

6

OCENA HYDROMORFOLOGICZNEJ JAKOŚCI RZEKI GÓRSKIEJ NA PRZYKŁADZIE CZARNEGO DUNAJCA

Bartłomiej Wyźga, Joanna Zawiejaska, Artur Radecki-Pawlik, Antoni Amirowicz

Abstrakt: Na przykładzie środkowego biegu Czarnego Dunajca przedstawiono hydromorfologiczną waloryzację rzeki górskiej przeprowadzoną według kryteriów normy europejskiej PN-EN 14614. Zaprezentowano metodykę przeprowadzania oceny, referencyjne warunki hydromorfologiczne dla Czarnego Dunajca, wyniki waloryzacji w kilkunastu przekrojach rzeki oraz zróżnicowanie ocenianych charakterystyk rzeki w obrębie odcinka badawczego. Zaznaczający się w obrębie odcinka badawczego zróżnicowany stopień antropopresji, jakiej poddany został Czarny Dunajec w ostatnich kilkudziesięciu latach, znajduje wyraźne odzwierciedlenie w zróżnicowaniu ocen hydromorfologicznej jakości rzeki wzdłuż jej biegu. Wobec uznaniowości ocen hydromorfologicznej jakości rzek, waloryzacja cieków powinna być dokonywana w oparciu o opinie kilku specjalistów z różnych dyscyplin.

Słowa kluczowe: hydromorfologiczna jakość rzeki, waloryzacja hydromorfologiczna, rzeka górska, antropopresja

1. Wprowadzenie

Ramowa Dyrektywa Wodna Unii Europejskiej nakłada na kraje członkowskie obowiązek osiągnięcia do 2015 roku dobrego stanu ekologicznego wód, w tym między innymi wód płynących [Dyrektywa 2000/60/WE]. Podjęcie ewentualnych działań rewitalizacyjnych w ciekach wymaga uprzedniego rozpoznania ich stanu ekologicznego, przy czym ocena elementów hydromorfologicznych cieków (tzn. ich fizycznych i hydrologicznych charakterystyk) stanowi element wspierający ocenę biologicznych

składników ekosystemu rzecznoego [Adynkiewicz-Piragas, 2006]. W wyniku prac badawczych, prowadzonych często jeszcze przed wprowadzeniem Ramowej Dyrektywy Wodnej, zarówno w Polsce, jak i w innych krajach Europy opracowano szereg metod waloryzacji hydromorfologicznej rzek, różniących się pod względem liczby ocenianych parametrów [np. Ilnicki, Lewandowski, 1997; Ogłęcki, Pawłat, 2000], terenowych czy przeglądowych sposobów oceny warunków hydromorfologicznych [Lewandowski i in., 2006; Olejnik i in., 2006], czy definiowania warunków referencyjnych [np. Pedersen i in., 2004; Raven i in., 1998].

W niniejszym artykule przedstawiono ocenę hydromorfologiczną opartą na normie PN-EN 14614 sformułowanej przez Europejski Komitet Normalizacji [CEN, 2005], która to ocena obejmuje analizę cech koryta, brzegów i strefy nadbrzeżnej oraz obszaru zalewowego rzeki [Bojarski i in., 2005]. Sposób przeprowadzania oceny zaprezentowano na przykładzie środkowego biegu Czarnego Dunajca, poddanego w ostatnich kilkudziesięciu latach silnej, lecz zróżnicowanej przestrzennie antropopresji. Przedstawiono metodykę przeprowadzania oceny, referencyjne warunki hydromorfologiczne dla Czarnego Dunajca, wyniki waloryzacji hydromorfologicznej w kilkunastu przekrojach rzeki i zróżnicowanie ocenianych cech rzeki w obrębie odcinka badawczego, omówiono także stopień zgodności ocen wystawionych przez poszczególne osoby dokonujące waloryzacji.

2. Teren badań

Czarny Dunajec jest żwirową rzeką stanowiącą najwyższą część biegu Dunajca (ryc. 6.1). Jego źródła znajdują się na wysokości około 1500 m n.p.m. w Tatrach. Na przedpolu Tatr rzeka przecina Rów Podtatrzański i Pogórze Gubałowskie, a następnie płynie w obrębie Kotliny Orawsko-Nowotarskiej, łącząc się z Białym Dunajcem w Nowym Targu na wysokości 578 m n.p.m.

W drugiej połowie XX wieku Czarny Dunajec został poddany silnej, choć zróżnicowanej przestrzennie antropopresji [Krzemień, 2003; Zawiejska, Krzemień, 2004; Zawiejska, Wyźga, 2008 – w tym tomie]. W latach 50. i 60. w kilku miejscach wzdłuż biegu rzeki prowadzono przemysłową eksploatację żwirów z koryta [Dudziak, 1965], a w kolejnych dziesięcioleciach powszechnym procederem był nielegalny pobór z koryta rzeki dużych otoczków wykorzystywanych w lokalnym budownictwie [Krzemień, 2003; Wyźga i in., w druku]. Działania te spowodowały znaczny niedobór rumowiska dostępnego do transportu fluwialnego i w rezultacie w odcinku Czarnego Dunajca na przedpolu Tatr doszło do szybkiego obniżania się dna rzeki (które sięgnęło 3,5 m w Chochołowie) i transformacji aluwialnego koryta w koryto skalne [Zawiejska, Wyźga, 2008 – w tym tomie]. W 7-kilometrowym odcinku środkowego biegu rzeki przeprowadzono w drugiej połowie XX wieku regulację koryta połączoną z jego zabudową szeregiem betonowych stopni i ramp. Efektem regulacji było zastąpienie istniejącego tu wcześniej wielonurtowego koryta prostym, wąskim korytem o umocnionych brzegach



Ryc. 6.1. (A) Lokalizacja Czarnego Dunajca na tle regionów fizycznogeograficznych południowej Polski. (B) Zlewnia Czarnego Dunajca na tle hipsometrii i jednostek fizycznogeograficznych oraz lokalizacja badanych przekrojów rzeki. 1 – góry wysokie; 2 – góry średnie i niskie; 3 – pogórza; 4 – kotliny przedgórskie i śródgórskie; 5 – zlewnia Czarnego Dunajca do początku odcinka badawczego; 6 – przyrost zlewni Czarnego Dunajca w odcinku badawczym; 7 – granice zlewni Czarnego Dunajca; 8 – granice jednostek fizycznogeograficznych; 9 – badane przekroje rzeki; 10 – posterunki wodowskazowe; PPS – Pieniński Pas Skalkowy; RPT – Rów Podtatrzański.

Fig. 6.1. (A) Location of the Czarny Dunajec River in relation to physiogeographic regions of southern Poland. (B) Drainage network and physiography of the Czarny Dunajec catchment and detailed setting of the investigated river cross-sections. 1 – high mountains; 2 – mountains of intermediate and low height; 3 – foothills; 4 – intramontane and submontane depressions; 5 – the Czarny Dunajec catchment to the beginning of the study reach; 6 – catchment area increment along the study reach; 7 – boundary of the Czarny Dunajec catchment; 8 – boundaries of physiogeographic units; 9 – river cross-sections investigated; 10 – water-gauge stations; PPS – Pieniny Klippen Belt; RPT – Sub-Tatran Trough.

i przerwanie drożności rzeki dla ryb przez budowle piętrzące o wysokości 0,7-2,1 m. W bezpośrednio niższym odcinku o długości około 4 km rzeka pozostała nieuregulowana, z korytem roztokowym o różnym udziale kęp. Poniżej tego odcinka ponownie występuje wąskie, uregulowane koryto, którego spadek nie jest jednak zmniejszony poprzez zabudowę stopniami.

Badania przeprowadzono w 17-kilometrowym odcinku środkowego biegu rzeki, w którym Czarny Dunajec nie otrzymuje żadnych większych dopływów, a powierzchnia zlewni zwiększa się w niewielkim stopniu (ryc. 6.1B). W górnej części tego odcinka rzeka jest znacznie wcięta, w części środkowej odcinka występuje uregulowane koryto z zabudową stopniami, w części dolnej koryto nieuregulowane, a w dolnym końcu odcinka ponownie koryto uregulowane. Badany odcinek cechuje znaczne zróżnicowanie morfologii koryta, z partiami koryta jedno- i wielonurtowego, koryta skalnego i aluwialnego, a także koryta wciętego i pozostającego w równowadze [Wyźga, Zawiejska, 2005]. Wraz z występującym tu zróżnicowaniem charakteru utrzymania koryta, warunkuje to duże zróżnicowanie fizycznych cech rzeki, a więc jej hydromorfologicznej jakości wzdłuż biegu rzeki. W istocie, przeprowadzona w latach 90. waloryzacja stanu ekologicznego Czarnego Dunajca (obejmująca zarówno jego abiotyczne, jak i biotyczne elementy) wskazała na duże zróżnicowanie tego stanu w środkowym biegu rzeki [Kulesza, 1998]. Przy wciąż wzrastającym wcięciu się rzeki w sąsiedztwie Chochołowa, obecnie zróżnicowanie jej hydromorfologicznej jakości w obrębie odcinka badawczego może być nawet większe niż w czasie przeprowadzania wspomnianej waloryzacji.

3. Sposób przeprowadzania oceny hydromorfologicznej rzeki

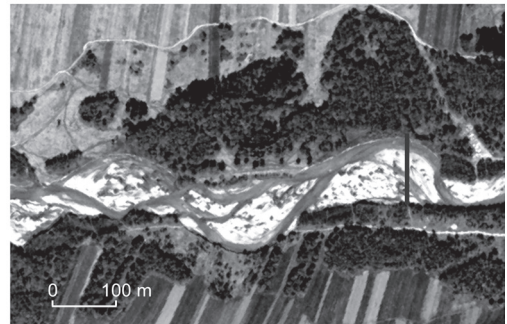
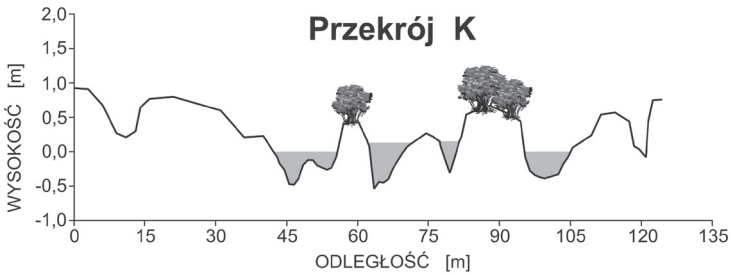
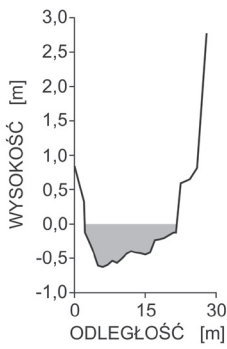
Waloryzację hydromorfologicznej jakości rzeki w analizowanych przekrojach przeprowadzono, oceniając 10 kategorii cech koryta, brzegów i strefy nadbrzeżnej oraz obszaru zalewowego, zgodnie z ich wyszczególnieniem w normie PN-EN 14614 [CEN, 2005; Bojarski i in., 2005] (tab. 6.1). W grupie cech związanych z korytem rzeki oceniano jego geometrię (1), materiał budujący dno cieku (2), roślinność i rumosz drzewny w rzece (3), występowanie form erozyjnych i depozycyjnych (4), stopień naturalności reżimu przepływu (5) oraz modyfikacje ciągłości cieku (6). W przypadku brzegów rzeki oceniano stopień ich naturalności (7), a w przypadku strefy nadbrzeżnej stopień naturalności porastającej ją roślinności oraz charakter użytkowania tej strefy (8). Z obszarem zalewowym wiązała się ocena charakteru jego użytkowania oraz obecności małych zbiorników wodnych i mokradeł w jego obrębie (9), a także ocena możliwości bocznej migracji koryta oraz hydraulicznej łączności rzeki z jej obszarem zalewowym (10). Prowadzoną ocenę rozszerzono o dwa dodatkowe elementy (tab. 6.1), nie wymienione w normie PN-EN 14614. Po pierwsze, ocenę roślinności wodnej w korycie zastąpiono oceną zarówno wodnej, jak i lądowej roślinności w obrębie strefy aktywnej rzeki. Było to odzwierciedleniem dużego znaczenia roślinności kęp w Czarnym Dunajcu oraz

Tabela 6.1. Elementy przeprowadzonej oceny hydromorfologicznej

Nr	Oceniane parametry
KORYTO CIEKU	
1	Geometria cieku w planie
	Przekrój poprzeczny i profil podłużny cieku
2	Sztuczny/naturalny charakter dna cieku
	Stopień modyfikacji osadów tworzących dno cieku
3	Roślinność (wodna i lądowa) w obrębie rzeki
	Obecność materiału organicznego (liście, drobny i gruby rumosz drzewny)
4	Obecność form erozyjnych (przełębienia) i depozycyjnych (łachy żwirowe, kępy)
5	Stopień przekształcenia naturalnej hydrauliki przepływu pod wpływem budowli i prac hydrotechnicznych
	Stopień przekształcenia naturalnego reżimu odpływu
	Możliwość wymiany wód pomiędzy korytem rzeki i aluwiami (wód rzecznych i hyporeicznych)
6	Wpływ zabudowy hydrotechnicznej na ciągłość cieku – transport rumowiska i migracje organizmów
BRZEGI I STREFA NADBRZEŻNA CIEKU	
7	Stopień naturalności brzegów cieku (materiał, profil brzegów)
8	Stopień naturalności roślinności nadbrzeżnej/użytkowanie strefy nadbrzeżnej
OBSZAR ZALEWOWY	
9	Charakter użytkowania terenów nadrzecznych/równi zalewowej
	Obecność zanikających koryt, starorzeczy, mokradeł w obrębie równi zalewowej
10	Stopień zacieśnienia i ciągłość obszaru zalewowego wzdłuż cieku
	Możliwość bocznej migracji cieku

występowania różnic stopnia naturalności roślinności kęp oraz roślinności w strefie nadbrzeżnej rzeki. Po drugie, określając stopień naturalności reżimu przepływu, ocenę reżimu odpływu oraz hydrauliki przepływu w rzece uzupełniono oceną stopnia łączności wód rzecznych z wodami hyporeicznymi. Znaczenie wymiany wód rzecznych z wodami krążącymi w aluwiami dla organizmów rzecznych jest dobrze rozpoznane, a wymiana ta może zaniknąć w wyniku wcięcia się rzeki i transformacji aluwialnego koryta w koryto skalne.

W krajach europejskich istnieją dwie drogi określania referencyjnego stanu rzek, względem którego dokonuje się oceny stopnia naturalności poszczególnych cieków. Jedna z nich za warunki referencyjne uznaje stan danej rzeki istniejący przed zaistnieniem zmian wprowadzonych przez człowieka, przy czym jako istotne źródło informacji o tym pierwotnym stanie wykorzystuje się historyczne mapy [np. Pedersen i in., 2004]. Natomiast druga, określająca warunki referencyjne specyficzne dla danego typu cieku, uznaje za nie stan (oraz ciek lub odcinek cieku jako miejsce jego występowania) istniejący przy bardzo małej presji człowieka, której zakres i charakter ma jedynie nie-



Ryc. 6.2. Przykłady podstawowych źródeł informacji wykorzystanych przy ocenie hydromorfologicznej jakości Czarnego Dunajca w badanych przekrojach, pokazane dla przekroju D z jednonurtowym, uregulowanym korytem oraz przekroju K z wielonurtowym, jednostronnie umocnionym korytem.

Fig. 6.2. Examples of the general sources of information used to evaluate hydromorphological quality of the Czarny Dunajec River in the surveyed cross-sections, shown for cross-section D with single-thread, regulated channel and cross-section K with multi-thread, partly reinforced channel.

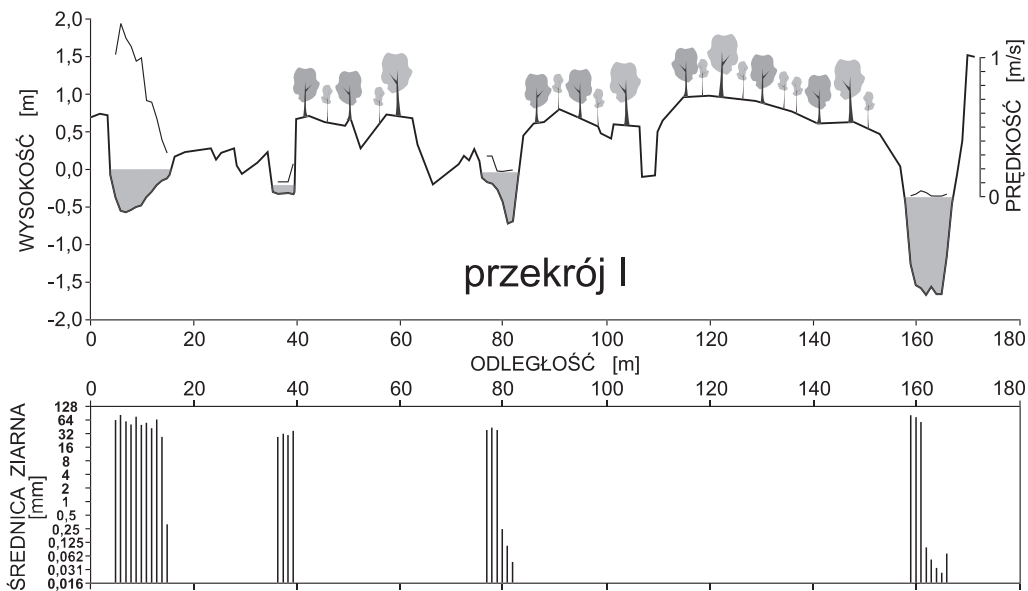
znaczny wpływ na ekosystemy wodne i wodno-łądowe [Czoch, Kulesza, 2006]. W niniejszej ocenie warunków referencyjnych nie odnoszono do historycznego stanu rzeki, zwłaszcza istniejącego w XIX wieku, gdy – przy intensywnym rolniczym i pasterskim użytkowaniu terenu zlewni – Czarny Dunajec płynął szerokim, roztokowym korytem [Krzemień, 1981; Zawiejska, Wyźga, 2008 – w tym tomie]. Uznano za nie natomiast stan rzeki istniejący przy obecnym zagospodarowaniu zlewni, lecz przy braku ingerencji człowieka w koryto, strefę nadbrzeżną i obszar zalewowy.

Ocena hydromorfologicznej jakości rzeki została przeprowadzona równocześnie przez czworo specjalistów z zakresu geomorfologii fluwialnej, budownictwa wodnego i hydrobiologii. Została ona poprzedzona wizją terenową, omówieniem przebiegu zmian koryta rzeki w ostatnich kilkudziesięciu latach i przeglądem fotografii stanowisk, wykresów morfologii koryta w przekroju oraz poziomego usytuowania rzeki przedstawionego na ortofotomapie (ryc. 6.2). Każdej ocenianej kategorii przypisano ocenę w zakresie od 1 (ciek naturalny) do 5 (ciek całkowicie przekształcony). Łączna ocena hydromorfologicznej jakości rzeki w danym przekroju była średnią z ocen w 10 analizowanych kategoriach, uśrednioną dla czterech specjalistów, i wyrażała się liczbą z przedziału 1-5. Na podstawie tej oceny poszczególne przekroje zaliczono do określonej klasy jakości hydromorfologicznej (ocena 1-1,79 – stan bardzo dobry, referencyjny; ocena 1,8-2,59 – stan dobry; ocena 2,6-3,39 – stan umiarkowany; ocena 3,4-4,19 – stan słaby; ocena 4,2-5 – stan zły).

4. Hydromorfologiczna waloryzacja Czarnego Dunajca

4.1. Warunki referencyjne

Za naturalny stan Czarnego Dunajca – reprezentującego tu typową rzekę górską w jej odcinku w obrębie kotliny śródgórskiej – uznano występowanie aluwialnego, wielonurtowego koryta z dużym udziałem kęp (ryc. 6.3) [por. Gurnell, Petts, 2002; Kaczka, Wyźga, 2008 – w tym tomie]. Charakterystyczną cechą takiej rzeki jest obecność wielu koryt małej wody (roztok), spośród których przy niskich i średnich stanach tylko część charakteryzuje się szybkim prądem, prowadząc większość przepływu, natomiast pozostałe, o wolnym prądzie, prowadzą niewielkie ilości wody i często zasilane są przez wypływy wód hyporeicznych. Poszczególne roztoki mogą mieć odmienną głębokość i szerokość oraz spadek i uziarnienie dna, przy czym oprócz dna żwirowego, występują także partie dna pokryte piaskiem lub mułem. Roztoki rozdzielone są łachami żwirowymi i kępami, przy czym te drugie zajmują znaczną część wynurzonych powierzchni w obrębie rzeki. Zarówno w obrębie kęp, jak i w obszarze nadbrzeżnym występują naturalne, zróżnicowane zbiorowiska roślinne reprezentujące kolejne stadia sukcesyjne, od zbiorowisk pionierskich poprzez zarośla wrześni pobrzeżnej i zarośla wierzbowe do dojrzałego łęgu wierzbowo-olchowego [Koczur, 1999]. W obrębie rzeki występują liczne formy depozycyjne grubego rumoszu drzew-



Ryc. 6.3. Przekrój poprzeczny Czarnego Dunajca w nieuregulowanym, wielonurtowym odcinku jako przykład referencyjnych warunków hydromorfologicznych rzeki karpackiej w obrębie kotliny śródgórskiej. Dla koryt małej wody wskazano średnią średnicę ziarna osadu na powierzchni dna oraz średnią prędkość wody, pomierzone w 1-metrowych odstępach. Skala dla prędkości jest ruchoma, z punktem zerowym usytuowanym na powierzchni wody w każdym z koryt małej wody [według: Wyźga i in., 2008].

Fig. 6.3. Cross-section of the Czarny Dunajec in unmanaged, multi-thread reach as an example of reference hydromorphological conditions in a Polish Carpathian river in its course within an intramontane depression. For low-flow channels, mean size of the sediment on bed surface and mean flow velocity are indicated at 1 m intervals. A scale for the velocity is movable, with its beginning located on the water surface at each low-flow channel [after: Wyźga et al., 2008].

nego, przy czym oprócz zwałów drewna znaczny udział mają także powalone całe drzewa i krzewy [Wyźga, Zawiejska, 2005; Wyźga, 2007]. Rzeka pozostaje w stanie równowagi dynamicznej, czego przejawem są niezbyt wysokie, naturalne brzegi, w badanym odcinku mające wysokość 0,7-1,2 m. Obszar zalewowy jest porośnięty łągiem olchowym, tzw. olszynką karpacką, a w jego obrębie występują starorzecza i suche paleokoryta.

4.2. Hydromorfologiczna jakość rzeki w ocenianych przekrojach

Przeprowadzona waloryzacja Czarnego Dunajca wskazała na duże zróżnicowanie hydromorfologicznej jakości rzeki w obrębie odcinka badawczego, z ocenami poszczególnych przekrojów mieszczącymi się w przedziale 1,08-3,96 (tab. 6.2). Przekroje A-C z głęboko wciętym, nieuregulowanym korytem uzyskały bardzo zbliżone oceny pozwalające na zaklasyfikowanie rzeki w ich obrębie do 2 klasy jakości hydromorfologicznej. Na taką ocenę stanu hydromorfologicznego rzeki złożyły się nieco obniżone oceny w niemal wszystkich kategoriach, z wyjątkiem ciągłości cieku, która jest tu w peł-

Tabela 6.2. Uśrednione oceny wystawione przez czworo specjalistów poszczególnym ocenianym kategoriom hydromorfologicznej jakości rzeki oraz wypadkowe oceny tej jakości w badanych przekrojach A-L Czarnego Dunajca. Wypadkowe oceny dla poszczególnych przekrojów przedstawiono na tle klas jakości hydromorfologicznej rzek.

Oceniany przekrój	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	I	III	I	I	I	I	II	IV	IV	IV	IV	I
Liczba koryt małej wody												
Geometria koryta ciek	2,63	2,25	2,75	4,38	4,50	3,75	2,88	1,25	1,13	1,00	1,50	4,50
Materiał budujący dno ciek	2,25	2,25	2,25	2,75	3,13	2,75	1,63	1,50	1,13	1,00	1,25	2,75
Roślinność i rumosz drzewny w rzece	2,81	2,63	3,13	4,00	4,00	4,00	3,25	2,63	1,88	1,63	2,25	4,00
Formy erozyjne i depozycyjne	2,75	2,00	2,00	4,25	4,75	3,75	2,25	1,50	1,00	1,00	1,00	4,38
Przepływy	1,92	2,00	1,92	2,42	2,67	2,46	1,59	1,17	1,08	1,00	1,25	2,79
Modyfikacje ciągłości ciek	1,00	1,00	1,00	4,50	4,50	5,00	1,25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Charakter brzegów ciek	2,00	2,00	2,00	3,50	4,00	3,88	2,63	1,75	1,00	1,00	2,38	3,88
Roślinność strefy nadbrzeżnej	1,63	2,38	2,13	2,13	2,63	2,38	1,88	1,88	1,75	1,00	1,38	2,50
Użytkowanie obszaru zalewowego	2,06	3,00	2,75	3,38	4,75	3,88	3,25	2,00	1,63	1,13	1,63	4,75
Mobilność koryta/łączność ciek z obszarem zalewowym	2,88	2,38	2,25	4,13	4,63	4,56	3,38	2,25	1,06	1,00	2,06	4,88
Średnia ocena	2,19	2,19	2,22	3,54	3,96	3,64	2,40	1,69	1,26	1,08	1,57	3,54

KLASY JAKOŚCI HYDROMORFOLOGICZNEJ RZEK

1,00-1,79 - Bardzo dobra

1,80-2,59 - Dobra

2,60-3,39 - Umiarkowana

3,40-4,19 - Słaba

4,20-5,00 - Zła

ni zachowana. Szczególnie zwraca uwagę zaistniała w toku wcięcia się rzeki zmiana geometrii koryta, zwłaszcza w jednonurtowych przekrojach A oraz C, brak roślinności kęp i nieznaczna obecność grubego rumoszu drzewnego w obrębie rzeki, zastąpienie lasu łęgowego łąką lub polami uprawnymi wzdłuż jednego brzegu rzeki oraz utrata hydraulicznej łączności rzeki z obszarem nadrzecznym wskutek przekształcenia równi zalewowej w terasę nadzalewową wraz z wcięciem się rzeki.

Przekroje D-F reprezentują wąskie koryto regulacyjne ze spadkiem zredukowanym za pomocą betonowych stopni (D, E) lub ramp (F). Niewielkie różnice pomiędzy tymi przekrojami są odzwierciedleniem prostego lub łukowatego przebiegu koryta w ich sąsiedztwie, różnego rozstawu budowli poprzecznych wzdłuż biegu rzeki, czy zabudowy jednego lub obu brzegów koryta. W przekrojach tych rzekę zaklasyfikowano do 4 klasy jakości hydromorfologicznej. Na taką ocenę złożyło się przede wszystkim radykalne przekształcenie geometrii koryta (ryc. 6.2 – przekrój D), brak form erozyjnych i depozycyjnych, przerwanie drożności rzeki dla ryb przez budowle poprzeczne, sztuczny charakter brzegów, utrata hydraulicznej łączności rzeki z obszarem zalewowym i wreszcie całkowity brak kęp i rumoszu drzewnego w rzece. Znacznie mniejszy stopień przekształcenia warunków hydromorfologicznych występował natomiast w przekroju G, z jednym z brzegów umocnionym narzutem kamiennym oraz z dwunurtowym korytem. Rzekę zaliczono tu do 2 klasy jakości hydromorfologicznej.

Przekroje H-K, zlokalizowane w wielonurtowym odcinku rzeki, cechowały się obecnością czterech roztok. W przekrojach H oraz K, odpowiednio z umiarkowanym i małym udziałem kęp w obrębie strefy aktywnej rzeki, jeden z brzegów był umocniony narzutem kamiennym (ryc. 6.2 – przekrój K), natomiast w przekrojach I-J, z bardzo dużym udziałem kęp (ryc. 6.3), rzeka miała całkowitą swobodę migracji koryta. We wszystkich tych przekrojach hydromorfologiczny stan rzeki określono jako bardzo dobry (referencyjny), przy czym w przekrojach I oraz J warunki hydromorfologiczne były jedynie nieznacznie przekształcone przez człowieka.

Przekrój L, zlokalizowany w końcowej części odcinka badawczego, reprezentował wąskie koryto regulacyjne, którego spadku nie zmniejszono za pomocą budowli poprzecznych. Podobnie, jak w pozostałych ocenianych przekrojach koryta regulacyjnego, rzekę zaliczono tu do 4 klasy jakości hydromorfologicznej. Złożyły się na to słabe oceny w wielu kategoriach, z wyłączeniem ciągłości cieku, która nie była tu zaburzona.

4.3. Zróżnicowanie ocenianych cech rzeki w obrębie odcinka badawczego

Wśród badanych przekrojów zaznacza się duże zróżnicowanie stopnia przekształcenia poszczególnych fizycznych cech rzeki i jej reżimu hydrologicznego (tab. 6.2). Naturalną geometrią koryta cechuje się wielonurtowy odcinek rzeki z przekrojami H-K, zwłaszcza w swej środkowej części, gdzie kępy stanowią znaczną część wynurzonych powierzchni w obrębie rzeki. Bardzo znaczne przekształcenie planarnej geometrii koryta, kształtu jego przekroju oraz spadku cechuje natomiast rzekę w jej uregulowanych

odcinkach (przekroje D-F oraz L). We wciętych odcinku rzeki geometrię koryta w przekrojach jednonurtowych (A oraz C) uznano za umiarkowanie zmienioną, a w wielonurtowym przekroju B za zmienioną w małym stopniu.

We wszystkich badanych przekrojach dno rzeki utworzone jest z naturalnego materiału. W wielonurtowych przekrojach rzeki materiał ten jest stosunkowo drobnoziarnisty [Wyźga i in., w druku], wykazuje także duże zróżnicowanie wielkości ziarna (żwir-muł) w obrębie zwilżonego przekroju rzeki [Wyźga i in., 2008]. W przekrojach uregulowanego koryta, gdzie zróżnicowanie wielkości ziarna materiału dennego jest znacznie mniejsze (dno rzeki jest wyścielone wyłącznie żwirem), przekształcenie materiału tworzącego dno cieku uznano za umiarkowane.

W całym badanym odcinku rzeki roślinność wodną reprezentują wyłącznie zespoły glonów o naturalnym charakterze. Na zróżnicowanie ocen poszczególnych przekrojów wpłynęła natomiast obecność lub brak kęp oraz depozycji grubego rumoszu drzewnego w obrębie rzeki. Kępy nie występowały w przekrojach jednonurtowych, były natomiast obecne we wszystkich przekrojach wielonurtowych, przy czym w trzynurtowym przekroju B oraz dwunurtowym przekroju G były to formy inicjalne, zajmujące niewielką część wynurzonych powierzchni w obrębie rzeki, natomiast największy udział kęp i najbardziej zróżnicowaną strukturę zespołów roślinności stwierdzono w czteronurtowych przekrojach I oraz J. W przekrojach uregulowanego koryta brak było zdeponowanego rumoszu drzewnego, we wciętych odcinku rzeki występował on sporadycznie, natomiast wielonurtowy odcinek rzeki cechowało występowanie umiarkowanych ilości drewna.

Przekroje usytuowane w wielonurtowym odcinku rzeki cechował naturalny rozwój erozyjnych i depozycyjnych form korytowych. Nieco słabszy rozwój form erozyjnych i depozycyjnych stwierdzono we wciętych odcinku rzeki, zwłaszcza w przekroju A, z wąskim korytem wciętych w odporne piaskowce. Przekroje uregulowanego koryta cechował natomiast niemal całkowity brak zróżnicowania powierzchni dna rzeki.

Na całej długości odcinka badawczego zachowany został naturalny reżim odpływu wód ze zlewni, poszczególne przekroje różniły się natomiast stopniem zmian naturalnej hydrauliki przepływu oraz możliwości wymiany wód rzecznych i hyporeicznych. Uznano, że w wielonurtowym odcinku rzeki hydraulika przepływu zachowała naturalny charakter, we wciętych odcinku rzeki uległa niewielkiemu przekształceniu, natomiast została w znacznym stopniu zmieniona w uregulowanych przekrojach koryta. Możliwości wymiany wód rzecznych i hyporeicznych nie uległy zakłóceniu w wielonurtowym odcinku rzeki, w uregulowanym korycie zmalały w niewielkim stopniu, w umiarkowanym stopniu zmniejszyły się natomiast we wciętych odcinku rzeki.

Ciągłość cieku, wpływająca na możliwość transportu rumowiska dennego i migracje organizmów wzdłuż biegu rzeki, została zaburzona jedynie w odcinku rzeki uregulowanym za pomocą budowli poprzecznych, które stanowią nieprzekraczalne przeszkody dla ryb. Szczególnie szkodliwa jest stosunkowo wysoka rampa betonowa bez przepławki, usytuowana w sąsiedztwie przekroju F. W nieco mniejszym stopniu możliwość mi-

gracji ryb w rzece zaburzają betonowe stopnie o wysokości około 0,7 m, zlokalizowane w pobliżu przekroju E, oraz wysoki stopień betonowy z istniejącą, choć niewłaściwie usytuowaną przepławką, w sąsiedztwie przekroju D.

W pełni naturalny charakter brzegów rzeki (budującego je materiału, profilu i wysokości skarp) stwierdzono jedynie w wielonurtowych przekrojach I oraz J. Za zmienione w małym stopniu uznano brzegi rzeki w odcinku z pogłębionym korytem (przekroje A-C), gdzie ich wysokość wzrosła, a podatność na erozję zmalała w wyniku wcięcia się Czarnego Dunajca w podłoże skalne, a także w wielonurtowych przekrojach H oraz K z jednym z brzegów umocnionym narzutem kamiennym. Za znacznie zmienione uznano natomiast umocnione narzutem kamiennym brzegi rzeki w odcinkach z wąskim, uregulowanym korytem (przekroje D-F oraz L).

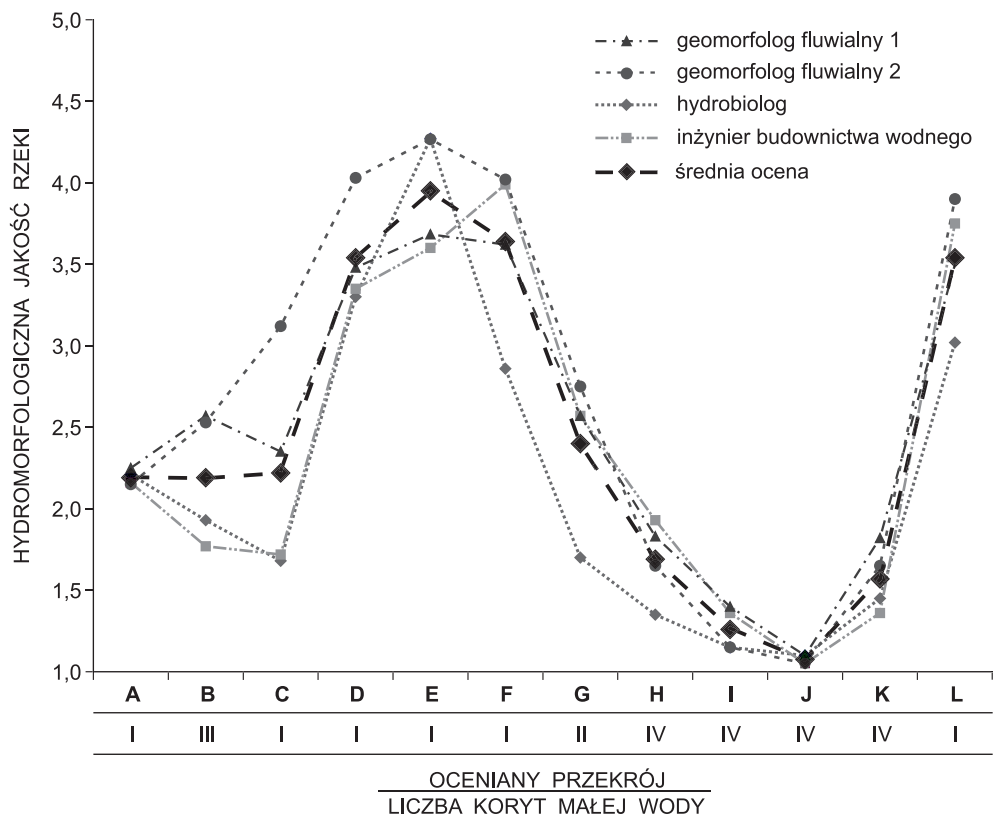
Naturalną roślinność strefy nadbrzeżnej oraz brak użytkowania tej strefy stwierdzono w przekrojach A, J oraz K, natomiast w pozostałych przekrojach naturalny charakter tej strefy został w małym stopniu zmieniony przez człowieka.

W wielonurtowym odcinku rzeki (przekroje H-K) tereny nadrzeczne zachowały naturalny bądź słabo zmieniony charakter (las łęgowy). Tutaj w obrębie równi zalewowej zachowały się starorzecza lub suche paleokoryta. We wciętych odcinku rzeki na jednym z brzegów zachowała się naturalna roślinność w obszarze nadrzeczny, są tu także zachowane suche paleokoryta, natomiast na drugim brzegu rzeki teren nadrzeczny jest użytkowany rolniczo. W rezultacie, tereny nadrzeczne uznano tu za przekształcone w małym lub umiarkowanym stopniu. Z kolei, w uregulowanych odcinkach rzeki tereny nadrzeczne uznano za znacznie lub całkowicie przekształcone przez człowieka.

W wielonurtowym odcinku rzeki nie doszło do zacieśnienia obszaru zalewowego i jego ciągłość wzdłuż biegu rzeki jest tu w pełni zachowana. Hydrauliczna łączność rzeki z obszarem zalewowym została w umiarkowanym stopniu zmieniona we wciętych odcinku rzeki, natomiast w uregulowanych przekrojach nastąpiła znaczna lub całkowita utrata tej łączności. Możliwość bocznej migracji koryta została w pełni zachowana w przekrojach B-C, zlokalizowanych we wciętych odcinku rzeki, oraz w przekrojach I-J w odcinku wielonurtowym. Stosunkowo małe ograniczenie bocznej migracji koryta nastąpiło w wielonurtowych przekrojach H oraz K z jednostronną zabudową brzegu rzeki, natomiast regulacja koryta przeprowadzona w sąsiedztwie przekrojów D-F oraz L całkowicie lub niemal całkowicie uniemożliwiła boczne przemieszczanie się rzeki.

4.4. Stopień zgodności ocen poszczególnych specjalistów

Wobec uznaniowości metod waloryzacji hydromorfologicznej rzek, interesującą kwestią jest rozważenie zgodności opinii czworga ekspertów w odniesieniu do poszczególnych przekrojów Czarnego Dunajca (ryc. 6.4). Okazało się, że w przypadku większości ocenianych przekrojów oceny wystawione przez poszczególnych specjalistów



Ryc. 6.4. Wystawione przez czworo specjalistów oceny hydromorfologicznej jakości rzeki w badanych przekrojach Czarnego Dunajca oraz średnie z tych ocen. Wskazano także liczbę koryt małej wody w poszczególnych przekrojach.

Fig. 6.4. Scores given by four evaluators for the hydromorphological river quality in the investigated cross-sections of the Czarna Dunajec and the average of the four estimates. The number of flow threads in each cross-section is also indicated.

były podobne, z najmniejszymi różnicami widocznymi w przypadku przekroju A, z korytem wciętym w piaskowce chochołowskie, oraz przekroju J, w którym rzeka została uznana za najbardziej naturalną. Jedynie w przypadku trzech przekrojów skrajne oceny różniły się o co najmniej 1 klasę jakości rzeki. Dotyczyło to przekroju C, w którym rzeka wcięła się o około 3 m w ciągu drugiej połowy XX wieku, przekroju F z wąskim korytem regulacyjnym oraz przekroju G o umiarkowanej szerokości, z jednym z brzegów umocnionym narzutem kamiennym. Wiele cech tych przekrojów zostało znacznie lepiej ocenionych przez hydrobiologa niż przez dwoje geomorfologów fluwialnych, których opinie były wyrażane przy lepszej znajomości zmian morfologii koryta, aluwii oraz hydrauliki przepływu, zaistniałych tu w minionych dziesięcioleciach pod wpływem działalności człowieka [Wyźga i in., w druku].

Przy ocenach przekrojów zbliżonych do granic klas jakości rzeki, nawet stosunkowo nieduża różnica tych ocen może powodować zaliczenie danego przekroju przez

poszczególnych ekspertów do różnych klas. W opinii hydrobiologa w sześciu przekrojach rzeka cechowała się bardzo dobrym stanem hydromorfologicznym, dwa przekroje reprezentowały stan dobry, trzy przekroje stan umiarkowany, a jeden przekrój stan bardzo zły. Zdaniem jednego z geomorfologów fluwialnych jedynie w dwóch przekrojach rzeka cechowała się bardzo dobrym stanem hydromorfologicznym, cztery przekroje reprezentowały stan dobry, dwa przekroje stan umiarkowany, a cztery przekroje stan słaby. Uśrednienie ocen wystawionych przez poszczególnych specjalistów spowodowało natomiast, że po cztery przekroje zaliczono kolejno do klas bardzo dobrego, dobrego oraz słabego hydromorfologicznego stanu rzeki. Powyższa analiza pokazuje, że pomimo dużej zgodności ocen poszczególnych ekspertów w odniesieniu do większości analizowanych przekrojów, hydromorfologiczna waloryzacja powinna być dokonywana w oparciu o opinie kilku specjalistów z różnych dyscyplin.

5. Uwagi końcowe

Zróżnicowana przestrzennie antropopresja, jakiej w ostatnich kilkudziesięciu latach został poddany Czarny Dunajec w swym środkowym biegu, doprowadziła do znacznego zróżnicowania morfologii rzeki i charakteru utrzymania jej koryta. Hydromorfologiczna waloryzacja Czarnego Dunajca, przeprowadzona według kryteriów normy europejskiej PN-EN 14614, pokazała, że wspomniane zróżnicowanie znajduje wyraźne odzwierciedlenie w zróżnicowaniu ocen hydromorfologicznej jakości rzeki, z przekrojami o wielonurtowym układzie koryta z udziałem kęp zaliczonymi do 1 klasy jakości, a przekrojami uregulowanymi przyporządkowanymi do 4 klasy. Hydromorfologiczna jakość rzeki odzwierciedla zdolność potencjalnych siedlisk rzecznych do podtrzymywania biocenoz o różnym stopniu różnorodności taksonomicznej i liczebności organizmów. Rzeczywiście, badanie zespołów ichtiofauny zasiedlającej analizowane przekroje Czarnego Dunajca wykazało, że przekroje jednonurtowe, powstałe w wyniku regulacji koryta lub wcięcia się rzeki, są zasiedlone przez 2 gatunki ryb, a przekroje wielonurtowe przez 3-4 gatunki. Stwierdzono także silną, wysoce istotną statystycznie, wykładniczą zależność liczby osobników ryb od hydromorfologicznej jakości rzeki w danym przekroju [Wyźga i in., 2008]. Hydromorfologiczna waloryzacja pozwala precyzyjnie wskazać, które elementy jakości rzeki wymagają poprawy w danej lokalizacji. Przy istniejącym wyraźnym powiązaniu różnorodności i liczebności biocenoz rzecznych z jakością siedlisk, waloryzacja taka będzie stanowić podstawę skutecznych działań rewitalizacyjnych w ciekach, przynoszących wymierną poprawę ich stanu ekologicznego.

Badania sfinansowano ze środków na naukę w latach 2005-2008 w ramach realizacji projektu badawczego nr 2 P04G 092 29.

Piśmiennictwo

- Adynkiewicz-Piragas M., 2006: Hydromorfologiczna ocena cieków wodnych w krajach Unii Europejskiej jako element wspierający ocenę ekologicznego stanu rzek zgodnie z wymogami Ramowej Dyrektywy Wodnej. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, **4/3**, 7-15.
- Bojarski A., Jeleński J., Jelonek M., Litewka T., Wyżga B., Zalewski J., 2005: *Zasady dobrej praktyki w utrzymaniu rzek i potoków górskich*. Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- CEN, 2004: *Water quality – Guidance standard for assessing the hydromorphological features of rivers*. PN-EN 14614.
- Czoch K., Kulesza K., 2006: Warunki referencyjne specyficzne dla typów cieków w Polsce jako podstawa do prac nad oceną ekologicznego stanu wód płynących. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, **4/3**, 25-36.
- Dudziak J., 1965: Dzika eksploatacja kamienia w powiecie nowotarskim. *Ochrona Przyrody*, **31**, 161-187.
- Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w zakresie polityki wodnej. [w:] L. Tomiałojć, A. Drabiński (red.), 2005, *Środowiskowe aspekty gospodarki wodnej*. Komitet Ochrony Przyrody PAN, Wrocław, 355-485.
- Gurnell A. M., Petts G. E., 2002: Island-dominated landscapes of large floodplain rivers, a European perspective. *Freshwater Biology*, **47**, 581-600.
- Ilnicki P., Lewandowski P., 1997: *Ekomorfolologiczna waloryzacja dróg wodnych Wielkopolski*. Wydawnictwo Naukowe Bogucki, Poznań.
- Kaczka R. J., Wyżga B., 2008: Formowanie i dynamika kęp rzeki górskiej w zapisie dendrochronologicznym na przykładzie dolnego biegu Białki. [w:] B. Wyżga (red.), *Stan środowiska rzek południowej Polski i możliwości jego poprawy – wybrane aspekty*. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków, 93-102.
- Koczur A., 1999: Godny ochrony odcinek doliny Czarnego Dunajca. *Chrońmy Przyrodę Ojczystą*, **55(3)**, 39-50.
- Krzemień K., 1981: Zmienność systemu korytowego Czarnego Dunajca. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Jagiellońskiego, Prace Geograficzne*, **53**, 123-137.
- Krzemień K., 2003: The Czarny Dunajec River, Poland, as an example of human-induced development tendencies in a mountain river channel. *Landform Analysis*, **4**, 57-64.
- Kulesza K., 1998: Ocena ekologicznego stanu rzek i potoków na przykładzie górskiej rzeki Czarny Dunajec. [w:] *Konferencja „Bliskie naturze kształtowanie rzek i potoków”, Zakopane, 5-7 października 1998*, 105-119.
- Lewandowski P., Olejnik M., Górecki P., 2006: Ekomorfolologiczna waloryzacja Kanału Mosińskiego metodą terenową. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, **4/3**, 87-96.
- Ogłęcki P., Pawłat H., 2000: The index method of small lowland river environmental evaluation. *Annals of Warsaw Agricultural University Land Reclamation*, **30**, 37-43.
- Olejnik M., Lewandowski P., Górecki K., 2006: Hydromorfologiczna waloryzacja Kanału Mosińskiego metodą przeglądową. Porównanie z oceną metodą terenową. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, **4/3**, 97-106.

- Pedersen M. L., Ovesen N. B., Friberg N., Clausen B., Lehotský M., Grešková, 2004: Hydro-morphological assessment protocol for the Slovak Republic. Annex 1. [w:] Establishment of the Protocol on Monitoring and Assessment of the Hydromorphological Elements. Twinning Project TLP 01-29.
- Raven P. J., Holmes N. T. H., Dawson F. H., Fox P. J. A., Everard M., Fozzard I. R., Rouen K. J., 1998: *River Habitat Quality – the physical character of rivers and streams in the UK and Isle of Man*. River Habitat Survey Report Number 2.
- Wyźga B., 2007: *Gruby rumosz drzewny: depozycja w rzece górskiej, postrzeżenie i wykorzystanie do rewitalizacji cieków górskich*. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
- Wyźga B., Zawiejska J., 2005: Uwarunkowania depozycji grubego rumoszu drzewnego w szerokiej rzece górskiej na przykładzie Czarnego Dunajca. *Czasopismo Geograficzne*, **76**, 133-163.
- Wyźga B., Amirowicz A., Radecki-Pawlik A., Zawiejska J., 2008: Zróżnicowanie hydro-morfologiczne rzeki górskiej a bogactwo gatunkowe i liczebność ichtiofauny. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, **2**, 273-285.
- Wyźga B., Zawiejska J., Radecki-Pawlik A., w druku: Zróżnicowanie uziarnienia osadów korytowych rzeki górskiej przekształconej przez regulację koryta i eksploatację żwirów. *Prace i Studia Geograficzne*, **42**.
- Zawiejska J., Krzemień K., 2004: Human impact on the dynamics of the upper Dunajec River channel: a case study. *Geografický Časopis*, **56**, 111-124.
- Zawiejska J., Wyźga B., 2008: Transformacja koryta Dunajca w XX wieku jako wynik ingerencji człowieka i zmian środowiskowych w zlewni. [w:] B. Wyźga (red.), *Stan środowiska rzek południowej Polski i możliwości jego poprawy – wybrane aspekty*. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków, 41-50.

Evaluation of the hydromorphological quality of a mountain river: case study of the Czarny Dunajec

Summary

Evaluation of the hydromorphological quality of a mountain river according to the European Standard EN-14614 is presented in a case study of the middle course of the Czarny Dunajec. Over a few past decades, some sections of this fifth-order, mountain river have been considerably modified by channelization or gravel mining induced channel incision. Heavily island-braided morphology was identified as a reference hydromorphological condition for this Polish Carpathian river in its reach within an intramontane depression. For twelve cross-sections with 1 to 4 flow threads, hydromorphological river quality was assessed through scoring of ten groups of features describing the status of channel, river banks, riparian zone and floodplain. Average values of hydromorphological quality for the surveyed cross-sections ranged between 1.08 and 3.96, with unmanaged, multi-thread cross-sections with vegetated islands classified as representing high-status conditions (Class 1) and the cross-sections located in channelized river sections falling into Class 4. Although an independent evaluation of the quality of the Czarny Dunajec River by four surveyors generally yielded quite similar results, subjectivity inherent in expert opinions requires that the appraisal of hydromorphological status of watercourses be performed by specialists in different disciplines.

Bartłomiej Wyzga – Instytut Ochrony Przyrody PAN, al. Mickiewicza 33,
31-120 Kraków, wyzga@iop.krakow.pl

Joanna Zawiejska – Instytut Geografii, Akademia Pedagogiczna, ul. Podchorążych 2,
30-084 Kraków, jzawiejska@gmail.com

Artur Radecki-Pawlik – Katedra Inżynierii Wodnej, Uniwersytet Rolniczy,
al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków, rmradeck@cyf-kr.edu.pl

Antoni Amirowicz – Instytut Ochrony Przyrody PAN, al. Mickiewicza 33,
31-120 Kraków, amirowicz@iop.krakow.pl