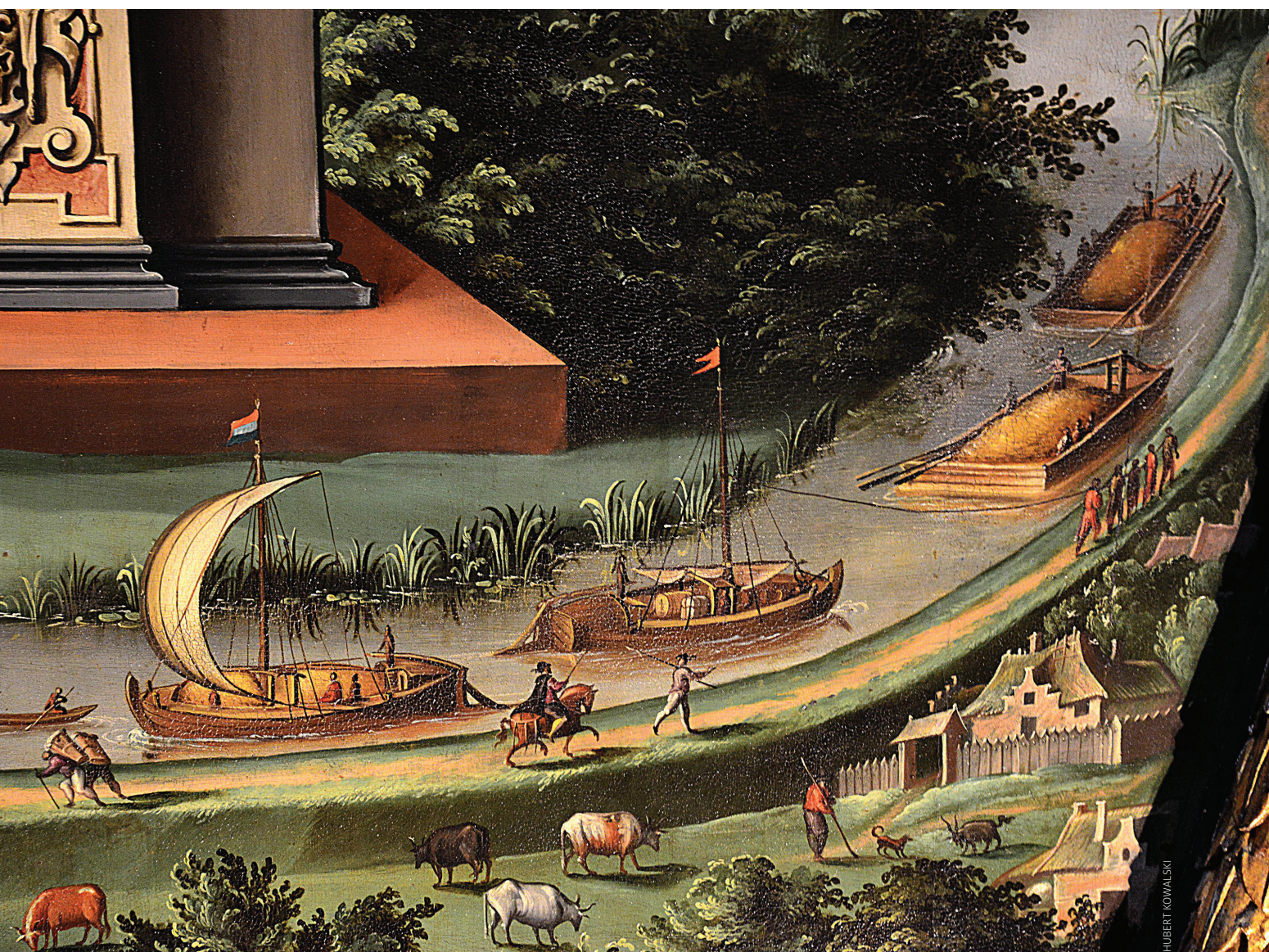


WISŁA ODDAJE UKRYTE SKARBY



Statki wiślane: po lewej stronie i w środku – szkuta, po prawej – dwa galary; fragment obrazu Izaaka von den Blocka z 1608 roku, Ratusz Głównego Miasta w Gdańsku

Dzięki badaniu hydrauliki koryta rzecznej Wisły w Warszawie znaleźliśmy odpowiedź na to, co stało się ze skarbami porzuconymi przez szwedzkich grabieżców w XVII wieku.

Artur Magnuszewski

Wydział Geografii i Studiów Regionalnych
Uniwersytetu Warszawskiego

Hubert Kowalski

Instytut Archeologii
Wydział Historyczny Uniwersytetu Warszawskiego

Widok Wisły z bulwarów warszawskich nie robi specjalnego wrażenia. Trudno sobie wyobrazić, że jest to największa polska rzeka i druga co do wielkości w zlewisku Morza Bałtyckiego. Jej drugi brzeg jest oddalony zaledwie o 400 m i przy niskim stanie wody wydaje się, że są takie miejsca, w których można przepłynąć się tam suchą stopą. Jednak wrażenie to zmienia się poza miastem, gdyż tam rzeka pokazuje swój prawdziwy ogrom. Ustrój hydrologiczny rzeki jest charakteryzowany wielkością przepływu, czyli chwilową wartością objętości wody przepływającej przez przekrój wodowskazowy koryta rzeki. Parametry przepływu Wisły w Warszawie są następujące: średni przepływ niski $Q_L = 194 \text{ m}^3/\text{s}$, przepływ średni $Q_M = 561 \text{ m}^3/\text{s}$ i $Q_{1\%} = 6430 \text{ m}^3/\text{s}$ (przepływ wysoki o prawdopodobieństwie przekroczenia wynoszącym 1 proc., występujący z powtarzalnością raz na 100 lat).

Z geologicznego punktu widzenia Wisła jest bardzo młodą rzeką, z korytem kształtowanym przez ogromne ilości niesionych osadów. Średni roczny transport rumowiska dla przekroju rzeki w Warszawie szacuje się na 870 tys. ton. Z kolei według pomiarów transportu rumowiska unoszonego, prowadzonych w latach 1956–1990, wielkość transportu w skali roku wynosi 1,3 mln ton. Dlaczego więc nie ma wysepek ani łąch na Wiśle w granicach Warszawy, a jest ich dużo powyżej i poniżej miasta?

Ujarmianie rzeki

Przyczyny różnic w kształcie koryta rzeki między odcinkiem śródmiejskim Warszawy i pozostałą częścią rzeki tkwią w skomplikowanej historii Polski. Zanim odzyskała niepodległość w 1918 roku, środkowy odcinek Wisły znajdował się w zaborze rosyjskim. Wisła na tym obszarze zachowała swój naturalny bieg, jednak w związku z budową sieci wodociągowej dla miasta pod koniec XIX wieku została objęta regulacją na niewielkim odcinku w granicach Warszawy. Nieustannie zmieniające się koryto rzeki zostało „ujarmione”, czyli uregulowane, by zapewnić stabilny dopływ wody do pomp parowych zaopatrujących miej-

ską sieć wodociągową. Pracom regulacyjnym na rzece towarzyszyła rozbudowa wałów przeciwpowodziowych. Proces zwężania koryta rzeki w celu poprawy warunków żeglugi trwał też po II wojnie światowej, w latach 60. i 70. XX wieku. Na prawym brzegu rzeki zbudowano system ostróg, by skoncentrować nurt na odcinku śródmiejskim. Istniejące bulwary powiększono w latach 1970–1976 przy okazji budowy nowej ulicy biegnącej wzdłuż lewego brzegu rzeki – Wisłostady. Prace regulacyjne na Wiśle i urządzenia przeciwpowodziowe utworzyły łącznie rodzaj dyszy, potocznie określanej mianem „gorsetu warszawskiego”.

Wisła odgrywała ważną rolę w transporcie śródlądowym. „Złoty wiek” w historii Polski, który rozpoczął się w XV wieku, był okresem intensywnego eksportu zbóż, spławianych do portu w Gdańsku, a następnie do Europy Zachodniej. W tym czasie Wisła i jej główne dopływy stanowiły najważniejsze szlaki transportowe. Jednak warunki żeglugi na rzece były trudne ze względu na dużą liczbę piaszczystych ławic i bocznych koryt. Żegluga śródlądowa radziła sobie z tymi trudnościami, dostosowując się do rytmu powodzi i susz w ustroju hydrologicznym rzeki. Wysokie stany wody występują na Wiśle w marcu, kwietniu i czerwcu. Powodzie wiosenne czyniły rzekę spławną; wiosna była także dogodną porą roku z ekonomicznego punktu widzenia ze względu na wysokie ceny zboża w porcie gdańskim w okresie pozimowym.

Szkuty

Słowny i graficzny opis statków wykorzystywanych do żeglugi wiślanej znalazł się w szczegółowym wykazie inwentaryzacyjnym sporządzonym przez austriackiego inżyniera Beneventusa Losy von Losennau w 1796 roku. Ten ilustrowany wykaz, opracowany w Krzeszowie nad Sanem, prawdopodobnie miał przeznaczenie militarne ze względu na ówczesne uczestnictwo Austrii w I koalicji antyfrancuskiej.

Szkuta była wyposażona w jeden maszt i rejomowy żagiel umożliwiający podróż powrotną w górę rzeki, z kolei galar był napędzany wiosłami i z tego względu używany wyłącznie do spławiania towarów w dół rzeki. Statki te zaprojektowano w taki sposób, by mogły sprostać trudnościom żeglugi na Wiśle: zbudowane z drewna, płaskodenne, dostosowane do transportu ładunków o masie do mniej więcej 100 ton, były obsługiwane przez załogę liczącą 20 osób. Znaczenie szkut dla spławiania ciężkich ładunków w dół rzeki doceniły także wojska szwedzkie, które najechały Polskę w XVII wieku.

Potop szwedzki

W czasie wojen szwedzkich Warszawa padła ofiarą grabieży na wielką skalę. Jako miasto królewskie była



dr hab.
Artur Magnuszewski,
prof. ucz.

Jest kierownikiem Zakładu Hydrologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego. Specjalizuje się w badaniach hydraulicznych koryt rzecznych i jezior z zastosowaniem modelowania hydrodynamicznego i danych teledetekcyjnych. Przedmiotem szczegółowych badań jest warszawski odcinek Wisły, Jezioro Zegrzyńskie, Jezioro Włocławskie. Współpracuje z Europejskim Regionalnym Centrum Ekohydrologii PAN w Łodzi i Instytutem Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowym Instytutem Badawczym w Warszawie.
asmagnus@uw.edu.pl



dr hab.
Hubert Kowalski

Jest adiunktem w Zakładzie Tradycji Antyku w Sztukach Wizualnych Instytutu Archeologii Uniwersytetu Warszawskiego i koordynatorem projektu Wisła – interdyscyplinarnego badania dna rzeki. Zajmuje się recepcją kultury artystycznej starożytnej Grecji i Rzymu w sztuce polskiej XVII, XVIII i XIX wieku. Pełni obowiązki dyrektora Muzeum Uniwersytetu Warszawskiego.
hubert.kowalski@adm.uw.edu.pl

bardzo zamożna, stanowiła też siedzibę wielu ważnych instytucji publicznych, prywatnych rezydencji i pałaców. Najeźdźcy zrabowali stąd liczne rzeźby, zdobienia architektoniczne i inne dobra kultury narodowej. Zgrabione ciężkie przedmioty transportowano do wybrzeży Bałtyku jedyną możliwą drogą – Wisłą, prawdopodobnie na pokładach szkut. Według źródeł historycznych spławianie łupów z Warszawy rozpoczęło się z końcem sierpnia 1656 roku.

Nie była to zbyt odpowiednia pora na takie działania ze względu na niski poziom wody w rzece, charakterystyczny dla wczesnej jesieni. Ponadto znaczne ryzyko dla żeglugi stanowią kamieniste podwodne progi. Są to wychodnie ilów trzeciorzędowych wypiętrzonych w korycie rzeki w wyniku nacisku wywieranego przez lądolody w czwartorzędzie, dodatkowo przykryte głazami narzutowymi wymytymi z glin zwałowych. Jeden z takich progów znajduje się w korycie rzeki na 516–518 km. Przy niskim stanie wody progi te zostają odsłonięte, powodując gwałtowny wzrost spadku podłużnego zwierciadła wody i przejście do przepływu rwącego.

W 1656 roku połączenie niskiego poziomu wody i podwodnych przeszkód nawigacyjnych oznaczało katastrofę dla konwoju szwedzkiego. Według przekazów kilka łodzi przewożących zrabowane łupy wpadło na mieliznę i uległo rozbiciu. Możliwe, że w celu zmniejszenia zanurzenia łodzi uwięzionych na mieliznie ich załogi mogły również wyrzucić część ładunku za burtę. Dokładne miejsce tego zdarzenia zlokalizowano dużo później dzięki zachowanemu listowi, który król Jan II Kazimierz Waza napisał do burmistrza Warszawy z prośbą o zabezpieczenie i odzyskanie zatopionego ładunku. Część tego transportu, m.in. dzie-

ła sztuki i sprzęt wojskowy, została wydobyta z dna rzeki przez ówczesnych mieszkańców miasta.

Skarby z Villi Regii

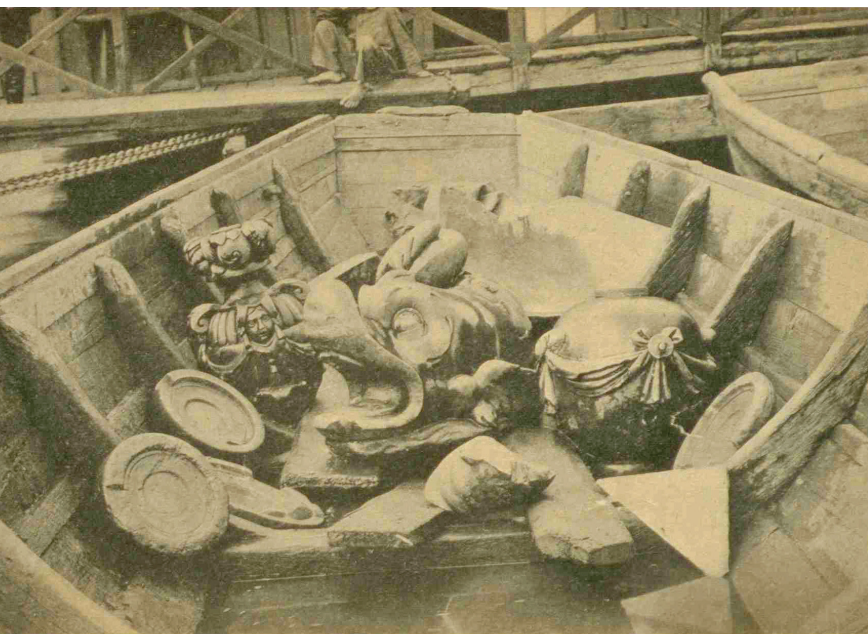
W przeszłości mielizny na rzece znajdujące się w granicach miasta były wykorzystywane jako złożę piasku potrzebnego jako materiał budowlany. Piasek był wydobywany ręcznie z małych łodzi wiosłowych za pomocą osadzonych na długich drągach czerpaków. W 1906 roku piaskarze warszawscy znaleźli na 516 i 517 km rzeki kilkadziesiąt przedmiotów z zatopionego transportu dzieł sztuki zrabowanych w XVII wieku. Prace wydobywcze kierowane przez Heljodora Nieciengiewicza zostały wstrzymane na rozkaz władz carskich, które zakazały wszelkiej działalności na rzece w pobliżu obiektów wojskowych, Cytadeli Aleksandrowskiej i Fortu Śliwickiego. Charakter znaleziska wskazywał na to, że artefakty zostały skradzione z Villi Regii, letniej rezydencji królewskiej znajdującej się na Krakowskim Przedmieściu w Warszawie, w miejscu, w którym dziś stoi Pałac Kazimierzowski. W latach 30. XX wieku odzyskane przedmioty przekazano Muzeum Dawnej Warszawy (dzisiejszemu Muzeum Warszawy). Niestety, część zbiorów przechowywanych na Rynku Starego Miasta uległa zniszczeniu podczas II wojny światowej.

Kolejną próbę odnalezienia marmurów zrabowanych w XVII wieku podjęto w 2009 roku, kiedy Wydział Historyczny Uniwersytetu Warszawskiego rozpoczął realizację projektu „1655–1909–2009 – Interdyscyplinarne badania dna rzeki”. Poszukiwania artefaktów z zatopionego transportu szwedzkiego zakończyły się sukcesem już w 2011 roku. Dzięki sprzyjającym warunkom hydrologicznym, jakie zaistniały w 2012 i 2015 roku, a także procesom rzeczonym zachodzącym w „gorsecie warszawskim” badania przyniosły kolejne spektakularne odkrycia. Wśród artefaktów odnalezionych podczas realizacji projektu znajdowały się m.in. rzeźbione kamienne gzymsy, nadproża, płytki posadzkowe i podstawy kolumn, a także kule armatnie i koła od ławet przewożących działa. Prawdopodobnie jednak najbardziej spektakularnym znaleziskiem w 2012 roku był XVII-wieczny fragment łuku nadproża z rzeźbionymi ornamentami noszącymi herb Wazów. Te elementy architektoniczne były stosunkowo lekkie, łatwe do zdemontowania i przewiezienia do Szwecji jako łup wojenny.

Badania hydrologiczne i archeologiczne Wisły

Chociaż obserwacje hydrologiczne odcinka Wisły na wysokości Warszawy obejmują ponad 200 lat wstecz, to pierwszych pomiarów przepływu dokona-

Detale architektoniczne
wydobyte w 1906 roku
przez piaskarzy z dna Wisły
na 516 i 517 km
(*Półw królewski*, 1906)



POŁÓW KRÓLEWSKI, „ŚWIAT” 1/1906



XVII-wieczne nadproże
z herbem Wazów, znalezione
w 2012 roku na dnie Wisły

Chcesz wiedzieć więcej?

Brański J., Banasik K., *Sediment yields and denudation rates in Poland. Erosion and Sediment Yield: Global and Regional Perspectives, Proceedings of an International Symposium Held at Exeter, UK, from 15 to 19 July 1996*, red. D.E. Walling, B. Webb, IAHS 1996, nr 236.

Falkowski T., Ostrowski P., *The impact of geologic structure on the variance of bed processes of a regulated river based on the Warsaw section of the Vistula River*, „Acta Geographica Lodziensia” 2012, vol. 100.

Kowalski H., Magnuszewski A., Radecki-Pawlik A., *The application of two-dimensional hydrodynamic models for underwater archaeological finds from the Vistula River in Warsaw, Poland*, „Hydrological Processes” 2018, <https://doi.org/10.1002/hyp.13234>.

Kowalski H., Wagner K., *The Swedish Army and the marbles from Warsaw*, „Historisk Tidskrift” 3/2016.

Mikulski Z., Skibiński J., Żbikowski A., *Wpływ rumowiska na pracę ujęć poddennych wodociągów miejskich m.st. Warszawy przed i po spiętrzeniu rzeki Wisły*, „Prace i Materiały Techniczno-Ekonomiczne Rady Naukowej przy Prezydium Stołecznej Rady Narodowej” 1969.

Półw królewski, „Świat” 1/1906.

Zielińska M., *Zmiany niwelety dna Wisły w Warszawie na tle zmian profilu podłużnego środkowej Wisły*, „Gospodarka Wodna” 1960.

no dopiero w pierwszym dziesięcioleciu XX wieku. Skutki hydrauliczne przewężenia rzeki w Warszawie zaobserwowano na pierwszych krzywych przepływu (tj. wykresach obrazujących korelację między stanem wody i przepływem dla określonego przekroju wodowskazowego rzeki). Zmiany w poziomie dna Wisły zauważono już w 1918 roku. Tempo tego procesu uległo przyspieszeniu wskutek budowy ostróg regulacyjnych w latach 60. XX wieku. Porównanie krzywych przepływu z lat 1919–2015 w profilu wodowskazowym Port Praski w Warszawie (513 km) wskazuje, że dno rzeki obniżyło się o 225 cm.

Warunki hydrauliczne w uregulowanym odcinku koryta Wisły w Warszawie badano za pomocą hydrodynamicznego modelu numerycznego CCHE2D, opracowanego w National Center for Computational Hydroscience and Engineering (NCCHE) na Uniwersytecie Missisipi. W modelu tym rozwiązuje się uśrednione w pionie równania Naviera-Stokesa za pomocą techniki komórek kontrolnych. Jako model dwuwymiarowy (2D) określa on pole prędkości uśrednionych w pionie i wskazuje obszary deformacji dna. Prędkość przepływu w okresie ekstremalnych wezbrań w obecnym korycie rzeki na odcinku między 505 i 515 km, obliczona za pomocą modelu CCHE2D, sięga 3,5 m/s. Tak duża prędkość nurtu jest charakterystyczna dla rzek górskich; podobne warunki tworzy też przewężenie Wisły w „gorsecie warszawskim”.

Tak się szczęśliwie składa, że miejsce, w którym na dnie znaleziono zatopiony ładunek, zostało uformowane przez wychodnie ilów pliocénskich, wzmocnione dodatkowo uzbrojeniem z głazów, dzięki czemu jest odporne na erozję. Erozja koryta Wisły postępuje w nasilonym tempie w miejscach, gdzie dno jest piasz-

czyste, a przebiega powoli nad progami zbudowanymi z ilów. W tym miejscu nie wykonywano także żadnych prac hydrotechnicznych służących regulacji rzeki. W czasie prowadzenia prac archeologicznych stan wody utrzymywał się na niskim poziomie: przepływ wynosił zaledwie 172 m³/s 12 września 2012 roku i tylko 157 m³/s 28 sierpnia 2015 roku. Oznacza to, że procesy erozyjne na odcinku „gorsetu warszawskiego” obniżyły dno rzeki, a dodatkowo wystąpiły ekstremalnie niskie przepływy, co stworzyło korzystne warunki do badań archeologicznych. Przedmioty znajdujące się pod wodą i zakopane w piasku zostały odsłonięte wskutek procesów erozyjnych i mogły zostać wydobyte przez archeologów. Proces erozji dna rzeki w dalszym ciągu sięga poza „gorset warszawski”; ostatnio jest obserwowany powyżej miasta, w profilu wodowskazowym Nadwilanówka (503–504 km). Porównanie krzywych przepływu dla tego profilu w latach 1960–2019 wykazało, że dno rzeki obniżyło się o 184 cm.

Wisła, rzeka z dynamicznymi procesami korytowymi, nieustannie odsłania kolejne archeologiczne sekrety. Latem 2019 roku na jej dnie w okolicy Łomianek (528–529 km) zespół archeologów podwodnych odkrył wrak dużego drewnianego statku, którego wielkość (długość 36 m i szerokość 6 m) wskazuje, że mogła to być szkuta. Dno rzeki wokół statku prawdopodobnie zostało odsłonięte wskutek procesów erozyjnych zachodzących na odcinku rzeki poniżej „gorsetu warszawskiego”. Do określenia wieku statku konieczne jest zbadanie pochodzenia i wieku materiału użytego do budowy kadłuba.

Może zatem się okazać, że Wisła kryje jeszcze wiele skarbow, które wspólne badania archeologów i hydrologów wydobędą pewnego dnia na światło dzienne.