

Interpretacja intensywności zdarzeń powodziowych w aluwiach wałów przykorytowych Drwęcy i Tążyny na podstawie zapisu sedymentologicznego i badań skażenia pierwiastkami śladowymi

Jacek B. Szymańda*

Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Instytut Geografii, ul. Gagarina 9, 87-100 Toruń

Wprowadzenie

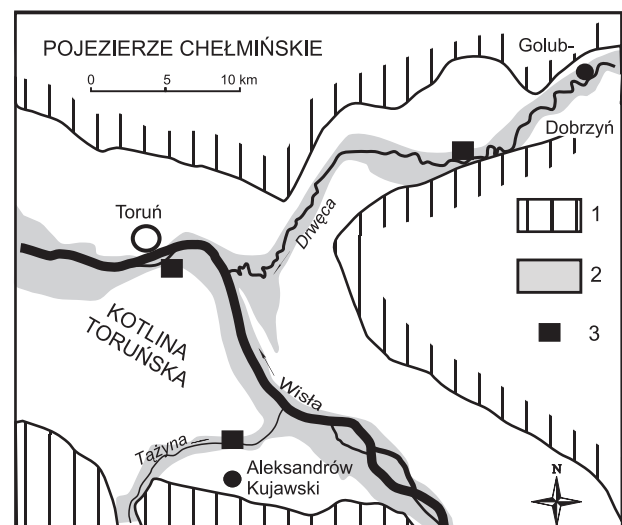
Problematyka interpretacji tempa akumulacji osadów na równinach zalewowych w aspekcie intensywności powodzi jest zagadnieniem skomplikowanym. Wynika to z dużej dynamiki i złożoności procesów akrecji w środowisku pozakorytowym, które utrudniają korelację zdarzeń powodziowych z ich efektem sedymentacyjnym. Pomimo tych trudności podejmowane są liczne próby określenia intensywności zdarzeń powodziowych na podstawie badań stratygraficznych aluwiów pozakorytowych w oparciu o datowania radiowęglowe i luminescencyjne lub analizy dendrochronologiczne pni drzew w nich po-grzebanych, oraz szacowania tempa akrecji w oparciu o pomiary aktywności radioizotopów i analizy zmian koncentracji metali ciężkich w osadach (m.in.: Klimek, Zawilińska 1985, Froehlich, Walling 1992, MacKlin, Klimek 1992, He, Walling 1996, Walling, He 1997, Szwarczewski 1999, 2002, Czajka 2000, Ciszewski 2001, Starkel 2001, Ciszewski, Malik 2004, Szymańda 2005, Kalicki 2006, Łokas i in. 2006).

Interpretacja tempa akumulacji pozakorytowej tych samych serii aluwiów przeprowadzona różnymi metodami może prowadzić do odmiennych wniosków. Przykładem rozbieżności w szacowaniu tempa przyrostu mogą być wyniki przeprowadzonych przez mnie badań litofacjalnych i analiz skażenia aluwiów metalami ciężkimi osadów wałów przykorytowych w dolinie Drwęcy i Tążyny.

* e-mail: szmanda@geo.uni.torun.pl

Obszar i metody badań

Badania litofacjalne oraz analizy skażenia metalami aluwiów powodziowych prowadziłem w latach 1997–2000 na obszarach testowych w dolinach Wisły, Drwęcy i Tążyny (Szymańda 2000). Lokalizację obszarów testowych w dolinach Drwęcy i Tążyny przedstawiono na rycinie 1. Na ich podstawie stwierdziłem cykliczność sedymentacji wezbraniowej wyrażonej w



Ryc. 1. Lokalizacja obszarów testowych w dolinie Drwęcy i Tążyny
1 – wysoczyzna morenowa, 2 – równina zalewowa, 3 – obszary testowe

rytmach (Szymańska 2006). Natomiast analiza koncentracji pierwiastków śladowych w aluwiach pozakorytowych Wisły w Toruniu wykazała ich przydatność do oszacowania względnego wieku współczesnej akumulacji powodziowej (Szymańska 2005).

Analizy koncentracji metali ciężkich wykonano metodą spektrometrii fluorescencji rentgenowskiej (XRF), na aparacie Spectroscan V firmy Spectron-Optel RMA w Pracowni Chemicznych Procesów Proekologicznych Wydziału Chemii UMK w Toruniu. We frakcji mułkowo-ilastej próbek aluwiów przesianych przez sита 0,063 mm oznaczono zawartość m.in. następujących pierwiastków: Pb, Zn i Cd. Uzyskane wyniki są porównywalne z wynikami oznaczanymi metodą spektrometrii absorpcji atomowej – AAS (Shefsky 1997), a wartości koncentracji metali ciężkich są zbliżone do wartości stwierdzonych przez Szwarczewskiego (1999, 2002) w aluwiach Wisły.

Oszacowanie tempa akumulacji powodziowej na podstawie koncentracji metali ciężkich

W analizowanych aluwiach występują podwyższone w stosunku do tła geologicznego koncentracje pierwiastków śladowych. Skażenie osadów ołowiem, cynkiem i kadmem jest w niektórych próbkach nawet kilkukrotnie wyższe niż poziom tła geologicznego: Pb – 5–10 ppm, Zn – 30–70 ppm, Cd – 0–0,2 ppm (Szwarczewski 2002). Uśredniona zawartość tych metali w aluwiach wału brzegowego w dolinie Drwęcy wynosi: Pb – 20,1 ppm, Zn – 93,7 ppm, Cd – 1,1 ppm, a w dolinie Tążyny: Pb – 24,8 ppm, Zn – 133,9 ppm, Cd – 0,1 ppm.

W profilach pionowych zawartość pierwiastków śladowych ulega zmianie. W profilu wykonanym w aluwiach Drwęcy zawartość ołowiu waha się w zakresie od 6 do 39 ppm, cynku w zakresie od 67 do 130 ppm i kadmu od 0,1 do 2,8 ppm (ryc. 2). Odpowiednio w profilu wykonanym w aluwiach Tążyny koncentracja ołowiu zmienia się w zakresie od 15 do 38 ppm, cynku od 90 do 180 ppm, a skażenia kadmem nie stwierdza się (ryc. 3). Znaczna rozbieżność pomiędzy wartościami maksymalnych i minimalnych koncentracji pierwiastków śladowych w niektórych profilach aluwiów determinowana jest dużą zmiennością ich dostawy z lokalnych źródeł zanieczyszczeń (Szwarczewski 1997). Szwarczewski (2002) w artykule dotyczącym zmiany zawartości metali ciężkich w aluwiach dolnej Wisły w XX w. stwierdza, że największą zawartością metali ciężkich charakteryzują się osady akumulowane w latach 60. i 70. ubiegłego stulecia, a osady obecnie płynące w Wiśle cechują się znacznie niższą ich zawartością.

Analizując zmiany koncentracji badanych pierwiastków śladowych w aluwiach Drwęcy i Tążyny,

można zaobserwować od spągu początkowy wzrost, a następnie spadek ich zawartości na różnych głębokościach. W aluwiach Drwęcy spadek zawartości ołowiu występuje na głębokości 42–45 cm (z 36 do 11 ppm), cynku na głębokości 20–35 cm (ze 107 do 67 ppm), a kadmu – 32–35 cm (z 2,7 do 0,8 ppm). Należy jednak dodać, że w stropie tego profilu na głębokości do 15 cm obserwuje się znowu wzrost koncentracji cynku (do 130 ppm) i ołowiu (do 21 ppm). W profilu aluwiów wału przykorytowego w dolinie Tążyny badania skażenia metalami ciężkimi wykonano tylko w 5 próbkach na głębokości od 23 do 40 cm. Jednak tu także można zaobserwować od spągu początkowy wzrost, a potem spadek koncentracji ołowiu na głębokości 30–34 cm (z 38 do 26 ppm), cynku na głębokości 23–30 cm (ze 180 do 131 ppm), a kadmu zarejestrowano tylko w próbce pobranej z głębokości 30 cm (0,05 ppm – co mieści się w poziomie tła geologicznego). Uogólniając, można stwierdzić, że spadek zawartości analizowanych metali ciężkich występuje na głębokości 30–45 cm w aluwiach Drwęcy i na głębokości 30–35 cm w aluwiach Tążyny.

Przyjmując założenie, że od czasu zmniejszenia się obserwowanego przez Szwarczewskiego (2002) skażenia aluwiów pierwiastkami śladowymi, które rejestrowane jest od końca lat 70. ubiegłego wieku, powódzie w dolinach Drwęcy i Tążyny występowały co najmniej raz do roku, przeciętne tempo akumulacji aluwiów w strefie wałów przykorytowych wynosi około 1 cm rocznie. Tak oszacowane tempo akumulacji jest zbliżone do określanego na podstawie aktywności izotopu Pb²¹⁰ w strefie przykorytovej na równinie zalewowej górnej Warty (Łokas i in. 2006).

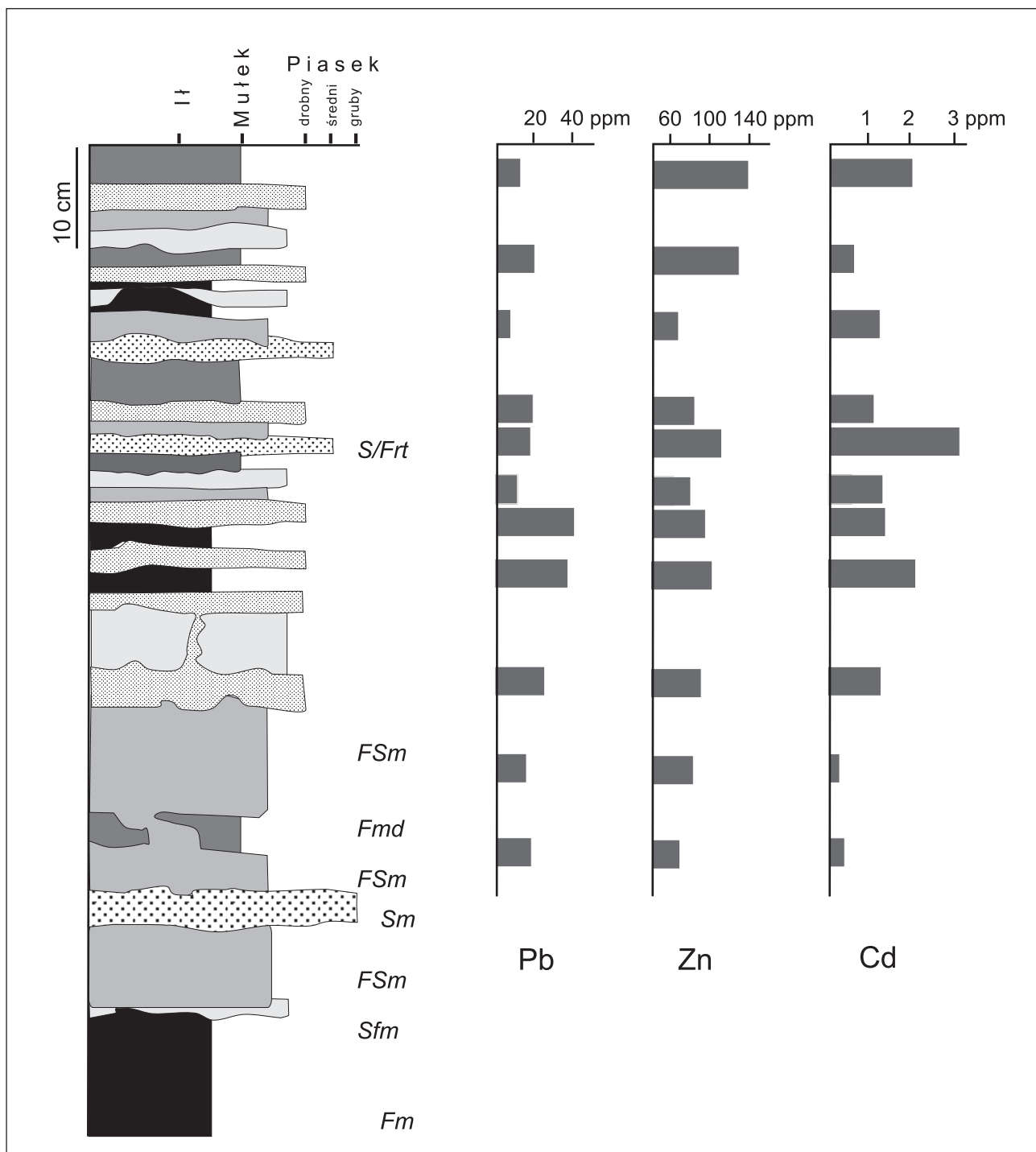
Oznaczenie miąższości akumulacji podczas pojedynczej powodzi na podstawie zapisu litofacjalnego

W aluwiach wałów przykorytowych Drwęcy i Tążyny występują charakterystyczne struktury litofacji rytmu powodziowego (Szymańska 2006). Podobne struktury były opisywane m.in. przez Antczak (1985) i Zielińskiego (1998). Litofację rytmu (rt) zdefiniowałem jako mono- (Srt) lub polifrakcyjny (S/Frt) wielozestaw lamin o strukturze horyzontalnej lub semihoryzontalnej (ryc. 2 i 3). Wielozestawy lamin składają się z rytmów, czyli zestawów dwóch lamin, powstających w czasie wznoszenia (dolna lamina gruboziarnista) i opadania (górną lamina drobnoziarnista) fali wezbraniowej. W aluwiach wielofrakcyjnych granice pomiędzy poszczególnymi rytмами są wyraźne, często erozyjne oraz podkreślone różnicami uziarnienia sąsiednich lamin. W osadach jednofrakcyjnych granice rytmów są słabo wyrażone, ich identyfikacja makroskopowa jest możliwa na podstawie zmiennego zabarwienia spowodowanego do-

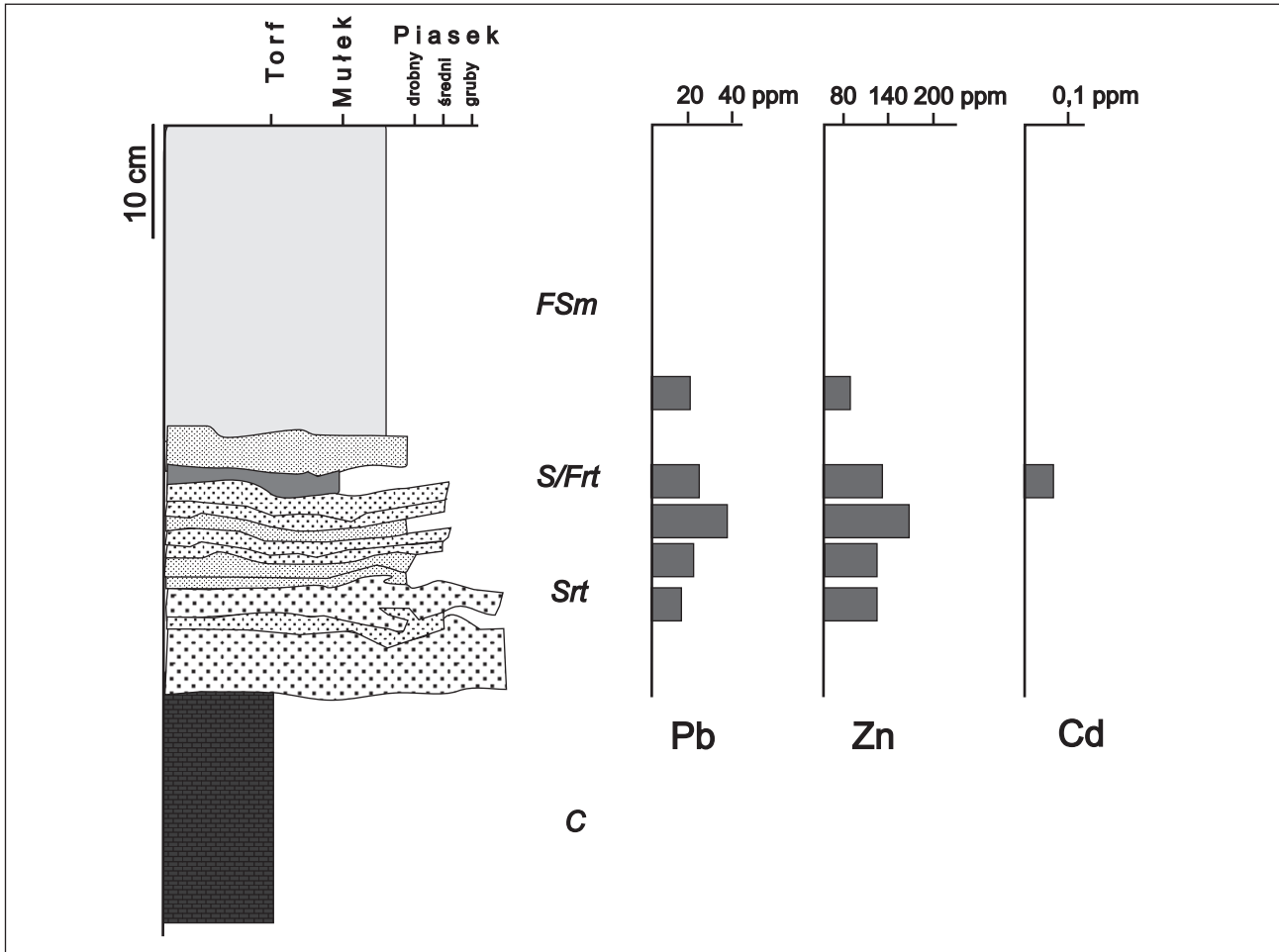
mieszką materii organicznej w laminach pochodzących z opadania fali wezbraniowej.

W analizowanych dwóch profilach wałów brzegowych powyżej poziomu, w którym zarejestrowano spadek koncentracji metali ciężkich, zapisana w aluwiach rytmika powodziowa występuje tylko w profilu z doliny Drwęcy (ryc. 2). W profilu tym od głębokości 40 cm, gdzie notowany jest początek spadku skażenia aluwiów ołowiem w kierunku stropu, wyznaczyłem 10 rytmów odpowiadających pojedynczym epizodom powodziowym. Natomiast od głębokości 30 cm, na

której następuje lokalny spadek koncentracji cynku i kadmu, wyznaczyłem 7 rytmów. Przeciętne roczne tempo akumulacji wyznaczone w tym profilu na podstawie obserwowanego spadku skażenia aluwiów metalami ciężkimi zanotowanego przez Szwarczewskiego (2002) od początku lat 70. można oszacować na od 1 cm (spadek Zn i Cd) do 1,3 cm (spadek Pb). Natomiast na podstawie rytmów powodziowych tempo akumulacji wezbraniowej w tym profilu można określić na przeciętnie około 4 cm w czasie jednego zdarzenia.



Ryc. 2. Profil litofacyjny i profile zmian koncentracji metali ciężkich w aluwiach wału przykorytowego w dolinie Drwęcy



Ryc. 3. Profil litofacyjny i profile zmian koncentracji metali ciężkich w aluwiach wału przykorytowego w dolinie Tążyny

Wnioski

Na podstawie analizy zmian skażenia aluwiów powodziowych w dwóch wałach przykorytowych w dolinie Drwęcy i Tążyny oszacowałem, że roczne tempo akumulacji osadów w sąsiedztwie koryt tych rzek wynosi około 1 cm. Jednak tak oszacowane tempo nie odpowiada przeciętnemu rzeczywistemu przyrostowi osadów w czasie pojedynczego zdarzenia wezbrańniowego. Na podstawie zapisu strukturalnego litofacji rytmu powodziowego w wale przykorytowym w dolinie Drwęcy ustaliłem, że w czasie jednego epizodu powodziowego akumulowana jest warstwa pojedynczego rytmu (podwójnego zestawu lamin) o miąższości od 3 do 6 cm. Przeciętnie podczas jednej powodzi na badanym wale przykorytowym osadzone zostało około 4 cm aluwiów.

Literatura

- Antczak B. 1985. Rhythmites on lower terraces of the Warta River, Poland, and their paleohydrologic implications. *Questiones Geographicae, Spec. Issue*, 1: 31–43.
- Ciszewski D. 2001. Flood-related changes in heavy metal concentration within sediments of the Biała Przemsza River. *Geomorphology*, 40: 205–218.
- Ciszewski D., Malik I. 2004. The use of heavy metal concentrations and dendrochronology in the reconstruction of sediment accumulation, Mała Panew River Valley, southern Poland. *Geomorphology*, 58: 161–174.
- Czajka A. 2000. Sedymentacja pozakorytowa aluwiów w strefie międzywala Wisły w Kotlinie Oświęcimskiej. *Przegląd Geologiczny*, 48: 263–267.
- Froehlich W., Walling D.E. 1992. The use of radionuclides in investigations of erosion and sediment delivery in the Polish Carpathians. [W:] *Erosion, Debris and Environment in Mountain Regions. Proceedings of Chengdu Symposium, July 1992*, IAHS Publ. 209, s. 61–76.
- He Q., Walling D.E. 1996. Use of fallout ^{210}Pb measurements to investigate longer-term rates and patterns of overbank sediment deposition on the floodplains of lowland rivers. *Earth Surface Processes and Landforms*, 21: 141–154.

- Kalicki T. 2006. Zapis zmian klimatu oraz działalności człowieka i ich rola w holocenijskiej ewolucji dolin środkowoeuropejskich. *Prace Geograficzne*, 204: 1–348.
- Klimek K., Zawilińska L. 1985. Trace elements in alluvia of the upper Vistula as indicators of palaeohydrology. *Earth Surface Processes and Landforms*, 10: 273–280.
- Łokas E., Ciszewski D., Wachniew P., Owczarek P. 2006. Wykorzystanie ^{210}Pb i metali ciężkich do oceny tempa współczesnej sedymentacji zanieczyszczonych osadów fluwialnych w dolinie górnej Warty. *Przeгляд Geologiczny*, 54: 888–894.
- MacKlin M.G., Klimek K. 1992. Dispersal, Storage and Transformation of Metal Contaminated Alluvium in the Upper Vistula Basin, Southwest Poland. *Applied Geography*, 12: 7–30.
- Starkel L. 2001. Historia doliny Wisły od ostatniego zlodowacenia do dziś. *Monografie 2, IGiPZ PAN, W-wa*, s. 1–263.
- Szmańda J.B. 2000. Litofacjalny zapis powodzi w wybranych fragmentach równin zalewowych Wisły, Drwęcy i Tążyny. *maszynopis rozprawy doktorskiej. Archiwum UMK w Toruniu.*
- Szmańda J.B. 2005. Zastosowanie analiz metali ciężkich, koncentracji ^{137}Cs i datowań luminescencyjnych w badaniach wieku aluwiów powodziowych w Toruniu. *AUNC, Geografia*, 33, 111: 83–103.
- Szmańda J.B. 2006. Rytymika powodziowa w aluwiach pozakorytowych Wisły, Drwęcy i Tążyny. [W:] P. Gierszewski, M.T. Karasiewicz (red.), *Idee i praktyczny uniwersalizm geografii. Geografia Fizyczna, Dokumentacja Geograficzna*, 32: 266–270.
- Szwarczewski P. 1999. Metale ciężkie w różnowiekowych holocenijskich aluwiach Wisły okolic Torunia. *Przeгляд Geologiczny*, 45: 1286–1288,
- Szwarczewski P. 2002. Zmiany zawartości metali ciężkich w aluwiach rzecznych dolnej Wisły w ciągu ostatniego 100-lecia. [W:] P. Szwarczewski, E. Smolska (red.), *Zapis działalności człowieka w środowisku przyrodniczym*. 1. Wyd. Geogr. i Stud. Reg. UW, Wyższa Szkoła Agrobiznesu w Łomży, s. 121–129.
- Walling D.E., He Q. 1997. Use of fallout ^{137}Cs in investigation of overbank sediment deposition on river floodplain. *Catena*, 29: 263–282.
- Zieliński T. 1998. Litofacjalna identyfikacja osadów rzecznych. [W:] E. Mycielska-Dowgiałło (red.) *Struktury sedymentacyjne i postsedymentacyjne w osadach czwartorzędowych i ich wartość interpretacyjna*. Warszawa, s. 195–253.