

ARTUR RADECKI-PAWLIK

Katedra Inżynierii Wodnej
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

BYSTRZA JAKO BLISKIE NATURZE ROZWIĄZANIA UTRZYMANIA KORYT RZEK I POTOKÓW GÓRSKICH

Streszczenie. W pracy przedstawiono bystrze o zwiększonej szorstkości – jedno z rozwiązań technicznych, które, utrzymując koryta rzek i potoków górskich w stanie dobrym, jednocześnie zapewniają rozwój koryta wielonurtowego, powodują odtwarzanie struktur łach korytowych, tworzą stosowne warunki życia makrobentosowi oraz umożliwiają swobodną wędrówkę ryb. Praca wychodzi naprzeciw wprowadzanej w Polsce Ramowej Dyrektywie Wodnej i idącym w ślad za tym ważnym decyzjom związanym z wyborem stosownych konstrukcji przy utrzymaniu koryt rzek górskich.

Słowa kluczowe: bystrze o zwiększonej szorstkości, Ramowa Dyrektywa Wodna

Wstęp

W obecnym czasie wprowadzania Ramowej Dyrektywy Wodnej (RDW) Unii Europejskiej (DIRECTIVE... 2000) obserwujemy dyskusję na temat stosowania metodyki inżynierskiej w celu utrzymania koryt rzecznych w jak najlepszym stanie, jednocześnie takich, które by najbardziej odpowiadały naturalnej morfologii. Ponieważ wzdłuż wielu odcinków rzek karpackich ciągle jeszcze ingeruje się w systemy korytowe poprzez nie do końca uzasadnioną regulację techniczną, należy zdawać sobie sprawę, jakie budowle utrzymania koryt rzek górskich są do przyjęcia przez system fluwialny rzeki górskiej, a także, w myśl RDW, wpływają pozytywnie na życie biologiczne zarówno makrobentosu, jak i ryb (KORPAK i IN. 2008).

Prezentowana praca opisuje jedno z rozwiązań technicznych, które, utrzymując koryta rzek i potoków górskich w stanie dobrym, jednocześnie zapewnia rozwój koryta wielonurtowego, powoduje odtwarzanie struktur łach korytowych, zapewnia odpowiednie warunki życia makrobentosowi oraz umożliwia swobodną wędrówkę ryb. Jest to bystrze o zwiększonej szorstkości.

Wydaje się, iż prezentowane w publikacji rozwiązania są odpowiednie zarówno z punktu widzenia geomorfologii fluwialnej, jak i hydrobiologii, będąc jednocześnie budowlą inżynierską utrzymującą koryto ciekę wzdłuż odcinków rzecznych, gdzie można odtworzyć warunki zbliżone do naturalnych lub bronić warunków naturalnych.

Bystrza o zwiększonej szorstkości

Plany związane z utrzymaniem koryt potoków powinny uwzględniać kompromis pomiędzy wymogami środowiska przyrodniczego a ingerencją człowieka (ŚLIZOWSKI i RADECKI-PAWLIK 1996). Potok naturalny, o zarośniętych brzegach, znajduje się zwykle w stanie równowagi dynamicznej i biologicznej. Naruszenie stanu naturalnego potoku powoduje zmniejszenie szorstkości, a tym samym zaburzenie równowagi dynamicznej. Stabilizację koryt potoków górskich, charakteryzujących się dużymi spadkami podłużnymi, znaczną zmiennością stanów wody, nagłymi wezbraniem, intensywnym transportem rumowiska, uzyskuje się przeważnie poprzez budowę stopni lub progów w celu wytworzenia określonego spadku granicznego dna. Działania takie mają jednak negatywny wpływ na środowisko naturalne. W tym kontekście wydaje się, iż najwłaściwszym rozwiązaniem mającym na celu ochronę dna koryt rzecznych przed skutkami gwałtownych spływów wód jest stosowanie bystrzy o zwiększonej szorstkości (NIEL 1960, HARTUNG i SCHEURLEIN 1970, KNAUSS 1980, ŻELAZO 1992, ŚLIZOWSKI i RADECKI-PAWLIK 1996, 1998, 1999, 2000, ŚLIZOWSKI i IN. 1997, 2008, RADECKI-PAWLIK i ŚLIZOWSKI 1998, RADECKI-PAWLIK 2006 a, b). Budowle te umożliwiają migrację ryb oraz makrobezkręgowców dennych (bentosu), powodują natlenienie wody oraz dobrze harmonizują z krajobrazem (KŁONOWSKA-OLEJNIK i RADECKI-PAWLIK 2000, KŁONOWSKA-OLEJNIK i IN. 1999, 2006). Na odcinkach pomiędzy bystrzami należy zachować formy przegłębień, których obecność jest uzasadniona hydrodynamiką przepływu. W dnie należy rozmieścić kamienie o różnej wielkości, stwarzając schronienia dla ryb i innych organizmów żywych (ŚLIZOWSKI i IN. 2008). Schronienia takie powinny się znajdować także wzdłuż brzegów rzeki. Proponowane rozwiązania zapewniają spełnienie wymogów związanych zarówno ze stabilizacją koryta potoku, jak i ekologią w harmonii z krajobrazem.

Istotny wpływ na skuteczność działania bystrza oraz jego współpracę ze środowiskiem przyrodniczym ma właściwe dobranie wielkości kamieni na bystrzu i sposób ich rozmieszczenia. W tabeli 1 przedstawiono wielkości kamienia na płycie spadkowej bystrza w zależności od prędkości obliczeniowej oraz spadku (KNAUSS 1980).

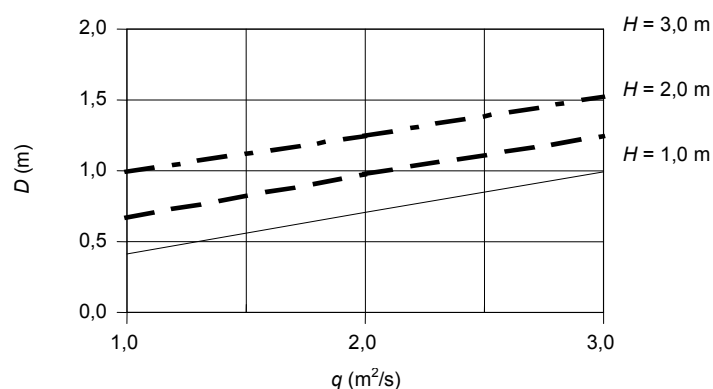
Doboru kamieni na płycie bystrza można również dokonać stosując wykres zaproponowany przez ŚLIZOWSKIEGO i IN. (1997) (rys. 1). W tym przypadku wielkość kamieni jest ustalana w zależności od przepływu jednostkowego na bystrzu q oraz wysokości bystrza H .

Na rysunkach 2-5 przedstawiono przykłady różnych rozwiązań konstrukcyjnych bystrzy o zwiększonej szorstkości zastosowanych do stabilizacji potoków w praktyce utrzymania koryt rzecznych w różnych krajach. Na kanwie tych i innych przykładów hydrotechnicy projektujący tego typu rozwiązania mogą wprowadzać swoje własne konstrukcje, jak najlepiej dopasowane do warunków hydrogeomorfologicznych w danym miejscu rzeki lub potoku.

Tabela 1. Wielkość kamieni na bystrzu w zależności od spadku płyty bystrza i prędkości wody (KNAUSS 1980)

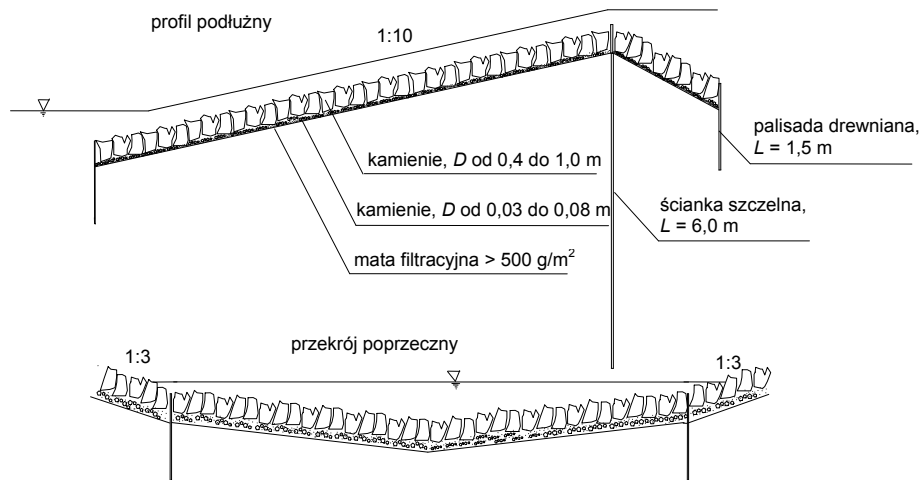
Table 1. Dimensions of stones on the rapid hydraulic plate in dependence on RHS inclination and water velocity (KNAUSS 1980)

Średnica kamienia (m)	Prędkość v (m/s) dla nachylenia płyty bystrza		
	1:8	1:10	1:15
0,6	2,50	2,70	3,70
0,8	4,60	4,90	5,80
1,2	7,00	7,60	8,90

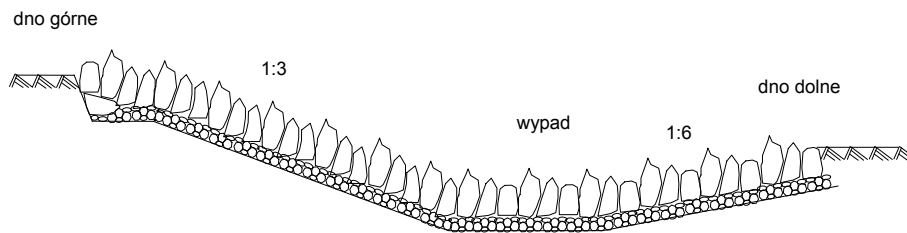
Rys. 1. Wykres doboru wielkości kamieni na płycie bystrza; D – wielkość kamieni naturalnych (m), q – przepływ jednostkowy (m^2/s), H – wysokość bystrza (m)Fig. 1. The graph suggesting choosing the stone dimensions on RHS plate; D – natural stones dimension (m), q – discharge (m^2/s), H – RHS height (m)

Na rysunkach 6, 7 i 8 podano przykłady bystrz o zwiększonej szorstkości wykonane w polskich rzekach górskich w sposób poprawny, zgodny z zasadami prawidłowego utrzymania koryta rzecznoego w stanie bliskim naturze. Na rysunku 6 należy zwrócić uwagę na koncentrację przepływu na płycie spadowej bystrza, zapewniającą przechodzenie ryb nawet przy niskich stanach wody. Na rysunkach 6 i 8 z kolei należy zwrócić uwagę na pozornie beładnie ułożony kamień łamany, spełniający rolę redukcji dna cieką oraz zabezpieczenia miejscowego dna. Projektowane bystrza tym lepiej spełniają swoją funkcję ekologiczną, zapewniając wędrówkę ryb i makrobentosu, im łagodniejszy jest spadek płyty bystrza. Optymalny spadek to 1:10, ale ze względów na warunki miejscowe można dopuścić spadki większe, maksymalnie 1:5.

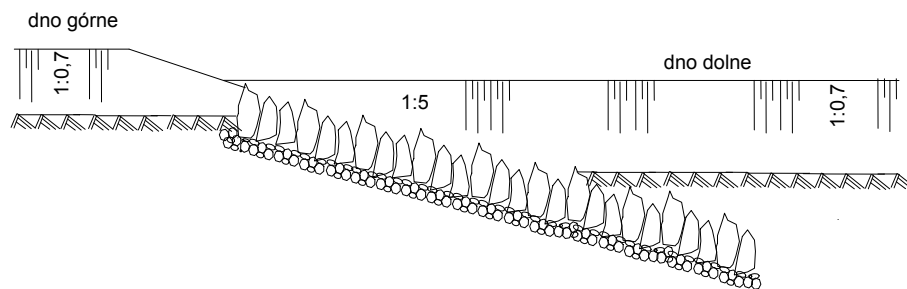
Bystrza wykonane na potokach Krzczonowskim i Sanoczek stanowią ułożone obok siebie głazy z kamienia łamanego, pozwalające na redukcję spadku zwierciadła wody oraz na wzmocnienie miejscowe koryta cieką (w przypadku potoku Krzczonowskiego chodziło dodatkowo o zabezpieczenie rurociągów gazowych przechodzących dnem potoku). Wykonanie budowli na dnie koryta jest tu jak najbliższe naturze.



Rys. 2. Schemat modelu bystrza na rzece Böhme w Fallingboste, zabezpieczonego przed rozmyciem szczelnymi ściankami z palisad i stalową ścianką na progu
Fig. 2. Rapid hydraulic structure on the Böhme River in Fallingboste



Rys. 3. Schemat modelu bystrza typu austriackiego, o charakterystycznym przedłużeniu ubezpieczonego dna
Fig. 3. Rapid hydraulic structure with the reverse inclination of the dissipating-pool: Austrian model



Rys. 4. Schemat modelu bystrza typu Vincenta
Fig. 4. The Vincent's type of rapid hydraulic structure



Rys. 5. Schemat modelu bystrza na rzece Khale
Fig. 5. Rapid hydraulic structure model on the Khale River



Rys. 6. Bystrze na potoku Porębianka; należy zwrócić uwagę na koncentrację przepływu na płycie spadowej bystrza, zapewniające przechodzenie ryb nawet przy niskich stanach wody (fot. A. Radecki-Pawlik)

Fig. 6. RHS on the Porębianka stream. Look at the concentration of water discharge in the middle of RHS plate (photo by A. Radecki-Pawlik)

Z kolei bystrza wykonane na potoku Porębianka to rampy kamienne, pozwalające, przy osiągniętym spadku dna koryta, na swobodną wędrówkę ryb oraz makrobentosu i na odtwarzanie łańcuchów korytowych powyżej i poniżej tych budowli. Przejawia się to w odbudowie koryta roztokowo-meandrującego, będącego jedynym naturalnym korytem rzeczny. Dodatkowo bystrze wykonane na potoku Porębianka jest wyposażone w część przelewową, która przechodzi w skoncentrowane korytko przebiegające wzdłuż płyty spadowej budowli. Pozwala to na koncentrację strugi wodnej, a to z kolei zapewnia warunki swobodnej migracji ryb nawet przy stanach niżówkowych.



Rys. 7. Bystrze na potoku Sanoczek (fot. A. Radecki-Pawlik)
Fig. 7. RHS on the Sanoczek stream (photo by A. Radecki-Pawlik)



Rys. 8. Bystrze na potoku Krzczonowskim (fot. A. Radecki-Pawlik)
Fig. 8. RHS on the Krzczonowski stream (photo by A. Radecki-Pawlik)

Podsumowanie

W obecnie pojmowanym utrzymaniu koryt rzek i potoków górskich należy stosować środki techniczne tylko w przypadkach, w których jest to nieodzowne ze względu na wyższą konieczność, przykładowo przy ochronie mostów drogowych czy przy ochronie przeciwpowodziowej dużych skupisk ludzkich. W miejscach, gdzie rzeka nie stanowi żadnego zagrożenia, należy pozostawić jej szeroką strefę zalewową. Należy również pozwolić na swobodny rozwój procesów morfologicznych przez wytwarzanie sekwencji przegłębień i bystrzy oraz depozycję łach korytowych. Nie ma potrzeby chronić łąk lub nieużytków za pomocą niezmiernie kosztownych robót regulacyjnych, a wręcz przeciwnie, należy te tereny traktować jako zalewowe, dopuszczać tam do stagnowania wody, a przez to zwiększać retencję dolinową. W niektórych rejonach należy dążyć do wykupienia przez państwo gruntów rolnych, w innych należy powstrzymać niefrasobliwe wydawanie pozwoleń na budowę w obrębie teras zalewowych. Inżynierów hydrotechników należy zachęcać do stosowania nowoczesnych, bliskich naturze technik projektowania i wykonawstwa urządzeń regulacji i utrzymania rzek, takich jak prezentowane w pracy stopnie bystrza o zwiększonej szorstkości.

Czytelnik bardziej zainteresowany omawianym w pracy problemem przyczyn stosowania nowych budowli ekologicznych utrzymania koryt rzecznych może zapoznać się z monografią autorstwa KORPAK i IN. (2008), w której szczegółowo omówiono problemy dotyczące antropogenicznych zmian koryt karpackich.

Literatura

- DIRECTIVE of the European Parliament and the Council 2000/60/EC establishing a framework for community action in the field of water policy. 2000. *Offic. J. Eur. Commun.* 22.12.2000 L 327/1.
- HARTUNG F., SCHEURLEIN H., 1970. Design of overflow rock dams. In: *Talsperrenkongress, Mont-real. Beitrag* 36.
- KŁONOWSKA-OLEJNIK M., FIAŁKOWSKI W., RADECKI-PAWLIK A., 1999. Wpływ zabudowy żłobem kamiennym na zespoły makrobentosu potoku Białego w Pienińskim Parku Narodowym. W: *Ogólnopolska Konferencja Naukowa nt.: Współczesne kierunki badań hydrobiologicznych*, 22-24.09.1999, Supraśl k/Białegostoku. 115-116.
- KŁONOWSKA-OLEJNIK M., RADECKI-PAWLIK A., 2000. Zróżnicowanie mikrosiedliskowe makrobezkręgowców dennych w obrębie łach korytowych potoku górskiego o dnie żwirowym. W: *XVIII Zjazd Hydrobiologów Polskich „Szacunek dla wody”*, 4-8.09.2000. Red. A. Górniak. *Polskie Towarzystwo Hydrobiologiczne*, Białystok: 119-120.
- KŁONOWSKA-OLEJNIK M., RADECKI-PAWLIK A., SKALSKI T., 2006. Wybrane metody biologiczne w ocenie stanu ekosystemu uregulowanego cieku górskiego (potok Młynne, Gorce). W: *XX Zjazd Hydrobiologów Polskich*, 5-8 września 2006. Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń: 124.
- KNAUSS J., 1980. Drsné skluzy. *Vodn. Hospod. rada A C* 1.
- KORPAK J., KRZEMIEŃ K., RADECKI-PAWLIK A., 2008. Wpływ czynników antropogenicznych na zmiany koryt cieków karpackich. *Zesz. Nauk. Infrastr. Ekol. Ter. Wiejsk. Tech. Infrastrukt. Wsi Ser. Monogr.* 4, 1.
- NIEL A., 1960. Über die Vernichtung kinetischer Energie durch niedere Gefellaustufen, *Wien. Österr. Wasserwirtsch.* 4, 5.
- RADECKI-PAWLIK A., 2006 a. Bystrza o zwiększonej szorstkości jako budowle regulacyjne bliskie naturze a formacje korytowe rzeki górskiej. W: *Zastosowanie hydrologii w badaniach biolo-*

- gicznych wód płynących. Red. M. Kłonowska-Olejnik, W. Fiałkowski. Instytut Nauk o Środowisku UJ, Kraków: 66-67.
- RADECKI-PAWLIK A., 2006 b. Podstawy hydrogeomorfologii cieków górskich dla inżynierów środowiska, biologów, geografów i ekologów. Instytut Nauk o Środowisku UJ, Kraków.
- RADECKI-PAWLIK A., ŚLIZOWSKI R., 1998. Bystrze o zwiększonej szorstkości jako element ekologicznej stabilizacji potoków górskich. *Przegl. Nauk. SGGW* 15: 153-162.
- ŚLIZOWSKI R., RADECKI-PAWLIK A., 1996. Badania bystrza o zwiększonej szorstkości na potoku Brennica w miejscowości Brenna. *Zesz. Nauk. AR Krak.* 306, Inż. Środ. 16: 71-77.
- ŚLIZOWSKI R., RADECKI-PAWLIK A., 1998. Bystrze z kamienia naturalnego jako przykład nowoczesnej, ekologicznej budowli regulacyjnej w zlewniach rzecznych. *Przegl. Nauk. SGGW* 15: 162-170.
- ŚLIZOWSKI R., RADECKI-PAWLIK A., 1999. Rozmycie nieumocnionego dna poniżej bystrzy o zwiększonej szorstkości. *Zesz. Nauk. AR Krak.* 393, Inż. Środ. 19: 115-123.
- ŚLIZOWSKI R., RADECKI-PAWLIK A., 2000. Distribution of maximum velocities and Froude numbers on a rapid hydraulic structure apron. *Electr. J. Pol. Agric. Univ.* 3, 1: 1-13.
- ŚLIZOWSKI R., RADECKI-PAWLIK A., HUTA K., 2008. Analiza wybranych parametrów hydrodynamicznych na bystrzu o zwiększonej szorstkości na potoku Sanoczek. *Zesz. Nauk. Infrastrukt. Ekol. Ter. Wiejsk. Tech. Infrastrukt. Wsi Ser. Monogr.* 2: 47-58.
- ŚLIZOWSKI R., RADECKI-PAWLIK A., N'FAMARA SAMBOU T., 1997. Badania porównawcze bystrzy z kamienia naturalnego – elementu ekologicznej zabudowy potoków górskich – z bystrzami betonowymi typu Peterki. *Zesz. Nauk. AR Krak.* 321, Inż. Środ. 17: 33-41.
- ŻELAZO J., 1992. Badania prędkości i oporów przepływu w naturalnych korytach rzek nizinnych. *Rozpr. Nauk. Monogr. SGGW-AR.*

RAPID HYDRAULICS STRUCTURES – CLOSE TO THE NATURE SOLUTION OF RIVER TRAINING STRUCTURES

Summary. The paper presents rapid hydraulic structures – one of the river training solutions for mountain streams where fish and macrobentos migration as well as river bed stabilisation have to be achieved at the same time. The work is important especially in the time when the Water Framework Directive is introduced into Poland and we are all about to make important decisions in river management which structures are nature friendly and still protect river bed.

Key words: rapid hydraulic structure, Water Framework Directive

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Artur Radecki-Pawlik, Katedra Inżynierii Wodnej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Al. Mickiewicza 21, 30-059 Kraków, Poland, e-mail: rmradeck@cyf-kr.edu.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

28.04.2009

Do cytowania – For citation:

*Radecki-Pawlik A., 2009. Bystrza jako bliskie naturze rozwiązanie utrzymania koryt rzek i potoków górskich. *Nauka Przyr. Technol.* 3, 3, #101.*