

Rozwój kępy o złożonej strukturze w żwirowej rzece górskiej. Wyniki analiz dendrochronologicznych i kartograficznych

Aneta Rzepecka, Barbara Czajka, Paweł Mikuś, Ryszard J. Kaczka, Bartłomiej Wyżga

Abstrakt. Czarny Dunajec reprezentuje jeden z niewielu dobrze zachowanych fragmentów naturalnego biegu żwirowej rzeki roztokowej w Środkowej Europie. Celem badań było określenie etapów rozwoju największej występującej na Czarnym Dunajcu kępy o złożonej strukturze (pow. 1,78 ha). Badania zmian tej formy dla ostatnich 30 lat zostały przeprowadzone dwoma niezależnymi metodami — fotointerpretacją zdjęć lotniczych z pięciu okresów (1977, 1983, 1994, 2002 i 2009) oraz dendrochronologiczną, opartą na określeniu wieku drzew w czterech transektach (łącznie 474 próby). Wyniki analiz wieku drzew poddano dodatkowo interpolacji (metoda IDW ważonych odwrotności odległości) i utworzono model rozwoju kępy bazujący na wieku drzew. Porównanie wyników obydwu metod wskazuje, że dane dendrochronologiczne dostarczają dokładniejszego obrazu rozwoju badanej formy, co wynika z ich szczegółowości i ciągłości w czasie.

Słowa kluczowe: Czarny Dunajec, rzeka roztokowa, kępa, las łęgowy, GIS

Abstract. The Czarny Dunajec River draining the Western Tatras and its foothills, southern Poland, is one of the last relatively undisturbed, gravel-bed rivers in Central Europe. The study aims at reconstructing the development of the largest patchy - structure island (1.78 ha) using both tree-ring and GIS methods. The study of changes in this form for the last 30 years were conducted by two independent methods- aerial photo interpretation of the five periods: (1977, 1983, 1994, 2002, 2009) and dendrochronological method based on the determination of age of trees in the four transects (together 474 sample). The results of analyzes of the age of the trees were additionally subjected to the interpolation (IDW method) and there was created model of spatial and temporal development of island based on ages of trees. Comparing the results of both methods indicates that dendrochronological data provide a more accurate picture of the development search form, which results in their detail and permanence in time.

Keywords: Czarny Dunajec, island, multi-thread channel river, GIS, riparian forest

Wstęp

Czarny Dunajec powstaje w wyniku połączenia tatrzańskich potoków Siwej Wody i Kirowej Wody. Przecina Rów Podtatrzański i Pogórze Gubałowskie, po czym łączy się z Białym Dunajcem w Nowym Targu tworząc Dunajec (Ryc. 1A). W górnej swej części ma charakter rzeki górskiej, w dolnym odcinku, w obrębie Kotliny Orawsko-Nowotarskiej przyjmuje charakter rzeki przedgórskiej tworząc zakola i roztoki (Kondracki 1998). W strefie umiarkowanej rzeki roztokowe stanowią dynamiczny geokompleks, w którym procesy fluwialne warunkują rozwój biocenoz. Obszary te charakteryzują się dużą bioróżnorodnością wodnych i nadrzecznych ekosystemów. Najstabilniejszą

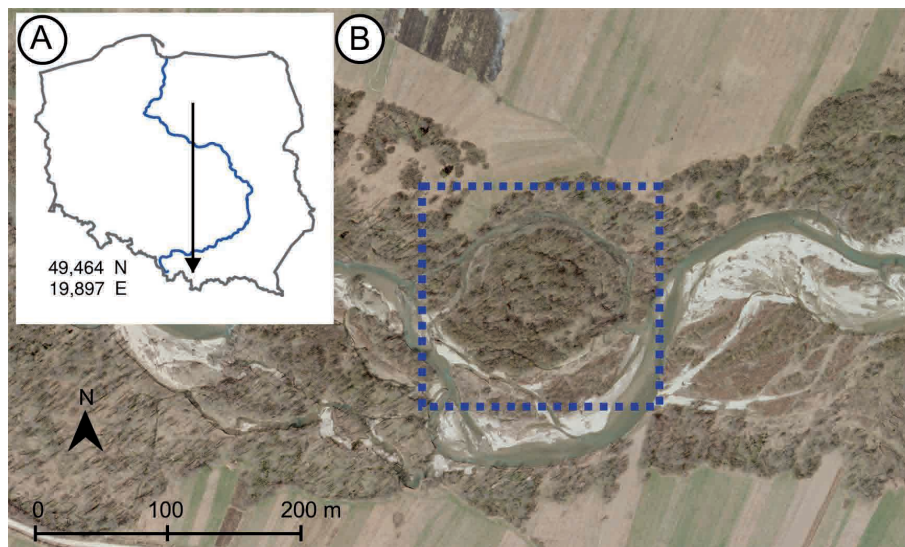
formą korytową są kępy – wyspy utrwalone lasem łągowym. Istnienie kęp jest ważne z punktu widzenia rewitalizacji i renaturalizacji koryt rzecznych (Wyźga 2007).

Badania nad wpływem roślinności na środowisko rzeczne prowadzone były przede wszystkim z zakresu roli rumoszu drzewnego w systemach rzecznych rzek Ameryki Północnej (Sedell et al. 1988) i wybranych rzek europejskich (Kaczka et al. 2002). W Polsce takie badania prowadzone były na Kamienicy w Gorcach (Kaczka 1999) i na Czarnym Dunajcu (Wyźga, Kaczka 2002; Zawiejska, Wyźga 2008). Badania nad powstawaniem kęp śródrzecznych prowadzone były w Ameryce Północnej, gdzie sprawdzano rolę dużego rumoszu drzewnego jako bariery akumulacyjnej i stabilizatora nowo powstałych kęp (Fetherston et al. 1995; Abbe, Montgomery 1996). Systemy europejskich rzek roztokowych przystosowały się do antropogenicznych przekształceń środowiska (Edwards et al. 1999; Ward et al. 1999; Gurnell, Petts 2002) i w czasie wezbrań rumosze drzewny deponowany jest na łachach zwirowych, jego większe fragmenty usuwane są przez ludzi, pozostawiających jedynie drobny materiał organiczny. Pełni on rolę diasporę mogącą się ukorzeniać i szybko (szybciej niż nasiona) kolonizować i stabilizować łachy (Gurnell et al. 2001; Wyźga 2007). W Polsce badania nad rozwojem kęp rzecznych prowadzone były na Białce (Kaczka, Wyźga 2008) oraz na Czarnym Dunajcu na odcinku Wróblówka - Długopole (Betlej 2010), w którym znajduje się obszar badań.

Celem badań było określenie etapów rozwoju największej występującej na Czarnym Dunajcu kępy. Aby uzyskać pełniejszy obraz rozwoju tej formy zestawiono ze sobą dwie niezależne metody badawcze (dendrochronologię i fotointerpretację). Było to również okazją do porównania dokładności, użyteczności i ograniczeń obu metod w badaniach dynamiki środowiska fluwialnego

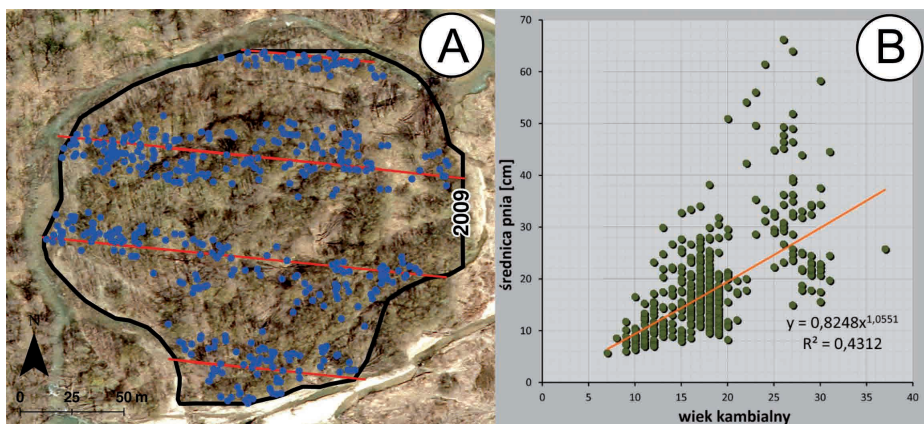
Material i metody

Badana kępa znajduje się w korycie Czarnego Dunajca, na odcinku Wróblówka - Długopole, jednym z niewielu dobrze zachowanych naturalnych fragmentów zwirodennej rzeki roztokowej (Ryc. 1B). Osiąga ona powierzchnię 1,78 ha i jest największą kępą występującą na tej rzece. Stanowi formę o złożonej strukturze, porośniętą przez roślinność łągową tj. wierzby, topole i olsze.



Ryc. 1. Lokalizacja terenu badań na tle Polski (A) i w obrębie koryta Czarnego Dunajca (B)
Fig. 1. Study site localization in Poland (A) and in river bottom of Czarny Dunajec (B)

Analizy rozwoju kępy w naturalnym korycie rzeki roztokowej miały charakter interdyscyplinarnej poprzez zestawienie dwóch technik badawczych. Dendrochronologia posłużyła do określenia wieku drzew w obrębie wyznaczonych 4 transektów (Ryc. 2A). W celu opróbowania najstarszych drzew w obrębie transektów, wybierano osobniki o średnicy pnia powyżej 5 cm – w ten sposób pobrano 474 odwierty. Założono, że średnica pnia będzie dobrym wskaźnikiem wieku drzew – zależność między tymi dwoma elementami jest wprost proporcjonalna (Ryc. 2B). Próby pobierano możliwie najniżej nad ziemią, aby zachować jak najwięcej przyrostów i jak najprecyzyjniej określić moment zasiewu danego osobnika. Próby poddano standardowej obróbce dendrochronologicznej. Pozycja geograficzna każdego z opróbowanych drzew ustalona została za pomocą precyzyjnego GPS terenowego z dokładnością do 0,45 m. Wyniki wieku drzew w formie punktowej (wektorowej) są danymi dyskretnymi - w celu otrzymania informacji ciągłej (powierzchniowej) o rozwoju badanej kępy, przeprowadzono interpolację metodą ważonych odwrotności odległości (IDW), w której wartości skrajne (minimalne i maksymalne), nie są generowane poza zadanymi punktami, a wartością decydującą jest odległość od punktu wyjściowego. Wyniki zwizualizowano w programie ArcMap.



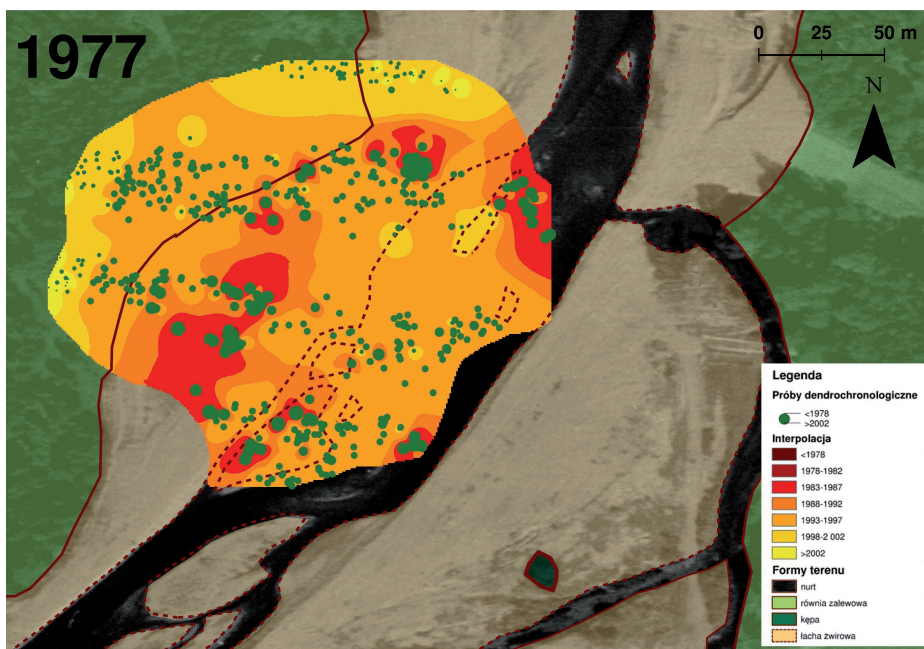
Ryc. 2. Metodyka pobierania odwiertów wzdłuż wytyczonych transektów (A) o możliwie jak największej średnicy (powyżej 5 cm), świadczącej o wieku drzewa

Fig. 2. Methodology of collecting samples - core all trees along four transects (A) with choosing trees with biggest (at least 5 cm) diameter, which is evidence of the tree age

Uzyskane wyniki porównano z danymi pochodzącymi z fotointerpretacji archiwalnych ortofotomap cyfrowych z 5 okresów począwszy od 1977 (1977 skala 1:12 500; 1983 skala 1:13 000; 1994 skala 1:11 500; 2002 i 2009 skala 1:10 000), o wielkości pikseli od 0,5 do 0,75 m. Na bazie opisanego materiału kartograficznego poprzez analizę fototonu (jasności, barwy i kontrastu między pikselami) (Smirnow 1970; Guzik 2008), określona została przynależność każdego elementu badanego terenu do jednej z 4 grup: nurt, równina zalewowa, kępa czy łąka żwirowa.

Wyniki i dyskusja

Wyniki badań dendrochronologicznych zostały nałożone na opracowane zdjęcia lotnicze z 5 momentów w czasie, co wraz z przeprowadzoną interpolacją w efekcie pozwoliło otrzymać modele rozwoju kępy (Ryc. 3).



Ryc. 3. Porównanie stanu kępy w 1977 r (ortofotomapa) i obecnie (obszar interpolacji) oraz model jej rozwoju w okresie 1977-2009 (interpolacja) zbudowany na bazie pobranych odwiertów (zielone koła)

Fig.3. Comparison of island status in 1977 (ortophotomapa) and today (interpolation area) with island development model between 1977-2009 (interpolation) created by using dendrochronological samples (green dots)

Analizując model rozwoju kępy można zaobserwować, że w roku 1977 na miejscu obecnej kępy istniała lewobrzeżna łacha zwirowa, na której w centralnej jej części rozwijała się roślinność. Badania dendrochronologiczne wskazują na istnienie w tym czasie jednego drzewa z roku 1974 (transsekt 2). Na podstawie przeprowadzonych analiz widać intensywną działalność procesów erozyjnych i akumulacyjnych w obrębie analizowanego odcinka koryta Białego Dunajca. Zachodnia część kępy 35 lat temu była równiną zalewową porośniętą dobrze wykształconym nadbrzeżnym lasem łęgowym. W późniejszym okresie brzeg był stale podmywany i erodowany. Dopiero pod koniec lat 80. XX wieku kępa zaczęła rozrastać się w miejsce zerodowanego brzegu.

Dzięki osadzeniu aluwii tworzą się nowe formy w obrębie koryta, najpierw jako łachy zwirowe w następnej kolejności zasiedlane i umacniane przez roślinność. Fragmenty lasu łęgowego na kępach stanowią centrum ich rozwoju i prowadzą do przewagi akumulacji nad erozją w danym fragmencie koryta.

W roku 2002 zaobserwować można już w pełni wykształconą kępę, która przyrastała w częściach marginalnych, co widać na ostatnim modelu z roku 2009. Kępa powstała w wyniku połączenia się pomniejszych łach zwirowych przy współdziałaniu roślinności łądowej pełniącej rolę stabilizatora. Kępy występujące w polskich rzekach roztokowych o naturalnym biegu (Czarny Dunajec, Białka) są formami wielokrotnie mniejszymi od badanej i rozwijają się doprądkowo, wzdłuż nurtu rzeki (Kaczka, Wyźga 2008). Badana kępa w inicjalnym etapie rozwijała się w ten sam sposób,

równoległe do nurtu, z najstarszą środkową częścią, ale już po 10 latach zaczęła się silnie rozrastać w kierunku wschód - zachód, prostopadle do koryta.

Wnioski

- Na podstawie przeprowadzonych badań i analiz stwierdzono, że kępa powstała w wyniku długotrwałego działania procesów sedymentacyjnych i erozyjnych. Rozwój formy wspierany był pojawieniem się roślinności łąkowej, co prowadziło do łączenia i stabilizacji istniejących łach. W okresie ponad 30 lat (1977-2009) badana forma przeszła ewolucję od zespołu niewielkich łach żwirowych do zadrzewionej wyspy zwiększając swoją powierzchnię siedemnastokrotnie.
- Porównanie wyników obu metod (fotointerpretacja i dendrochronologia) wykazało, że badania przeprowadzone metodą dendrochronologiczną, wspomagane nowoczesnymi technikami kartograficznymi (GIS) tworzą bardziej szczegółowy obraz badanej kępy. Przedstawiają z jednej strony przestrzenny przebieg procesów fluwialnych, a dzięki charakterowi jego zapisu w przyrostach, uszczegóławiają również rejestrację jego czasowego przebiegu. Metoda fotointerpretacyjna jest mniej czasochłonna i nie wymaga tak dużego, jak w przypadku pierwszej metody, nakładu pracy, ale w efekcie wyniki są mniej dokładne, a przede wszystkim pozbawione takiej dokładności ciągłości w czasie.
- Wykorzystanie technik GIS umożliwiło, za pomocą interpolacji punktowych wyników wieku drzew, przedstawienie kolejnych etapów rozwoju kępy w formie modelu. GIS umożliwia także zestawienia ze sobą wyników badań obydwoma metodami dając pełniejszy obraz rozwoju tego elementu rzeki wielonurtowej, a także w dalszych badaniach możliwość analiz wieloaspektowych.

Podziękowania

Badania sfinansowane z projektu badawczego NN 305097239 „Znaczenie środowiskowe, degradacja i możliwości rewitalizacji rzek wielonurtowych w południowej Polsce”.

Literatura

- Abbe T. B., Montgomery D. R. 1996. *Large woody debris jams, channel hydraulics and habitat formation in large rivers*. Regulated Rivers: Research and Management 12: 201-221.
- Betlej D. 2010. *Struktura wiekowa kęp rzeki górskiej na przykładzie środkowego biegu Czarnej Dunajca*, praca magisterska, Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, Sosnowiec.
- Edwards P. J., Kollmann J., Gurnell A. M., Petts G. E., Tockner K., Ward J. V. 1999. *A conceptual model of vegetation dynamics on gravel bars of a large Alpine river*. Wetlands Ecology and Management 7: 141-153.
- Fetherston K. L., Naiman R. J., Bilby R. E. 1995. *Large woody debris, physical processes, and riparian forest development in montane river network of the Pacific Northwest*. Geomorphology 13: 133-144.
- Gurnell A. M., Petts G. E. 2002. *Island-dominated landscapes of large floodplain rivers, a European perspective*. Freshwater Biology 47: 581-600.
- Guzik M. 2008. *Analiza wpływu czynników naturalnych i antropogenicznych na kształtowanie się zasięgu lasu i kosodrzewiny w Tatrach*. Praca Doktorska, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja, Wydział Leśny, Katedra Botaniki Leśnej i Ochrony Przyrody, Kraków.
- Kaczka R. J. 1999. *Rola kłód w kształtowaniu systemu fluwialnego i związanych z nim biocenozy (Kamienica, Gorce)*. W: Chelmicki W., Pociask-Karteczka J. (red.). *Interdyscyplinarność w badaniach dorzecza*, Kraków. 245-251.
- Kaczka R. J. 2002. *Rola kłód w modelowaniu koryt potoków górskich w Europie Środkowej*, praca doktorska, Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, Sosnowiec.
- Kaczka R. J., Wyżga B. 2008. *Formowanie i dynamika kęp rzeki górskiej w zapisie dendrochronolo-*

gicznym na przykładzie dolnego biegu Białki. W: Wyźga B. (red.). Stan środowiska rzek południowej Polski i możliwości jego poprawy - wybrane aspekty, Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków 5: 93-102.

Kondracki J. 1998. *Geografia regionalna Polski*. PAN, Warszawa.

Sedell P. A., Bisson P. A., Swanson F. J., Gregory S. V. 1988. *What we know about large trees that fall into streams and rivers*. W: Maser G., Tarrent R. F., Franklin J. F. (Eds.). *From the Forest to the Seas: a Story of Fallen Trees*, USDA Forest Service, Pacific Northwest Station, Portland 229: 47-81.

Smirnow J. 1970. *Teoretyczne podstawy fotointerpretacji*. PWN, Warszawa.

Ward J. V., Tockner K., Edwards P. J., Kollmann J., Bretschko G., Gurnell A. M., Petts G. E., Rossaro B. 1999. *A reference river system for the Alps: the Fiume Tagliamento*. *Regulated Rivers: Research and Management* 15: 63-75.

Wyźga B., Kaczka R. J. 2002. *Gruby rumosz drzewny w ciekach górskich — formy występowania, warunki depozycji i znaczenie środowiskowe*. *Folia Geographica* 33-34: 117-138.

Wyźga B. 2007. *Gruby rumosz drzewny: depozycja w rzece górskiej, postrzeganie i wykorzystanie do rewitalizacji cieków górskich*. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.

Zawiejska J., Wyźga B. 2002. *Uwarunkowania depozycji grubego rumoszu drzewnego w szerokiej rzece górskiej na przykładzie Czarnego Dunajca*. VI Zjazd Geomorfologów Polskich. Środowiska górskie - ewolucja rzeźby. Jelenia Góra 11-14.09.2002. 141-142.

**Aneta Rzepecka^{1*}, Barbara Czajka¹, Paweł Mikuś², Ryszard J. Kaczka¹,
Bartłomiej Wyźga²**

*aneta.rzepecka@gmail.com

¹Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski

²Instytut Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk w Krakowie