

Conflict of interest: None declared. Received: 16.10.2013. Revised: 14.11.2013. Accepted: 20.12.2013.

CHARAKTERYSTYKA ŁACH KORYTOWYCH UREGULOWANEGO ODCINKA DOLNEJ WISŁY

Characteristics of river sandbars on regulated reach of the Lower Vistula River

Lukasz Pieron, Marcin Hojan, Michał Habel

Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy

Streszczenie

W niniejszym opracowaniu scharakteryzowano łachy korytowe na uregulowanym odcinku dolnej Wisły od Solca Kujawskiego (759 km rzeki) do dzielnicy Bydgoszczy – Fordonu (775 km rzeki). Dokonano analizy typologicznej tych form, prowadzono obserwacje i pomiary morfometryczne ich wynurzonych fragmentów.

Wprowadzenie

Łachy korytowe stanowią istotny element morfologii koryta Wisły. Są one przedmiotem badań wielu autorów, którzy charakteryzowali dynamikę ich przemieszczania (Babiński, 1992; Babiński, Habel, 2009; Hojan, Pieron, 2013) oraz skład granulometryczny i mineralogiczny (Born, 1958; Babiński, 1992; Giriat, 2003). Łachy korytowe w literaturze wyznaczane są wraz z płosami jako mezofomy korytowe, wyróżnione w obrębie łożyska rzeki, będącego megaformą. Stanowią one istotny element morfologii koryta dolnej Wisły. Aktualny stan koryta jest konsekwencją przeprowadzonych w XIX wieku prac regulacyjnych dolnej Wisły oraz wybudowania w drugiej połowie XX wieku stopnia wodnego we Włocławku. Oba te czynniki wpłynęły znacząco na przekształcenia w obrębie łożyska rzeki (Babiński, 1992). Początkowo, zgodnie z założeniami, regulacja spowodowała między innymi pogłębienie płos oraz obniżenie powierzchni łach. Jednak w wyniku zbyt wyprostowanego przebiegu koryta uregulowanego Wisły sytuacja uległa znaczącemu pogorszeniu. Niewielka siła transportowa rzeki, zwłaszcza w okresie niskich stanów wody, sprawia, że wynurzone łachy piaszczyste zajmują znaczną część koryta Wisły. Wynurzone fragmenty frontalnej części łach pojawiają się już podczas trwania średnich stanów wody.

Cel i metody badań

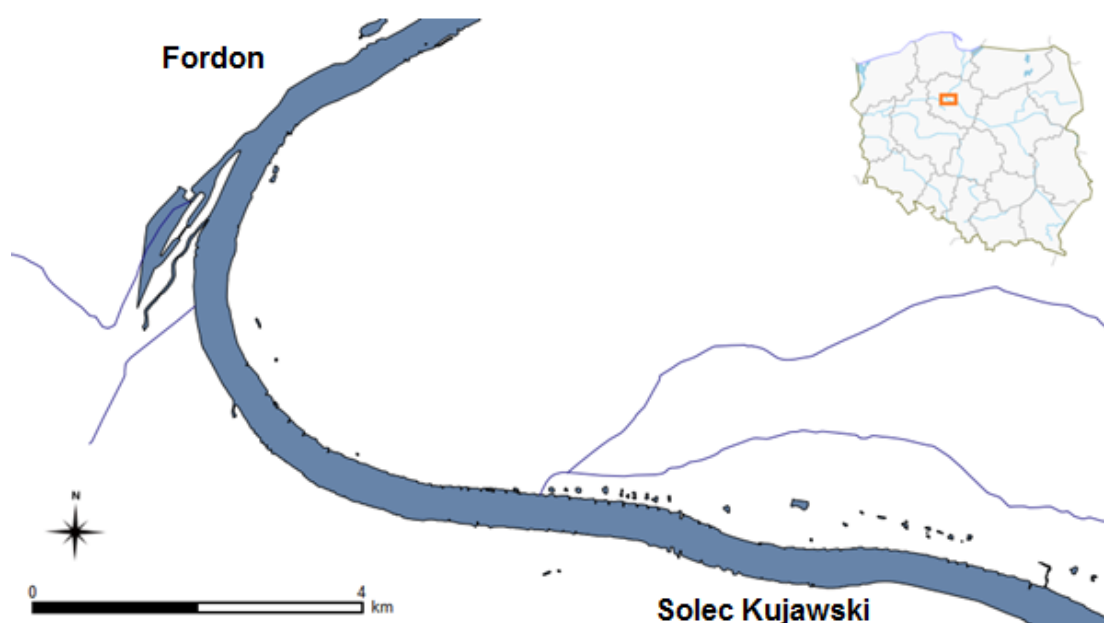
Przeprowadzone prace badawcze miały charakter dwukierunkowy: terenowy i kameralny. Główną metodą badań terenowych stanowiły pomiary morfometryczne wynurzonych powierzchni łach korytowych odbiornikiem geodezyjnym GPS RTK. Wykorzystanie tej metody badawczej umożliwia między innymi przedstawienie parametrów morfometrycznych łach korytowych, stworzenie Numerycznych Modeli Terenu tych form, obliczenie dynamiki ich przemieszczania w zależności od zmienności przepływów w korycie

rzeki oraz scharakteryzowanie wielkości transportu rumowiska wleczonego. W niniejszym opracowaniu odbiornik geodezyjny GPS RTK wykorzystano do zebrania danych niezbędnych do obliczenia powierzchni wynurzonych fragmentów łach korytowych na odcinku dolnej Wisły od Solca Kujawskiego do Fordonu. Badanie uzupełniono o systematycznie prowadzoną dokumentację fotograficzną. Natomiast do badań kameralnych zaliczono opracowanie danych zebranych w terenie w programach GIS oraz zbieranie i analizowanie danych hydrologicznych (stanów wody i przepływów) w korycie dolnej Wisły.

Badania prowadzono w roku hydrologicznym 2012.

Ogólna charakterystyka obszaru badań

Obszar badań obejmuje odcinek koryta Wisły od Solca Kujawskiego do będącego dzielnicą Bydgoszczy Fordonu (tj. 759 – 775 km biegu rzeki - ryc. 1). Na tym odcinku rzeka tworzy bardzo ostre zakole, zmieniając kierunek spływu ku północy o 110° , z odchyleniem nieco ku wschodowi (Makowski 1998). Według podziału fizycznogeograficznego Kondrackiego (2002) obszar badań znajduje się w zasięgu mezoregionu Kotliny Toruńskiej oraz graniczącego od północy mezoregionu Doliny Fordońskiej.



Ryc. 1. Lokalizacja obszaru badań (Pieron, 2013).

Analizę reżimu stanów wody Wisły w roku hydrologicznym 2012 wykonano na podstawie danych z posterunku wodowskazowego zlokalizowanego w Fordonie (774,9 km biegu rzeki). Maksymalny odnotowany poziom Wisły wyniósł 466 cm w marcu 2012 r., natomiast najniższy stan wody kształtował się we wrześniu 2012 r. i wyniósł on 118 cm. Zatem roczna amplituda między ekstremalnymi stanami wody (minimalne i maksymalne) wyniosła w Fordonie - 348 cm (ryc. 2). Są to stosunkowo niewielkie wartości, gdyż wahania położenia zwierciadła wody dolnej Wisły mogą przekraczać nawet 7 m (Babiński, 1992). Natomiast różnice między maksymalnymi (339 cm w marcu) i minimalnymi (130 cm w październiku) średnimi miesięcznymi stanami wody dla wodowskazu w Fordonie wyniosły niewiele ponad 2 m. Wynika to przede wszystkim z braku wyraźnego wezbrania. Z kolei średni roczny stan wód wyniósł 221 cm w Fordonie. Dla porównania średni przepływ Wisły w Toruniu w latach 1970-2005 wynosi $1004 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Natomiast w roku hydrologicznym 2012 jedynie $754 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Dane te potwierdzają, że rok hydrologiczny 2012 był suchy.

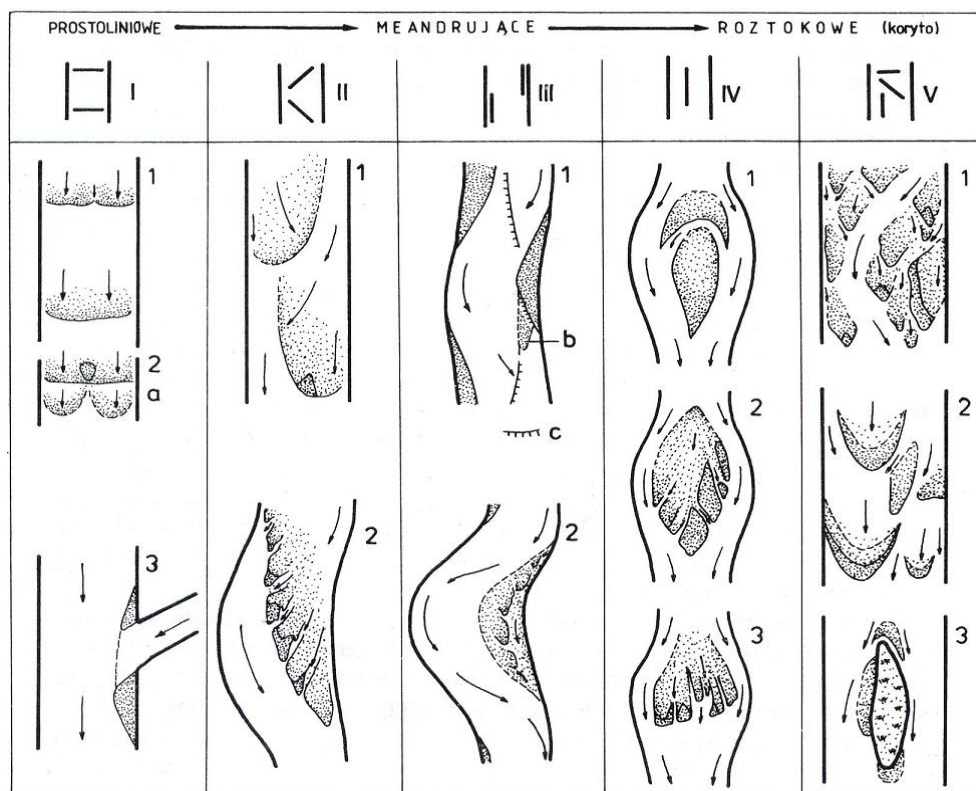


Ryc. 2. Hydrogram codziennych stanów wody dolnej Wisły w Fordonie w 2012 r. Opracowanie na podstawie danych z serwisu internetowego IMGW www.pogodynka.pl (Pieron, 2013).

Niewielkie zasilanie koryta Wisły wodami opadowymi w okresie od marca do maja sprawiło, że pod koniec maja zwierciadło wody spadło w Fordonie poniżej 200 cm. Skutkiem tego było wynurzenie się w Wiśle mezoform korytowych. Łachy piaszczyste były dostępne do prowadzenia badań praktycznie przez całe lato i jesień. W związku z niewielkim zasilaniem koryta Wisły przez opady atmosferyczne i co za tym idzie kształtowaniem się zwierciadła wody na historycznie niskim poziomie, fragmenty łach korytowych były wynurzone średnio przez około 180 dni w ciągu roku.

Typologia łach korytowych

Przed regulacją Wisły w XIX w. na odcinku od Solca Kujawskiego do Fordonu (759 - 775 km biegu rzeki) łachy były wraz z płosami głównymi elementami koryta, towarzyszącymi licznym kępom. Koryto Wisły odpowiadało wówczas typowi rzeki roztokowo-anastomozującej. Obecnie ten fragment rzeki obecnie przejawia charakter koryta prostoliniowego lub ograniczonego ostrogami meandrowania (Babiński, 1992). Typowymi mezoformami korytowymi występującymi na tym odcinku Wisły są łachy skośne naprzemianległe (ryc. 3-II-1), które pozostają w alternatywie z płosami. Ponadto w miejscu przełomu Fordońskiego, gdzie mamy do czynienia z zakolem, występują łachy boczne, pseudozakolowe (ryc. 3-III-2). Mezoformy korytowe wynurzają się już podczas średnich stanów wody w korycie Wisły (przeważnie są to stany średnie niskie). Natomiast w czasie trwania niżówek powstają łachy poprzeczne „z rogami” w wyniku wyerodowania łach skośnych (ryc. 3-I-2a) (Babiński, 1992).



Ryc. 3. Schematyczny układ mezoforn korytowych rzek o dnie piaszczysto-żwirowym (Babiński, 1992).

I – Układ poprzeczny – rzeka prostoliniowa: 1 – łachy poprzeczne; 2 – łachy poprzeczne z „rogami”; a – stadium rozwoju; 3 – łachy poprzeczne ujściowe (względem dopływu).

II – Układ przekątny – rzeka prostoliniowa-meandrująca: 1 - łachy skośne-naprzemianległe; 2 – łachy skośne.

III - Układ boczny – rzeka meandrująca: 1- łachy boczne; 2 – łachy zakolowe; c – przemiały.

IV – Układ środkowo-podłużny – rzeka roztokowa: 1 – łachy podłużne, - łachy podłużne z łachami księżycowatymi; 2 – łachy środkowo-centralne, łachy środkowo-centralne w zarysie ich wynurzonych fragmentów; 3 – łachy środkowo-poprzeczne.

V – Układ zróżnicowany – rzeka roztokowa: 1 – łachy rzeki roztokowej, 2 – wały (łachy) piaszczyste, - łachy językowe, wielkoskalowe wydmy; 3 – łachy wyspowe i przywyspowe.

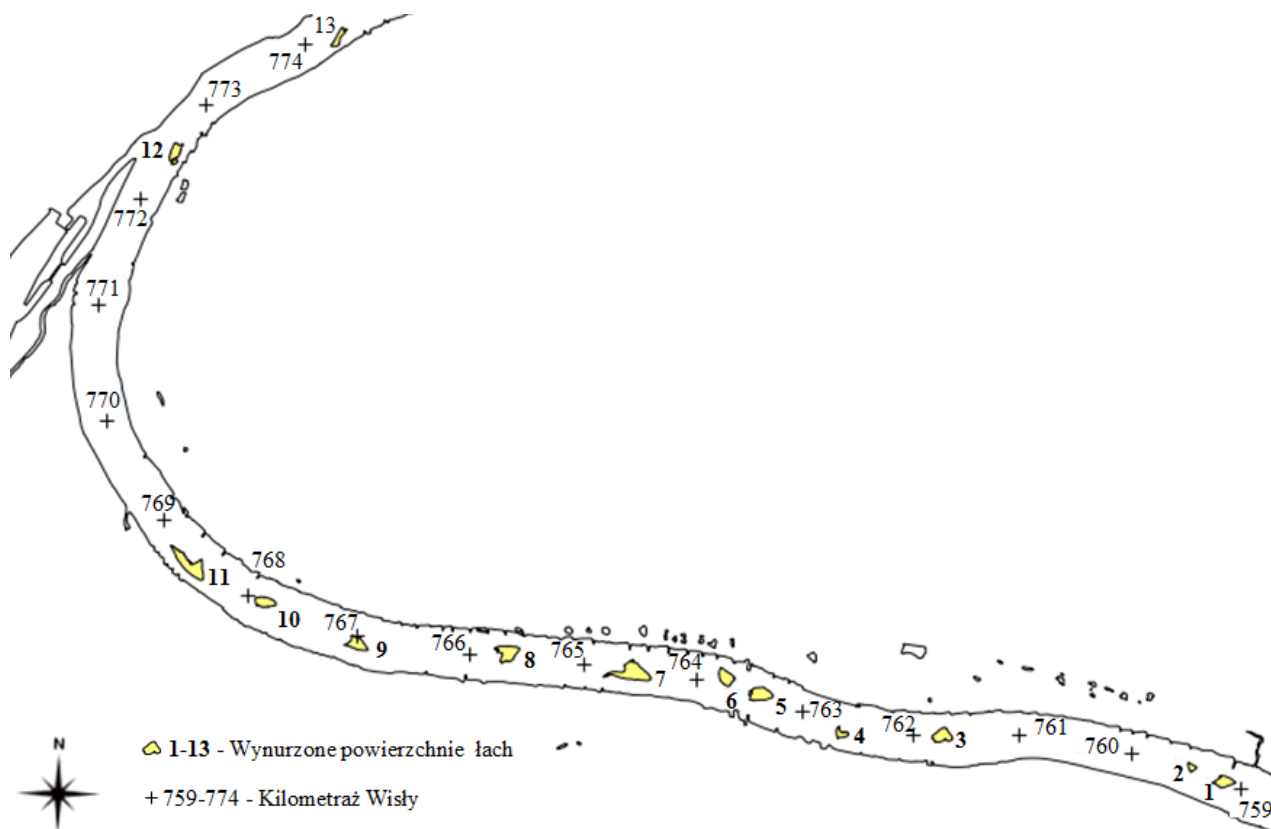
W roku 2012, na odcinku Wisły pomiędzy Solcem Kujawskim, a Fordonem (759 – 775 km biegu rzeki) można było zaobserwować 13 wynurzonych powierzchni łach (ryc. 4). Zdecydowanie przeważającym typem mezoforn korytowych były łachy skośne (ryc. 4 - 1-10). Występują one na odcinku koryta Wisły pomiędzy 759 i 769 km. Na skutek prac regulacyjnych ten fragment rzeki charakteryzuje się typem koryta zbliżonym do prostoliniowego, jednakże skośny przebieg łach jest związany z krętością (meandrowaniem) nurtu pomiędzy lewym i prawym brzegiem rzeki. Pozostałe mezoforny występują na odcinku zakolowym Wisły (przełom pod Fordonem) i są usytuowane przy wypukłym, prawym brzegu rzeki (ryc. 4 - 12-13). Łachę numer 12 należy sklasyfikować, jako boczną, jednakże ze względu na sposób przechodzenia strumienia wody podczas zalewania jej powierzchni, charakteryzujemy ją jako łachę pseudozakolową. Z kolei numerem 13 oznaczono mezofornę korytową, powstałą na skutek odkładania się materiału za główką zniszczonej ostrogi, powyżej mostu kolejowo-drogowego w Fordonie. Stąd często może być uznawana za odsyp boczny, jednak ze względu na znaczne rozmiary i wychodzenie w głąb

koryta w niniejszej pracy zaliczona została do mezoform korytowych, jakimi są łąchy piaszczyste. Odcinek koryta Wisły pomiędzy 759,5 i 761,5 km pozbawiony jest wynurzonych powierzchni mezoform. Wynika to z prowadzonej na tym odcinku Wisły eksploatacji kruszywa.

Łączna powierzchnia wynurzonych części mezoform korytowych na odcinku Wisły od Solca Kujawskiego do Fordonu (759 – 775 km biegu rzeki) wyniosła 190540,6 m², czyli ponad 19 hektarów (tab. 1). Ze względu na rozmiar mezoform korytowych pomiar wykonano w dwóch terminach: 12.10.2012 i 23.10.2012 r. Podczas trwania kartowania zasięgu wynurzonych form ponad zwierciadło wody, stany wód Wisły kształtowały się w strefie stanów niskich (155 cm na wodowskazie w Fordonie). Największy obszar zajmowały wynurzone powierzchnie łąchy zlokalizowanej w pobliżu Solca Kujawskiego (ryc. 4 - 6) oraz pomiędzy 768 i 769 km Wisły (ryc. 4 - 11). Miały odpowiednio powierzchnię rzędu 32119,0 m² i 28946,0 m² (tab. 1). To właśnie te dwie łąchy skośne, zostały podczas niskich stanów wody rozczłonkowane (wyerodowane), co przyczyniło się do przeobrażenia ich w łąchy językowe. Natomiast najmniejszymi wynurzonymi powierzchniami charakteryzowały się łąchy numer 2 i 4 (ryc. 4). Zajmowały stosunkowo niewielką powierzchnię, wynoszącą odpowiednio 3367,8 m² i 5423,9 m² (tab.1.) Warto zaznaczyć, że duże fragmenty łąch były zanurzone i nie możliwe z tego powodu do skartowania odbiornikiem geodezyjnym GPS RTK. Ponadto na zakolowym odcinku Wisły występowały mezoformy korytowe, które przez cały okres pomiarów, znajdowały się pod powierzchnią wody, nawet w okresie niżówki na przełomie lata i jesieni 2012 r. (769- 771 km biegu rzeki).



Fot. 1. Naprzemienny układ łąch skośnych, charakterystyczny dla uregulowanego koryta Wisły – 759-768 km (fot. 09.09.2012 r.).



Ryc. 4. Wynurzone powierzchnie łąk na odcinku od Solca Kujawskiego do Fordonu w dniach 12.10.2012 r. i 23.10.2012 r. (Pieron,2013).

Tab. 1. Pomierzone powierzchnie wynurzonych części łąk w korycie Wisły pomiędzy Solcem Kujawskim a Fordonem w dniach 12.10.2012 i 23.10.2012. Lokalizację łąk podano na rycinie 4.

Numer łąchy	Powierzchnia (m ²)
1	11826,40
2	3367,80
3	14331,20
4	5423,90
5	17641,60
6	13344,10
7	32119,00
8	18551,40
9	13250,50
10	12262,60
11	28946,00
12	11873,00
13	7603,10

Łachy skośne (ryc. 3-II-1) przemieszczają się równoległe do linii brzegowej i utworzone są pod pewnym kątem względem niej, co wynika z nieznacznie krętego przebiegu nurtu przy wysokich stanach wody na odcinkach prostoliniowych (Babiński, 1982, 1992). Zajmują najczęściej ponad 50% szerokości koryta. Długość łach skośnych może wynosić 800 - 1200 m, ich przeciętna szerokość to 300 m, a powierzchnia 0,2 - 0,5 km². Czoła łach skośnych, jako najwyższe ich fragmenty, osiągają od 3,5 do 6,0 m, czyli wysokość średnich niskich stanów wodnych, rzadko dochodzą do stanów średnich. Naprzemianległym łachom skośnym towarzyszą plosa. Te erozyjne formy osiągają głębokości od 5 do 7 m, z lokalnymi przegłębieniami mogącymi dochodzić do 12 m, powstającymi przy udziale różnych przeszkód (między innymi główki ostróg, filary mostów) (Babiński, 1992).



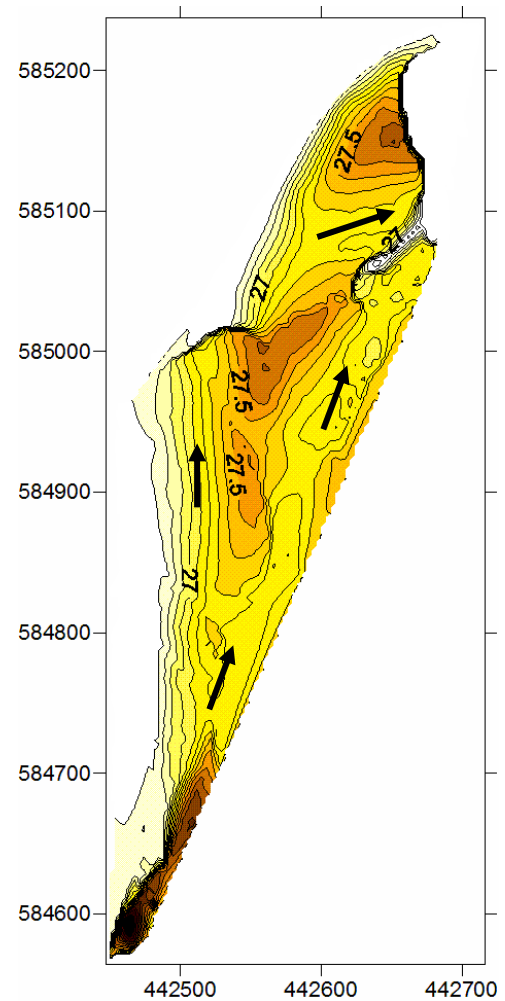
Fot. 2. Charakterystyczna łacha skośna w pobliżu planowanej przeprawy promowej w Solcu Kujawskim (fot. 09.09.2012 r.).

Łachy zakolowe (ryc. 3-III-2), będące rodzajem łach bocznych, usytuowane są przy wypukłym brzegu Wisły na odcinku przełomu Fordońskiego. Powierzchnie niektórych z nich, w okresie badań, były cały czas zanurzone. Nawet podczas wrześniowej niżówki wspomniane łachy znajdowały się pod wodą. Z kolei przy przeciwległym, wklęsłym brzegu występują plosa. Łacha piaszczysta usytuowana na 772 km biegu Wisły jest specyficznym przykładem łachy zakolowej. W czasie podnoszenia się zwierciadła wody ze stanów niskich można było zaobserwować strumień wody wkraczający na łachę od strony brzegu (krawędzi koryta) (ryc. 5). W pierwszej fazie zalewania mezoforny dochodzi do opłynięcia najbardziej wynurzonej centralnej i czołowej części, dopiero w późniejszym etapie pod wodą znajdują się pozostałe fragmenty łachy. W związku z tym nie jest to typowa łacha zakolowa, a należy ją scharakteryzować jako łachę pseudozakolową. Jest ona zbudowana z ripplemarków o

warstwowaniu przekątnym wielkoskalowym i została pionowo nadbudowana poprzez wkroczenie wody na jej powierzchnię. Proces ten związany był również ze wzrostem przepływów wywołanym interwencyjnym zrzutem wody z zapory we Włocławku.



Fot. 3. Łacha pseudozakolowa usytuowana na 772 km Wisły; widok z Wyszogrodu - Bydgoszcz (fot. 28.11.2011 r.)



Ryc. 5. Numeryczny model terenu wynurzonego fragmentu łachy pseudozakolowej, strzałkami oznaczono kierunek zalewania wodą powierzchni tej formy (Hojan, Pieron, 2013).

Specyficznym przykładem mezoforn korytowych, utworzonym z wyerodowanych łach skośnych, są łachy językowe, określane również jako poprzeczne „z rogami” (ryc. 3-I-2a). Powstają one w wyniku przemian układu mezoforn, utworzonego podczas przepływu pełnokorytowego, w okresie zmniejszania się stanów wody. Powierzchnie łach obniżają się, a wyerodowany z nich materiał jest akumulowany w obrębie plos. Proces ten trwa, do poziomu, przy którym istnieje jeszcze swobodny przepływ wód po powierzchni łach. Podczas niżówek powierzchnie te wynurzają się, a przepływające po nich prądy rzeczne powodują ich niszczenie. Dochodzi wówczas do rozczłonkowania form i powstawania tak zwanych „rogów”. Moment wynurzenia się fragmentów łach zapoczątkowuje wymuszone zmiany, ograniczenia przebiegu nurtu. Eliminuje z transportu część rumowiska wleczonego i powoduje tworzenie się przegłębień w dnie plos. W odcinku prostoliniowym uregulowanym łachy językowe występują lokalnie i nie zajmują centralnej części koryta, lecz są związane z lewym lub prawym brzegiem. Powstają w wyniku erozji powierzchniowej łach i są słabo rozwinięte. Ich przestrzenny rozwój uniemożliwiają stałe prądy rzeczne, przez co ich kształt ulega jedynie nieznacznym zmianom. Przeciętna długość łach językowych wynosi 450 m,

a osiągnięte szerokości to 200 m. Dla porównania w korycie roztokowym łachy językowe są dużo bardziej rozwinięte i trwalsze (Babiński, 1992).

Podsumowanie

Charakterystycznymi łachami korytowymi na odcinku dolnej Wisły od Solca Kujawskiego do Fordonu są łachy skośne oraz pseudozakolowe wraz z podwodnymi formami towarzyszącymi (łachami językowymi). Pierwsze z nich występują na odcinku rzeki o przebiegu zbliżonym do prostoliniowego. Z kolei łachy pseudozakolowe, będące specyficznym przykładem łach zakolowych są zlokalizowane na obszarze przełomu Wisły pod Fordonem, przy wklęsłym brzegu rzeki. W trakcie niskich stanów wody łachy skośne ulegają erodowaniu, przekształcając się w rozczłonkowane łachy „z rogami” bądź łachy językowe. W 2012 r. średnia długość wynurzenia się łach piaszczystych na badanym odcinku Wisły wynosiła 180 dni. Łączna powierzchnia jaką zajmowały skartowane powierzchnie łach w październiku 2012 r. wyniosła ponad 19 hektarów. Największe z nich zajmowały powierzchnię rzędu 32119,0 m² i 28946,0 m², natomiast najmniejsze zaledwie 3367,8 m² i 5423,9 m².



Fot. 4. Wynurzony fragment łachy językowej na 764,5 km Wisły. Widoczne ślady transportu w fazie płaskiego dna w górnym reżimie natężenia przepływu, strzałkami zaznaczono kierunek płynięcia wody (fot. 23.10.2012 r.).

Literatura

- Babiński Z., 1992, Współczesne procesy korytowe dolnej Wisły, Prace Geograficzne, nr 157.
- Babiński Z., Habel M., 2009, Dynamika strefy akumulacyjnej poniżej czoła strefy erozyjnej Zbiornika Włocławskiego, [w:] A.T. Jankowski, D. Absalon, R. Machowski, M. Ruman (red.), Przeobrażenia stosunków wodnych w warunkach zmieniającego się środowiska, WNoZ UŚ, PTG oddz. Katowice, RZGW Gliwice, Sosnowiec, s. 35-43.
- Born A., 1958, Włeczenie materiału w korytach rzek i potoków, WSHM PIHM Warszawa.
- Giriak D., 2003, Wpływ stopnia wodnego we Włocławku na wybrane cechy teksturalne osadów korytowych, UW (maszynopis pracy doktorskiej).
- Hojan M., Pieron, 2013 (w druku), Wykorzystanie odbiornika geodezyjnego GPS RTK w badaniach łąch korytowych, Landform Analysis.
- Kondracki J., 2002, Geografia regionalna Polski, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
- Makowski J., 1998, Dolna Wisła i jej obwałowania: historyczne kształtowanie, obecny stan i zachowanie w czasie wezbrań, część druga: odcinek od Torunia do Białej Góry, Wydawnictwo IBW PAN, Gdańsk.
- Pieron Ł., 2013, Morfodynamika łąch na Wiśle od Solca Kujawskiego do Fordonu, Archiwum Instytutu Geografii UKW, Bydgoszcz (maszynopis pracy magisterskiej)

ABSTRACT

Channel sandbars of the Vistula river constitute the crucial element of the morphology. They became the subject of the research of many authors which described dynamics of transferring them and composition grain size and mineralogical. In hereby drawing up sandbanks were characterized channel bars on the stretch of the Lower Vistula from Solec Kujawski to the district of Bydgoszcz - Fordon, assigning them to specific types and a surface of their raised fragments was calculated.

Keywords: river sandbar, Lower Vistula