

Stan wody w korycie a aktywność podłoża na krawędzi terasy zalewowej

Szymon Bijak, Joanna Remisz, Matylda Witek

Abstrakt. Celem pracy była identyfikacja powolnych ruchów masowych w obrębie krawędzi terasy zalewowej oraz ustalenie ich relacji ze stanem wody w korycie. Badania przeprowadzono w półkilometrowym odcinku Ścinawki (SW Polska) poniżej posterunku wodowskazowego w Gorzuchowie (50° 29' N, 16° 34' E). By zidentyfikować epizody aktywności podłoża budującego krawędź doliny rzecznej, przeanalizowano reakcję 9 wierzb porastających badany odcinek. Intensywność przemieszczania się podłoża w obrębie strefy krawędziowej terasy zalewowej Ścinawki koło Gorzuchowa wykazywała znaczą zmienność w czasie. Największe wartości wskaźnika odpowiedzi ($I > 75\%$) wystąpiły na początku lat 80. i 90. XX wieku. Od roku 2002 badane wierzy rejestrują ruchy podłoża tylko w nieznacznym stopniu ($I < 30\%$). Uzyskane zależności są w większości przypadków istotne statystycznie, lecz bezpośrednie powiązanie aktywności podłoża ze stanem wód w rzece pozostaje jednak dyskusyjne i wymaga dalszych analiz.

Słowa kluczowe: terasa zalewowa, stan wody, aktywność podłoża, metoda dendrochronologiczna, wierzba, Ścinawka

Abstract. Water level and ground activity at the edge of the floodplain. Dendrochronological method was used to analyse the effect of river water level on the slow channel-wards movements of material that builds the riverbanks. Investigations were performed on 0,5 km section in the lower course of the Ścinawka river (SW Poland). Research material consisted of cores taken from 9 willows and hydrometric time series from Gorzuchów water-gauge (50° 29' N, 16° 34' E). Trees growing on riverbanks recorded ground activity in their radial increment and stem morphology. The most intensive movements took place in 1980s/1990s (response index $I > 75\%$). Since 2002 analysed willows have not revealed high ground activity ($I < 30\%$). Correlation between hydrological parameters and response index values is significant, but indication of direct relationship between water level and ground activity requires further studies.

Key words: floodplain, water level, ground activity, dendrochronological method, willow, Ścinawka

Wstęp

Wzrost drzew jest kształtowany przez zespół czynników środowiskowych, które oddziałują na rośliny z różnym natężeniem (Schweingruber 1996; Stoffel i Bollschweiler 2008). Obok

czynników wpływających na wzrost nieprzerwanie (temperatura, wilgotność powietrza, właściwości gleby), istotną rolę odgrywają także zdarzenia występujące epizodycznie, mające często destrukcyjny charakter (np. pożary lasu, lawiny czy powodzie).

Dolina rzeczna jest specyficznym ekosystemem, w którym relacje między poszczególnymi jego składowymi (rzeka, aluwia, roślinność, klimat) mogą zachodzić nieraz z dużą intensywnością (O'Connor i in. 2003). Drzewa porastające brzegi rzek znajdują się pod bezpośrednim oddziaływaniem przepływającej wody, zwłaszcza w warunkach wezbraniowych. Okresowo pojawiające się stany wysokiej wody powodują z jednej strony czasowe pogorszenie warunków wzrostu (podtopienie korzeni i pni, warunki beztlenowe), z drugiej zaś dostarczają osady tworzące żyzne mady. Nadmiar wody, szczególnie zaś jej stagnacja, stanowi czynnik stresu dla drzew, chociaż niektóre, w zależności od swoich preferencji ekologicznych, znoszą takie warunki nieco lepiej. Obecność drzew w pobliżu rzeki może wpływać również na rzeźbę strefy brzegowej koryta oraz doliny rzecznej (formy akumulacyjne lub erozyjne).

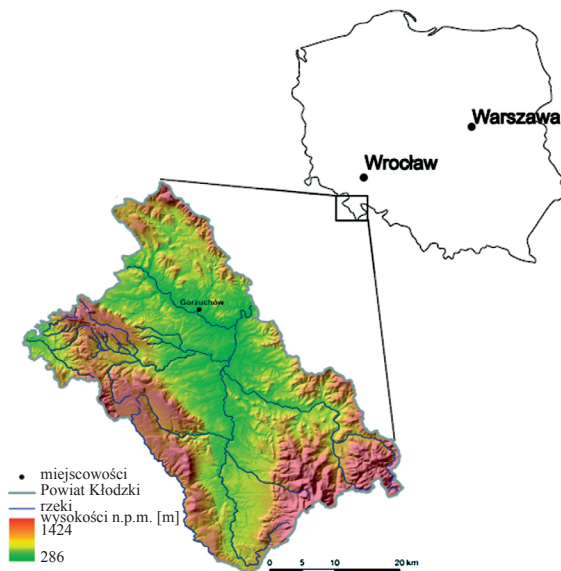
Analizy słoików przyrostu rocznego drzew wielokrotnie były wykorzystywane do odtworzenia historii wezbrań oraz w badaniach wzajemnych relacji między poszczególnymi elementami systemu dolina rzeczna–rzeka–roślinność (St. George 2010). Wśród prac prowadzonych w tym zakresie w Polsce należy wymienić przede wszystkim badania roli rumoszu drzewnego w kształtowaniu rzeźby i procesów zachodzących w korycie rzeczonym (Kaczka 1999; Malik 2006, 2008; Malik i Owczarek 2006). Przedmiotem zainteresowań było także powstawanie i rozwój kęp śródrzecznych (Kaczka i Wyźga 2008; Rzepecka i in. 2012) oraz rzeźbotwórcza rola wezbrań różnej wielkości (Malik i in. 2012). Zielonka i in. (2010) badali natomiast jak transportowany w rzece materiał oraz sama woda oddziałują na roślinność porastającą dolinę.

Celem pracy była identyfikacja powolnych ruchów masowych w obrębie krawędzi terasy zalewowej oraz ustalenie ich relacji ze stanem wody w korycie.

Material i metody

Badania przeprowadzono w dolnym odcinku Ścinawki (7+670-8+170 km), położonym w Obniżeniu Ścinawki w Sudetach Środkowych (Kondracki 2002). Stanowisko badawcze (ryc. 1) zlokalizowano poniżej posterunku wodowskazowego w Gorzuchowie (50° 29' N, 16° 34' E), u stóp twardestwocowego wzniesienia Góry Orlej (395 m n.p.m.), zbudowanego z paleozoicznych skał metamorficznych. Na analizowanym odcinku dolina Ścinawki w przeważającej części jest szeroka i ma stosunkowo płaskie dno. Założona jest w obrębie grubej warstwy osadów plejstoceńskich, wśród których odsłaniają się wychodnie zbudowane ze skał bardziej odpornych (Wojciechowska 1966). Wysokie, miejscami nawet dwustopniowe, terasy porośnięte są dość gęsto przede wszystkim wierzbami, dębami i olszami. Pas tej roślinności nie jest jednakże zawsze szeroki i ciągły, a drzewa koncentrują się głównie w strefie do ok. 15 m od brzegu.

Zebrany materiał badawczy pochodził z drzewiastych form wierzby *Salix* sp. porastającej strefę przykorytową na prawym brzegu wybranego odcinka Ścinawki. Badania objęły zarówno te pochylone w stronę koryta (cecha morfologiczna sugerująca przemieszczanie się podłoża, na którym rośnie drzewo – por. np. Alestalo 1971; Strunk 1997), jak i te z prostym pnem. Świdrem Presslera pobrano po dwa wywierty dordzeniowe, po jednym z przeciwnych względem koryta stron pnia. Pozyskano materiał z 9 drzew (7 pochylonych i 2 proste). Pomiaru szerokości przyrostów rocznych dokonano w programie CooRecorder (www.cybis.se), a ich poprawność i synchroniczność sprawdzono w programie CDendro (www.cybis.se).



Ryc. 1. Lokalizacja obszaru badań

Fig. 1. Study site location

Identyfikacji epizodów powolnego przemieszczania się drobnofrakcyjnego materiału budującego dolinę rzeczną w kierunku koryta dokonano, porównując przebieg krzywych przyrostowych reprezentujących odkorytową i dokorytową część pnia badanych drzew. Wystąpienie tego zjawiska stwierdzano na podstawie charakterystycznego rozejścia się wykresów szerokości przyrostów rocznych. Świadczy ono o odłożeniu przez drzewo dekoncentrycznego przyrostu wywołanego przez działanie sił związanych z przemieszczającym się podłożem (Malik 2008; Remisz i Bijak 2011, 2012). Dla każdego stwierdzonego epizodu aktywności krawędzi terasy określono rok początkowy oraz czas jego trwania w miejscu wzrastania danego drzewa. By przeanalizować reakcję badanych drzew na przemieszczanie się materiału budującego krawędź doliny rzecznej w czasie, obliczono wskaźnik odpowiedzi (Shroder 1978):

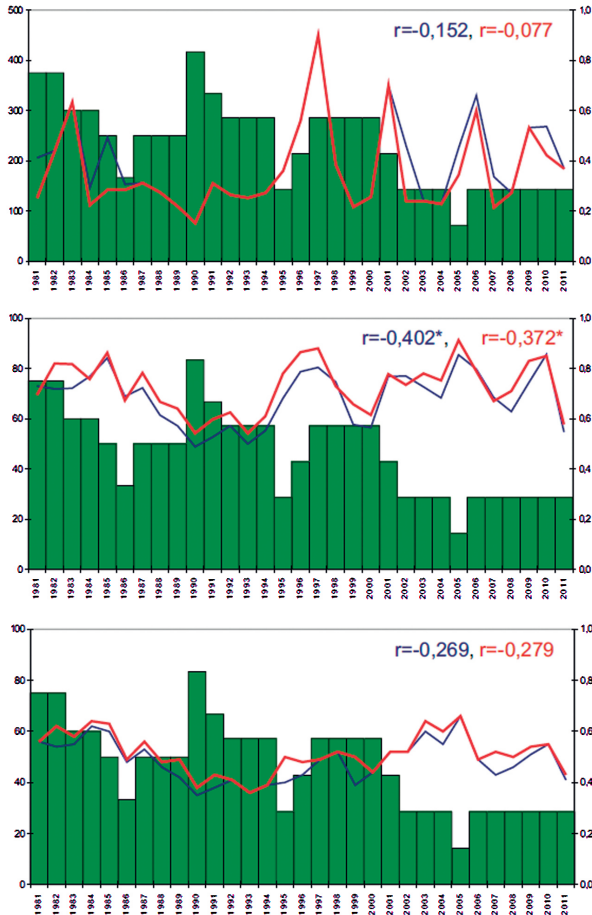
$$I_t = \frac{\sum R_t}{\sum A_t},$$

gdzie: R_t – liczba drzew wykazująca dekoncentryczny przyrost w roku t , A_t – liczba drzew, które odłożyły przyrost w roku t (minimum 3), t – rok.

Następnie w celu ustalenia czy aktywność gruntu w strefie krawędzi terasy rzecznej jest powiązana ze stanem wody w korycie, wartości wskaźnika I porównano z najniższymi absolutnymi, średnimi najniższymi, średnimi, średnimi najwyższymi i najwyższymi absolutnymi wartościami stanu wody w korycie Ścinawki w okresie wegetacyjnym (kwiecień–październik) oraz największej aktywności kambium (kwiecień–lipiec). Dane hydrologiczne pochodziły z wodowskazu Górzuchów i obejmowały lata 1981–2011.

Wyniki

Spośród badanych pochylonych wierzb sześć wykształciło dekoncentryczny przyrost. Łącznie stwierdzono 11 przypadków odłożenia przez drzewa różnej ilości drewna po dokorytowej i odkorytowej stronie pnia. Intensywność odpowiedzi badanych drzew na przemieszczanie się podłoża w obrębie strefy krawędziowej terasy zalewowej Ścinawki koło Gorzuchowa wykazywała znacząco zmienność w czasie (ryc. 2). Największe wartości wskaźnika odpowiedzi



Ryc. 2. Wskaźnik odpowiedzi (słupki) analizowanych wierzb oraz najwyższy (góra), średni (środek) i najniższy (dół) stan wody w Ścinawce w okresie IV–VII (czerwona linia) i IV–X (niebieska linia) w latach 1981–2011 (* wsp. korelacji istotny przy $p = 0,05$)

Fig. 2. Response index (bars) for analysed willows and high (top), average (centre) and low (bottom) water level in Ścinawka river in 1981–2011 for IV–VII (red line) and IV–X (blue line) periods (correlation significant at $p = 0.05$)*

($I > 75\%$) wystąpiły na początku lat 80. i 90. XX wieku. Od roku 2002 badane wierzby rejestrują ruchy podłoża w nieznacznym stopniu ($I < 30\%$). Uzyskane zależności między wskaźnikiem I a stanami wody w Ścinawce są na ogół wyraźne, chociaż nie zawsze istotne statystycznie (ryc. 2). Najwyższe wartości współczynnika korelacji Pearsona otrzymano dla stanów średnich i średnich najniższych w obu badanych okresach (odpowiednio $r_{IV-X} = -0,402$ i $r_{IV-VII} = -0,372$ oraz $r_{IV-X} = -0,366$ i $r_{IV-VII} = -0,355$) oraz średnich najwyższych w okresie wegetacyjnym ($r_{IV-X} = -0,379$). Korelacja intensywności odpowiedzi badanych wierzb na ruchy materiału tworzącego krawędź terasy z absolutnymi najniższymi i najwyższymi stanami wody w Ścinawce nie była istotna statystycznie.

Dyskusja

Dolny fragment koryta Ścinawki, w tym także odcinek badawczy, utrwała meandrowy wzorec koryta. Brzegi ciek poddawane są intensywnej erozji bocznej. Nisze przykorytowe, które osiągają wysokość od 0,5 do 3 m i długość nawet kilkunastu metrów, oraz skarpy erozyjne tworzą się głównie w miejscach do tego predysponowanych, tj. na zewnętrznych brzegach zakolii. Ich powstawaniu sprzyja słabo skonsolidowany materiał budujący brzegi – zdeponowane przez rzekę piaski z domieszką ilów. O współczesnej dynamice form erozyjnych świadczą osunięcia pakietów ziemnych, odsłonięcia korzeni drzew oraz tworzenie się nawisów ziemno-darniowych, a także powyginane pnie drzew. W korycie Ścinawki zachodzą także, chociaż na mniejszą skalę, procesy depozycyjne, czego efektem jest obecność śródkorytowych i przybrzeżnych łach piaszczystych i piaszczysto-żwirowych, rzadko jednak utwalonych roślinnością. Układ form korytowych nie jest więc stabilny i ulega częstemu przemodelowaniu, zwłaszcza po większych epizodach wezbraniowych. Ponieważ Ścinawka charakteryzuje się nieustabilizowanym przepływem, okresowe gwałtowne wezbrania bywają przyczyną nie tylko zmian morfologii koryta, ale także katastrofalnych powodzi.

Na badanym odcinku Ścinawki poziom wody w korycie nie różnicuje szerokości przyrostów bezpośrednio jako czynnik wzrostu (Bijak i in. 2013), lecz wpływa na przyrost drzew porastających brzegi, przekładając się na aktywność podłoża w strefie krawędziowej terasy rzecznej. Stwierdzona dekoncentryczność przyrostów rocznych może świadczyć o zachodzeniu ruchów masowych w obrębie budujących krawędź doliny rzecznej piasków. Współczesne studia Malika (2006, 2008) oraz Malika i in. (2012) wskazują na zapisaną w przyrostach drzew rolę wód rzecznych w podcinaniu brzegów, a tym samym inicjujących erozję dolnych partii terasy zalewowej i aktywizacji przemieszczania się podłoża w kierunku koryta. W niniejszych badaniach stwierdzono co prawda istotną korelację stopnia aktywności podłoża określonego na podstawie intensywności odpowiedzi rosnących na terasie wierzb ze stanem wód w korycie Ścinawki, jednakże miała ona charakter negatywny. Oznacza to, że wzrost poziomu wody powodował zmniejszenie reakcji drzew na przemieszczanie się podłoża. Być może wynika to z pewnego rodzaju „opóźnienia” w przekazywaniu odpowiedzi przez poszczególne elementy układu rzeka–podłoże–roślinność. Podcinanie brzegu, a co za tym idzie i uruchamianie podłoża na krawędzi terasy, nie musi być bezpośrednio wywoływane ekstremalnie wysoką wodą, która z reguły trwa dość krótko. Istotną rolę może tu odgrywać powolne, ale systematyczne wypłukiwanie materiału z brzegów przez rzekę niosącą normalną ilość wody. Sigafos (1964) sugerował, że właśnie to jest czynnikiem powodującym charakterystyczne wyginanie pni drzew rosnących przy korycie. Ekstremalne, powodziowe wezbrania mogą z kolei być odpowiedzialne za przewrócenie lub całkowite usunięcie drzew. Istnieje też możliwość, że ruchy podłoża w obrębie terasy zalewowej

Ścinawki koło Gorzuchowa zostały zainicjowane przez inne czynniki niż woda z rzeki. Za najczęstszą przyczynę tego typu procesu, niezależnie od form terenu, w których występuje, uważa się opady atmosferyczne (Stoffel i in. 2005).

Podsumowanie

Porastające krawędź terasy drzewa zapisały w słojach przyrostu rocznego reakcją na powolne przemieszczanie się materiału brzegowego w kierunku koryta. Stwierdzona korelacja aktywności podłoża terasy zalewowej (określonej na podstawie intensywności odpowiedzi rosnących na niej wierzb) ze stanem wód w korycie Ścinawki była istotna, ale miała charakter negatywny. Oznacza to, że wzrostowi poziomu wody w rzece odpowiadało zmniejszenie reakcji drzew na przemieszczanie się podłoża. Być może wynika to z pewnego rodzaju „opóźnienia” w przekazywaniu odpowiedzi przez poszczególne elementy układu rzeka–podłoże–roślinność. Na obecnym etapie badań bezpośrednie powiązanie aktywności podłoża ze stanem wód Ścinawki pozostaje jednak dyskusyjne.

Podziękowania

Dane hydrologiczne udostępnione przez IMGW w ramach porozumienia z IGRR UW.

Literatura

- Alestalo J. 1971. Dendrochronological interpretation of geomorphic processes. *Fennia*, 105: 1–140.
- Bijak Sz., Remisz J., Witek M. 2013. Rola stanów wody w przyroście radialnym drzew i aktywności podłoża w strefie krawędzi terasy zalewowej na przykładzie Ścinawki w okolicach Gorzuchowa. *Przyroda Sudetów* 16: 139–146.
- Kaczka R.J. 1999. The role of coarse woody debris in fluvial processes during the flood of the July 1997, Kamienna Łąka valley, Beskidy mountains, Poland. *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 33: 119–129.
- Kaczka R.J., Wyźga B. 2008. Formowanie i dynamika kęp rzeki górskiej w zapisie dendrochronologicznym 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. 2002. *Geografia regionalna Polski*. PWN, Warszawa.
- Malik I. 2006. Contribution to understanding the historical evolution of meandering rivers using dendrochronological methods: example of the Mała Panew River in southern Poland. *Earth Surface Processes and Landforms*, 31 (10): 1227–1245.
- Malik I. 2008. Dendrochronologiczny zapis współczesnych procesów rzeźbotwórczych kształtujących stoki i doliny rzeczne wybranych stref krajobrazowych Europy Środkowej. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego. Katowice.
- Malik I., Owczarek P. 2006. Wykorzystanie odsłoniętych korzeni drzew do określenia przebiegu erozji zboczy dolin i dostawy zwietrzelin do koryt rzek górskich (Sudety Wschodnie). *Czasopismo Geograficzne*, 76 (3): 101–116.

- Malik I., Wistuba M., Stopka R., Trąbka K. 2012. Rzeźbotwórcza rola wezbrań o różnej wielkości zapisana w anatomii drewna drzew, przykład z Hrubého Jesenika (Sudety Wschodnie). *Studia i Materiały CEPL, Rogów*, 30 (1): 157–165.
- O'Connor J.E., Jones M.A., Haluska T.L. 2003. Flood plain and channel dynamics of the Quinault and Queets Rivers, Washington, USA. *Geomorphology* 51: 31–59.
- Remisz J., Bijak Sz. 2011. Stoki usypiskowe Ostrzycy i ich aktywność w świetle badań dendrogeomorfologicznych. *Przyroda Sudetów*, 14: 197–206.
- Remisz J., Bijak Sz. 2012. Dendrochronologiczny zapis aktywności stoków usypiskowych Suchawy i Kruczej Skały (Sudety Środkowe). *Przyroda Sudetów*, 15: 209–218.
- Rzepecka A., Czajka B., Mikuś P., Kaczka R.J., Wyźga B. 2012. Rozwój kępy o złożonej strukturze w zwirowanej rzece górskiej. Wyniki analiz dendrochronologicznych i kartograficznych. *Studia i Materiały CEPL, Rogów*, 30 (1): 105–110.
- Schweingruber F.H. 1996. Tree rings and environment. Dendroecology. Swiss Federal Institute for Forests, Snow and Landscape Research Birmensdorf and Paul Haupt-Verlag, Bern, Stuttgart, Vienna.
- Shroder J.F. Jr. 1978. Dendrogeomorphological analysis of mass movement on Table Cliffs Plateau, Utah. *Quaternary Research*, 9: 168–185.
- Sigafoos R. 1964 Botanical evidence of floods and flood-plain deposition. *US Geol. Surv. Prof. Paper* 485A.
- St. George S. 2010. Tree rings as paleoflood and paleostage indicators. W: Stoffel M., Bollschweiler M., Butler D.R., Luckman B.H. (red.). *Tree-ring reconstructions in natural hazards research: a state-of-the-art*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York: 233–240.
- Stoffel M., Bollschweiler M. 2008. Tree-ring analysis in natural hazards research – an overview. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 8: 187–202.
- Stoffel M., Conus D., Grichting M., Raetzo H., Gärtner H., Monbaron M. 2005. 400 years of debris-flow activity and triggering weather conditions: Ritigraben, Valais, Switzerland. *Antarctic and Alpine Research*, 37: 387–395.
- Strunk H. 1997. Dating of geomorphological processes using dendrogeomorphological methods. *Catena*, 31: 137–151.
- Wojciechowska I. 1966. Budowa geologiczna metamorfiku dorzecza Ścinawki Kłodzkiej. *Geologia Sudetica*, 2: 261–293.
- Zielonka T., Holeksa J., Ciapała S. 2010. A 100-year history of floods determined from tree rings in a small mountain stream in the Tatra Mountains, Poland. W: Stoffel M., Bollschweiler M., Butler D.R., Luckman B.H. (red.). *Tree rings and natural hazards: A state-of-the-art*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York: 263–275.

Szymon Bijak¹, Joanna Remisz, Matylda Witek²

¹ Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Leśny,
Samodzielna Pracownia Dendrometrii i Nauki o Produkcyjności Lasu
szymon.bijak@wl.sggw.pl
joanna.remisz@yahoo.pl

² Uniwersytet Wrocławski, Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego
matylda.witek@uni.wroc.pl