

## ZMIANY ZAWARTOŚCI SUBSTANCJI ORGANICZNEJ W WODACH EKSPLOATOWANYCH ZE WSPÓŁCZESNYCH ALUWIÓW WISŁY NA TLE MORFOLOGII KORYTA <sup>1</sup>

*Tomasz Falkowski, Hanna Złotoszewska-Niedziałek*

Katedra Geoinżynierii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

### Wstęp

Obecność substancji organicznej i jej rodzaj wpływa w istotny sposób na całokształt chemizmu wód – decyduje o migracji wielu pierwiastków, może również niekorzystnie zmieniać właściwości organoleptyczne wody. Naturalne substancje organiczne (budujące organizmy wodne oraz produkty ich działalności życiowej) na ogół łatwo ulegają biodegradacji. Pewnym wyjątkiem są substancje humusowe [DOJLIDO 1995]. Znacznie trudniej rozkładane są związki organiczne występujące np. w zrzutach surowych ścieków miejskich i przemysłowych, spływach powierzchniowych, opadach atmosferycznych. Zawarta w wodach rzecznych substancja organiczna deponowana jest najczęściej w osadach dennych.

Obserwowane szczególnie w ostatnich latach zjawisko zwiększania różnic pomiędzy stanami ekstremalnymi w rzekach [OZGA-ZIELIŃSKA 1997], zgodne jest z ogólnym trendem zmian charakteru procesów rzecznych w holocenie określanych jako „dziczenia rzek” [FALKOWSKI 1971]. W korytach rzek „dzikich” – roztokowych obserwowane jest zróżnicowanie środowisk sedymentacji, które kształtowane jest głównie w trakcie opadania fali wezbraniowej. Na osadach o sedymentologicznych cechach utworów korytowych deponowane są utwory charakterystyczne dla równi zalewowej. W ich profilu występują przeławienia drobnoziarnistych osadów, bogatych w substancję organiczną. W strefie korytowej „dzikiej” – przeciążonej materiałem rzeki osad ten z czasem ulega pogrzebaniu.

W strefach koryta, w których w podłożu aluwii występują kulminacje odporne na rozmywanie podłoża, ograniczenie głębokości przeróbki wód wezbraniowych powoduje rozszerzenie się strefy korytowej wielkich wód. Sytuacja

---

<sup>1</sup> W pracy przedstawiono niektóre wyniki badań prowadzonych w ramach grantu KBN 8T07G 02021 pt. „Związek dynamiki wybranych procesów korytowych ze zróżnicowaniem rzeźby i litologii podłoża aluwii na przykładzie doliny Wisły Środkowej od Annapola do Modlina”, oraz grantu uczelnianego SGGW nr 50405280011 pt. „Zmiany morfologii koryta rzeki w warunkach silnej antropopresji i ich wpływ na jakość wód ujęć poddennych w Warszawie”.

taka sprzyja uruchamianiu znajdującej się w osadach substancji organicznej, która ponownie trafia do wód rzecznych.

Jedną z bardziej wydajnych metod eksploatacji wód z utworów rzecznych są infiltracyjne ujęcia poddenne. Zasadniczymi elementami takich instalacji są posadowione pod dnem koryta w warstwie utworów aluwialnych dreny, zbiegających się promieniście w studni zbiorczej. Do drenów – perforowanych rur o dużych średnicach trafia woda rzeczna infiltrująca przez aluwia, a także niewielka ilość wód podziemnych. Warunkiem prawidłowego funkcjonowania ujęcia jest odpowiednia miąższość utworów korytowych ponad drenem, a także wymiana tego naturalnego złoża filtracyjnego, który w trakcie eksploatacji ulega kolmatacji. Wymiana następuje w czasie wezbrań, kiedy zwiększa się głębokość przeróbki aluwii.

Celem badań było określenie przyczyn skokowego wzrostu zawartości substancji organicznej w eksploatowanych ujęciem poddennym wodach.

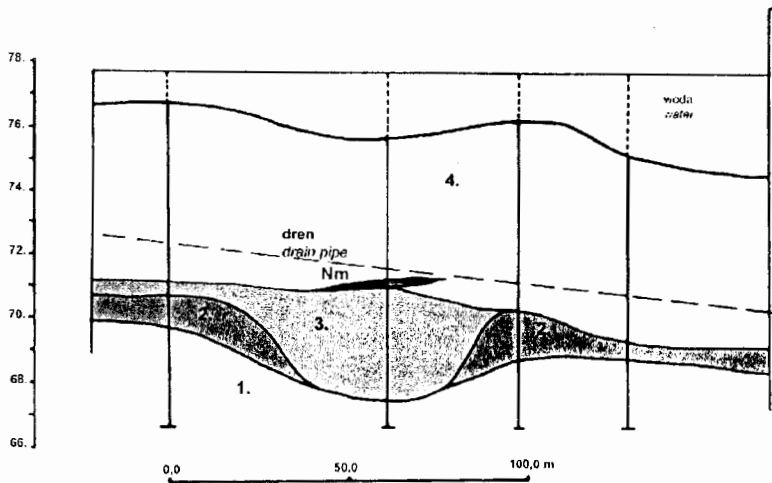
### Materiał i metody badań

Szczegółowe badania prowadzono w strefie korytowej Wisły w Warszawie, w rejonie ujęć infiltracyjnych Wodociągu Praskiego (Gruba Kaśka) [FALKOWSKI i in. 2004] a także powyżej Warszawy, gdzie analizowano struktury sedymentacyjne i litologię aluwii.

Dla określenia charakterystyki utworów aluwialnych facji korytowej stanowiących naturalne złoża filtracyjne Ujęcia Praskiego w Warszawie przeprowadzono wiercenia w korycie, wraz z poborem prób do badań laboratoryjnych (rys. 1).

m n.p.m.; m a.s.l

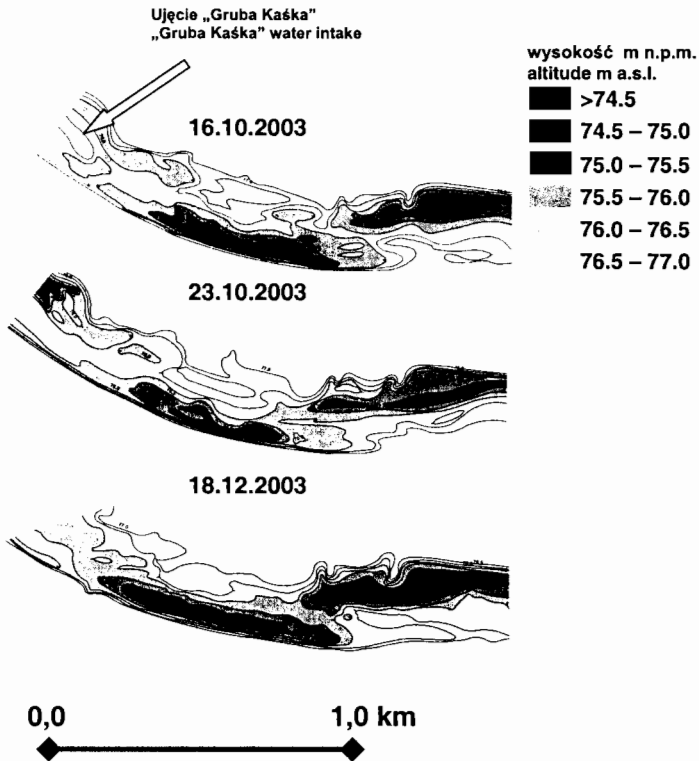
studnia; weel



Rys. 1. Przekrój geologiczny wzdłuż drenu 11 ujęcia „Gruba Kaśka”. 1 – piaski i pyły zastoiskowe, 2 – żwiry i otoczaki, 3 – piaski (plejstocen), 4 – piaski korytowe współczesnej Wisły, Nm – namuły

Fig. 1. Geological cross-section along drain pipe of water intake „Gruba Kaśka”. 1 – ice-dammed sands and silts, 2 – gravels and boulders, 3, sands (Pleistocene), 4 – channel sands of contemporary Vistula, Nm – warps

W celu określenia dynamiki zmian morfologii powierzchni dna w rejonie ujęć, odzwierciedlających zjawisko wymiany złoża filtracyjnego i zmiany jego miąższości przeprowadzono trzy serie pomiarów echosondażowych (rys. 2). Dla określenia znaczenia zabudowy hydrotechnicznej na przebieg procesów depozycyjnych kształtujących charakter złoża filtracyjnego wykorzystano także zdjęcia lotnicze.



Rys. 2. Mapy hipsometryczne koryta Wisły powyżej ujęcia „Gruba Kaśka” (biała strzałka) [OSTROWSKI 2004]

Fig. 2. Hypsometric maps of channel bottom upstream above water intake „Gruba Kaśka” (white arrow) [OSTROWSKI 2004]

W badaniach wykorzystano wyniki analiz fizyko-chemicznych wody z ujęcia zasadniczego „Gruba Kaśka” przed ich uzdatnieniem, z okresu od stycznia 2003 do lutego 2004 r. Analizy wykonywane były przez MPWiK Warszawa S.A. Wyniki charakterystycznych wskaźników zanieczyszczeń organicznych wody infiltrującej przez warstwę osadów korytowych pod dnem rzeki zestawiono w formie graficznej (rys. 3 –5).

Przy określaniu zawartości związków organicznych w wodzie ujęć poddennych przeanalizowano następujące wskaźniki zanieczyszczeń: ogólny węgiel organiczny (OWO) – wskaźnik będący miarą zanieczyszczenia wody wszystkimi substancjami organicznymi, absorbancja w nadfiolecie (Abs UV 5) będąca miarą związków organicznych absorbujących promieniowanie UV, utlenialność (wyrażona

jako ChZT– chemiczne zapotrzebowanie na tlen określone metodą nadmanganianową).

Ogólny węgiel organiczny oznaczono metodą polegającą na spalaniu związków organicznych do dwutlenku węgla. Wydzielony  $\text{CO}_2$  oznaczono w aparacie SHIMADZU. Pomiar absorbancji w nadfiolecie wykonano według metody zawartej w normie PN-84/C-04572.

## Wyniki i dyskusja

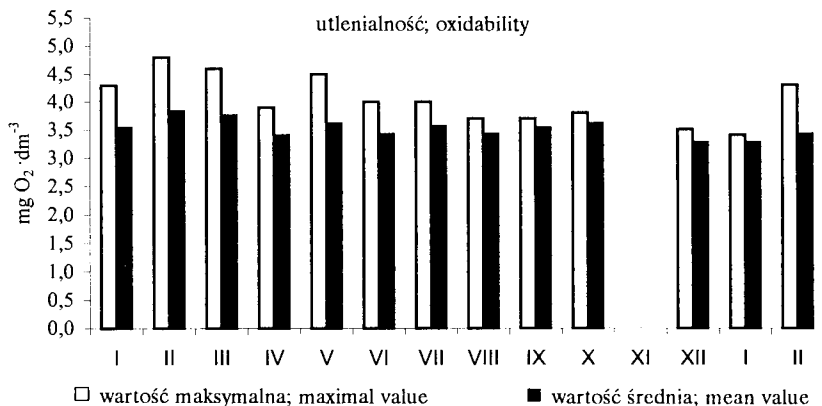
Analizowany fragment strefy korytowej Wisły to obszar występowania kulminacji podłoża aluwiiów, które budują tu głównie trzeciorzędowe iły pstrze [FALKOWSKI 1990; FALKOWSKI i in. 1992] oraz plejstoceńskie utwory glacialne. Na ich powierzchni występują często rezydualne bruki. Analiza geomorfologiczna strefy korytowej Wisły o rejonie ujść wykazała, że wydzielić tu można:

1. strefę tranzytową, w której ze względu na płytkie położenie stropu utworów trudnoroznizwalnych i oddziaływania urządzeń zabudowy hydrotechnicznej brak jest korytowych form depozycyjnych,
2. strefę depozycyjną, w obrębie której tworzą się rozległe makroformy – odsypy; ich morfologia ulega przeobrażaniu, także w czasie niskich stanów.

Aluwia facji korytowej Wisły na analizowanym odcinku to głównie piaski średnie z domieszką żwirów. W ich obrębie spotykane są przeławicenia namulów organicznych. Takie przeławicenia stwierdzano powszechnie w aluwjach w strefie korytowej Wisły Środkowej, powyżej analizowanego odcinka.

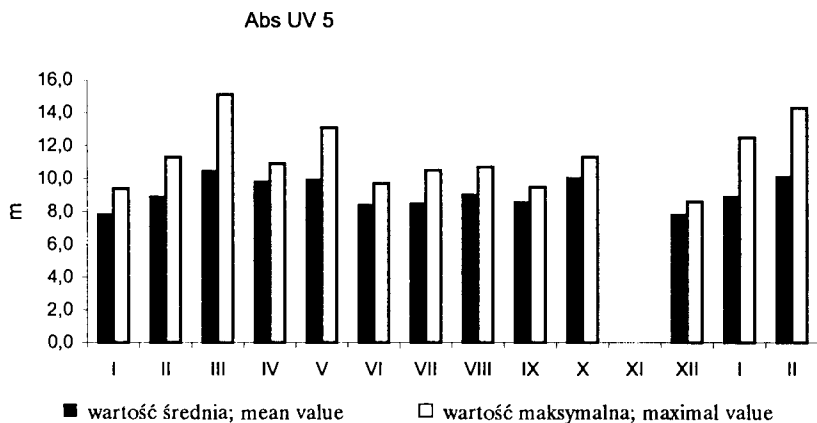
Charakterystyczne wartości wskaźników zanieczyszczeń organicznych w wodach eksploatowanych z tych utworów w okresie od stycznia 2003 do lutego 2004 roku przedstawiono na rysunkach 3–5.

Obecność związków organicznych wpływa w istotny sposób na właściwości organoleptyczne wody. Na rysunkach 6 i 7 przedstawiono oceny barwy i mętności w okresie obserwacyjnym.



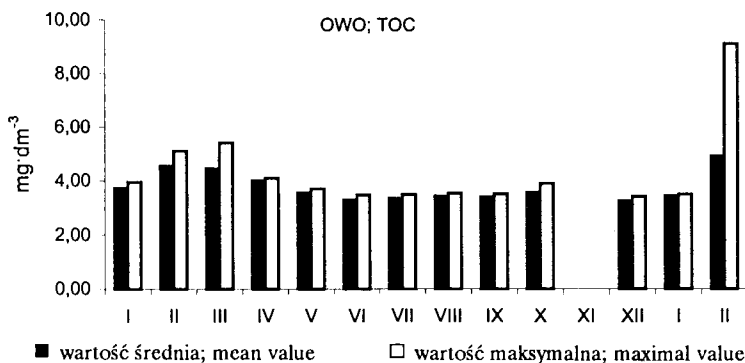
Rys. 3. Wartości utlenialności wody z Ujęcia Zasadniczego „Gruba Kaśka” w okresie 01.2003–02.2004

Fig. 3. Value of water oxidability at „Gruba Kaśka” intake head from 01.2003 to 02.2004



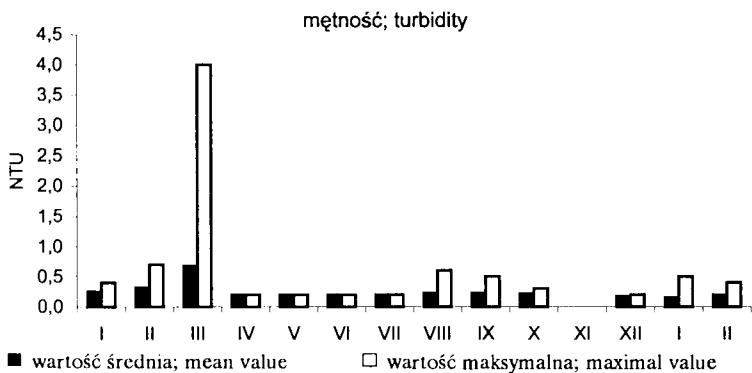
Rys. 4. Wartości absorbancji w nadfiolecie (Abs UV 5) z Ujęcia Zasadniczego „Gruba Kaśka” w okresie 01.2003–02.2004

Fig. 4. Concentration of Abs UV 5 at „Gruba Kaśka” intake from 01.2003 to 02.2004



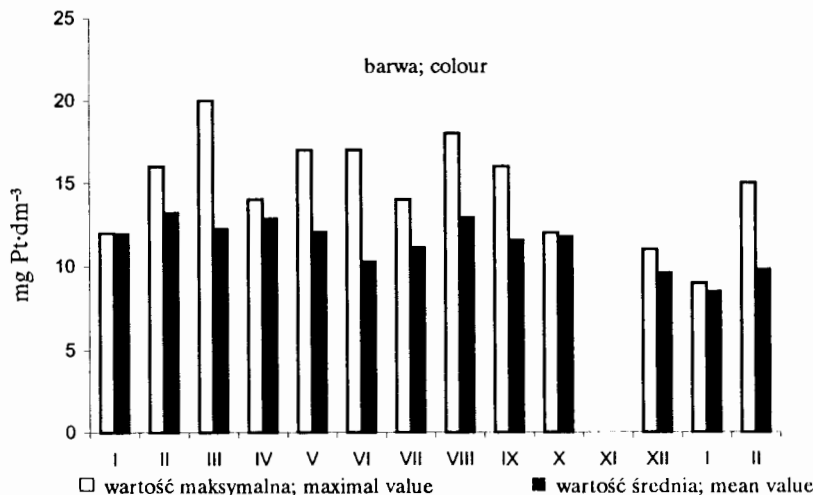
Rys. 5. Wartości stężenia OWO wody z Ujęcia Zasadniczego „Gruba Kaśka” w okresie 01.2003–02.2004

Fig. 5. Concentration of TOC at „Gruba Kaśka” intake from 01.2003 to 02.2004



Rys. 6. Wartości stężenia mętności wody z Ujęcia Zasadniczego „Gruba Kaśka” w okresie 01.2003–02.2004

Fig. 6. Value of water turbidity at „Gruba Kaśka” intake head from 01.2003 to 02.2004



Rys. 7. Wartości stężenia barwy wody z Ujęcia Zasadniczego „Gruba Kaśka” w okresie 01.2003–02.2004

Fig. 7. Values of water colour at „Gruba Kaśka” intake from 01.2003 to 02.2004

Wyniki analizy wykazują, że:

- największe wartości utlenialności rejestrowano od stycznia do maja z ekstremum w lutym 2003; bardzo wysokie wartości rejestrowano w lutym 2004;
- wartość wskaźnika będącego miarą zanieczyszczenia wody wszystkimi substancjami organicznymi, tj. ogólnego węgla organicznego (OWO), był najwyższy w lutym 2004 i utrzymywał wysokie wartości od lutego do czerwca 2003;
- absorpcja w nadfiolecie będąca miarą zawartości związków organicznych absorbujących promieniowanie UV osiągnęła maksymalną wartość w marcu 2003 i nieco niższą w lutym 2004 (tendencje zmian podobne jak w przypadku utlenialności);
- maksymalną wartość barwy odnotowano w marcu 2003;
- mętność wody była największa w marcu 2003.

Na podstawie analizy wyników badań wody stwierdzono, że zmiany zawartości substancji organicznych w wodzie wiślanej infiltrującej przez warstwę osadów pod dnem rzeki związane były z wiosennym (marzec) przybojem wód, kiedy pojawiły się najwyższe stężenia zanieczyszczeń. W przypadku gwałtownego wzrostu przepływu wody w rzece następuje wprowadzenie części osadów do toni wodnej i desorpcja zanieczyszczeń.

## Wnioski

1. Zawartość substancji organicznej w wodach rzecznych Wisły związana jest w dużej mierze z aktualną charakterystyką procesów korytowych. Długo-

- trwałość niskich stanów sprzyja depozycji utworów organicznych w strefie korytowej. Zawartość substancji organicznej może być wtedy odczuwalna w wodach eksploatowanych ujęciami poddennymi spod takich osadów. W Warszawie zjawisko takie obserwowano pod koniec 2003 roku.
2. W okresach przyborów wzrost zawartości substancji organicznej w wodach, poza spływem powierzchniowym jest także wynikiem jej ponownego uruchamiania ze zdeponowanych wcześniej osadów.
  3. Rejestrowane tendencje ewolucji zjawisk hydrologicznych na Niziu Polskim sugerują, że zjawiska te w przyszłości będą się nasilać, co wymaga odpowiedniego dostosowania technologii uzdatniania wody.

### Literatura

- DOJLIDO J. 1995. *Chemia wód powierzchniowych*. Wydawn. Ekonomia i Środowisko.
- FALKOWSKI E. 1990. *Morphogenetic classification of river valleys in formerly glaciated areas for the needs of mathematical land physical modeling in hydrotechnical projects*; *Geographia Polonica* 58: 57–67.
- FALKOWSKI E. 1971. Historia i prognoza rozwoju układu koryta wybranych odcinków rzek nizinnych Polski. *Biul. Geologiczny tom 12, Wyd. Uniwersytetu Warszawskiego*: 5–121.
- FALKOWSKI E., KRAUZLIS K., GRANACKI W., FALKOWSKI T., BIEGANOWSKI R. 1992. *Mapa stropu gruntów trudnorozmywalnych wraz z ich litologią w korycie Wisły*. Archiwum RZGW Warszawa.
- FALKOWSKI T., KIEDRYŃSKA L., NOWAK B., PACHOLEC B., ZŁOTOSZEWSKA-NIEDZIAŁEK H. 2004. *Jakość wód eksploatowanych ujęciem poddennym w Warszawie*. *Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska* 2(29): 126–137.
- OSTROWSKI P. 2004. *Wykorzystanie technologii GIS i GPS w badaniach dynamiki procesów korytowych dużych rzek na przykładzie Wisły Środkowej*. *Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska* 2(29): 32–40.
- OZGA-ZIEMIŃSKA M. 1997. *O konieczności określenia dla rzek Polskich maksymalnych wiarygodnych wezbrań wywołanych maksymalnymi, wiarygodnymi opadami*. *Forum Naukowo-Techniczne – Powódź 1997, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Warszawa*: 1–10.

**Słowa kluczowe:** substancja organiczna, aluwia, ujęcie wody

### Streszczenie

Pogłębiające się zjawisko braku wyrównania przepływu rzek na Niziu Polskim powoduje różnicowanie się środowisk sedymentacji w strefie korytowej Wisły. W obrębie serii utworów piaszczysto-żwirowych deponowane są przelawienia osadów drobnoziarnistych, zawierających substancje organiczną. Przeróbka

takich utworów w trakcie przyboru wód powoduje ponowne uruchamianie substancji organicznej. Wzrost zawartości substancji organicznej obserwowany jest w wodach eksploatowanych ujęciami poddennymi w Warszawie. W badaniach wykorzystano wyniki analiz fizyko-chemicznych wody z ujęcia zasadniczego „Gruba Kaśka” przed ich uzdatnieniem, z okresu od stycznia 2003 do lutego 2004 r. Przy określaniu zawartości związków organicznych przeanalizowano następujące wskaźniki zanieczyszczeń: ogólny węgiel organiczny (OWO), absorbancja w nadfiolecie (Abs UV 5), utlenialność oraz przedstawiono ocenę barwy i mętności.

## CHANGES OF ORGANIC MATTER CONTENT IN UNDER-BOTTOM INTAKE WATERS RELATED TO CHANNEL MORPHOLOGY

*Tomasz Falkowski, Hanna Złotoszewska-Niedziałek*  
Department of Geotechnical Engineering,  
Warsaw Agricultural University, Warszawa

Key words: organic matter, water quality, infiltration intake

### Summary

Phenomenon of increasing differences between high and low waters in rivers of Polish Lowland reflect on depositional processes. There are intercalations of fine deposits rich of organic matter, in channel series. During rising of water stages due to dipper channel erosion the content of organic matter in river water increases. The paper presents results of investigations, carried out in Vistula channel zone in the vicinity of water under bottom intake in Warsaw, as well as in middle Vistula river valley. The results of chosen chemical indices of sampled waters have been taken into consideration.

Dr Tomasz Falkowski  
Katedra Geoinżynierii  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego  
02-787 WARSZAWA  
ul. Nowoursynowska 166  
e-mail: falkowski@alpha.sggw.waw.pl