

Kierunki przemian rzeźby i depozycji osadów w wielokorytowych systemach fluwialnych Wisły i Dunaju w warunkach zabudowy hydrotechnicznej - studium porównawcze

Termin: 2009-10-09 - 2012-10-08

Kierownik: [Piotr Gierszewski](#)

Wykonawcy: [Piotr Gierszewski](#), Jarosław Kordowski

Numer projektu: N N306 0848 37

(projekt własny)

Zaplanowane w projekcie badania mają odpowiedzieć na pytanie, jak funkcjonują i w jakim kierunku przekształcają się anastomozujące systemy fluwialne o minerogenicznej budowie równiny zalewowej w warunkach dużych przekształceń koryta spowodowanych zabudową hydrotechniczną. Oddziaływanie zabudowy hydrotechnicznej, w tym przede wszystkim zapór na warunki przepływu oraz wielkość transportowanego ładunku materiału klastycznego wpływa w przypadku rzecznych systemów wielokorytowych na zmianę oddziaływań między korytem głównym, a korytami drugorzędnymi. Określenie charakteru powiązań między poszczególnymi korytami w zmienionych warunkach morfodynamicznych, a także rozpoznanie mechanizmów procesów erozyjno-depozycyjnych prowadzących do zmiany parametrów geometrii koryt i powstawania nowych elementów rzeźby w ich dnach i łóżysku rzeki jest zasadniczym celem tego projektu.

Zagadnienie to przeanalizowane zostanie na przykładzie dwóch rzek - Wisły i Dunaju. Ich systemy korytowe już od dziesięcioleci funkcjonują w warunkach determinowanych antropogenicznie. Współczesny mechanizm funkcjonowania systemów wielokorytowych Wisły i Dunaju wyrażony w morfologii i litologii koryt odniesiony zostanie do warunków hydrodynamicznych zapisanych w rzeźbie, osadach i litofacjach łóżysk badanych rzek. Stwarza to możliwość rekonstrukcji funkcjonowania badanych systemów wielokorytowych w warunkach zmieniającej się z czasem zabudowy hydrotechnicznej.

Realizacja celu badań wymaga określenia w jakim stopniu w efekcie przeprowadzonych prac regulacyjnych i powstania zapór wodnych oraz towarzyszącej im infrastruktury uległy przekształceniu: układ i wielkość koryt, warunki przepływu, przebieg procesów korytowych oraz przebieg sedimentacji pozakorytovej. Porównany zostanie również przebieg procesów sedimentacyjnych oraz charakter cech tekstualnych i strukturalnych osadów deponowanych w korytach i łóżyskach rzek podlegających oddziaływaniu różnych pod względem rozwiązań hydrotechnicznych stopni wodnych: zapora ze zbiornikiem typu przepływowego (Zbiornik Włocławski) oraz zapora z kanałem derywacyjnym (Vodne Delo w Gabčíkowie).

Syntetyczny opis uzyskanych wyników.

1. Układ koryt i budowa równiny zalewowej badanego odcinka Dunaju pozwala zaliczyć jego system fluwialny według klasyfikacji Rosgena (1994) do typu 4DA, czyli zwirodznej rzeki rozgałęzionej (anabranching) z korytem głównym typu roztokowego i korytami bocznymi typu krętego. Według tej samej klasyfikacji system fluwialny Wisły reprezentuje układ typu 5DA/D, czyli układ piaskodennej rzeki rozgałęzionej z przewagą koryt typu roztokowego.

2. Wybudowanie stopni wodnych Čunovo-Gabčíkovo nie zmieniło w istotnym stopniu układu koryt "starego Dunaju". W przypadku układu koryta Wisły zarówno poniżej zapory wodnej we Włocławku jak i powyżej cofki jej zbiornika zanotowano istotną zmianę odnoszącą się do rozmiarów i liczby form rozdzielających koryta. Zaobserwowano tendencję polegającą na zmniejszaniu się ich liczby przy jednoczesnym powiększaniu się powierzchni form. Odnosząc te zmiany do klasyfikacji Brice'a (1975) zmodyfikowanej przez Teisseyre'a (1991) oraz Szymańdę i Luc (2010) można stwierdzić, że system fluwialny Wisły ewoluje z układu koryt rzeki rozgałęzionej z przewagą wysp międzykorytowych w kierunku układu rzeki rozgałęzionej z przewagą obszarów międzykorytowych.

3. Interpretacja litodynamiczna warunków przepływu wody na równinach zalewowych wykonana w oparciu o wyniki analiz uziarnienia aluwiiw pozakorytowych wykazała, że powyżej cofki zbiornika włocławskiego nie doszło do istotnej zmiany warunków przepływu przed i po zbudowaniu zapory we Włocławku. Na tym odcinku łóżyska rzeki depozycja aluwiiw pozakorytowych odbywa się w warunkach dolnego reżimu lub reżimu przejściowego z tendencją do podkrytycznego (poza warunkami przepływów ekstremalnych, na przykład takich jak przepływy podczas przerw w wałów przeciwpowodziowych - jak to miało miejsce latem 2010 r. w Świniarach).

4. Warunki przepływu podczas depozycji aluwiiw pozakorytowych w dnie doliny Dunaju zarówno powyżej jak i poniżej stopnia wodnego Čunovo różnią się. Zarejestrowane w osadzie warunki przepływu wskazują, że poniżej zapory depozycja aluwiiw odbywa się niemal wyłącznie podczas przepływów spokojnych, natomiast powyżej zapory mimo, że dominowała depozycja podczas przepływów podkrytycznych to część aluwiiw była akumulowana w warunkach przepływów rwących lub przejściowych. Na obniżenie energii transportowej przepływu wód powodziowych na równinach zalewowych w dolnym odcinku mogła mieć wpływ budowa zapory wodnej.

5. Analiza warunków ruchu materiału klastycznego podczas depozycji na równinach zalewowych zarówno Wisły jak i Dunaju wskazuje na duże jego podobieństwo. Interpretacja litodynamiczna warunków depozycji badanych aluwiiw na podstawie analizy rozmieszczenia parametrów uziarnienia badanych próbek osadów na diagramie Passegi (1964) wykazała, że transport osadu odbywał się głównie w zawieszynie gradacyjnej i jednorodnej (Szymańda 2010). Z analizy kształtu krzywych kumulacyjnych analizowanych według metody Mossa (1962) i Vishera (1969) wynika jednak, że większość ziaren niezależnie od wielkości w momencie poprzedzającym unieruchomienie przemieszczało się w saltacji lub przerywanej zawieszynie (Szymańda 2010).

6. Analiza aktywności ^{137}Cs w profilach osadów pobranych z równin zalewowych na badanych obszarach w kilku przypadkach wykazała dwa piki podwyższonej aktywności tego radioizotopu na głębokości kilku (4-6 cm) i kilkunastu (10-16 cm) centymetrów. Zmierzone wartości aktywności dla pików bliżej powierzchni równiny zalewowej są wyższe niż na niższej głębokości. Pierwsze z nich powiązane z emisją radiocezu podczas awarii elektrowni atomowej w Czarnobylu w 1986 r., drugie z natomiast z depozycją związaną z globalnym opadem promieniotwórczym wynikającym z próbnych wybuchów atomowych (1963 rok). Na podstawie wyników analiz aktywności radioizotopu cezu można wykazać, że przeciętne tempo depozycji aluwiiw pozakorytowych na badanym obszarze zmniejszyło się o połowę w czasie ostatnich 25 lat w stosunku do depozycji w okresie pomiędzy latami 60-80. XX w. Warto nadmienić, że w innych obszarach równin zalewowych dolnej i środkowej Wisły tempo to spadło średnio 5. krotnie.

7. Analiza litologii i struktury aluwiiw pozakorytowych nie wykazała istotnych różnic w przebiegu ich depozycji ostatnim stuleciu. Nie można wobec tego stwierdzić, by wybudowanie zapór wodnych wpłynęło na ciągłość akumulacji mad rzecznych. Należy jednak podkreślić, że mady deponowane na nowo powstających fragmentach równin zalewowych w korytach rzecznych poniżej zapór we Włocławku i Čunovie charakteryzują się zwykle piaszczystą teksturą.

Publikacje

Abstrakty, recenzje, notatki

- Gierszewski Piotr, Szymańda Jacek B.: Geomorphological and sedimentological response of the floodbank interruption - case study Vistula river floodplain near Płock (Poland). [w]: IGU 2014 Book of Abstracts. Cracow: IGU, 2014 - 1 s.
- Gierszewski Piotr J., *Luc Małgorzata*, Szymańda Jacek B.: Ewolucja układu koryt Wisły w zasięgu oddziaływania stopnia wodnego "Włocławek". [w]: Krajobrazy młodoglacjalne, ich morfogeneza, teraźniejszość i przyszłość. X Zjazd Geomorfologów Polskich, Toruń, 16-19 września 2014 dedykowany prof. dr. hab. Władysławowi Niewiarowskiemu w 90. rocznicę urodzin. Streszczenia. Red. Paweł Molewski, Włodzimierz Juśkiewicz. Toruń: Wydział Nauk o Ziemi UMK, Stowarzyszenie Geomorfologów Polskich, 2014 - s. 43.
- *Luc Małgorzata*, Szymańda Jacek B., Gierszewski Piotr J.: Remote sensing control of lower Vistula river channel pattern changes caused by functioning of the Włocławek reservoir. [w]: IGU 2014 Book of Abstracts. Cracow: IGU, 2014 - 1 s.
- *Luc Małgorzata*, Szymańda Jacek B., Gierszewski Piotr J.: Influence of dam on river channels pattern changes. Case study from Wloclawek Reservoir on Vistula river. [w]: Geomorphological proceedings 12. Proceedings and excursion guide of the conference State of geomorphological research in 2104, Teplice (Czech Republic), 23-25 April 2014. Eds. Tomas Marek, Pavel Raska, Martin Dolejs. Usti nad Labem; Praha: Jan Evangelista Purkyne Univeristy in Usti nad Labem; Institute of Rock Structure and Mechanics Czech Academy of Sciences p.r.i., 2014 - s. 69-70.
- Szymańda Jacek B., Gierszewski Piotr J., *Lehotský Milan*, *Luc Małgorzata*, *Kordowski Jarosław*, *Novotny Jan*: Gravel-bed versus sand-bed anabranching rivers sedimentation, example from Danube and Vistula rivers' floodplain deposits.

[w]: Geomorphological proceedings 12. Proceedings and excursion guide of the conference State of geomorphological research in 2104, Teplice (Czech Republic), 23-25 April 2014. Eds. Tomas Marek, Pavel Raska, Martin Dolejs. Usti nad Labem; Praha: Jan Evangelista Purkyně University in Usti nad Labem; Institute of Rock Structure and Mechanics Czech Academy of Sciences p.r.i., 2014 - s. 68-69.

- Szmańda Jacek B., Gierszewski Piotr J.: Sediment trend analysis (STA) in reconstruction of accumulation conditions of overbank deposits on the crevasse splay (Świniary, the Vistula river valley - case study). [w]: Geomorfologický sborník 11. Sborník abstraktů a exkurzní průvodce konference Stav geomorfologických výzkumů v roce 2013. Mikulov, 24.-26. dubna 2013. Eds. Z. Máčka, M. Havlíček, J. Demek, K. Kirchner. Ostrava, Brno: Ústav geoniky AV ČR, v.v.i. - Geografický ústav PřF, Masarykova univerzita, 2013 - s. 42-43.
- Szmańda Jacek B., Gierszewski Piotr J., *Lehotsky Milan, Luc Malgorzata, Kordowski Jarosław, Novotny Jan*: Contemporary sedimentation in the abandoned channels of the Danube river multiple-channels system (Slovakia). [w]: Geomorfologický sborník 11. Sborník abstraktů a exkurzní průvodce konference Stav geomorfologických výzkumů v roce 2013. Mikulov, 24.-26. dubna 2013. Eds. Z. Máčka, M. Havlíček, J. Demek, K. Kirchner. Ostrava, Brno: Ústav geoniky AV ČR, v.v.i. - Geografický ústav PřF, Masarykova univerzita, 2013 - s. 44.
- Szmańda Jacek B., *Luc Malgorzata*, Gierszewski Piotr J.: Comparison of the Danube and the Vistula rivers multiple-channel patterns with the use of Brice methods. [w]: Geomorfologický sborník 11. Sborník abstraktů a exkurzní průvodce konference Stav geomorfologických výzkumů v roce 2013. Mikulov, 24.-26. dubna 2013. Eds. Z. Máčka, M. Havlíček, J. Demek, K. Kirchner. Ostrava, Brno: Ústav geoniky AV ČR, v.v.i. - Geografický ústav PřF, Masarykova univerzita, 2013 - s. 45-46.
- Gierszewski Piotr, Szmańda Jacek B.: [Geomorphological and sedimentological effects of failure of the Vistula flood embankment near Płock.](#) [w]: Geomorfologický sborník 10, Sborník abstraktů 12. Mezinárodní konference Stav geomorfologických výzkumů v roce 2012, Sokolov 18.-20.4.2012. Red. Jan Blahůt, Jan Klimeš, Petra Štěpančíková, Filip Hartvich. Praha: Ústav Struktury a Mechaniky Hornin AV ČR, v.v.i., 2012 - s. 9-10.
- Szmańda Jacek Bogusław, Gierszewski Piotr, *Kordowski Jarosław, Lehotsky Milan, Novotny Jan*: [Flood sedimentation record in the Danube river's overbank alluvia in Slovakia.](#) [w]: Geomorfologický sborník 10, Sborník abstraktů 12. mezinárodní konference Stav geomorfologických výzkumů v roce 2012, Sokolov 18.-20.4.2012. Red. Jan Blahůt, Jan Klimeš, Petra Štěpančíková, Filip Hartvich. Praha: Ústav Struktury a Mechaniky Hornin AV ČR, v.v.i., 2012 - s. 45-46.

Przegląd Geograficzny

- Gierszewski Piotr J., Szmańda Jacek B., *Luc Malgorzata*: [Zmiany układu koryt Wisły spowodowane funkcjonowaniem stopnia wodnego „Włocławek” na podstawie analizy zdjęć lotniczych*](#). - Przegląd Geograficzny 2015, 87, 3 - s. 517-533.

Monografie od 2013 roku

- Gierszewski Piotr: [Hydromorfologiczne uwarunkowania funkcjonowania geosystemu Zbiornika Włocławskiego.](#) Warszawa: Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, 2018 - 220 s. (Prace Geograficzne; 268)

Artykuły od 2013 roku

- Gierszewski Piotr, *Habel Michał*, Szmańda Jacek, *Luc Malgorzata*: [Evaluating effects of dam operation on flow regimes and riverbed adaptation to those changes.](#) - Science of The Total Environment 2020, 710 - s. 136202.