

Robert CIOŁKOWSKI

*Zakład Ujęć Wody
Piotrkowskie Wodociągi i Kanalizacja
Piotrków Trybunalski*

PRZYSPIESZENIE WPRACOWANIA ZŁOŻ FILTRACYJNYCH W FILTRACH CIŚNIENIOWYCH, POZIOMYCH NA SUW „ŻWIRKI” W PIOTRKOWIE TRYBUNALSKIM

THE ACCELERATION OF FILTER BED "RIPENING"
IN HORIZONTAL PRESSURE FILTERS
AT WATER TREATMENT PLANT "ŻWIRKI"
IN PIOTRKÓW TRYBUNALSKI

1. Wprowadzenie

Piotrków Trybunalski eksploatuje dwie stacje uzdatniania wody:

- SUW „Szczekanica”,
- SUW „Żwirki”.

Stacja uzdatniania wody przy ulicy Żwirki wybudowana została w latach 1925 -1927 w ramach umowy z firmą ULEN & COMPANY z Nowego Jorku.

Źródłem wody jest 8 istniejących na ujęciu studzien głębinowych (o numerach Ic, IIIc, VIb, VIIb, VIIIb, IXb', XI', XII'). Łączna wydajność to 500 m³/h.

Pod względem chemicznym ujęte wody charakteryzują się odczynem pH 7,1 ÷ 7,3 i wykazują ponadnormatywną zawartość związków żelaza i manganu wynosząc odpowiednio: 2,19 mg/dm³ Fe (otwór Nr VIIIb) - 2,78 mg/dm³ Fe (otwór Nr XII') i 0,15 mg/dm³ Mn (otwór Nr IXb') - 0,267 mg/dm³ Mn (XII').

Woda ze studni poddawana jest uzdatnianiu na czterech filtrach ciśnieniowych, poziomych. Zastosowano system filtracji dwustopniowej (dwa filtry I^o i dwa II^o). Pierwszy stopień usuwa związki Fe, następnie na drugim stopniu usuwane są związki Mn. Zawartość żelaza po uzdatnieniu wynosi – 0,01 mg/dm³ Fe i manganu - 0,01 mg/dm³ Mn. Tak efektywny proces osiągnięto dzięki przeprowadzonemu remontowi całego układu filtracyjnego.

Trzy filtry wypełniono tradycyjnym materiałem filtracyjnym – żwirem kwarcowym. Są to dwa filtry pierwszego stopnia i jeden drugiego. W czwartym filtrze zastosowano oprócz żwiru kwarcowego rudę manganową (warstwa o grubości około 30 cm). Ruda manganowa miała przyspieszyć wpracowanie się złoża filtracyjnego do usuwania z wody surowej związków manganu.

Po zakończonym remoncie regularnie badano wodę uzdatnioną pod względem zawartości związków Fe i Mn oraz bakteriologicznym, a także podjęto działania mające na celu przyspieszenie wpracowania złóż do usuwania związków manganu i żelaza.

W pierwszej kolejności ustalono stały przepływ, a tym samym stałą prędkość filtracji (bardzo ważny czynnik przy wpracowywaniu się złóż filtracyjnych).

Następnym działaniem było zaprawianie złóż filtracyjnych drugiego stopnia roztworem nadmanganianu potasu (KMnO_4) w celu uaktywnienia złoża braunsztynowego w filtrze Nr 4 i złoża kwarcowego w filtrze Nr 3.

Wykonane prace przyniosły efekt w postaci uzyskania wyników zgodnych z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2010 r. Nr 72, poz.466).

W referacie umieszczone zostaną także:

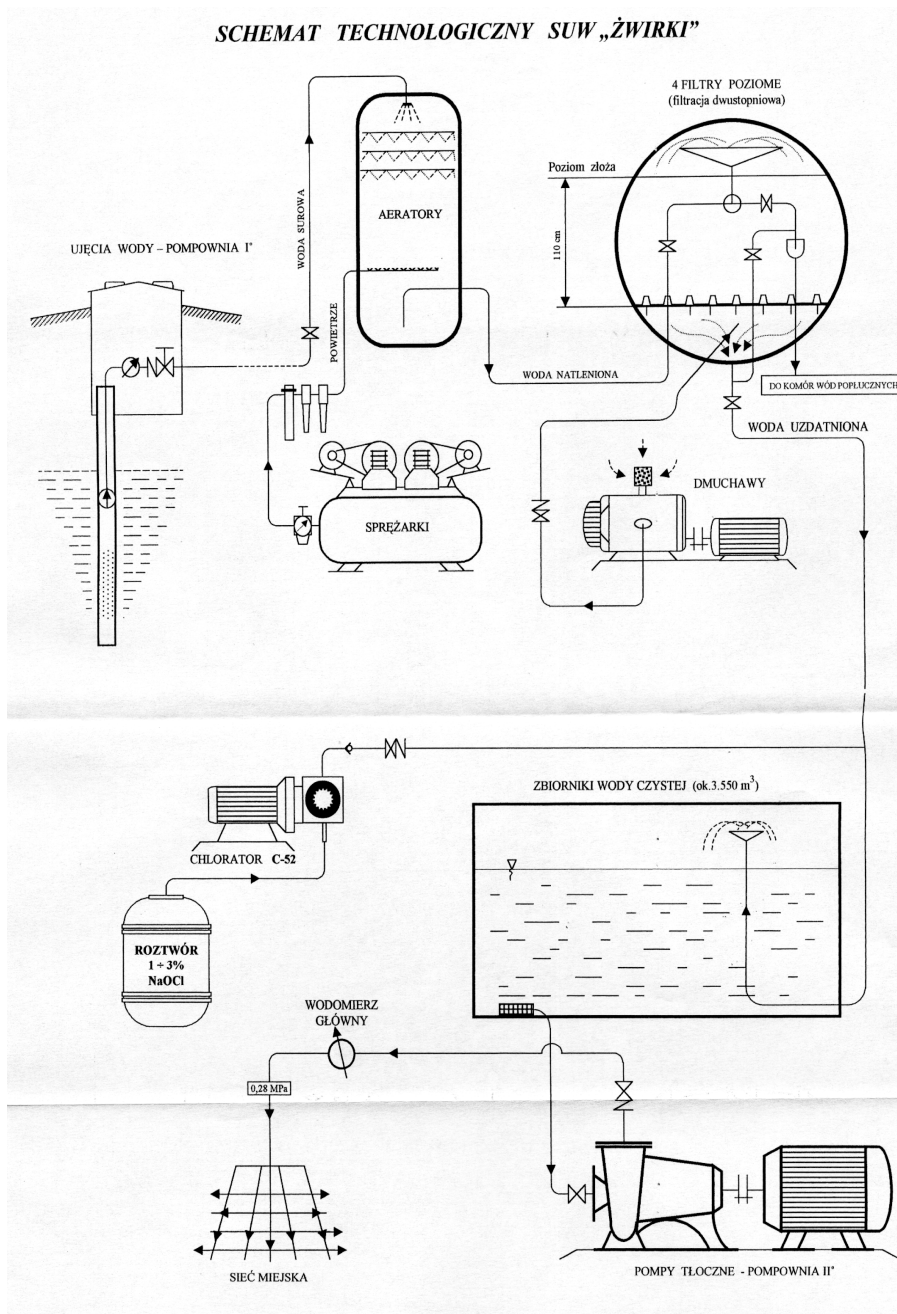
- schemat technologiczny SUW „Żwirki”,
- schematy i dane filtrów (pow. filtracji, ilość i wysokość poszczególnych warstw filtracyjnych, zastosowane dysze filtracyjne itd.),
- wykresy obrazujące czas wpracowania się poszczególnych filtrów z uwzględnieniem prędkości filtracji.

2. Schemat technologiczny

Podstawowe procesy w uzdatnianiu wody wykorzystywanymi na SUW „Żwirki” zostały poniżej przedstawione w kolejności chronologicznej:

- wydobywanie wody ze studni głębinowych (pompy I^o),
- tłoczenie wody,
- napowietrzanie w dwóch aeratorach,
- filtracja na pierwszym stopniu,
- filtracja na drugim stopniu,
- magazynowanie wody (cztery zbiorniki o pojemności 3500 m³),
- tłoczenie wody do sieci miejskiej (pompy II^o),
- w razie potrzeby dezynfekcja NaOCl.

Poniżej przedstawiono uproszczony schemat technologiczny SUW „Żwirki”.



Rys. 1. Schemat technologiczny SUW „Żwirki”

Fig. 1. Technological scheme of WTP „Żwirki”

3. Opis SUW „Żwirki”

Ujęcie komunalne dla m. Piotrkowa Tryb. przy ul. Żwirki – potocznie zw. „Żwirki”, jest pierwszym ujęciem w mieście, którego powstanie datuje się na 1925 – 1927rok.

Zatwierdzone zasoby eksploatacyjne ujęcia „Żwirki” : $Q_e = 750\text{m}^3/\text{h}$ przy depresji $S = 4\text{m}$ w rejonie ul. Zalesickiej i $S = 5,7\text{m}$ w rejonie ul. Żwirki;

Studnie pracują w ramach tych zasobów, przy czym dla każdej z nich ustalono podczas próbnych pompowań wydajność eksploatacyjną, która w miarę upływu lat zmniejsza się.

Specyfika ujętej warstwy wodonośnej – czwartorzędowy poziom wodonośny – powoduje, że żywotność poszczególnych studzien jest stosunkowo krótka (20 – 30 lat), dlatego ilość eksploatowanych studzien jest zmienna w czasie. Aktualnie ujęcie „Żwirki” składa się z 8 studzien (w nawiasie rok budowy), oznaczonych następującymi numerami:

- Ic (1989), teren basenu przy ul. Żwirki,
- IIIc (1989), teren SUW „Żwirki”,
- VIb (1991), teren stadionu „CONCORDIA”,
- VIIb (1989), przy ul. Morgowej,
- VIIIb (1989), przy ul. Morgowej,
- IXb' (1989), teren SUW „Żwirki”,
- XI' (1991), przy ul. Zalesickiej,
- XII' (1989), przy ul. Zalesickiej.

Studnie eksploatowane są naprzemiennie.

Zapotrzebowanie na wodę z ujęcia „Żwirki” określone jest w aktualnie obowiązującym pozwoleniu i wynosi:

$$Q_h = 500 \text{ m}^3/\text{h}, \quad Q_d = 12.000 \text{ m}^3/\text{d}$$

Chemizm wód poziomu czwartorzędowego charakteryzuje się dużą zmiennością głównie takich składników jak Fe i Mn. Zawartość żelaza dochodzi nawet do $3,60 \text{ mg}/\text{dm}^3$, manganu okresowo nawet do $0,65 \text{ mg}/\text{dm}^3$. Tak duża zawartość Fe i Mn powoduje konieczność uzdatniania wody.

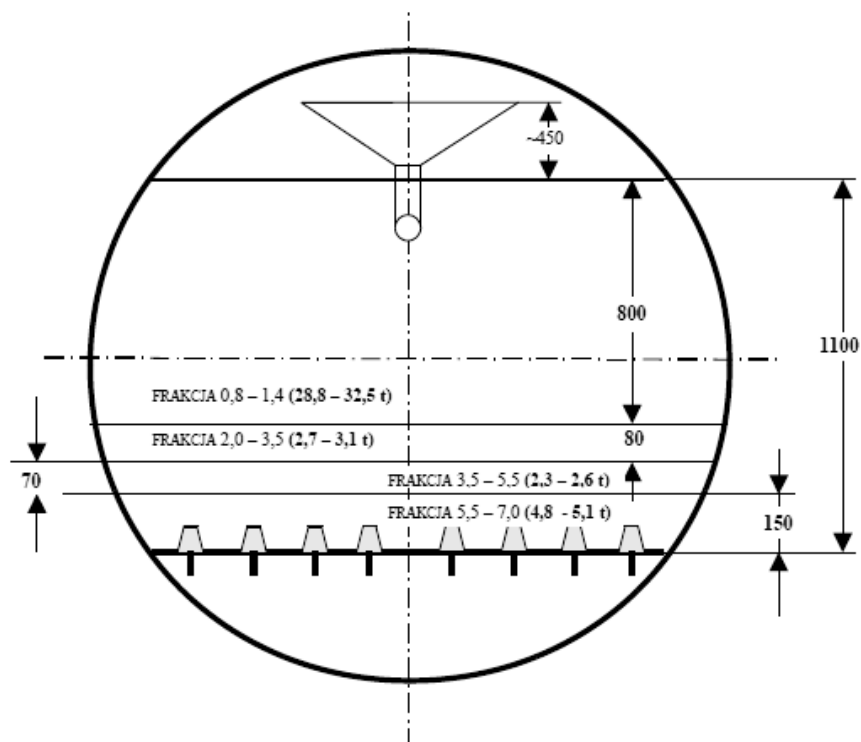
Woda wydobyta ze studni głębinowych (pompownia I⁰) poddawana jest :

- napowietrzaniu w aeratorze,
- filtracji na dwóch filtrach żwirowych poziomych I⁰, gdzie głównie usuwane są związki Fe,
- filtracji na dwóch filtrach poziomych II⁰, gdzie głównie usuwane są związki Mn,
- dezynfekcji wodnym roztworem NaOCl – podchlorynem sodu (wg potrzeb).

Poniżej przedstawiono uproszczony schemat filtrów I i II stopnia SUW „Żwirki”. Filtry II stopnia w ostatnim czasie zasypane zostały złożem kwarcowym i złożem braunsztynowym.

FILTR POZIOMY S.U.W „ŻWIRKI”

(Poziomy warstw żwiru, ilości i frakcje – filtr Nr 1, 2, 3)



$\varnothing_{\text{FILTRA}} = 2600 \text{ mm}$

Ilość dysz filtrac.: 371 szt. typu K-50 + złączka śrubowa
 $l = 75$ z gwintem M20x2 + podkładka akrylowa

$F_d = 264 \text{ mm}^2$ - pow. filtr. jednej dyszy,

$F_f \sim 14,50 \text{ m}^2$ - pow. filtracji filtra

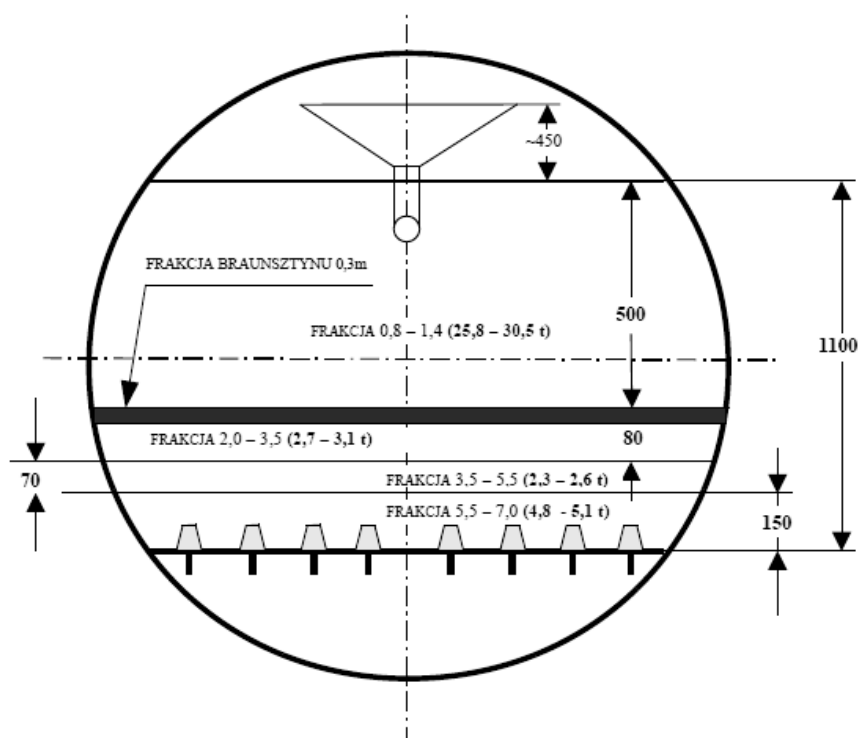
$\Sigma F_d / F_f = 0,00675$ ($\sim 0,675\%$)

Rys. 2. Przekrój filtru poziomego (nr 1,2,3) w SUW „Żwirki”

Fig. 2. Cross-section of horizontal filter (nr 1,2,3) in WTP „Żwirki”

FILTR POZIOMY S.U.W „ŻWIRKI”

(Poziomy warstw i braunsztynu, ilości i frakcje – filtr Nr 4)



$\varnothing_{\text{FILTRA}} = 2600 \text{ mm}$

Ilość dysz filtrac.: 371 szt. typu K-50 + złączka śrubowa
 $l = 75$ z gwintem M20x2 + podkładka akrylowa

$F_d = 264 \text{ mm}^2$ - pow. filtr. jednej dyszy,

$F_f \sim 14,50 \text{ m}^2$ - pow. filtracji filtra

$\Sigma F_d / F_f = 0,00675$ ($\sim 0,675\%$)

Rys. 3. Przekrój filtru poziomego (nr 4) w SUW „Żwirki”

Fig. 3. Cross-section of horizontal filter (nr 4) in WTP „Żwirki”

Woda uzdatniona (filtrat po II⁰) magazynowana jest w zbiornikach wody czystej, skąd pompami tłocznymi (pompownia II⁰) podawana jest do sieci miejskiej. Ilość wody podawanej do sieci rejestrowana jest przez dwa wodomierze śrubowe DN300.

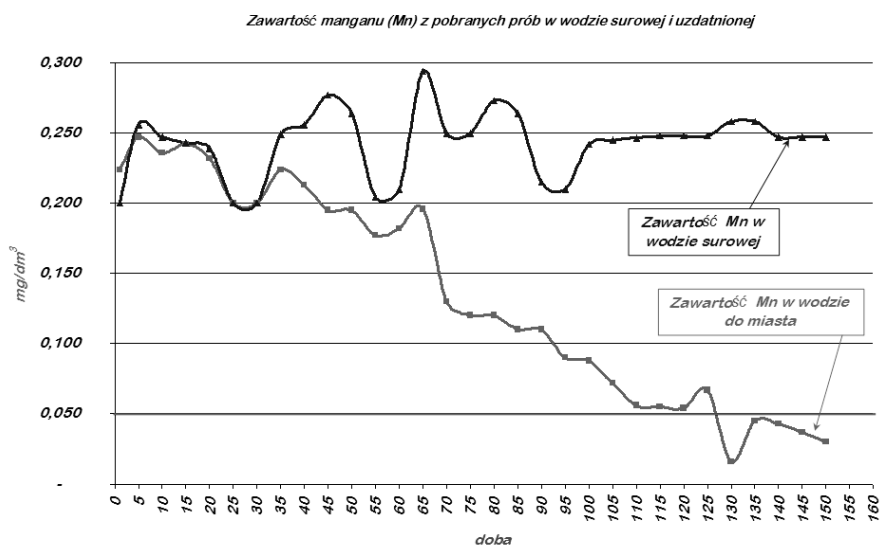
Dezynfekcję wody można prowadzić za pomocą chloratorów typu C-52, wodnym roztworem podchlorynu sodowego (NaOCl). W ostatnich latach nie wystąpiła potrzeba dezynfekcji wody podawanej do sieci miejskiej ze SUW „Żwirki”.

Płukanie filtrów (regeneracja złóż żwirowych) odbywa się wg ustalonego cyklu, zaś wody popłuczne z płukanych filtrów kierowane są do dwukomorowego osadnika wód popłucznych, gdzie następuje proces naturalnej sedymentacji zawieszin związków głównie Fe i Mn. Po zakończeniu procesu sedymentacji w komorach, następuje otwieranie kolejnych zaworów zrzutowych umieszczonych na różnych poziomach i zrzut nadosadowych, wód do cieku Śrutowy Dołek. Ilość i jakość nadosadowych wód popłucznych zrzucanych do cieku Śrutowy Dołek określa decyzja.

Gromadzący się osad na dnie komór osadnika wód popłucznych z płukanych filtrów, okresowo (średnio 2 – 4 razy w roku) pompowany jest na przyległe do komór dwa poletka osadowe, skąd po naturalnym osuszeniu wywożony jest (odpady nietoksyczne) na składowisko odpadów lub do miejskiej oczyszczalni ścieków.

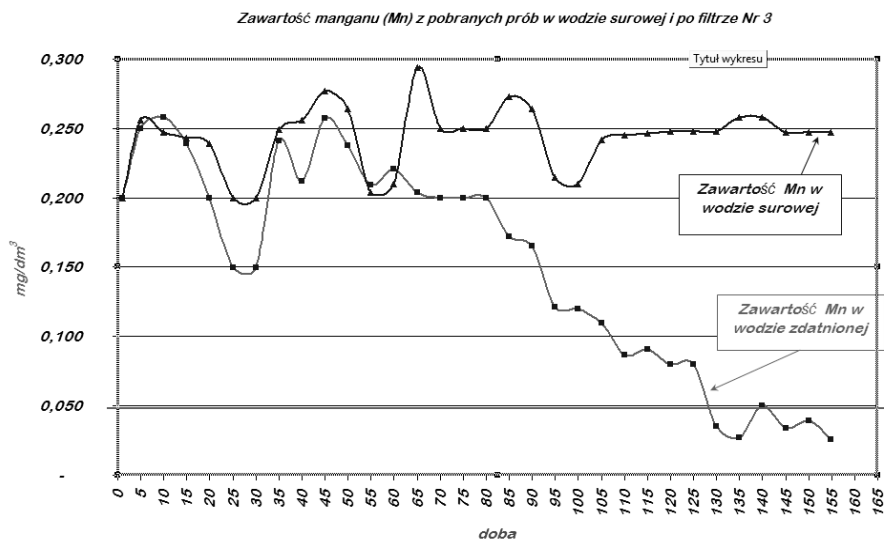
4. Wpracowanie złoża kwarcowego w porównaniu do złoża dwuwarstwowego

Poniżej na wykresach przedstawiono uzyskane wyniki:



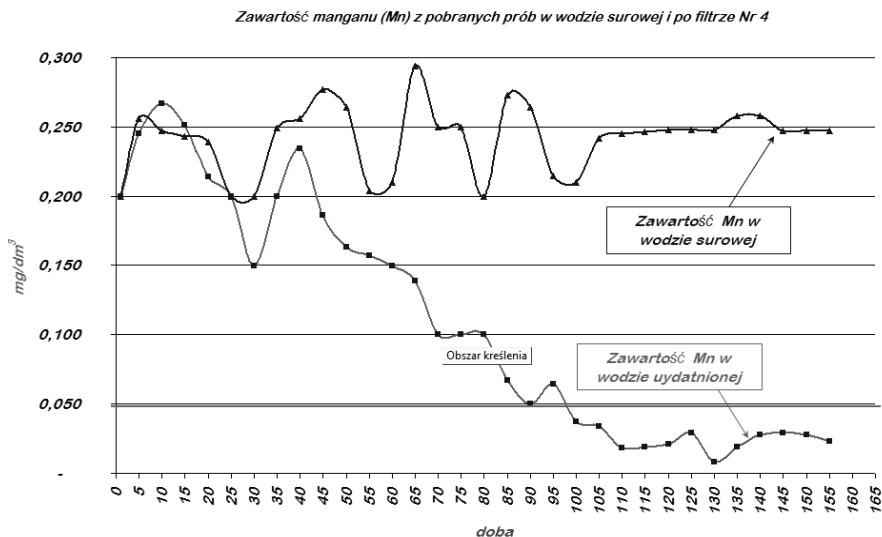
Rys. 4. Wykres zawartości manganu w wodzie surowej i uzdatnionej

Fig. 4. Manganese contents in raw and treated water



Rys. 5. Wykres zawartości manganu w wodzie surowej i uzdatnionej na filtrze 3

Fig. 5. Manganese contents in raw water and treated on filter nr 3



Rys. 6. Wykres zawartości manganu w wodzie surowej i uzdatnionej na filtrze 4

Fig. 6. Manganese contents in raw water and treated on filter nr 4

Prędkość filtracji wahała się pomiędzy 4÷ 6 m/h.

5. Wnioski

Analizując powyższe wykresy jednoznacznie można stwierdzić, że stosując rudę manganową (braunsztyt), proces wpracowania się filtrów do usuwania związków manganu jest dużo bardziej efektywny. Minimalna wysokość tej warstwy to około 30% łącznej warstwy wypełnienia całego filtra. Tym samym wpracowanie złoża filtracyjnego jest o minimum 30% szybsze od wpracowania tradycyjnego złoża kwarcowego.

Jako eksploatacator polecamy braunsztyt jako jedną z warstw wypełnienia w złożach filtracyjnych przy uzdatnianiu wód głębinowych.

