

Joanna JEŻ-WALKOWIAK, Ireneusz CHOMICKI\*  
Marek M. SOZAŃSKI, Daria EWERTOWSKA

Politechnika Poznańska  
\*AQUANET S.A., Poznań

## WPŁYW STANÓW POWODZIOWYCH RZEKI WARTY NA JAKOŚĆ WODY INFILTRACYJNEJ UJĘCIA DĘBINA W POZNANIU

THE EFFECT OF HIGH WATER LEVELS OF THE WARTA RIVER ON  
INFILTRATION WATER QUALITY THE DĘBINA WATERWORKS IN  
POZNAN

*In the paper the Dębina infiltration intake is presented. The influence of flood on infiltrated water quality parameters is evaluated. The following parameters were analyzed: color, turbidity, TOC, nitrites and microbiological parameters. The chemical analysis of the water was done in certificated laboratory of waterworks company AQUANET during the period of 2007-2010.*

### 1. Wprowadzenie

Uzdatnianie wody powierzchniowej z wykorzystaniem sztucznej infiltracji jest alternatywą dla technologii opartej na procesach koagulacji, sedymentacji i filtracji pospiesznej [1]. Ważną zaletą procesu sztucznej infiltracji, w porównaniu z konwencjonalnym procesem oczyszczania, jest zapewnienie większej stabilności biologicznej uzdatnionej wody [2, 3].

System sztucznej infiltracji obejmuje zasilanie ujmowanych wód podziemnych poprzez wykonane baseny lub rowy. Do zalet infiltracji sztucznej w porównaniu z infiltracją naturalną-brzegową należy zaliczyć [1,4,5]:

- korzystniejsze warunki przekształceń jakościowych wód powierzchniowych [4],
- mniejszą kolmatację środowiska gruntowego [5],
- stworzenie zapasu wody surowej na wypadek nagłego zanieczyszczenia ujmowanych wód powierzchniowych.

W artykule przedstawiono analizę i ocenę przyczyn zmian jakości wody na infiltracyjnym ujęciu wody Dębina w Poznaniu, ze szczególnym uwzględnieniem uwarunkowań wynikających z powodzi, jakie wystąpiły w latach 2010 – 2011.

## 2. Ujęcie infiltracyjne „Dębina” dla miasta Poznania

Infiltracyjne ujęcie wody Dębina położone jest na tarasie zalewowym rzeki Warty. Teren ujęcia obejmuje obszar o powierzchni ok. 180 ha rozciągnięty wzdłuż lewobrzeżnej doliny Warty na odcinku ok. 3,2 km.

Aktualnie infrastruktura ujęcia składa się z:

- pompowni wody rzecznej o wydajności 5400 m<sup>3</sup>/h,
- stawów infiltracyjnych, w tym 27 stawów podstawowych o łącznej powierzchni 16,2 ha, 4 stawów naturalnych (starorzeczy) o powierzchni 8,5 ha, 13 tzw. stawów bocznych o powierzchni 6,2 ha aktualnie nieczynnych, przeznaczonych do likwidacji i 6 stawów osłonowych rozmieszczonych po obu stronach autostrady o powierzchni 4,4 ha.
- 305 studni rozmieszczonych w 3 ciągach lewarowych I, II i III,
- 2 studni zbiorczych lewarów.

Woda ujmowana z rzeki podawana jest bez podczyszczania na stawy infiltracyjne. Stawy infiltracyjne podstawowe budowane były w większości, jako tzw. stawy bliźniacze na planie prostokąta, o szerokości w dnie ok. 20 m i długości 150 – 450 m, rozdzielone groblą wewnętrzną. Wysokość napelnienia eksploatacyjnego stawów wynosi 180 cm.

Wydajność ujęcia jest zmienna i zależy od stanów hydrologicznych Warty oraz potrzeb AQUANETU. Maksymalna wydajność średnia roczna w okresie ostatnich lat była w roku 2004 i wyniosła 60591,5 m<sup>3</sup>/d. W roku 2010 wyniosła 53096 m<sup>3</sup>/d. Maksymalną średnią miesięczną zanotowano w marcu 2007 r. – 85560 m<sup>3</sup>/d.

Bilans składników zasilania ujęcia wg prognozy modelowej na stan eksploatacji z czerwca 2005 r. w wysokości 77860 m<sup>3</sup>/d przedstawiał się następująco:

- sztuczna infiltracja ze stawów – 76%, infiltracja brzegowa z Warty - 25%, dopływ wód gruntowych - 2,7%, infiltracja efektywna - 0,1%.

Jakość wód pozyskiwanych z ujęcia formuje się głównie pod wpływem jakości wód Warty. Filtracja wody w środowisku gruntowym eliminuje praktycznie zanieczyszczenia bakteriologiczne (stwierdza się tylko incydentalne występowanie pojedynczych bakterii gr. coli i przetrwalniki bakterii *Clostridia* w 100 ml) i znacznie poprawia parametry fizyczno-chemiczne. Następuje w szczególności znaczące zmniejszenie stężenia zawiesin, mętności, barwy, azotanów, azotynów, utlenialności, OWO, detergentów, a także metali ciężkich. Zaznacza się jednocześnie podwyższenie stężeń manganu, żelaza dwuwartościowego, CO<sub>2</sub> oraz w mniejszym stopniu twardości, siarczanów i zasadowości, a woda nabiera cech wody podziemnej. Najkorzystniejszą jakością pozyskuje się ze studni lewara II, zasilanego prawie wyłącznie z infiltracji sztucznej.

Jakość wód pozyskiwanych z lewara III i I jest mniej korzystna, szczególnie w zakresie barwy, utlenialności, azotu amonowego, żelaza i manganu. Wynika to z mniej korzystnych warunków hydrogeochemicznych, płytszych studni w rejonie lewara III i dopływu zanieczyszczeń z wodami gruntowymi. Jakość wód surowych zmienia się w nawiązaniu do sytuacji hydrologiczno-meteorologicznej oraz w pewnym stopniu wielkości poboru wód z ujęcia. Obserwuje się to w szczególności w okresach wysokich stanów hydrologicznych wód powierzchniowych, w tym w szczególności powodziowych i wynika z pogorszenia się jakości wód rzecznych, szczególnie w zakresie barwy, utlenialności, manganu, azotu amonowego. W okresach tych następuje również zmniejszenie się miąższości strefy niepełnego nasycenia pod dnem stawów, a w warunkach powodziowych znaczne zmniejszenie drogi pasaży wody przez środowisko gruntowe, co znacznie pogarsza warunki samooczyszczenia się wód w środowisku gruntowym.

## 2. Wyniki badań

Analiza wpływu stanów powodziowych rzeki Warty na jakość wody infiltracyjnej ujęcia Dębina została przeprowadzona w oparciu o następujące dwa zbiory wyników badań:

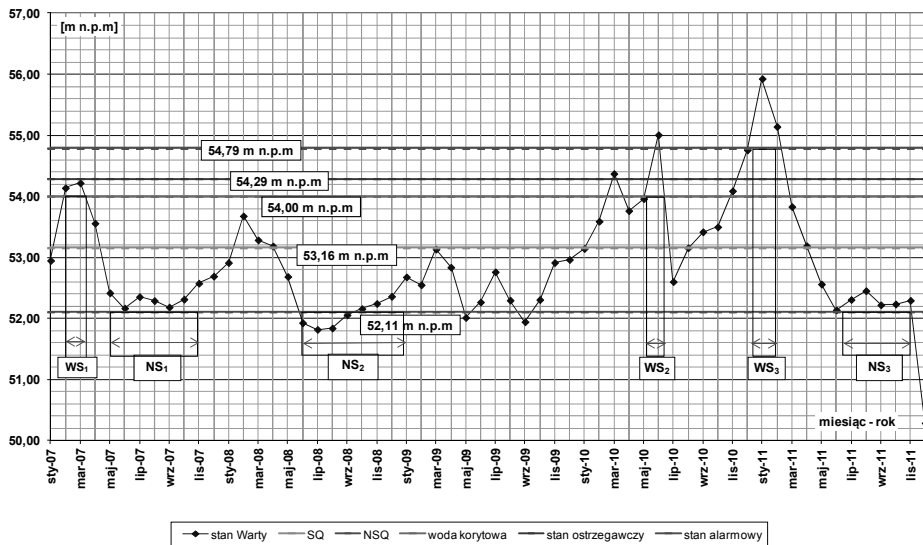
- stany rzeki Warty z lat 2007-2011,
- wyniki analiz fizykochemicznych wody z rzeki Warty i wody infiltracyjnej,

### 3.1. Wyniki pomiarów stanów wody rzeki Warty

Stany wody w rzece Warcie były obserwowane i odczytywane na łacie wodowskazowej zlokalizowanej na ujściu Dębina, a wyniki odczytów zostały odniesione do niwelacji państwowej. Wahania stanów wody pozwalają na poznanie reżimu hydrologicznego rzeki ponieważ są funkcyjnie związane z przepływami.

Na rys. 1 przedstawiono wyniki pomiarów stanów wody rzeki Warty w okresie 2007 – 2011 wraz z naniesionymi stanami charakterystycznymi umożliwiającymi interpretację wpływu stanu wody w rzece na jakość wody rzecznej i infiltracyjnej. Na rysunku 1 przedstawiono następujące wysokości stanów rzeki Warty: SQ – przepływ średni roczny, NSQ – średnia z najmniejszych przepływów rocznych, woda korytowa - rzędna górnej krawędzi koryta rzeki oraz wysokości stanów ostrzegawczego i alarmowego.

Okresy występowania stanów charakterystycznych podano w tabeli 1.



Rys. 1. Hydrogram - średnie miesięczne wartości stanów rzeki Warty (2007 – 2011) wraz z analizowanymi przedziałami wysokich i niskich stanów.

Fig. 1. Hydrography – monthly average of Warta River water level.

Tab. 1. Okresy występowania charakterystycznych stanów wody na ujęciu infiltracyjnym Dębina w Poznaniu.

Tab. 1. Periods of characteristic Warta River water level.

| Okresy występowania stanów charakterystycznych: |                           |                            |
|---|---------------------------|----------------------------|
| stan wody korytovej                             | stan ostrzegawczy         | stan alarmowy              |
| (27.02 - 30.03) 2010 r.                         |                           | (26.05 - 18.06) 2010 r.    |
| (1.04 – 13.04) 2010 r.                          | (23.05 - 22.06) 2010 r.   | (24.11 - 5.12) 2010 r.     |
| 21.05 - 23.06) 2010 r.                          |                           | (20.12 - 22.12) 2010 r.    |
| (14.11.2010 - 4.03.2011 r.                      | 17.11.2010 - 1.03.2011 r. | 30.12.2010 - 24.02.2011 r. |
| (23.03 - 25.03) 2011 r.                         |                           |                            |

Alarmowe stany rzeki Warty jednoznacznie identyfikują okresy wylania się wody poza granice koryta rzeki i objęcie stanem powodzi także terenu ujęcia infiltracyjnego Dębina. W tym kontekście należy w dalszych rozważaniach wyszczególnić:

- powódź letnią jaka wystąpiła w czerwcu 2010r.,
- powódź zimową z okresami grudzień – marzec 2011r.

### 3.2. Wyniki badań jakości wody Warty i wody infiltracyjnej

Badania składu fizykochemicznego i bakteriologicznego wody rzeki Warty i wody infiltracyjnej były prowadzone przez akredytowane Laboratorium Badań Wody firmy AQUANET w latach 2007 – 2011. Zakres badań objętych analizą niniejszej pracy obejmował następujące wskaźniki i składniki: barwa, mętność, ogólny węgiel organiczny (OWO), azotyny, ogólna liczba mikroorganizmów w 36°C (mezofilne), ogólna liczba mikroorganizmów w 22°C (psychrofilne), clostridia i *Clostridium perfringens* (spory), enterokoki (paciorkowce). Wyżej wymienione analizy wykonane były zgodnie z Polskimi Normami. Bakterie grupy coli oznaczane były metodą z użyciem testu Colilert.

Analizę wpływu stanów powodziowych rzeki Warty na jakość wody infiltracyjnej ujęcia Dębina przeprowadzono w oparciu o:

- wyniki analiz parametrów jakości wody w Warcie,
- wyniki analiz parametrów jakości wody infiltracyjnej,
- stany wody rzeki Warty.

Analizowane wyniki badań jakości wody i stanów rzeki Warty dotyczą okresu od 1 stycznia 2007 do 30 listopada 2011 roku. Zakresy wartości analizowanych parametrów fizyko-chemicznych jakości wód z podziałem na charakterystyczne okresy przedstawiono w tabeli 2.

Tab. 2. Jakość wody rzeki Warty i wody infiltracyjnej w analizowanym okresie.

Tab. 2. Water quality parameters of Warta River and infiltration water.

| Parametr jakości wody | Jednostka | Okres poddany analizie:<br>1.01.2007 – 30.11.2011 |                    | Powódź letnia:<br>26.05 – 18.06.2010 |                    | Powódź zimowa:<br>24.11 – 24.02.2011 |
|-----------------------|-----------|---|--------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|
|                       |           | Warta   | Woda infiltracyjna | Warta                                | Woda infiltracyjna | Woda infiltracyjna                   |
| Barwa                 | mgPt/L    | 12,5-70,0   | 5,0-65,0           | 60-70                                | 7,5-25             | 10-20                                |
| Mętność               | NTU       | 2,5-21,0  | 0,3-10,8           | 2,6-4,9                              | 1,2-1,7            | 0,9-3,2                              |
| OWO                   | mgC/L     | 5,6-46,2  | 3,7-7,1            | 14,5-17,2                            | 6,0-7,1            | 5,8-6,2                              |
| Azotyny               | mgN/L     | 0,006-0,209                                       | 0,0-0,6            | 0,093-0,209                          | 0,004-0,094        | 0,053-0,069                          |

Analizie poddano także wartości parametrów mikrobiologicznych wody Warty i wody infiltracyjnej w analizowanym okresie. Stwierdzono następujące prawidłowości:

#### Ogólna liczba mikroorganizmów w 36°C po 48 godzinach

Wartość ogólnej liczby mikroorganizmów w 36°C w wodzie rzeki Warty była oznaczana w okresie 11 sierpnia 2008 do 27 lipca 2009 i wahała się w przedziale wartości od 152 do 10 000 jtk/1ml. Najwyższa wartość 10 000 jtk/1ml została oznaczona 11 sierpnia 2008 w okresie niskich stanów Warty.

Wartość ogólnej liczby mikroorganizmów w 36°C w wodzie infiltracyjnej w okresie od 23 kwiecień 2007 do 30 listopada 2011 wahała się w przedziale wartości od 0,0 do 2100 jtk/1ml.

Najwyższe wartości ogólnej liczby mikroorganizmów w 36°C w wodzie infiltracyjnej (do 2100 jtk/1ml oznaczono w okresie niskich i średnich stanów Warty w okresie od 18 maja 2009 do 23 listopada 2009.

Wartość ogólnej liczby mikroorganizmów w 36°C w okresie powodzi letniej 2010 w wodzie infiltracyjnej wynosiła od 4 do 342 jtk/1ml.

Wartość ogólnej liczby mikroorganizmów w 36°C w okresie powodzi zimowej przełomu lat 2010-2011 w wodzie infiltracyjnej wynosiła od 2 do 180 jtk/1ml co wskazuje na pewien wzrost wartości parametru w okresie powodzi zimowej.

#### Ogólna liczba mikroorganizmów w 22°C po 72 godzinach

Wartość ogólnej liczby mikroorganizmów w 22°C w wodzie rzeki Warty była oznaczana w okresie 1 stycznia 2007 do 17 grudnia 2007 i wahała się w przedziale wartości od 500 do 17 000 jtk/1ml i obejmowała okres wysokich i niskich stanów rzeki Warty. Najwyższa wartość 17 000 jtk/1ml została oznaczona 6 marca 2007 w okresie wysokich stanów Warty.

Wartość ogólnej liczby mikroorganizmów w 22°C w wodzie infiltracyjnej w okresie od 1 stycznia 2007 do 6 listopada 2011 wahała się w przedziale wartości od 0,0 do 1620 jtk/1ml.

Podwyższone wartości ogólnej liczby mikroorganizmów w 22°C w wodzie infiltracyjnej oznaczono w okresie niskich i średnich i wysokich stanów Warty w okresie po 6 kwietnia 2009 do 23 listopada 2009. Najwyższą wartość odnotowano w czasie powodzi letniej 4 czerwca 2010.

Wartość ogólnej liczby mikroorganizmów w 22°C w okresie powodzi letniej 2010 w wodzie infiltracyjnej wynosiła od 2 do 1620 jtk/1ml

Wartość ogólnej liczby mikroorganizmów w 22°C w okresie powodzi zimowej przełomu lat 2010-2011 w wodzie infiltracyjnej wynosiła od 5 do 1000 jtk/1ml.

### Bakterie coli

Liczba bakterii coli oznaczana metodą Colilert w wodzie rzeki Warty i w wodzie infiltracyjnej była oznaczana w całym okresie poddanym analizie od stycznia 2007 do listopada 2011 osiągając wartości z zakresów:

- 135 – 41100 jtk/100ml – woda w Warcie,
- 0 – 2420 jtk/100ml – woda infiltracyjna.

Najwyższą wartość liczby coli metodą colilert w wodzie warciańskiej oznaczono 18 czerwca 2008 w okresie niskich stanów Warty.

Podwyższone wartości liczebności coli metodą colilert w wodzie infiltracyjnej występowały w okresie powodzi letniej 2010.

### Clostridia

Clostridia oznaczano w wodzie rzeki Warty od 1 stycznia 2007 do 27 lipca 2009, a liczba clostridii wahała się w przedziale 2 – 1000 jtk/100ml. W wodzie infiltracyjnej clostridia oznaczano od 1 stycznia 2007 do 10 stycznia 2011, a liczba clostridii wahała się w przedziale 0-2 jtk/100ml.

Podwyższona liczebność clostridii w wodzie infiltracyjnej stwierdzona była w okresie od czerwca 2007 do lipca 2008 w okresie niskich i średnich stanów Warty.

Nie stwierdzono wyraźnego wpływu powodzi na wzrost liczebności clostridii w wodzie rzecznej i infiltracyjnej.

### Clostridium perfringens

Clostridium perfringens oznaczano w wodzie rzeki Warty i w wodzie infiltracyjnej od czerwca 2008 do października 2011, a liczebność wahała się w przedziale:

- 0 – 600 jtk/100ml – Warta,
- 0 – 3 jtk/100ml – woda infiltracyjna.

Najwyższa i podwyższona liczebność clostridium perfringens występowała przy wysokich i niskich stanach Warty.

Najwyższe liczebności clostridium perfringens w wodzie infiltracyjnej stwierdzono w okresie letniej i zimowej powodzi, a podwyższone wartości zaobserwowano w okresie niskich stanów Warty w czerwcu 2008.

### Enterokoki

Enterokoki oznaczano w wodzie rzeki Warty od lutego 2009 do listopada 2011, a liczebność enterokoków wahała się w przedziale 0 – 5800 jtk/100ml. W wodzie infiltracyjnej enterokoki oznaczano od maja 2010 do listopada 2011, a liczebność enterokoków wahała się w przedziale 0 – 200 jtk/100ml.

Najwyższe wartości enterokoków w Warcie stwierdzono przy średnich stanach wody, poza okresami powodzi. Podwyższone wartości enterokoków do 308 jtk/100ml zaobserwowano również w czasie powodzi letniej 2010.

Najwyższe wartości liczebności enterokoków w wodzie infiltracyjnej, 200 jtk/100ml, zaobserwowano 29 sierpnia 2011, przy niskich stanach Warty.

Podwyższone wartości enterokoków w wodzie infiltracyjnej, do 22 jtk/100ml, zaobserwowano w okresie letniej powodzi 2010.

### 3. Analiza wpływu wezbraniowych stanów Warty na jakość wody infiltracyjnej

Oceny wpływu stanów wezbraniowych wody w rzece i jej jakości, na jakość wody infiltracyjnej dokonano:

- według metody trendu zmian średnich wartości wskaźników jakości wody infiltracyjnej w funkcji stanów wody w rzece w zakresie od ok. 52,00 m n.p.m. do ok. 56,50 m n.p.m.,
- poprzez identyfikację pojawiających się w wodzie infiltracyjnej nagle i bez widocznych przyczyn incydentalnie podwyższonych wartości wskaźników zanieczyszczeń chemicznych i/lub mikrobiologicznych, niezależnie od stanów wody rzecznej.

Badania trendu zmian średnich wartości wskaźników jakości wody infiltracyjnej w funkcji stanów wody w rzece, dokonano dla średnich wartości: mętności, barwy, OWO, azotynów, liczby mikroorganizmów w 36°C i 22°C oraz bakterii coli oznaczonych metodą Colilert i Clostridium perfringens. Na potrzeby analizy trendu zmian wytypowano 6 przedziałów czasowych występowania niskich i wysokich stanów wody. Na rysunku 1 przedstawiono 3 okresy stanów niskich i 3 okresy stanów wysokich. Dla tych przedziałów czasowych obliczono średnie wartości analizowanych parametrów jakości wody. Na rysunku 2 przedstawiono zależności wartości średnich badanych parametrów od stanu wody rzeki Warty. Otrzymane linie trendu wykazały:

- brak wpływu stanów wody w rzece na mętność i barwę wody infiltracyjnej,
- niewielki wzrost wartości OWO oraz ilości Clostridium perfringens wody infiltracyjnej ze wzrostem stanów wody,
- wzrost stężenia azotynów oraz spadek jakości mikrobiologicznej wody infiltracyjnej określonej liczbą mikroorganizmów w 36°C, 22°C i liczbą bakterii coli oznaczonych metodą Colilert, wraz ze wzrostem stanów wody w rzece,

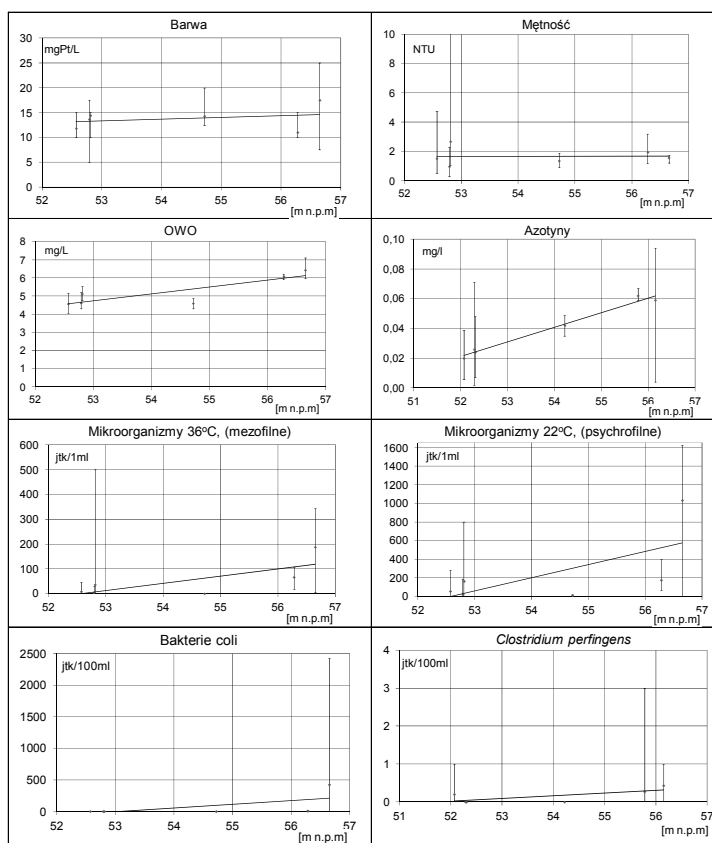
Równocześnie stwierdzono pojawiające się incydentalnie w badanych okresach wzrost wartości wskaźników zanieczyszczeń, głównie mikrobiologicznych jak np.: liczby mikroorganizmów w 36°C i 22°C oraz bakterii coli oznaczanych metodą colilert, enterokoków i clostridium perfringens.

Otrzymane wyniki badania trendu wskazują na istniejące potencjalnie zagrożenie obniżenia efektów procesu infiltracji eksploatowanego systemu pod wpływem uwarunkowań hydrologicznych wynikających z powodzi w zakresie obniżenia jakości mikrobiologicznej wody infiltracyjnej. Wynika to prawdopodobnie głównie ze skróconej drogi infiltracji wody w gruncie związanej z zalaniem terenu ujęcia.

Z kolei pojawiający się incydentalnie wzrost wskaźników zanieczyszczeń głównie mikrobiologicznych również poza okresami powodzi wskazuje na istnienie tzw. „krótkich spięć hydraulicznych”, czyli ujawniania się w określonych warunkach ułatwionej migracji zanieczyszczeń do warstwy wodonosnej.

#### 4. Ocena przyczyn obniżenia jakości wód infiltracyjnych w okresach stanów powodziowych

Pogorszenie jakości wód Warty w okresach powodziowych jest efektem oddziaływania wielu czynników związanych z okresem występowania powodzi (letnia, zimowa), stopniem zalania terenu ujęcia, długością trwania zalewu powodziowego, wielkością poboru wód w okresie powodzi. Większy wpływ na pogorszenie się składu chemicznego i bakteriologicznego miała powódź letnia. Było to głównie związane z większym stopniem zanieczyszczenia Warty w okresie tej powodzi, a także z bezpośrednim dopływem wód – poza procesem infiltracji- do rozszczelnionego w wyniku powodzi systemu lewarowego. Pewne znaczenie miały również wyższe temperatury w okresie powodzi letniej oraz większy pobór wód.



Rys. 2. Średnie wartości parametrów jakości wody infiltracyjnej w wyznaczonych przedziałach czasowych w funkcji stanów rzeki Warty.

Fig.2. Average values of water quality parameters of infiltration water In analyzed periods of low and high water level of Warta River.



Pogorszenie się składu chemicznego i bakteriologicznego jest jednak tylko jednym z czynników warunkujących stan zanieczyszczenia. Istotne znaczenie ma również pogorszenie się warunków oczyszczenia się wód rzecznych w środowisku gruntowym. Wynika to przede wszystkim ze znacznego skrócenia drogi przepływu wody rzecznej w środowisku gruntowym. Woda rzeczna, która w normalnych warunkach migruje do studni ze stawów lub rzeki i przebywa drogę w większości rzędu ok. 100m, pojawia się bowiem przy studniach i droga jej przepływu skraca się do kilku metrów strefy aeracji, przy czym może dochodzić również do całkowitej eliminacji strefy aeracji, co dodatkowo pogarsza efekty oczyszczania wód rzecznych. Wejście wody powodziowej na teren ujęcia tworzy jednak dodatkowo możliwość ułatwionej migracji zanieczyszczonych wód rzecznych do warstwy wodonośnej.

Ułatwiona migracja wód powodziowych do środowiska gruntowego mogła nastąpić również:

- w strefach rozmyć erozyjnych powierzchni terenu w trakcie powodzi,
- w wyniku dopływu wód powodziowych do stawów i ich zamulenia osadami co następowało w efekcie przelewania się wody przez groble, których rzędne kształtują się w zakresie 56,6 – 57,2 m n.p.m., oraz rozmycia erozyjnego grobli, co stwierdzono w przypadku dwóch stawów na ujęciu,
- w bezpośrednim otoczeniu studni, gdzie wykonanie przyłącza do lewara wiąże się z wykonaniem wykopu o głębokości 3,5 do 7,5 m na powierzchni 100 do 300m<sup>2</sup>, wielokrotne podłączenia do lewara kolejnych generacji studni doprowadziło więc do całkowitego zaburzenia naturalnego ułożenia warstw geologicznych, co może tworzyć warunki do ułatwionej migracji zanieczyszczeń w bezpośrednim otoczeniu studni.

Zagrożenie dla ujęcia stanowiło również i będzie stanowić w przyszłości wniesienie na jego teren osadów powodziowych, z których mogą wyplukiwać się zanieczyszczenia, a także przenoszenie na teren ujęcia zanieczyszczeń wymywanych z pasa ochronnego autostrady.

## 5. Podsumowanie i zalecenia dotyczące eksploatacji ujęcia infiltracyjnego w okresach powodziowych

Ujęcie infiltracyjne „Dębina” dostarcza wodę surową dla Stacji Uzdatniania Wody Wiśniowa, zaopatrującej część Poznania w wodę do picia. Jakość wody infiltracyjnej powinna zapewniać niezawodność produkcji wody uzdatnionej w istniejącym systemie technologicznym. Woda infiltracyjna po poddaniu jej procesom jednostkowym systemu technologii uzdatniania SUW Wiśniowa musi spełniać wymagania stawiane wodzie do picia w myśl Rozporządzenia Ministra Zdrowia [6].

Stany powodziowe w dolinie rzeki Warty mają negatywny wpływ na jakość wody pozyskiwanej z ujęcia infiltracyjnego Dębina. Dotyczy to zarówno składu bakteriologicznego jak i chemicznego.

Przyczyny pogarszania się jakości wód na ujęciu Dębina w okresie dwóch ostatnich powodzi należy wiązać z następującymi czynnikami:

- pogorszeniem się jakości wody rzecznej w czasie powodzi, utrzymującym się również przez pewien okres czasu po jej zakończeniu,
- znacznym skróceniem drogi przepływu wody rzecznej w środowisku gruntowym,

- znacznym zmniejszeniem się miąższości strefy aeracji lub całkowitej jej eliminacji pod stawami i na pozostałym terenie tarasu zalewowego, co ogranicza istotny wpływ tej strefy na samooczyszczanie wód rzecznych,
- dopływem wody powodziowej do stawów i ich zamulaniem osadami w wyniku przelewania się wody przez groble, a także przzerwania grobli, co stwierdzono w przypadku dwóch stawów na ujęciu,
- ułatwioną migracją wód powodziowych do warstwy wodonośnej w miejscach rozmyć erozyjnych powierzchni terenu oraz w pasie barier studziennych gdzie wielokrotne podłączenie studni doprowadziły do całkowitego zaburzenia naturalnego ułożenia warstw geologicznych,
- wlewaniem się wody powodziowej do strefy saturacji poprzez niezamknięte lub nie w pełni szczelne zamknięcia otworów obserwacyjnych,
- rozmywaniem zanieczyszczeń kumulujących się w strefie ochronnej autostrady i ich przenoszeniem na teren ujęcia.

Pogorszenie się chemizmu wód Warty oraz wzrost stopnia zanieczyszczenia bakteriologicznego obserwowano w szczególności w okresie powodzi wiosenno – letniej. Zaznaczyło się ono głównie w zakresie takich parametrów jak: barwa, utlenialność, OWO i azotyny. Przyczyną pogorszenia się jakości wód Warty w okresie tej powodzi było wnoszenie do rzeki różnego typu zanieczyszczeń przez wody opadowe, zagniwanie materii organicznej na terenach zalewowych, przeróbka osadów korytowych oraz gwałtowny rozwój flory i fauny w starorzeczach i na tarasach zalewowych.

W wyniku zmian chemizmu wody w okresie powodzi wiosenno – letniej zaobserwowano w wodzie surowej ujęcia wzrost barwy (do 65 mg Pt/l), azotynów (do 4,6 mg/l), utlenialności (do 4,9 mg/l), OWO (do 6,6 mg/l), żelaza (do 1,4 mg/l). Były to w większości zmiany krótkotrwałe, jednakże nieco podwyższone stężenia, w szczególności OWO, barwy i utlenialności utrzymywały się do powodzi zimowej.

Powódź zimowa miała inny charakter niż powódź wiosenno – letnia. Była ona efektem rozciągniętych w czasie wysokich stanów hydrologicznych wód podziemnych i powierzchniowych. W związku z tym, a także specyfiką okresu zimowego, zmiany chemizmu wód były znacznie mniejsze i dotyczyły tylko niewielkiego wzrostu barwy azotynów, utlenialności i OWO. W ujmowanych wodach zaznaczyło się to tylko w zakresie azotynów. Wzrosły również stężenia azotanów i azotu amonowego, ale było to głównie związane ze specyfiką okresu zimowego.

Największy problem w zakresie jakości wody był związany z dużym wzrostem zanieczyszczenia bakteriologicznego wód surowych. Zaznaczyło się to w największym stopniu w okresie wpływu powodzi letniej, a w szczególności w okresie 27.05. do 23.08.2010 r. Pewien wpływ miał również wzrost zanieczyszczenia bakteriologicznego wód Warty, co zaznaczyło się w szczególności po przejściu fali powodzi.

Wzrost zanieczyszczenia bakteriologicznego w okresie powodzi zimowej był mniejszy. Zaznaczył się on głównie w grudniu 2010 i styczniu 2011 roku. Był również dość wysoki do połowy marca 2011 r. Mniejsze zanieczyszczenie bakteriologiczne w trakcie powodzi zimowej w stosunku do powodzi wiosenno – letniej było związane z:

- mniejszym zasięgiem wód powodziowych na ujęciu,
- nieco mniejszym zanieczyszczeniem bakteriologicznym wód Warty,
- dłuższym czasem migracji wód powodziowych w środowisku gruntowym w warunkach zimowych.

Zanieczyszczenie bakteriologiczne wód surowych można obserwować również poza okresami powodziowymi. Są to najczęściej pojawiające się w niewielkiej liczbie (1 – 2 jtk/100ml) bakterie grupy coli, rzadziej pojedyncze bakterie escherichia i clostridia.

Na zachowanie niezawodnego funkcjonowania ujęcia Dębina wpływają następujące czynniki:

- niezawodne działanie systemu monitoringu pracy ujęcia: ciągły monitoring, obejmujący badania mikrobiologiczne, jakości wody na ujęciu Dębina, wody rzeki Warty oraz wody infiltracyjnej,
- stacja uzdatniania wody infiltracyjnej powinna dysponować niezawodnym systemem dezynfekcji, umożliwiającym skuteczną eliminację wykrywanych na ujęciu mikroorganizmów oraz konserwację wody,
- w okresach stanów powodziowych prowadzone powinny być wzmożone, całodobowe obserwacje ujęcia i pracy poszczególnych studni,
- sprawne działanie systemu ostrzegania przed zbliżającą się falą powodziową, zapewniające ochronę ujęcia i zabezpieczenie zapasu wody dla Miasta Poznania.

## Bibliografia

- [1] „Wodociągi i kanalizacja tradycja i współczesność”, Redaktor: Marek M. Sozański, Polska Fundacja Ochrony Zasobów Wodnych, Poznań-Bydgoszcz, Poland, 2002 r.
- [2] Sozański M. M., Huck P.M., (2007) "Badania doświadczalne w rozwoju technologii uzdatniania wód", PAN, Lublin
- [3] Sozański M.M. i K. Olańczuk–Neyman, 2002. Stan wiedzy i perspektywy rozwojowe technologii uzdatniania wody jako współczesnej dyscypliny nauki, *Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN, Vol. 9 – Inżynieria Środowiska Stan Obecny i Perspektywy Rozwoju*, Lublin.
- [4] Górski J. i inni (1999) „Ocena infiltracyjnych ujęć wody w świetle doświadczeń wodociągów poznańskich”, *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, t.IX, Warszawa-Kielce.
- [5] Górski J., Przybyłek J., „Wpływ czynników klimatycznych na warunki eksploatacji i jakość wód ujęć infiltracyjnych” III Międzynarodowa Konferencja Zaopatrzenie w Wodę i Jakość Wód, Poznań, 1998r.
- [6] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 kwietnia 2010 r., zmieniające rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, Dziennik Ustaw 2010 Nr 72, poz. 466.

