

Rozdział 9

Przeglądowe i szczegółowe podejścia do badań struktury koryt rzecznych w literaturze geomorfologicznej

Dominika Wrońska-Wałach

W opracowaniu (patrz rozdział 2) zaprezentowano jedną z terenowych metod zbierania informacji o wybranych odcinkach lub całych systemach fluwialnych. W ostatnim czasie nie jest to jedyne podejście metodyczne w badaniach systemów korytowych.

W niniejszym rozdziale przedstawione zostały stosowane na świecie wybrane metody badań struktury koryt rzecznych. Większość z dotychczasowych metod oparta jest na rejestracji wybranych parametrów morfograficznych i morfometrycznych koryt rzecznych i zlewni. Pierwszym etapem badań koryt we wszystkich metodach jest kameralne wyznaczenie podstawowych odcinków. Na drugim etapie wymagane są badania terenowe (kartowanie koryt). Zalecane jest stosowanie kart, arkuszy lub raptularzy do rejestracji terenowej form występujących w obrębie koryta oraz w bezpośrednim jego sąsiedztwie. W niektórych opracowaniach pojawiają się bardzo szczegółowe zalecenia, jak powinny wyglądać prawidłowo wykonane badania terenowe (Schumm 1977; Thorne 1998). W innych opracowaniach autorzy skupiają się na klasyfikacji i typologii koryt rzecznych (Kaszowski, Krzemiń 1977; Klimaszewski 1978; Klimek 1979; Baumgart-Kotarba, Kotarba 1979; Montgomery, Buffington 1997; Alabyan, Chalov 1998; Schumm 2005; Bisson *et al.* 2006). Zdaniem S.A. Schumma (2005), klasyfikacja koryt rzecznych jest podstawą do ich prawidłowego rozpoznania i może być pomocna w wyznaczeniu dalszych dróg postępowania badawczego.

Na etapie badań kameralnych istnieją dwa podstawowe podejścia do badań koryt rzecznych: klasyfikacja i typologia. Klasyfikacja opiera się na jednym wybranym kryterium klasyfikacyjnym i jest pierwszym etapem porządkowania zebranych informacji. Najczęściej wybierane kryteria w geomorfologii fluwialnej to: budowa geologiczna, rzeźba, parametry morfometryczne form, geneza, wykształcenie koryt rzecznych, dominujące procesy itd. Jednymi z najczęstszych kryteriów klasyfikacyjnych są: wykształcenie i stabilność koryt, materiał budujący koryta czy dominujące procesy morfogenetyczne (Davis 1899; Leopold,

Wolman 1957; Strahler 1957; Schumm 1963, Krzemień 1976; Klimaszewski 1978; Kaszowski, Krzemień 1986).

Typologia jest bardziej złożonym, wieloetapowym podejściem badawczym. Większość typologii opiera się na kilku lub kilkunastu kryteriach. Jedną z najbardziej rozbudowanych pod względem metodycznym jest typologia koryt (Falkowski 1971; Kamykowska *et al.* 1975, 1999; Krzemień 1976, 1991b; Baumgart-Kotarba, Kotarba 1979; Klimek 1979; Kaszowski 1980; Rączkowska 1983; Kaszowski, Krzemień 1986; Mosley 1987; Rosgen 1994, 1996; Alabyan, Chalov 1998; Raven *et al.* 1998; Chęłmicki, Krzemień 1999; Kondolf 2003).

W większości dotychczasowych opracowań dotyczących struktury i dynamiki koryt rzecznych uwzględniano systemowe ujęcie koryt rzecznych. Koryta dzielone są na odcinki jednorodne ze względu na różne parametry, a za jedną z najważniejszych charakterystyk koryt rzecznych uznawana jest ich stabilność (Kaszowski, Krzemień 1986; Rosgen 1994; Thorne 1998; Kondolf 2003; Schumm 2005).

Oprócz zaprezentowanej w niniejszym tomie (rozdział 2) metody rejestracji informacji o korytach, formach i materiale korytowym istnieją inne podejścia w zbieraniu podstawowych informacji o systemach korytowych. Trzy ze wspomnianych wyżej opracowań: arkusz oceny C.R. Thorne'a (1998), klasyfikacja D. Rosgena (1994) i klasyfikacja koryt górskich (Montgomery, Buffington 1997; Bisson *et al.* 2006) zasługują na szczególną uwagę. Podejścia te zostały poniżej szczegółowo omówione.

Podejścia do zbierania podstawowych informacji o korytach rzecznych

Arkusz oceny Thorne'a

Arkusz oceny Colina R. Thorne'a (1998) jest jednym z najpełniejszych spośród omawianych i najbardziej uporządkowanym sposobem zbierania informacji dotyczących koryt rzecznych. Arkusz ten ukierunkowany jest na rozwiązanie konkretnego problemu wybranego odcinka koryta rzecznego. Organizacja arkusza jest hierarchiczna – od informacji ogólnych do szczegółowych. Podzielony jest na **pięć głównych etapów**, na które składają się poszczególne części, a te z kolei dzielą się dodatkowo na **tematy**. Jest to podejście szczegółowe w badaniach koryt rzecznych. Sekcje główne to:

- etap 1 – cel i założenia analiz geomorfologicznych oraz informacje logistyczne dotyczące wykonanych badań terenowych;
- etap 2 – charakterystyka regionu i doliny rzecznej. Głównym celem tej sekcji jest kompleksowe przedstawienie budowy geologicznej i rzeźby danego obszaru oraz relacji istniejących pomiędzy korytem rzeczonym a doliną;
- etap 3 – jakościowa i semi-ilościowa charakterystyka koryta rzecznego ze szczególnym zwróceniem uwagi na czynniki wpływające na stabilność koryta oraz szczegółowa analiza rozmiarów koryta rzecznego i typu przepływu, a także zapis takich informacji jak obecność łąch i wysp;

etap 4 i 5 – szczegółowa charakterystyka odpowiednio lewego i prawego brzegu koryta.

Celem tych etapów jest uzyskanie kompletnej informacji dotyczących rozmiarów form korytowych, rodzaju materiału, rodzaju pokrywy roślinnej, procesów erozyjnych oraz parametrów geotechnicznych brzegów analizowanego koryta rzecznego.

Arkusze zawierają 148 informacji, w tym 89 jakościowych, 32 informacje wynikające z interpretacji terenowej oraz 27 informacji ilościowych. Arkusze są tak zorganizowane, że w poszczególnych jego częściach należy zaznaczyć krzyżykiem, zamieścić informacje pisemne lub wpisać w wyznaczonych miejscach konkretne liczby dotyczące pomierzonych parametrów.

Na etapie 1 dużą wagę przypisuje się szczegółowemu zdefiniowaniu założeń i celu badań. Według C.R. Thorne'a (1998) kluczem do prawidłowo wykonanych badań terenowych jest klarownie zdefiniowany cel badań. Informacje zbierane podczas rekonesansu terenowego powinny być zamieszczane na etapie 1 i 2. Po wypełnieniu arkusza na etapie pierwszym i drugim zalecane jest przejście do kolejnych etapów. Etapy 3, 4 i 5 dobierane są zgodnie z celem i czasem trwania badań terenowych. Zalecane jest wypełnianie arkusza na etapie 3, 4 i 5 dla każdego odrębnego pod względem morfologicznym odcinka koryta. Najkrótszy odcinek, dla którego wypełniane są arkusze 3, 4 i 5, powinien być nie krótszy niż 5-10 szerokości koryta analizowanego odcinka. W arkuszu 3, 4 i 5 wymagane jest wykonanie szkiców terenowych, dla których opracowane są odpowiednie symbole.

Etap 2 składa się z 5 części, w których kolejno zawarte są informacje na temat:

- otoczenia doliny rzecznej – rzeźby, kształtu sieci rzecznej, rodzaju utworów powierzchniowych, litologii, użytkowania ziemi, roślinności;
- doliny rzecznej i zboczy dolinnych – lokalizacji rzeki, kształtu doliny, wysokości i nachylenia zboczy dolinnych, występowania podcięć i osuwisk, jako potencjalnych źródeł dostawy materiału do koryta, lokalizacji podcięć i osuwisk w profilu poprzecznym przez dolinę;
- terasy zalewowej – występowania i szerokości, budowy (rodzaj materiału), użytkowania terenu, roślinności, występowania i szerokości strefy przykorytovej;
- pionowej zależności pomiędzy korytem a doliną – m.in. występowania i liczby teras rzecznych, występowania „lini śmieci” (pionowego zasięgu maksymalnych stanów), typu osadów powodziowych (tab. 1);
- poziomej zależności pomiędzy korytem a doliną – koryto w planie (proste, meandrowe, roztokowe, anastomozujące (rozdział 7, fot. 1-6), parametry morfometryczne meandrów, procesy w profilu poprzecznym (np. przemieszczanie meandrów w dół doliny, zwiększanie amplitudy meandrów, awulsja), kształt terasy zalewowej.

Na omawianym etapie poza informacjami, które wynikają z obserwacji terenowych, w karcie wpisane są również *kursywą* informacje, które wynikają z interpretacji danych terenowych. Ocenie poddawane są stopień stabilności i zmienności koryta rzecznego oraz stopień zagrożenia. Ze względu na to, że nie są to informacje bezpośrednie, ale obciążone dużym stopniem subiektywizmu, badacz zobowiązany jest do procentowej oceny pewności swoich analiz terenowych w skali 0-100% (tab.1).

Tabela 1. Fragment arkusza oceny C.R. Thorne'a (1998) część 4 – pionowe powiązania koryto–dolina

Terasy	Osady pozapozakorytowe	Wały odsypowe	Wały odsypowe – pomiary	Interpretacje obserwacji terenowych
Brak <input type="checkbox"/>	Brak <input type="checkbox"/>	Brak <input type="checkbox"/>	Wysokość (m) <input type="checkbox"/>	K. dostosowane <input type="checkbox"/>
Niewyraźne <input type="checkbox"/>	Pył <input type="checkbox"/>	Naturalne <input type="checkbox"/>	Nachylenie zboczy <input type="checkbox"/>	Rozcinanie <input type="checkbox"/>
Fragmentaryczne <input type="checkbox"/>	Piasek drobny <input type="checkbox"/>	Sztuczne <input type="checkbox"/>		Agradacja <input type="checkbox"/>
Ciągłe <input type="checkbox"/>	Piasek średni <input type="checkbox"/>			
Liczba teras _____	Piasek grubo <input type="checkbox"/>	Charakterystyka wałów	Kondycja wałów	Stopień stabilności
	Zwir <input type="checkbox"/>	Brak <input type="checkbox"/>	Brak <input type="checkbox"/>	Stabilne <input type="checkbox"/>
Linia	Glazy <input type="checkbox"/>	Niewyraźne <input type="checkbox"/>	Nienaruszone <input type="checkbox"/>	Degradacja <input type="checkbox"/>
Nieobecna <input type="checkbox"/>		Fragmentaryczne <input type="checkbox"/>	Lokalnie zniszczenia <input type="checkbox"/>	Agradacja <input type="checkbox"/>
Obecna <input type="checkbox"/>		Ciągłe <input type="checkbox"/>	Liczne zniszczenia <input type="checkbox"/>	
Wys. nad terasę zalewową (m) _____		Lewy brzeg <input type="checkbox"/>		Rozmiar problemu
		Prawy brzeg <input type="checkbox"/>		Brak <input type="checkbox"/>
		Obydwa brzegi <input type="checkbox"/>		Lokalny <input type="checkbox"/>
				Generalny <input type="checkbox"/>
				W skali odcinka <input type="checkbox"/>
				W skali systemu <input type="checkbox"/>
				Regionalny <input type="checkbox"/>

Poziom pewności odpowiedzi (zaznacz jedno kółkiem)

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100%
---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	------

Etap 3 składa się z 2 części, w których zbierane są informacje dotyczące charakterystyki koryta i materiału korytowego. Zbierane obserwacje terenowe to:

- parametry morfometryczne (rozmiar i kształt) koryta;
- występowanie i typ czynników ograniczających erozję wgłębną (rozcinięcie);
- występowanie i typ czynników ograniczających erozję boczną (podcinanie);
- typ materiału korytowego – ocena jakościowa;
- stopień „ograniczenia” koryta;
- miąższość materiału luźnego (warstwy aktywnej);
- frakcja materiału korytowego: opancerzającego i substratu (frakcji opancerzonej);
- formy w dnie koryta piaszczystego i ich wysokości – informacja ta jest bardzo istotna ze względu na szorstkość podłoża Manning’a (n);
- występowanie wysp i łach;
- typy łach oraz frakcja materiału opancerzającego i substratu.

Etapy 4 i 5 złożone są z pięciu części. Na pierwszy z nich składa się 13 tematów, w których celem jest charakterystyka odpowiednio lewego i prawego brzegu koryta ze względu na: złożoność materiału budującego brzegi (materiał zwięzły, luźny, jednopoziomowy, wielopoziomowy–liczba poziomów), rodzaj materiału, miąższość poziomów, średnią wysokość i nachylenie brzegów, kształt brzegów w profilu podłużnym (np. prosty, wypukły, wklęsły z luźnym materiałem u podnóża, wypukły podcięty u podnóża itd.), występowanie i głębokość szczelin tensyjnych, rozkład materiału w profilu przez poszczególne poziomy.

W drugiej części bardzo obszernie, bo w 12 tematach, charakteryzowana jest roślinność. Charakterystyka dotyczy: typu roślinności, jej orientacji, typu i gatunku drzew, gęstości i rozkładu roślinności, występowania i położenia korzeni drzew, lokalizacji roślinności w profilu podłużnym przez brzeg koryta, stanu, wieku, wysokości oraz szerokości strefy z roślinnością.

Części 3, 4 i 5 na 4 i 5 etapie zorganizowana jest w odmienny sposób. Tabela podzielona jest na dwie części. Pierwsza część tabeli dotyczy informacji zbieranych na bieżąco na podstawie obserwacji terenowych, druga pisana jest *kursywą* i odnosi się do subiektywnej

interpretacji obserwacji dokonanych w terenie. W omawianych częściach etapów 4 i 5 zbierane informacje dotyczą trzech zagadnień:

- a. procesów erozyjnych – lokalizacji w korycie stref aktywnej erozji, oceny stopnia aktywności, pomiarów wielkości erozji oraz interpretacji zasięgu działania procesów erozyjnych, wielkości erozji i rozmieszczenia poszczególnych procesów erozyjnych w obrębie koryta;
- b. parametrów geotechnicznych – lokalizacji stref podatnych na zniszczenie, oceny stopnia aktywności i występowania „blizn” i materiału oraz interpretacji natężenia procesów niszczących, ich typu i rozmieszczenia w obrębie dna doliny;
- c. akumulacji materiału u podnóża zboczy doliny – celem tej części jest charakterystyka równowagi pomiędzy dostawą a odprowadzaniem materiału mineralnego i organicznego do koryta rzecznego oraz ocena warunków ich uprzątania lub depozycji. Określany jest rodzaj (frakcja i skład) materiału mineralnego oraz typ, wiek i stan zachowania materiału organicznego. Interpretacji poddawane są: profil podłużny podnóża zboczy doliny, objętość zdeponowanego rumoszu oraz równowaga pomiędzy dostawą a uprzątaniem rumoszu.

Opisany arkusz był testowany przez różnych ekspertów i naukowców w Stanach Zjednoczonych i Wielkiej Brytanii. Stosowany był zarówno przez inżynierów, jak i przez studentów geografii i inżynierii środowiska.

Klasyfikacja koryt według Rosgen’a

W klasyfikacji koryt Dave’a Rosgena (1994, 1996) system koryt rzecznych dzielony jest ze względu na zróżnicowane parametry geometryczne i kształt. Pozwala to jednocześnie na zwięzłą, powtarzalną i ilościową analizę koryt rzecznych. Oparta jest ona na podstawowych prawach fizycznych, które kształtują system rzeczny.

Typy odcinków koryt rzecznych zostały opracowane na podstawie długoletnich badań terenowych obejmujących około 450 koryt rzecznych występujących w Stanach Zjednoczonych, Australii i Nowej Zelandii. Klasyfikacja D. Rosgena (1994, 1996) jest hierarchiczna; obejmuje cztery poziomy, od ogólnej charakterystyki morfometrycznej do szczegółowej analizy i oceny koryt. Poziom szczegółowości zbieranych informacji wyraźnie rośnie od poziomu I do IV.

Na **poziomie I** większość informacji może być wyliczana z map topograficznych i zdjęć lotniczych. Na podstawie charakterystyki morfometrycznej na poziomie I można określić rzeźbę, układ, kształt oraz rozmiary koryt. Typy koryt rzecznych wyróżniane są na podstawie takich parametrów, jak: spadek, profil poprzeczny oraz widok w planie. Na poziomie I znajduje się charakterystyka morfometryczna koryt, która dzieli je na typy: Aa+, A, B, C, D, DA, F, i G. Są to koryta: Aa-A – proste, B-C, F-G – kręte, E – meandrowe, D-DA – wielokorytowe (roztokowe, anostomozujące). Charakterystyka poszczególnych typów koryt jest opisowa i dopiero na podstawie szczegółowego opisu dowiadujemy się o prawidłowym przyporządkowaniu koryta rzecznego do danego typu.

Na **poziomie II** koryta wyróżnione na poziomie I dzielone są na mniejsze odcinki (podtypy) na podstawie takich parametrów jak: stabilność (*entrenchment ratio* – stosunek szerokości koryta normalnego do powodziowego), stosunek szerokości do głębokości koryta (W/D – podczas przepływu brzegowego), wskaźnik krętości oraz lokalny spadek. Na poziomie II kolejno przechodzi się przez poszczególne parametry. Parametry są tak zgrupowane, że na kolejnych poziomach wybiera się ścieżkę, która prowadzi do konkretnego podtypu odcinka. Na poziomie najniższym koryta dzielone są ze względu na podłoże. Korytom przyporządkowywane są liczby od 1 do 6, gdzie 1 to podtyp koryta skalnego, 2–6 to kolejno koryta założone na bardzo gruboziarnistych żwirach, gruboziarnistych żwirach, średnio- i drobnoziarnistych żwirach, piaskach oraz pyłach/iłach, zgodnie ze zmniejszającą się średnicą materiału mineralnego. Zakres wartości dla poszczególnych kryteriów jest przedstawiony w postaci klucza do klasyfikacji, gdzie na końcu uzyskujemy 42 podtypy koryt jednorodnych.

Autor klasyfikacji (Rosgen 1994, 1996) zauważa, że charakterystyka morfometryczna koryt zmienia się wzdłuż koryta rzecznego. Stąd dotyczy ona określonych odcinków koryt rzecznych. Jednocześnie dane uzyskane dla pojedynczych odcinków nie mogą zostać uśrednione dla całego systemu rzecznego. Na poziomie II dane muszą być zbierane na podstawie badań terenowych na przykładzie wybranych, reprezentatywnych odcinków. Dla poziomu II przygotowany jest formularz do kartowania odcinków reprezentatywnych. Uzyskane podtypy koryt mogą być ekstrapolowane na inne odcinki, które nie zostały poddane bezpośrednim badaniom terenowym. Ekstrapolacja może zostać wykonana dla dolin o podobnej budowie geologicznej na podstawie analiz zdjęć lotniczych i map topograficznych.

Na **poziomie III** klasyfikacja D. Rosgena (1994, 1996) dotyczy oceny kondycji i kierunku rozwoju koryt. Analizy wykonuje się dla jednorodnych odcinków koryt. Na poziomie III zastosowane jest geoeekologiczne podejście do koryt rzecznych. Ocenie poddawane są: roślinność nadbrzeżna, reżim przepływu, rozmiar i rząd cieku, obecność organicznych i mineralnych przeszkód w korycie rzeczonym, formy depozycyjne, rozmiary meandrów, potencjał erozyjny brzegów koryta, potencjał agradacyjno/erozyjny, wskaźnik stabilności koryta oraz formy korytowe. Dla każdego z parametrów opracowany jest oddzielny formularz terenowy, np. roślinność nadbrzeżna analizowana jest ze względu na typ oraz gęstość, przeszkody w korycie rozpatrywane są ze względu na częstość występowania i pochodzenie (rumosz drzewny, tamy bobrowe, zabudowa hydrotechniczna). wskaźnik stabilności obliczony jest z zaadaptowanego formularza oceny stabilności koryt D.J. Pfanckucha (1975), gdzie na podstawie oceny brzegów i dna koryta stan koryt może zostać oceniony jako bardzo dobry, dobry, średni lub słaby.

Na **poziomie IV** klasyfikacja D. Rosgena (1994, 1996) dotyczy weryfikacji analiz terenowych wykonanych na poziomie III. Kontrola wykonanych wcześniej analiz obejmuje: obserwację poszczególnych odcinków, analizę osadów rzecznych, pomiar przepływu oraz pomiar stabilności koryta. Porównanie danych dotyczących odcinków koryt rzecznych z bezpośrednimi pomiarami zgodnie z założeniami D. Rosgena (1994, 1996) prowadzi do wykazania zależności empirycznych pomiędzy różnymi parametrami koryta a prze-

widywaną prędkością przepływu, przekrojem hydraulicznym, charakterystyką transportu osadów rzecznych, wielkością erozji rzecznej i stabilnością koryta. Zdaniem D. Rosgena (1994, 1996) najistotniejszym zagadnieniem dotyczącym koryt rzecznych jest ich stabilność. Bezpośrednie pomiary na poziomie IV powinny służyć poprawie przewidywalności prędkości przepływów w rzece.

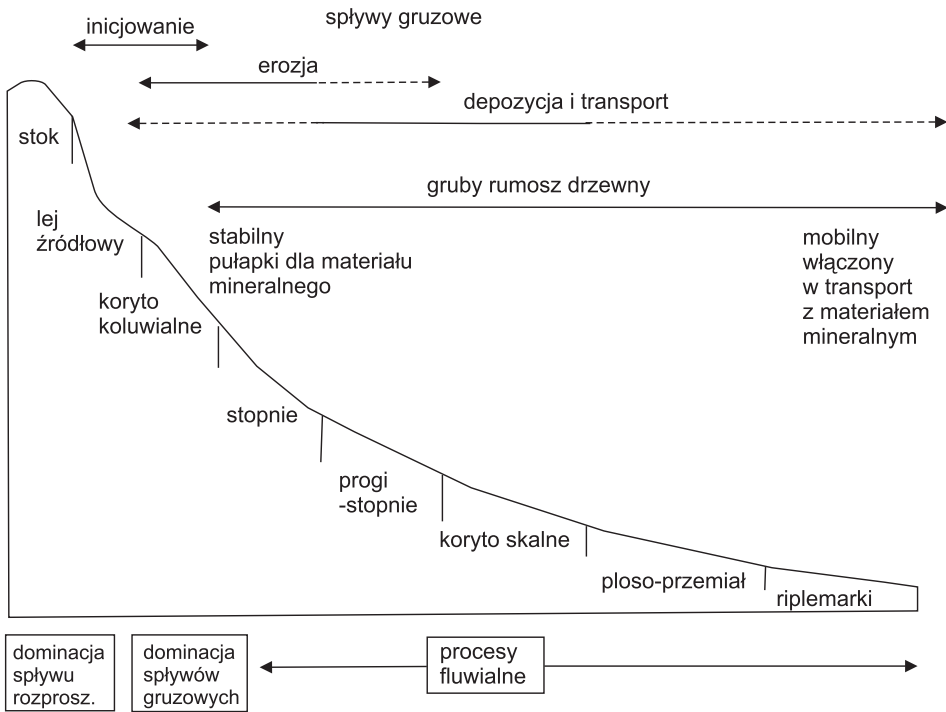
W literaturze przedmiotu pojawia się krytyczna ocena III i IV poziomu klasyfikacji koryt Rosgena (Miller, Ritter 1996). Dotyczy ona zastosowanych takich pojęć, jak: stabilność koryta, potencjał erozyjny brzegów koryta czy potencjał cieku. Wadą klasyfikacji koryt na poziomie III i IV klasyfikacji D. Rosgena (1994, 1996) jest mało precyzyjne zdefiniowanie niektórych pojęć oraz brak jednoznacznego formularza terenowego, który zawierałby wszystkie analizowane parametry koryt rzecznych. W klasyfikacji tej można wskazać wiele niejasności; jej stosowanie wymaga dużej ostrożności. Precyzyjne stosowanie klasyfikacji D. Rosgena (1994, 1996) wymaga korzystania w terenie z obszernej literatury (ponad 350 stron tekstu, na których zawarta jest dokładna charakterystyka koryt różnego typu).

Klasyfikacja koryt rzek górskich (Montgomery, Buffington 1997; Bisson *et al.* 2006)

Klasyfikacja dotyczy koryt rzecznych położonych w obszarach górskich. Jest hierarchiczna i trójstopniowa. Największa jednostka, poddawana analizie to zlewnia, dzielona jest na stoki i doliny. Na niższym poziomie dolina dzielona jest na segmenty: koluwalne (z korytem i bez), aluwialne oraz skalne. Segmenty doliny aluwialnej dzielone są na odcinki koryt: ripplemarkowe, roztokowe, z układem ploso-przemiał, o dnie wyrównanym, z układem proggi-kotły oraz z kaskadami (ryc. 1). Podstawę podziału odcinków koryt stanowią takie parametry, jak: typ materiału budującego podłoże, rozkład form korytowych, dominujące formy korytowe, źródło dostawy materiału do koryta, spadek koryta (%), opancerzenie, odległości między plosami lub kotłami oraz częstość wezbrań. Typy granic pomiędzy odcinkami zależą od rodzaju i możliwości dostawy materiału do koryta oraz siły transportowej rzeki, która ten materiał przemieszcza (Montgomery, Buffington 1997). Przejsie pomiędzy sąsiadującymi typami odcinków może być wyraźne lub stopniowe.

Podejście Dave'a R. Montgomery'ego i Jhona M. Buffingtona (1997) charakteryzuje się różnymi stopniami szczegółowości. Na poziomie odcinków (*reaches*) stosują przeglądowe podejście do badań koryt rzecznych. Wyróżniane odcinki dzielą dalej na pododcinki (*units*), schodząc tym samym na jeszcze niższy poziom analizy i zwiększając w ten sposób jej szczegółowość. Podejście takie jest stosowane ze względu na potrzebę zrozumienia zależności pomiędzy odmiennymi pod względem wykształcenia formami korytowymi a rozmieszczeniem fauny i flory wodnej.

Pododcinki stanowią względnie homogeniczne fragmenty koryta rzecznego, które różnią się głębokością, szerokością oraz typem materiału, z którego są zbudowane. Pododcinki są wypadkową zależności pomiędzy przepływem a szorstkością dna koryta.



Ryc. 1. Wyidealizowany profil podłużny przez zlewnię górską. Uwzględnia zasięg działania procesów stokowych i fluwialnych (Krzemień 1991b, Montgomery, Buffington 1997, zmienione)

Typy i rozmieszczenie pododcinków jest istotne z punktu widzenia bioróżnorodności (wpływają one na dostępność substancji odżywczych dla organizmów żywych oraz ich warunki życiowe).

Pododcinki dzielone są na dwa typy: „szybkiej i wolnej wody”. Pododcinki „szybkiej wody” (*fast water*) dzieli się dodatkowo na formy „gładkie” i „szorstkie”. Formy szorstkie to: progi wodospadowe, kaskady, bystrza, przemiały i rynny. Formy gładkie to: podłogi skalne i bystrza. Za formy „wody wolno płynącej” uznawane są plosa. Podział plos wiąże z ich genezą. Plosa dzielona na formy powstałe w wyniku zdercia i wyorania podłoża (ang. *scour pools*) oraz powstałe przed naturalną przeszkodą (*dammed pools*). D.R. Montgomery i J.M. Buffington (1997) za C.P. Hawkins *et al.* (1993) wyróżniają sześć typów plos. Większość terminów użytych w klasyfikacji plos nie ma polskich odpowiedników. Stąd poniżej znajduje się ich krótka charakterystyka. Plosa, które stanowią przegłębienia w dnie koryta, powstałe w wyniku wyorania lub zdercia podłoża.

Plosa typu „eddy” – plosa wirowe, rozwijają się wzdłuż krawędzi brzegu potoku lub rzeki. Plosa wirowe położone są poniżej przeszkód i ich rozmiar jest proporcjonalny do rozmiaru przeszkody. Tego typu plosa powstają zazwyczaj za progami założonymi na wychodniach skalnych, rumoszu drzewnym lub rumoszu skalnym.

Plosa typu „trench” – plosa rynnowe – rozwijają się w wąskich odcinkach koryt, z dominacją podłoża skalnego. W profilu poprzecznym mają kształt zbliżony do litery U, ich ściany są prawie pionowe. Cechują się wyrównaną na całej długości głębokością oraz dużą szybkością nurtu.

Plosa środkowe (*midchannel pools*) – położone są w centralnej części koryta. Przeszkoda, za którą powstają, nie powoduje odbicia nurtu pod przeciwległy brzeg.

Plosa zbieżne (*convergence pools*) – występują w odcinkach, gdzie następuje połączenie dwóch cieków. Są podobnie wykształcone do plos środkowych.

Plosa boczne (*lateral pools*) – rozwijają się wzdłuż brzegu koryta. Powstają w miejscach, gdzie wzdłuż brzegu rozwinięta jest podłużna przeszkoda. Przeszkodą może być wychodnia skalna, głazy i bloki skalne, rumosz drzewny, jak i łacha żwirowa. Boczne plosa rozwijają się przeważnie w strefach ograniczonej migracji bocznej koryta rzecznoego.

Plosa eworsyjne (*plunge pools*) – rozwijają się u podnóża progów wodospadowych. Mogą mieć znaczne głębokości. Są charakterystyczne dla odcinków koryt wyciętych w podłożu skalnym, w lejach źródłowych oraz w strefach aktywnych tektonicznie.

D.R. Montgomery i J.M. Buffington (1997) za C.P. Hawkins *et al.* (1993) wyróżniają również plosa powstałe przed przeszkodami typu: rumosz drzewny, tama bobrowa, jezór osuwiska, oraz dwa typy form, które powstają poza głównym korytem cieku, na terasie zalewowej.

Podejście to jest całkowicie odmienne, ponieważ D.R. Montgomery i J.M. Buffington (1997) uwzględniają tylko sposób płynięcia wody, a nie biorą pod uwagę typu podłoża i możliwości samoregulacji dna koryta. Plosa w badaniach fluwialnych przeważnie odnoszą się do koryt aluwialnych. Natomiast w opracowaniu D.R. Montgomery'ego i J.M. Buffingtona (1997) nie jest istotny typ podłoża, tylko prędkość płynięcia wody.

Nieco odmienne od prezentowanego w niniejszym opracowaniu (w rozdziale 2) podejście metodyczne do badań struktury koryt rzecznych proponują P.A. Bisson *et al.* (2006). Na pierwszym etapie badań zalecają kameralne (laboratoryjne) wyznaczenie granic poszczególnych odcinków. W tym celu proponują wykonanie z map topograficznych i zdjęć lotniczych profili podłużnych dolin rzecznych. Granice odcinków zalecają zaznaczać w miejscach wyraźnych załomów (zmian spadków) na profilu podłużnym. W dalszej kolejności zalecają wykonanie pomiarów spadku każdego z wyznaczonych odcinków oraz ocenę stopnia rozcięcia doliny na podstawie analizy rysunku poziomicowego oraz szerokości doliny z analizy zdjęć lotniczych. Na wstępnym etapie badań proponują również porównanie wykonanych pomiarów z mapami geologicznymi, glebowymi, roślinności, topoklimatycznymi itp. Drugi etap badań wykonywany jest w terenie i polega na szczegółowym rozpoznaniu pododcinków. Zalecane jest stosowanie w terenie GPS-u (patrz rozdział 8). Pomiary obejmują takie parametry, jak: powierzchnia, długość, głębokość i szerokość poszczególnych form. Pomierzone wartości wpisywane są na przygotowany formularz do kartowania odcinków koryt.

P.J. Whiting i J.B. Bradley (1993) opracowali klasyfikację dla koryt w lejach źródłowych. Klasyfikacja została oparta o podstawowe parametry takie jak: spadek i szerokość doliny, szerokość koryta, głębokość koryta, średnia frakcja materiału budującego koryto oraz o współczynnik stabilności stoków. Na podstawie klasyfikacji wyodrębnione zostały

doliny o podobnym typie morfologicznym, które mają reagować w podobny sposób na konkretne procesy geomorfologiczne. Parametry do klasyfikacji zostały tak dobrane, żeby przedstawiały po pierwsze warunki, w których dochodzi do destabilizacji stoków, a po drugie warunki w obrębie „koryt”, które warunkują przemieszczanie materiału w dół systemu leja źródłowego.

Podsumowanie

Przedstawione podejścia do badań struktury koryt rzecznych w ogólnym zarysie są bardzo podobne do podejścia metodycznego prezentowanego w niniejszym opracowaniu (patrz rozdział 2). Ze względu na liczbę zbieranych informacji najbardziej rozbudowany spośród prezentowanych i jednocześnie najpełniejszy jest arkusz C.R. Thorne’a (1998). Składa się on w zasadzie z kilku raptularzy terenowych, z których każdy może stanowić odrębne opracowanie. Arkusz C.R. Thorne’a (1998) jest jednocześnie najbardziej zbliżony pod względem struktury do raptularza do kartowania koryt prezentowanego w niniejszym opracowaniu w rozdziale 2. Warto jednak podkreślić, że raptularz zaprezentowany w rozdziale 2, jest formularzem otwartym i tym samym propozycją uniwersalną, którą można rozbudowywać na każdym poziomie szczegółowości według indywidualnych potrzeb. Podejście C.R. Thorne’a (1998) jest szczegółowym podejściem w badaniach systemów korytowych, podczas gdy zaprezentowane w niniejszym tomie podejście jest typu przeglądowego.

Klasyfikacja koryt górskich D.R. Montgomery’ego i J.M. Buffington’a (1997) zaczyna się na innym stopniu szczegółowości tzn. od poziomu zlewni. Obejmuje również wyższy poziom szczegółowości tzn. analizę pododcinków. Takie podejście do analizy jest odmienne od proponowanego przez autorów niniejszego opracowania w rozdziale 2. Warto jednak zauważyć, że na poziomie odcinków podstawowych podejście D.R. Montgomery’ego i J.M. Buffington’a (1997) i P.A. Bissona (2006) jest najbardziej zbliżone do prezentowanego w tym tomie. Jest to bowiem podejście przeglądowe, które może być uszczegółowione.