

Alina PRUSS, Elżbieta KRZEMIENIEWSKA

*Institut Inżynierii Środowiska  
Politechnika Poznańska*

## **WPŁYW PRZERW W EKSPLOATACJI FILTRA POSPIESZNEGO PRACUJĄCEGO NA STACJI UZDATNIANIA WODY „WIŚNIOWA” W POZNANIU NA AKTYWNOŚĆ MIKROBIOLOGICZNĄ ZŁOŻA**

**INFLUENCE OF SHUT DOWN SAND FILTER AT POZNAŃ WATER  
TREATMENT PLANT „WIŚNIOWA” ON BIOLOGICAL ACTIVITY OF  
FILTER BED**

*The studies were carried out on the technical scale at the Wiśniowa Water Treatment Plant in Poznań, Poland. The water treated in the plant comes from the infiltration intake and is characterized of high concentration of iron and manganese and periodically increased turbidity. The water treatment processes are based on water aeration, filtration and disinfection. Effect of filter shut-down on the microbiological activity of the filtration bed is discussed. Using an esterase activity test with fluorescein diacetate (FDA) microbiological activity in the quartz sand bed was determined. Filter performance prior to shut-down, filter behavior during shut-down, and filter performance after shut-down are investigated during experiments. The shut-down period had duration of 1 day, 2 days and 3 days. The results had shown significantly reduced filter activity after 1 day of shut-down. In the second day of shut-down, the activity of the sand filter bed was still low. However, in the third day a significant increase of microbiological activity was observed, especially in the deeper parts of the bed. 3 days interruption of filter operation was found to be the maximum possible.*

### **1. Wprowadzenie**

Filtracja pospieszna jest podstawowym procesem technologicznym stosowanym w projektowanych i eksploatowanych zakładach uzdatniania wody [Lacey M., 2001; Sozański, Huck 2007; Jeż-Walkowiak, 2006, 2007, 2008]. Proces ten klasyfikuje się do jednego z najbardziej złożonych procesów uzdatniania wody. Wynika to z ilości czynników i parametrów determinujących efektywność i przebieg procesu, jak również z trudności jednoznacznego jego matematycznego opisanie [Wodociągi i Kanalizacja, 2002; Huck, Sozański 2008]. Uniwersalność tego procesu wynika ze współdziałania w strukturze materiałów

filtracyjnych jednostkowych procesów fizycznych, chemicznych i biologicznych. Jego efektywność natomiast zależy od wielu czynników między innymi od: zastosowanego materiału filtracyjnego, przyjętych rozwiązań konstrukcyjno - hydraulicznych oraz staranności eksploatacji.

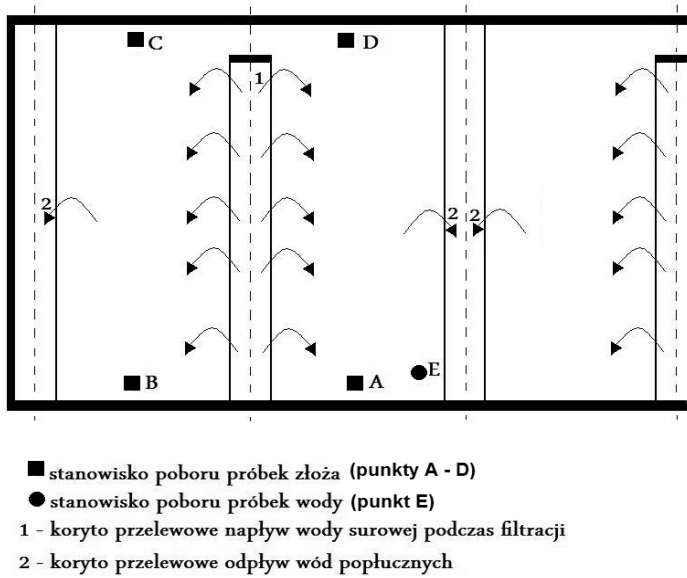
Stacja Uzdatniania Wody „Wiśniowa” w Poznaniu uzdatnia wodę z ujęcia infiltracyjnego „Dębina”. Technologia jej uzdatniania obejmuje procesy napowietrzania, filtracji i dezynfekcji. Proces filtracji realizowany jest na grawitacyjnych filtrach otwartych. Wypełnione piaskiem kwarcowym filtry pospieszne przeznaczone są przede wszystkim do usuwania z wody związków żelaza i manganu, równocześnie powodując obniżenie mętność i barwy uzdatnianej wody. Zdolność produkcyjna Stacja Uzdatniania Wody przy ulicy Wiśniowej wynosi około 120 000 m<sup>3</sup>/d. Obecnie ilość produkowanej wody waha się od 40 000 m<sup>3</sup>/d do 70 000 m<sup>3</sup>/d. Ze względu na ograniczoną wydajność ujęcia wody „Dębina” maksymalna przepustowość stacji zmalała więc o 50-70 % [Chomicki I. i inni, 2008]. Dolna granica wydajności stacji jest warunkowana minimalnymi parametrami pracy układu technologicznego zapewniającego jego prawidłową eksploatację. W związku z tym, filtry pospieszne eksploatowane na SUW Wiśniowa pracują w nietypowym układzie. Do cyklu: filtracja, płukanie, filtracja dodano okresowe postoje filtra. Zabieg ten wymuszony jest utrzymaniem sprawności technologicznej całego układu, a wynika z ograniczonej wydajności ujęcia wody.

## 2. Metodyka badań

Badania przeprowadzono w skali technicznej na SUW „Wiśniowa” w Poznaniu. Analizowano filtr pospieszny otwarty, którego wypełnienie stanowił piasek kwarcowy. Komora filtru posiada jedno koryto przelewowe - napływowe zlokalizowane centralnie. Równolegle do koryta napływowego po obu krawędziach zbiornika filtracyjnego znajdują się koryta odprowadzające wody popłuczne oraz w przypadku zbyt intensywnego napływu i piętrzenia się wody działają jako przelew awaryjny [rys. 1 i 2].

Do analizy aktywności mikrobiologicznej pobierano próbki złoża z czterech stanowisk (punkty A – D na rys. 1 i 2). Próbki złoża były pobierane z dwóch głębokości: z warstwy powierzchniowej oraz z głębokości około 20 cm. Analizowany filtr podczas poboru próbek zalany było wodą. Dodatkowo pobierano próbkę wody znajdującej się nad złożem (punkt E), którą analizowano pod względem fizyko-chemicznym i bakteriologicznym. Oznaczenia aktywności mikrobiologicznej złoża przeprowadzono za pomocą testu aktywności esteraz (EA) z dwuoctanem fluoresceiny (FDA) [Kijowska E. i inni, 2000, Pruss A., 2007, 2008, Pruss A. i inni, 2009] w laboratorium Instytutu Inżynierii Środowiska Politechniki Poznańskiej, natomiast parametry fizyko-chemiczne i bakteriologiczne wody wykonywało akredytowane laboratorium AQUANET S.A.

Badania prowadzono podczas normalnej pracy filtru oraz w czasie jego postoju przez okres 1, 2 i 3 dni.



Rys. 1. Lokalizacja punktów poboru próbek złoża i wody - filtr pospieszy F1 SUW „Wiśniowa”

Fig. 1. Sampling points location – rapid filter F1 of Water Treatment Plant „Wisniowa”

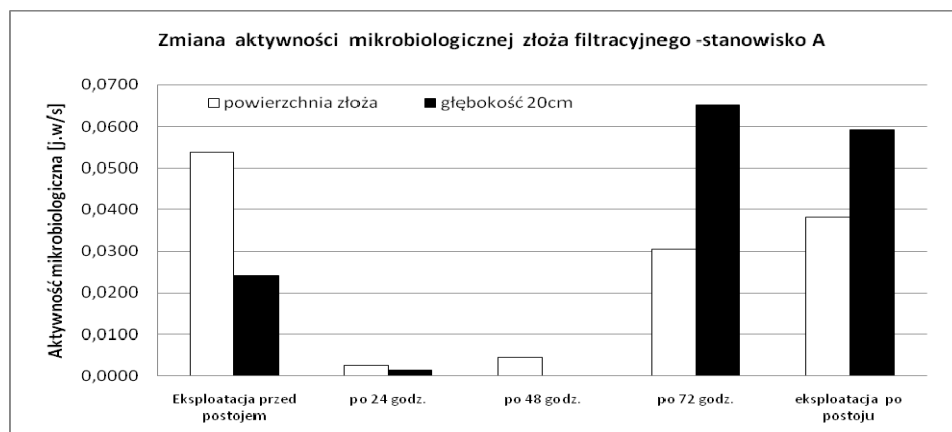


Rys.2. Filtr pospieszy F1 SUW „Wiśniowa” [fotografia E. Krzemieniewska]

Fig. 2. Rapid filter F1 of Water Treatment Plant „Wisniowa” [photo by E.Krzemieniewska]

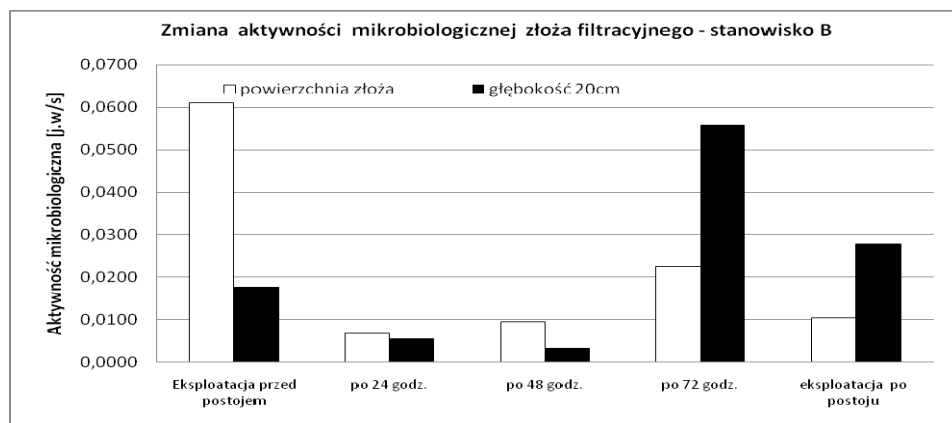
### 3. Wyniki badań i ich interpretacja

Na rysunkach nr 3 – 6 przedstawiono wyniki pomiarów aktywności mikrobiologicznej próbek złoża w analizowanych punktach ich poboru (A-D) w czasie normalnej pracy filtru oraz podczas jego postoju odpowiednio przez okres 1, 2 i 3 dni.



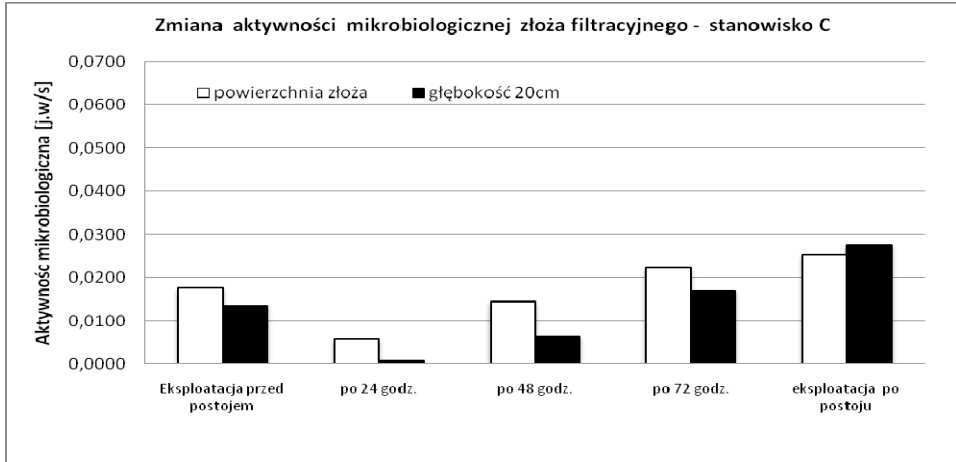
Rys. 3. Zmiana aktywności mikrobiologicznej złoża filtru pospiesznego – stanowisko A

Fig. 3. Changes of filter bed microbiological activity – rapid filter F1, sampling point A.



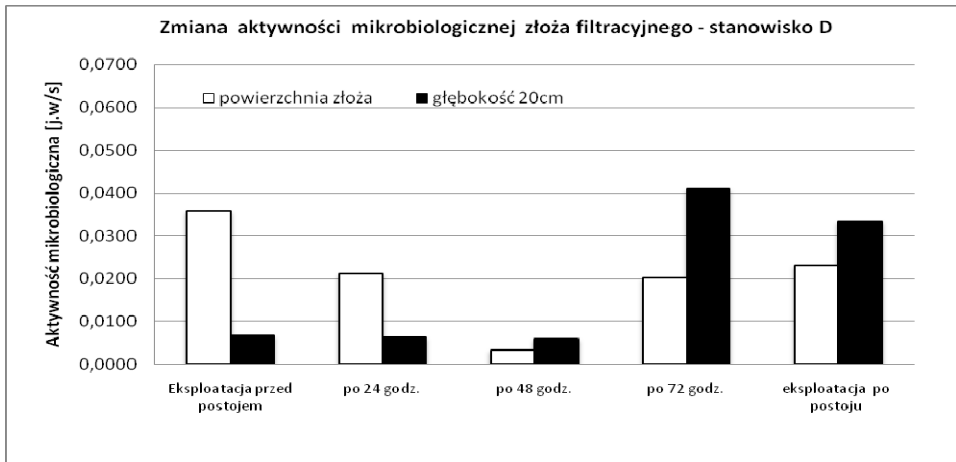
Rys. 4. Zmiana aktywności mikrobiologicznej złoża filtru pospiesznego – stanowisko B

Fig. 4. Changes of filter bed microbiological activity – rapid filter F1, sampling point B.



Rys. 5. Zmiana aktywności mikrobiologicznej złoża filtru pospiesznego – stanowisko C

Fig. 5. Changes of filter bed microbiological activity – rapid filter F1, sampling point C.



Rys. 6. Zmiana aktywności mikrobiologicznej próbek złoża filtracyjnego – stanowisko D

Fig. 6. Changes of filter bed microbiological activity – rapid filter F1, sampling point D.

Po pierwszej dobie postoju filtru zaobserwowano spadek aktywności mikrobiologicznej w złożu. Gwałtowny spadek aktywności mógł być wynikiem zmiany charakteru środowiska. Zatrzymanie procesu filtracji wiązało się z brakiem dopływu świeżych substancji pokarmowych. Brak przepływu wody miał wpływ na ograniczoną zdolność do przemieszczania się mikroorganizmów i substancji biogennych w głąb materiału filtracyjnego.

W drugiej dobie postoju filtru aktywność mikrobiologiczna w złożu utrzymywała się na bardzo niskim poziomie. 48 godzinna przerwa w eksploatacji filtru spowodowała spadek aktywności mikrobiologicznej w badanych próbkach złoża. Najprawdopodobniej miało to związek ze stagnacją rozwoju mikroorganizmów. Ten okres rozwoju mikroorganizmów zwany fazą zastoju lub przygotowania związany jest ze zmianą charakteru środowiska, następuje wtedy proces stagnacji rozwoju drobnoustrojów [Paluch, 1973]. W okresie tym mikroorganizmy adoptują się do nowych warunków życia. Ilość osobników w tej fazie może ulegać nieznacznym wahaniom. Długość trwania tej fazy zależy od szybkości przystosowania aparatu enzymatycznego komórek do ilości i jakości obecnego w środowisku pokarmu.

Po trzeciej dobie postoju aktywność mikrobiologiczna gwałtownie wzrosła osiągając wartości maksymalne. Duży wzrost mikroorganizmów zaobserwowano szczególnie w warstwie złoża z głębokości 20 cm. Gwałtowny wzrost liczebności drobnoustrojów po 72 godzinach postoju związany był najprawdopodobniej z przystosowaniem się mikroorganizmów do nowych warunków życia. Przypuszczalnie w tej dobie zaszły procesy związane z drugą i trzecią fazą wzrostu populacji bakterii. Po przystosowaniu się mikroorganizmów do nowych warunków następuje bowiem faza szybkiego wzrostu. Faza ta nazywana jest także fazą młodości fizjologicznej. Istotną cechą okresu wzrostu logarytmicznego jest duża wrażliwość mikroorganizmów na wszelkie zmiany jakości środowiska. Zastosowanie w tym okresie radykalnych działań takich jak płukanie filtru lub dezynfekcja może spowodować obumarcie drobnoustrojów. W trzeciej fazie dojrzałe bakterie zaczynają się dzielić. Proces ten jest bardzo szybki i następuje cyklicznie. Po każdym podziale liczebność bakterii podwaja się. W przypadku bakterii wodnych faza ta może trwać od kilku do kilkunastu dni [Paluch, 1973]. W przeprowadzonych badaniach zaobserwowano, iż między drugą, a trzecią dobą postoju filtru liczebność mikroorganizmów gwałtownie wzrastała, co świadczyło o namnażaniu się bakterii. Wydłużenie czasu postoju filtra ze względów higienicznych byłoby niewskazane. Nadmierna liczebność drobnoustrojów, ze względu na możliwość pojawienia się patogenów i szkodliwych metabolitów w wodzie uzdatnionej obniża jej jakość.

Analizując wyniki pomiarów aktywności mikrobiologicznej złoża piasku kwarcowego pobranego w różnych punktach filtru zaobserwowano wpływ punktu poboru na otrzymany wynik. Złóże pobrane w punktach A i B (rys. 1. i 2), blisko koryta doprowadzającego wodę wykazywały wyższe w porównaniu z punktami C i D zlokalizowanymi w dalszej odległości od koryta (rys. 1 i 2) wartości. Wskazuje to na istotny wpływ sposobu doprowadzenia wody do filtru. Lepszym rozwiązaniem wydają się koryta zamontowane w zbiorniku filtru na całej jego długości. Podczas pracy filtru, w większości punktów poboru złoża, zaobserwowano wyższą aktywność mikrobiologiczną na powierzchni złoża, co niewątpliwie miało związek z dogodnymi warunkami rozwoju mikroorganizmów (ciągły dopływ tlenu, substancji pokarmowych). Natomiast w czasie postoju filtru wyższą aktywność mikrobiologiczną zauważono na głębokości 20 cm.

W tabeli nr 1 przedstawiono wyniki jakości wody pobranej z dna złoża filtracyjnego. Analizując uzyskane wyniki zaobserwowano, iż zmiany absorbancji UV, utlenialności z  $\text{KMnO}_4$  oraz stężenie OWO w próbkach wody mają taki sam charakter jak zmiany aktywności mikrobiologicznej w złożu filtracyjnym. Po trzech dobach postoju filtru zaobserwowano niewielki wzrost absorbancji UV, utlenialności z  $\text{KMnO}_4$ , stężenia OWO oraz duży, niepokojący wzrost mikroorganizmów.

Tab. 1. Wyniki jakości wody – punkt poboru E (rys. 1 i 2)

Tab. 1. Water quality – sampling point E (fig. 1 and 2).

Parametry jakości wody	Temp.	pH	Zas.	Utle- nial- ność z KMnO <sub>4</sub>	OWO	absor- bancja UV	Ogólna liczba mikroorgani- zmów w 22±2°C
Stan filtra Jednostka	°C	-	mval/l	mg/l	mg/l	1/m	jtł/ 1ml
pracujący	8,6	7,41	3,6	2,7	4,33	10,7	230
po 24h postoju	9,1	7,73	3,5	2,5	4,22	10,3	196
po 48h postoju	9,5	7,78	3,5	2,4	4,29	10,0	267
po 72h postoju	9,0	7,69	3,6	2,8	4,45	10,8	4000
pracujący po postoju	8,0	7,72	3,7	2,7	4,43	10,6	2000

#### 4. Podsumowanie

Przeprowadzone badania aktywności mikrobiologicznej próbek piasku kwarcowego pobranych z filtru pospiesznego eksploatowanego na Stacji Uzdatniania Wody „Wiśniowa” w Poznaniu wykazały aktywność mikrobiologiczną analizowanego złoża. Wyłączenie filtru z eksploatacji i pozostawienie go w stanie zalanym powodowało zmiany aktywności mikrobiologicznej złoża.

Badania wykazały, że trzy dobowy przerwa w eksploatacji filtru jest maksymalnym czasem jego zatrzymania. Wydłużenie tego okresu jest niewskazane, gdyż mogłoby to spowodować nadmierny rozwój drobnoustrojów na powierzchni ziaren materiału filtracyjnego oraz w wodzie nad złożem.

Zaobserwowano wpływ punktu poboru złoża na otrzymany wynik. Próbkę materiału filtracyjnego pobrane blisko koryta doprowadzającego wodę wykazywały wyższe w porównaniu z punktami zlokalizowanymi w dalszej odległości od koryta wartości. Wskazuje to na istotny wpływ sposobu doprowadzenia wody do filtru na aktywność mikrobiologiczną złoża.

Badanie aktywności mikrobiologicznej za pomocą testu aktywności esteraz z dwuoctanem fluoresceiny FDA okazało się dobrym wskaźnikiem do oceny wpływu przerw w eksploatacji filtru na aktywność mikrobiologiczną złoża.

Pobierając próbki wody z nad powierzchni złoża filtracyjnego oraz materiał filtracyjny należy pamiętać o kolejności ich pobierania. W pierwszej kolejności powinna zostać pobrana próbka wody, następnie złoża. Taka kolejność poboru ograniczy wpływ zmaconego materiału filtracyjnego na jakość pobranej do analizy wody.

## 5. Podziękowania

Autorki chciałyby podziękować pracownikom AQUANET S.A. za umożliwienie przeprowadzenia badań na SUW „Wiśniowa” w Poznaniu. Pracownikom laboratorium wody AQUANET S.A. dziękujemy za sprawne i szybkie wykonanie analiz fizykochemicznych i bakteriologicznych wody.

## Bibliografia

- [1] „Wodociągi i kanalizacja – tradycja i współczesność”, Praca Zbiorowa pod red. Marka M. Sozańskiego, Izba Gospodarcza Wodociągi Polskie, Bydgoszcz, 2002.
- [2] Chomicki I., Bartosik A., „Doświadczenia z funkcjonowania infiltracyjnego ujęcia wody Dębina w Poznaniu i wstępna koncepcja jego modernizacji ” VIII Międzynarodowa Konferencja – Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód. Poznań-Gniezno 2008
- [3] Chomicki I., Graczyk A., Kijko D., „Konflikt największego ujęcia wody dla aglomeracji poznańskiej z obszarem NATURA 2000 „ VIII Międzynarodowa Konferencja – Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód. Poznań-Gniezno 2008
- [4] Huck P.M., Sozański M.M., Biological Filtration for membrane pre-treatment and other applications: toward the development of a practically oriented performance parameter, *Journal of Water Supply: Research and Technology – AQUA*, IWA Publishing, 57.4, 2008.
- [5] Jeż-Walkowiak J., „Złoża filtracyjne w uzdatnianiu wody” miesięcznik ogólnopolski, *Wodociągi kanalizacja* 11(33)/2006
- [6] Jeż-Walkowiak J., Sozański M.M., Weber Ł.: Iron and manganese removal in filtration process through chalcedonit sand, *Polish Journal of Environmental Studies*, volume 16, nr 2a, part II, 2007.
- [7] Jeż-Walkowiak J.: Odmanganianie wód podziemnych w filtrach pospiesznych ze złożami oksydacyjnymi, *Przegląd Chemiczny*, 5, 2008.
- [8] Kijowska E., Leszczyńska M., Sozański M.M. Metabolic activity test in investigation of biodegradation in biological filters. *Water Supply*, 2000
- [9] Kijowska E., Leszczyńska M., Sozański M.M. Test aktywności metabolicznej w badaniach biodegradacji materii organicznej w złożach biologicznych filtrów węglowych. IV Międzynarodowa Konferencja Naukowo Techniczna – Zaopatrzenie w wodę, Jakość i Ochrona Wód, Kraków 2000
- [10] Lacey M., Filtration: venerable and versatile workhorse, *JAWWA*, December 2001
- [11] Paluch J. (red.) *Mikrobiologia wód*. PWN, Warszawa 1973
- [12] Pruss A. Wpływ przerwy eksploatacyjnej filtrów węglowych na ich aktywność biologiczną, // *Ochrona Środowiska* 3/2007r.



- [13] Pruss A.: Usuwanie związków azotu z wody w procesie biofiltracji w przypadku podwyższonej zawartości substancji organicznych /W: Zaopatrzenie w wodę i jakość wód. VIII Międzynar. Konf. XX Kraj. Konf. Poznań- Gniezno, 2008 r. Red. M.M. Sozański. Z. Dymaczewski, J.Jeż-Walkowiak [Organiz.]: PZITS – Oddz. Włkp., Canadian Society for Civil Eng., Politechn. Pozn. - Inst. Inż. Środ. [i in.]. – Gniezno 16 –18 czerwca 2008
- [14] Pruss A., Maciołek A., Lasocka-Gomuła I.: Wpływ aktywności biologicznej złóż węglowych na skuteczność usuwania związków organicznych z wody.// Ochrona Środowiska. – 2009, vol.31, nr 4, str. 31-34
- [15] Sozański M. M., Huck P.M. „Badania doświadczalne w rozwoju technologii uzdatniania wody” Polska Akademia Nauk Komitet Inżynierii Środowiska vol.42, Lublin 2007

