cieku,
- tworzenie się łańcuchów korytowych za i przed przeszkodami, zwłaszcza na filarach mostów,
- rozmycie brzegów i dna oraz tworzenie się rozlewisk w sąsiedztwie obiektów zniszczonych, których elementy blokują swobodny przepływ wody w korycie.

## Literatura

- Bartkiewicz K., 1977. Dzieje Ziemi Kłodzkiej w wiekach średnich. Monografie Śląskie Ossolineum, 28: 1–199.
- Bojarski A., Jeleński J., Jelonek M., Litewka T., Wyżga B., Zalewski J., 2005. Zasady dobrej praktyki w utrzymaniu rzek i potoków górskich. Warszawa.
- Froehlich W., 1990. Racjonalna zabudowa koryt potoków pod kątem zabezpieczenia przeciwpowodziowego i przeciwoerozyjnego. *Prob. Zagosp. Ziem Górskich*, 30: 49–70.
- Herzig A., Ruchniewicz M., 2006. Dzieje Ziemi Kłodzkiej. Oficyna Wydawnicza ATUT, Hamburg–Wrocław.
- Jerkiewicz A., 1983. Wybrane problemy ludnościowe i osadnicze w Sudetach. *Acta Univ. Wratislaviensis, 506, Studia Geogr.*, 32: 11–21.
- Korpak J., Krzemień K., Radecki-Pawlik A., 2008. Wpływ czynników antropogenicznych na zmiany koryt cieków karpaccich. *IiETW PAN*, Kraków.
- Korpak J., Krzemień K., Radecki-Pawlik A., 2009. Wpływ budowli regulacyjnych i poboru rumowiska na koryta rzek i potoków górskich – wybrane przykłady z rzek karpaccich. *Gospodarka Wodna*, 7: 274–281.
- Kościelniak J., 2005. Skuteczność hydrotechnicznej regulacji koryta górskiej rzeki na przykładzie Białego Dunajca. W: A. Kotarba, K. Krzemień, J. Święchowicz (red.), VII Zjazd Geomorfologów Polskich, Kraków, 19–22.09.2005. *Współczesna ewolucja rzeźby Polski*, Kraków: 222–226.
- Latocha A., 2007. Przemiany środowiska przyrodniczego w Sudetach Wschodnich w warunkach antropopresji. *Studia Geograficzne*: 80–220.
- Latocha A., 2009. Wpływ działalności człowieka na procesy korytowe na przykładzie Nysy Kłodzkiej między Bystrzycą Kłodzką a Kłodzkiem. *Przyroda Sudetów*, 12: 99–122.
- Radecki-Pawlik A., 2001. Formy korytowe rzeki górskiej. *Gospodarka Wodna*, 5: 210–213.
- Radecki-Pawlik A., 2010. O niektórych bliskich naturze rozwiązaniach utrzymania koryt rzek i potoków górskich. *Gospodarka Wodna*, 2: 78–85.
- Radecki-Pawlik A., Świdorska K., Plesiński K., 2010. Zróżnicowanie parametrów hydraulicznych w rejonie bystrzy o zwiększonej szorstkości. *IiETW* 1: 25–38.
- Ratomski J., 2004. Zabudowa potoków górskich w terenach silnie zagospodarowanych. *Gospodarka Wodna*, 8: 333–337.
- Ratomski J., 2006. Problemy regulacji potoków górskich. *Gospodarka Wodna*, 10: 389–393.
- Staffa M., 1990. Przemiany krajobrazu górskiego na przykładzie Sudetów. *Wierchy*, 55: 5–20.
- Staffa M. (red.), 1994. Słownik geografii turystycznej Sudetów. T. 15. Kotlina Kłodzka. Wydawnictwo I-BIS, Wrocław.
- Warcholik W., 2002. Procesy korytowe jako wskaźnik antropopresji w zachodniej części Beskidu Niskiego. W: P. Szwarzewski, E. Smolska (red.), *Zapis działalności człowieka w środowisku przyrodniczym*. T. I. Warszawa–Łomża: 145–150.

- Witek M., 2007. Wpływ zabudowy hydrotechnicznej na procesy w korycie Bystrzycy Dusznickiej. Maszynopis pracy magisterskiej. Wrocław.
- Witek M., 2010. Funkcjonowanie górskich systemów fluwialnych w warunkach regulacji na przykładzie koryta Ścinawki pomiędzy Ścinawką Dolną a Kłodzkiem. *Przyroda Sudetów*, 13: 275–292.
- Witek M., Latocha A., 2009. Zabudowa hydrotechniczna Bystrzycy Dusznickiej w warunkach zmian społeczno-gospodarczych w ciągu ostatnich 100 lat. W: W. Bochenek, M. Kijowska (red.), *Zintegrowany monitoring środowiska przyrodniczego. Funkcjonowanie środowiska przyrodniczego w okresie przemian gospodarczych w Polsce*. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Szymbark: 154–171.
- Wyźga B., 1993. Funkcjonowanie systemu rzeczno-środkowej i dolnej Raby w ostatnich 200 latach. *Dokumentacja Geograficzna*, 6: 1–92.
- Wyźga B., 2005. Identyfikacja zagrożeń dla zrównoważonego stanu środowiska cieków górskich i proponowane działania zaradcze w świetle zasad dobrej praktyki. W: A. Kotarba, K. Krzemień, J. Święchowicz (red.), *VII Zjazd Geomorfologów Polskich*, Kraków, 19–22.09.2005. *Współczesna ewolucja rzeźby Polski*, Kraków: 525–530.
- Wyźga B., 2007. Gruby rumosz drzewny: depozycja w rzece górskiej, postrzeganie i wykorzystanie do rewitalizacji cieków górskich. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
- Żurawek R., 1999. Zmiany erozyjne w dolinach rzek Sudetów Kłodzkich wywołane powodzią w lipcu 1997 oraz lipcu 1998 r. *Prob. Zagosp. Ziem Górskich*, 45: 43–61.