

Robert CIOŁKOWSKI

*Zakład Ujęć Wody
Piotrkowskie Wodociągi i Kanalizacja
Piotrków Trybunalski*

MODERNIZACJA STACJI UZDATNIANIA WODY „SZCZEKANICA” W PIOTRKOWIE TRYBUNALSKIM – PROJEKT WSPÓŁFINANSOWANY ZE ŚRODKÓW UNIJNYCH

MODERNIZATION OF WATER TREATMENT PLANT IN SZCZEKANICA
IN PIOTRKÓW TRYBUNALSKI SUPPORTED WITH EU FUNDS

1. Wprowadzenie

Spodziewanym efektem inwestycji jest poprawa standardu życia ludności poprzez zwiększenie dostępności wody do picia i poprawę jej jakości. Program modernizacji przyczyni się do osiągnięcia na obszarze objętym wnioskiem standardów i norm europejskich.

Zakres Modernizacji Stacji Uzdatniania Wody „Szczekanica” obejmuje:

- Remont i modernizacja budynku głównego,
- Cztery studnie głębinowe – obiekty nowe,
- Napowietrzalnia z komorą reakcji – obiekt nowy,
- Remont zbiorników wody czystej (4 szt.),
- Rozbudowa osadnika wód popłucznych,
- Remont lub budowa nowego kanału wód,
- Przebudowa budynku warsztatowego,
- Remont wiaty magazynowej z utylizacją pokrycia dachu z eternitu,
- Nowy garaż na samochód obsługi,
- Remont budynków stacji transformatorowych (wewnętrznych i terenowych),
- Remont lub modernizacja linii energetycznych (zewnętrznych i wewnętrznych) oraz wymiana kabli sterowniczych,
- Zagospodarowanie terenu.

1.1. Obecnie uzdatnianie wody przebiega w następującym ciągu technologicznym:

- przemienna eksploatacja 8 studni przy użyciu pomp głębinowych,
- napowietrzanie ciśnieniowe w 4 aeratorach Ø1000 mm przy użyciu sprężarek jako źródła powietrza,
- filtracja jednostopniowa na 14 filtrach Ø2400 mm; filtry płukane są wodą surową lub też wodą uzdatnioną płynącą po filtracji z pozostałych filtrów oraz powietrzem podawanym przez dmuchawy typ TK-5W, N = 15kW; wysokość złożeń filtracyjnych wynosi 1,65m; złożę stanowi warstwa kwarcu uaktywniona tlenkami żelaza i manganu o wysokości 1,0 m i uziarnieniu 0,8-1,4 mm znajdującego się na warstwie podtrzymującej składającej się z trzech warstw o granulacji: 1,4÷2 mm - 0,15 m, 2÷4 mm - 0,2 m i 4÷8 mm - 0,3 m,
- okresowa, w zależności od potrzeb technologicznych, dezynfekcja wody podchlorynem sodu z użyciem chloratora typ C-52;
- woda uzdatniona magazynowana jest w zbiornikach wody czystej; są to cztery zbiorniki o konstrukcji żelbetowej każdy o pojemności 1000 m³;
- do sieci woda podawana jest zestawem pomp sieciowych:
 - nr 1 GRUNDFOS NK100-200/190/BW/BAQE/2/45/2
 - nr 2 GRUNDFOS NK100-200/190/BW/BAQE/2/45/2
 - nr 3 GRUNDFOS NK125-400/370/BAQE
 - nr 4 (250Z2K-12 N=90kW) – awaryjna i p-poż.

Obsługa stacji uzdatniania prowadzona jest w układzie tradycyjnym - obsługa ręczna. Jest ona uciążliwa i niedostosowana do współczesnych standardów obowiązujących dla stacji uzdatniania wody tej wielkości. Istniejący układ uzdatniania pozwala na wyprodukowanie wody o jakości odpowiadającej parametrom wody do spożycia przez ludzi w ilości 320-360 m³/h. Każde zwiększenie wydajności ponad 360 m³/h powoduje pogorszenie jakości wody poprzez wzrost stężenia manganu ponad dopuszczalne 0,05 mg/dm³ oraz żelaza ponad 0,2 mg/dm³.

Jakość wody surowej w zakresie zawartości żelaza i manganu pogarsza się w miarę czasu trwania eksploatacji studni. Te zmiany składu wody są prawdopodobnie wywołane wymywaniem związków żelaza i manganu ze strefy przyfiltrkowej podczas zmiany wydajności studni. Przy zwiększonej zawartości żelaza i manganu w wodzie surowej nie uzyskuje się na obecnym układzie technologicznym zadawalającego stopnia odżelazienia, a zwłaszcza odmanganienia wody.

W wystąpieniu zostały zawarte informacje na temat nowych rozwiązań zastosowanych przy modernizacji. Pokazano również zastosowanie nowoczesnych urządzeń, w tym aparatury kontrolno-pomiarową i system aktywnej wizualizacji. W chwili obecnej jesteśmy w trakcie prac modernizacyjnych. Zakończenie przewidziane jest na wrzesień 2012 roku.

2. Spodziewane efekty inwestycji

Spodziewanym efektem inwestycji jest poprawa standardu życia ludności poprzez zwiększenie dostępności wody do picia i poprawę jej jakości. Program przyczyni się do osiągnięcia na obszarze objętym wnioskiem standardów i norm europejskich określonych w następujących aktach prawnych Unii Europejskiej:

Dyrektywa 981831WE dotycząca jakości wody pitnej. Program przyczyni się do realizacji priorytetów ochrony środowiska wyrażonych w II Polityce Ekologicznej Państwa i Narodowym Programie Przygotowania do Członkostwa oraz osiągnięcia zdolności do sprostania wymogom członkostwa w Unii Europejskiej.

Jakość uzdatnionej wody musi być zgodna z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r zmieniające rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2010 r. Nr 72, poz.466);

3. Zakres robót technologicznych

Modernizację Stacji Uzdatniania Wody „Szczekania” i budowę Ujęć Wody „Szczekania”. Przewiduje się, że zostaną wykonane:

- Wykonanie nowych czterech studni głębinowe – obiekty nowe – pompy I^o ;
- Likwidację trzech istniejących studni głębinowych ;
- Napowietrzalnia z komorą reakcji ;
- Pompownia pośrednia II^o;
- Układ filtracji – 14 filtrów fi 2400 mm;
- Zestaw sprzężarek – zasilanie napędów pneumatycznych przepustnic – powietrze instrumentalne;
- System płukania filtrów ciśnieniowych – powietrze/ woda – pompy płuczne III^o;
- Pompownia VI^o – do sieci miejskiej;
- System dezynfekcji;
- Remont zbiorników wody czystej (4 szt.);
- Rozbudowa osadnika wód popłucznych;
- Modernizacja kanału wód popłucznych;

4. Projektowane studnie nr DI, nr CV, nr CVI, nr CIII'

Zadaniem geologicznym jest wykonanie trzech otworów zastępczych i jednego awaryjnego o wydajności ok. 70 m³/h każdy. Na podstawie przeprowadzonej analizy warunków hydrogeologicznych przewiduje się jako rozwiązanie optymalne, ujęcie pełnej miąższości dolnej warstwy poziomu czwartorzędowego (z odizolowaniem dopływu wód warstwy górnej w celu wyeliminowania mieszania się wód o możliwym zróżnicowanym chemizmie) otworami o głębokości 63-73m.

Projektowane otwory będą eksploatowane w ramach ustalonych dla ujęcia „Szczekania” zasobów eksploatacyjnych nie powodując zmian środowiskowych.

Zasoby dla ujęcia „Szczekanica” ustalane były trzykrotnie, obecnie obowiązuje decyzja PZ/PT.VIII-7441-4/00-01 z dn. 26.02.2001 r. Wojewody Łódzkiego, który zatwierdził dokumentację hydrogeologiczną ustalającą zasoby eksploatacyjne ujęcia wód podziemnych „Szczekanica” w Piotrkowie Trybunalskim przy ul. Wojska Polskiego /Wiatraczna z otworów czwartorzędowych w ilości $Q = 650,0 \text{ m}^3/\text{h}$, $S = 8,4 \text{ m}$.

Ujęcie „Szczekanica” posiada aktualne pozwolenie wodnoprawne na pobór wód z poziomu czwartorzędowego ważne do 2021r.. Pozwolenie wodno prawne zezwala na pobór wód podziemnych w wysokości:

$$Q_{\text{maxh}} = 600 \text{ m}^3/\text{h} = Q_{\text{sr.d}} = 10\,550,4 \text{ m}^3/\text{d}, Q_{\text{sr.r}} = 3\,850\,896 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Eksploatacja ujęcia „Szczekanica” w optymalnych warunkach oparta jest na dziewięciu czynnych otworach studziennych. Obecnie na ujęciu istnieją następujące czynne studnie: Nr CI, Nr BII, Nr IV, Nr AV, Nr AVI, Nr BVI oraz IIIC (nie włączona jeszcze do eksploatacji) oraz dwie studnie nieczynne: Nr I, Nr III. Głębokość studni eksploatowanych wynosi 53,0 - 67,5 m, a wartość wydajności eksploatacyjnych zawiera się w granicach 90 - 200 m³/h (określone po wykonaniu lub rekonstrukcji studni).

Wydajność studni uległa znacznemu ograniczeniu w porównaniu do badań pierwotnych, a trzy najstarsze studnie (Nr CI, AVI, BVI) ze stalowymi konstrukcjami filtrowymi są zagrożone uszkodzeniem na skutek korozji.

Projektowane otwory usytuowano w sąsiedztwie (w odległości 8-14 m) studni istniejących przeznaczonych do likwidacji, (tereny ogrodzone).

Nadmienia się, że w granicach wygrodzień studni Nr III, I i AV znajdują się pary otworów zlikwidowanych.

Łączna ilość ujmowanej wody ze wszystkich ujęć wynosić będzie 500 m³/h z możliwością okresowego zwiększenia do wydajności maksymalnej 600 m³/h.

Dobór pompowni pośredniej wynikać zatem będzie z sumarycznej maksymalnej ilości wody jaka dopływać będzie z ujęć do budynku napowietrzalni.

5. Wyposażenie technologiczne studni głębinowych

Wyposażenie wszystkich projektowanych studni będzie identyczne. W każdej studni zainstalowana zostanie pompa głębinowa I^o o wydajności około $Q = 90 \text{ m}^3/\text{h}$. Wysokości podnoszenia agregatów określona zostanie po dokonaniu pomiarów z pompowania próbnego wykonanych studni oraz po wykonaniu nowej komory napowietrzania. Pompa zawieszona zostanie na rurociągu ze stali kwasoodpornej 1.4301 DN100. Obudowa studni wykonana zostanie w formie stalowego walca o średnicy 1600 – 2000 mm i wysokości $H = 2000\text{-}3000 \text{ mm}$. W pokrywie wykonane zostaną dwa włązy $\varnothing 600 \text{ mm}$ (włąz montażowy oraz wejściowy). W każdej obudowie wykonany zostanie układ wentylacji nawiewno-wywiewnej DN100.

Na rurociągu tłocznym wewnątrz obudowy za głowicą zamontowana zostanie armatura pomiarowa oraz odcinająco – zaporowa w postaci:

- Przepływomierz elektromagnetyczny DN100;
- Przepustnica z napędem ręcznym DN100;
- Zawór zwrotny DN100
- Łącznik kompensacyjny DN100
- Zawór odpowietrzający
- Kurek pobierczy

Każde ujęcie wyposażone zostanie w przetwornicę częstotliwości w celu umożliwienia płynnej regulacji wydajności poszczególnych ujęć. Zasilanie 5 agregatów głębinowych I^o doprowadzone będzie ze stacji transformatorowej „W Polu” i 4 ze stacji transformatorowej znajdującej się na terenie SUW. Wszystkie ujęcia głębinowe zostaną spięte układem światłowodów a parametry techniczne ujęć przekazywane będą na centralnej dyspozytorni zlokalizowanej na terenie SUW Szczekanica.

6. Projektowany zakres prac likwidacyjnych

Projektuje się wykonać likwidację otworów poprzez usunięcie zabudowanych w nich rur stalowych i filtrów PCV przy użyciu odpowiedniego sprzętu wiertniczego.

Przed przystąpieniem do zasadniczej likwidacji należy wykonać następujące prace:

- pomierzyć głębokość zwierciadła wody i głębokość otworów,
- wybrać ewentualny zasyp w otworach Nr I i Nr AV i wybić denko w rurze podfiltrowej,
- wydezynfekować luźne materiały (piasek, żwir) przewidziane do likwidacji,
- wydezynfekować otwory przy użyciu NaOCl (czas dezynfekcji 24 godziny).

Poszczególne otwory należy zlikwidować w następujący sposób:

6.1. Otwór Nr I

- wyciągnąć filtr PCV DN 300/250 (rura nadfiltrowa / część czynna) z głębokości 58,2m, przy sukcesywnym podciąganiu rur filtrowych nastąpi samoczynne zasypanie otworu na głębokościach: 58,2- 40,0m i 38,0- 21,5m, w przedziałach: 40-38m i 21,5- 20m (głębokość postawienia rur $\varnothing 20''$). Otwór planuje się zlikwidować łem plastycznym,
- wyciągnąć rury $\varnothing 20''$ 20m, sukcesywnie likwidując otwór łem plastycznym w zakresie głębokości 20m – 1,62m (spąg obudowy),
- wyrobisko powstałe po usunięciu szybu (o średnicy 2m) zasypać urobkiem gliniastym na głębokość 1,62 – 0,2m,
- pozostałe 0,2m wypełnić materiałem ziemnym (humusowym), wyprofilować teren zapewniając właściwy odpływ wód powierzchniowych .

6.2. Otwór Nr III

- wyciągnąć z otworu filtr PCV DN 300/250 (rura nadfiltrowa / część czynna), który zabudowany jest w otworze na gł. 55,0, spodziewane jest, że przy podciąganiu filtru jego część wypełniona zasypem do głębokości 34m pozostanie w otworze (wskazuje na to charakter uszkodzeń opisany w rozdziale II); od głębokości 34 – 24m nastąpi samoczynne zasypanie otworu; w przedziale głębokości 24 – 18,1m otwór projektuje się zlikwidować łem plastycznym,
- wyciągnąć rury $\varnothing 20''$ o głębokości 18,10m, sukcesywnie likwidując otwór łem plastycznym do głębokości 10m, przy dalszym sukcesywnym podciąganiu rur nastąpi samozasypanie otworu do gł. 2,15m (spąg szybu),
- przestrzeń powstała po usunięciu szybu ulegnie w znacznym stopniu samolikwidacji, dodatkowo należy użyć odpowiednią ilość pospółki piaszczysto – żwirowej do wyrównania wyrobiska, w stropie należy wykonać 0,2m nasyp z humusu i wyprofilować teren zapewniając właściwy odpływ wód powierzchniowych.

6.3. Otwór Nr AV

- wyciągnąć filtr PCV DN 300 z głębokości 56,7m, przy sukcesywnym podciąganiu rur filtrowych nastąpi samoczynne zasypanie otworu na głębokościach: 54 – 50m, 48 – 39m, 36,0 – 23,5m i 22 – 19m, w przedziałach : 56,7 – 54m, 50 – 48m, 39 – 36m, 23,5 – 22m i 19 – 1,62m (spąg obudowy) otwór projektuje się zlikwidować łem plastycznym,
- wyrobisko powstałe po usunięciu szybu należy wypełnić tak jak w otworze Nr I.

7. Napowietzalnia

Komora reakcji jest zbiornikiem kontaktowym zapewniającym intensywne, wstępne napowietrzenie wody surowej, składającym się z dwóch komór o pojemności $2 \times 75 \text{ m}^3$.

Komory reakcji oraz komora czerpna pomp stanowią łącznie zbiornik cylindryczny o średnicy wewnętrznej $D_w = 8,44 \text{ m}$ i wysokości $H = 6,10 \text{ m}$.

W stropie zbiornika zamontowane zostanie 5 włazów ze stali nierdzewnej 1.4301 produkcji P.T.H.U. Hydro-Marko Jarocin, ocieplone i zamykane na zamek z sygnalizacją alarmową.

- włazy będą pełniły rolę komunikacyjną i montażową.
- izolację termiczną ścian i stropu należy wykonać ze styropianu.
- na krawędzi płyty stropowej należy wykonać gzyms z cegły klinkierowej.
- drabiny, balustradę i elementy ślusarskie należy wykonać ze stali nierdzewnej 1.4301 (304).
- zbiornik będzie odpowietrzany wywiewkami turbinowymi.

Obrotowa nasada kominowa wywiewzaka jest urządzeniem dynamicznie wykorzystującym siłę wiatru do wspomagania ciągu kominowego, dodatkowo wyposażonym w silnik bezszczotkowy małej mocy do jego skutecznej stabilizacji. Niezależnie od kierun-

ku, siły i rodzaju wiatru, turbina nasady obraca się zawsze w jedną i tę samą stronę wytwarzając podciśnienie w króćcu dolotowym nasady, co w efekcie powoduje wzrost natężenia przepływu powietrza w przewodach. Jeśli wiejący wiatr nie jest na tyle silny by uzyskać prędkość obrotową ustawioną na sterowniku, silnik elektryczny dopędza nasadę do zadanej prędkości, jeśli jest zbyt mocny, silnik ogranicza prędkość obrotową. W sytuacji, gdy wiejący wiatr jest wystarczający dla zapewnienia właściwej prędkości obrotowej wywietrzak działa jak zwykła nasada wiatrowa, a pobór energii elektrycznej jest minimalny.

Na stropie zbiornika nad włazami montażowymi zainstalowane zostaną żurawie słupowe obrotowe w celu swobodnego demontażu i montażu urządzeń napowietrzających.

8. Napowietrzalnia wody i komora reakcji

Woda z ujęć głębinowych za pomocą agregatów pompowych I^o rurociągiem stalowym DN400 tłoczona będzie na urządzenia napowietrzające w systemie napowietrzania otwartego gdzie zostanie poddana natlenianiu i odgazowaniu. Komora reakcji, napowietrzania wykonana zostanie jako dwudzielna. Następnie woda kierowana będzie do komory (zbiornika czerpnego) skąd odpływać będzie na instalację pomp pośrednich II^o.

Projektuje się dwie komory napowietrzania o łącznej pojemności 150m³ (2 x 75 m³).

Zbiornik czerpny pomp pośrednich II^o winien posiadać pojemność wynikającą z minimum 15 minut wydajności projektowanej SUW (wartość projektowana max. 600 m³/h).

Zbiornik czerpny pomp pośrednich II^o wyposażony zostanie w awaryjny przelew nadmiarowy. Wszystkie komory zbiornika wyposażone zostaną w spusty. Odprowadzenie spustów i przelewu następować będzie do kanału odprowadzającego wody popłuczne z filtrów.

Do napowietrzania wody zostaną zastosowane turbiny napowietrzająco - mieszające typu AQUA-JET AF 40 T3. Wydajność $Q = 40-50 \text{ m}^3/\text{h}$. Turbiny te zostaną zastosowane w komorach reakcji. Przewiduje się zabudowę dwóch turbin o mocy 4,0 kW każda, zamocowanych na specjalnej konstrukcji wykonanej ze stali nierdzewnej. Głębokość zanurzenia turbin powinna wynosić min. 1 m, a max. 3 m.

W projekcie zastosowano głębokość zamontowania — 1,75-2,0 m (oś śruby) pod powierzchnią lustra wody. Kąt nachylenia urządzenia AF dla danego zbiornika powinna wynosić 120-130^o. Uzyskujemy wówczas optymalne wymieszanie powietrza z wodą.

AQUA-JET AF 40 T3 wyposażony jest w zatapialny silnik napędzający turbinę, która mieszając, powoduje wytworzenie podciśnienia w komorze ciśnieniowej. Zasysane powietrze wtłoczone zostaje do medium czyli do wody. Dzięki zastosowaniu trójłopatowej turbiny, o specjalnie dobranym kształcie osiągnięto wysoką sprawność mieszania.

Urządzenie należy zainstalować za pomocą prowadnicy, umożliwiającej dowolne regulowania głębokości zanurzenia i takie kierowanie przepływem, które zlikwiduje martwe pola w napowietrzanym zbiorniku.

Czerpnie powietrza wyposażone zostaną w kasety filtracyjne oraz urządzenie do dezynfekcji powietrza.

Uzyskamy wówczas efekt napowietrzania odgazowania i przetrzymania w komorze reakcji:

- natlenienie do min. $7,0 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$
- odgazowanie (usunięcie siarkowodoru i wolnego CO_2),
- utlenienie żelaza z dwu do trójwartościowego w około 60% ,
- wzrost odczynu wody do ok. 7,5 pH

Do montażu i demontażu przedmiotowych turbin AQUA-JET zainstalowane zostaną żurawie słupowe obrotowe o udźwigu 150 kg z napędem ręcznym.

Rurociąg stalowy doprowadzający wodę z ujęć głębinowych – DN400.

Rurociąg napływowy z komory czerpnej na pompy pośrednie DN500 PE-HD SDR 17.

Obiekt wyposażony będzie w układ wentylacji grawitacyjnej zapewniający odpowiednie ilości powietrza zapewniające właściwy przebieg natleniania i pełnego odgazowania wody.

Napowietrzalnia wyposażona w rozdzielnię niskiego napięcia, z której zasilana zostanie nową instalacją oświetleniową, gniazd wtyczkowych 24V.

Zbiorniki wyposażone zostaną w sondy hydrostatyczne do ciągłego pomiaru lustra wody.

Wydajność pomp pośrednich skorelowana będzie z ilością wody jaka dopływać będzie z ujęć głębinowych. Maksymalna wydajności pompowni pośredniej II^o wynosić będzie $Q_{\max} = 600 \text{ m}^3/\text{h}$ co wynika z sumarycznej wydajności ujęć głębinowych i z pozwolenia wodnoprawnego.

Sygnaly informujące o stanie pracy urządzeń jak i parametrach technologicznych przekazywane będą do systemu automatyki i monitoringu – wizualizacja w Centralnej Dyspozytorni. Na rurociągu tłocznym z pompami pośrednimi zamontowany zostanie przepływomierz elektromagnetyczny z protokołem Profibus DP. Wydajność pomp pośrednich II^o będzie regulowana w stosunku do wydajności sumarycznej ujęć głębinowych.

Zakłada się wykonać bypass łączący rurociąg wody surowej z rurociągiem odprowadzającym wody technologiczne do osadników.

9. Pompownia pośrednia II^o

Pompownia pośrednia II^o ma za zadanie przetłoczenie wody po napowietrzaniu z komory reakcji na filtry i dalej do zbiorników wody czystej. Lokalizację pompowni przewiduje się w hali filtrów.

Projektuje się wykonanie układu pompowego składającego się z trzech pomp w tym jedna rezerwowa. Łączna wydajność dwóch pomp wyniesie $Q = 600 \text{ m}^3/\text{h}$ przy podnoszeniu $H = 20 \text{ m}$. Układ wyposażony zostanie w przetwornicę częstotliwości umożliwiającą płynną regulację obrotów, a co za tym idzie regulację wydajności pomp.

Na rurociągach ssawnych DN350 zamontowane zostaną przepustnice odcinające z napędem ręcznym oraz łączniki kompensacyjne. Instalacja tłoczna każdej pompy wyposażona zostanie w przepustnice z napędem ręcznym, łącznik kompensacyjny oraz zawór zwrotny DN 250. Rurociągi technologiczne wewnątrz hali filtrów wykonane zostaną ze stali kwasoodpornej. Rurociąg tłoczny w kanale z rur PE-HD.

10. Filtry

Wydajność stacji uzdatniania wody wynosić będzie 500 m³/h z możliwością okresowego zwiększenia do wydajności maksymalnej 600 m³/h. Jakość uzdatnionej wody (za pompownią III^o) musi być zgodna z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r zmieniające rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2010 r. Nr 72, poz.466).

Projektuje się przebudowę 14 filtrów. Przebudowa filtrów polegać będzie na:

- Wymianie złoża filtracyjnego na złożo dwuwarstwowe piaskowo-braunsztynowe,
 - Wymianie przepustnic na przepustnice z napędem pneumatycznym
 - Dostosowaniu poziomu przelewu wód popłucznych do wymaganej intensywności płukania, szczegółowe obliczenia przedstawione zostaną w dokumentacji wykonawczej
 - Wymianie rur stanowiących uzbrojenie filtrów na rury i kształtki ze stali kwasoodpornej,
 - Wymianie systemu odprowadzenia wód popłucznych na rurociągi zbiorcze wód popłucznych (rurociągi prowadzić w istniejących korytach odpływowych), zabezpieczeniu antykorozyjnym powierzchni wewnętrznych i zewnętrznych filtrów.
- W efekcie końcowym filtry wymieniono na nowe.

10.1. Złożo filtracyjne:

Warstwa piasku kwarcowego o wysokości od 0,9 do 1,0 m:

- uziarnienie ok.: 0,8 - 1,4 mm, współczynnik równomierności WR (d60/d10) ≤ 1,4, ilość podfrakcji i nadfrakcji nie więcej niż 5%.
- Warstwa braunsztynu o wysokości warstwy nie mniej niż 30 cm.
- warstwę podtrzymującą dla złoża filtracyjnego:
 - 10 cm o granulacji 10-20 mm,
 - 7,5 cm o granulacji 5-10 mm,
 - 7,5 cm o granulacji 3-5 mm.

Dla przyspieszenia czasu uaktywnienia złoża filtracyjnego i osiągnięcia pełnej skuteczności uzdatniania wody przewiduje się zastosowanie wpracowanego złoża filtracyjnego (złożo uzyskane z czynnych filtrów posiadające wymaganą granulację) – będzie pozyskane z modernizowanej SUW. Złożo wpracowane z istniejących filtrów musi być poddane płukaniu i sortowaniu celem uzyskania odpowiednich parametrów.

Projektuje się prędkość filtracji wynoszącą 10 m/h. Przy tej prędkości filtracji uzyska się wodę o zawartości żelaza i manganu w stężeniach śladowych. Wzrost prędkości filtracji do 12 m/h nie powoduje zwiększenia stężenia żelaza i manganu powyżej 0,1 mg Fe/dm³ i manganu powyżej 0,03 mg Mn/dm³. Istniejąca powierzchnia filtracji 63 m³ (14 filtrów o powierzchni filtracji 4,5 m²) zapewnia spełnienie tych warunków tym bardziej, że płukanie filtrów może odbywać się przy zmniejszonej wydajności ujęcia bowiem pokrycie rozbioru wody zapewniają zbiorniki retencyjne i pompownia III^o.

Zestawy filtracyjne wyposażone zostaną w przepustnice z napędami pneumatycznymi, i tak:

- rurociąg – woda surowa – DN150
- rurociąg – woda uzdatniona – DN150
- rurociąg – woda płuczna – DN150
- rurociąg – spust I filtratu – DN150
- rurociąg – popłuczyny – DN150
- rurociąg – powietrze – DN80

Na rurociągu odpływowym wody uzdatnionej z każdego filtra zamontowany zostanie przepływomierz elektromagnetyczny DN150 wraz z przepustnicą regulacyjną z napędem elektrycznym. Zadaniem takiego rozwiązania jest utrzymywanie stałego przepływu przez wszystkie filtry bez względu na powstające opory na złożu.

Zakłada się dla efektywnej pracy filtra cykl filtracyjny trwający 72 godziny. Czas pracy filtrów należy dokładnie ustalić w trakcie początkowej eksploatacji przyjmując jako wskaźnik ilość przepłukanej wody.

11. Płukanie filtrów

Projektuje się zastosować nowe dmuchawy i pompy płuczne III^o. Wodę do płukania filtrów pobierana będzie ze zbiorników wody uzdatnionej za pomocą pomp III^o umieszczonych w pompowni. Płukanie przeprowadzić w następujący sposób:

- Po zamknięciu przepustnicy doprowadzającej wodę surową spuścić wodę z filtra do poziomu złoża i włączyć powietrze w celu spulchnienia złoża stosując intensywność przepływu 20 dm³/m²s. Dla tego parametru dobrano dmuchawę o parametrach:

$$Q = 20 \times 4,5 = 90 \text{ l/s} = 5,4 \text{ m}^3/\text{min} = 324 \text{ m}^3/\text{h}$$

przy H = 10 m

- Zamontowane zostaną dwie dmuchawy do pracy naprzemiennej wyposażone w energooszczędny silnik, wewnętrzne tłumiki typu absorpcyjnego i obudowę.
- Następnie zamknąć przepustnicę powietrza i rozpocząć proces płukania wodą uzdatnioną stosując intensywność płukania nie mniejszą niż 16 dm³/m²s ze względu na ciężar nasypowy braunsztynu. Dla tych parametrów dobrano pompę do płukania o Q = 260 m³/h i wysokości podnoszenia H = 12m. Projektuje się pompę w układzie 1+1 (jedna pompa pracująca, druga rezerwowa). Pompy III^o wyposażone zostaną w urządzenia łagodnego rozruchu tzw. Soft starty.

Ekspansja złoża stosowanego w filtrach przy tej intensywności płukania wynosi 30%. Wszystkie czasy płukań ustalone zostaną na etapie rozruchu technologicznego.

12. Sprężarki

Projektuje się montaż (bezolejowych) 2 sprężarek (w tym 1 rezerwowa) dla celów sterowania napędami pneumatycznymi przepustnic odcinających i regulujących na filtrach oraz pompowni II-go st.

Sprężarki wyposażone będą w zbiornik oraz stację przygotowania powietrza (oczyszczanie i osuszanie). Sprężarki zamontowane zostaną w hali pomp w budynku SUW. Należy wykonać dźwiękochłonną obudowę zainstalowanych sprężarek.

Wymagane ciśnienie dla sterowania napędami przepustnic:

- 4÷6 bar.

Wymagane parametry sprężarki:

- $Q = \text{ok. } 4,2 \text{ m}^3/\text{h}$, $P_{\text{min}} = 6 \text{ bar}$.

13. Lampy UV

Jako ostatni etap uzdatniania wody stosuje się dezynfekcję falami ultrafioletowymi. Lampy UV do ciągłej dezynfekcji zlokalizowane będą w pompowni, jako zabudowa bypassowa na przewodzie tłocznym pomp II-go stopnia, przed skierowaniem jej do miasta. Zastosowano urządzenie z automatycznym systemem czyszczącym. Urządzenie będzie wyposażone w system automatycznego sterowania mocą lampy w zależności od przepływu wody.

Dawka winna być poświadczona certyfikatem do standardowej transmisji wody.

$T_{1\text{cm}}=90\%$. Dawka min. $400\text{J}/\text{m}^2$.

Projektuje się dwa urządzenia UV z lampami średniociśnieniowymi. Każde z nich na przepływ $300 \text{ m}^3/\text{h}$ typu Barrier M 700 W&T Siemens. Jest to 3 - lampowy system UV o dawce powyżej $400 \text{ J}/\text{m}^2$. Wyposażony jest w automatyczny system czyszczenia osadu oraz w system automatycznego sterowania mocą lampy w zależności od przepływu wody.

14. Pompownia IV stopnia

Należy wykorzystać trzy istniejące agregaty, oraz zastosować jedno nowe urządzenie. Należy zamontować jeden agregat pompowy IV^o na stanowisku czwartym. Pompy będą zasilane z nowej rozdzielni NN dwusekcyjnej zainstalowanej w hali pomp. Po analizie elastyczności pracy ujęcia, stacji uzdatniania i pomp IV^o projektuje się demontaż istniejącej pompy 250Z2K i montaż w jej miejsce nowej pompy produkcji Grundfos typu NK 125-400/370/BAQE co zabezpieczy obiekt i dostosuje układ do różnorodnych rozbiorów na sieci miejskiej, oraz zabezpieczy potrzeby p-poż. dla miasta.

Z uwagi na różnice w mocach pomp na poszczególnych stanowiskach projektuje się sterownie pompami za pomocą przetwornicy częstotliwości Pompy na stanowisku nr1 i nr 2 o mocy 45 kW wyposażone zostaną w jeden kroczący falownik oraz pompy na stanowisku nr3 i nr4 o mocy 45 kW również w jedno urządzenie. Praca pomp uzależniona będzie od ciśnienia panującego w sieci. W przypadku zwiększonych rozbiorów wody i spadku ciśnienia załączane będą poszczególne agregaty pompowe. Na rurociągu tłocznym zamontowany zostanie przepływomierz elektromagnetyczny DN400. Na rurociągach ssących i tłocznych pomp IV^o zabudowane zostaną przepustnice z napędami pneumatycznymi, zawory zwrotne na tłoczeniu oraz łączniki kompensacyjne.

14.1. Zapotrzebowanie na wodę z SUW „Szczekanica” w Piotrkowie Trybunalskim

Miasto Piotrków Trybunalski zaopatrywane jest w wodę z dwóch Stacji Uzdatniania Wody:

- SUW „Szczekanica”,
- SUW „Żwirki”.

Stacja Uzdatniania Wody „Szczekanica” zlokalizowana jest w północno zachodniej części miasta, zaś SUW „Żwirki” w południowo wschodniej. Umowny podział zaopatrywania miasta w wodę z poszczególnych stacji wyznaczają tory kolejowe przebiegające przez Piotrków i dzielące je na dwie części.

Woda wtlaczana do sieci miejskiej z SUW „Szczekanica” stanowi około 60% całkowitej ilości wody zużywanej w mieście także na cele ppoż.

Potrzeby przeciwpożarowe określa się docelowo w świetle PN-B-02864 (Przeciwpożarowe zaopatrzenie wodne. Zasady obliczania zaopatrzenia w wodę do celów przeciwpożarowych do zewnętrznego gaszenia pożaru) oraz z ROZPORZĄDZENIA MINISTRA SPRAW WEWNĘTRZNYCH I ADMINISTRACJI¹⁾ z dnia 24 lipca 2009 r. w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych Dz.U.09.124.1030

(Dz. U. z dnia 6 sierpnia 2009 r.).

Poniżej przedstawiono tabelę z powyższego rozporządzenia i zaznaczono liczbę mieszkańców jednostki osadniczej dotyczącej Piotrkowa Trybunalskiego.

15. Urządzenia pomiarowe

Układ technologiczny wyposażony zostanie w następujące układy pomiaru:

- a. układ pomiaru wolnego chloru;
- b. układ pomiaru Fe (żelazo);
- c. układ pomiaru Mn (mangan);
- d. układ pomiaru pH;
- e. układ pomiaru tlenu rozpuszczonego w wodzie napowietrzanej.

Pomiary a, b, c, d zlokalizowane zostaną w hali filtrów na wyjściu wody uzdatnionej po filtrach a przez zbiornikami retencyjnymi wody. Pomiar tlenu rozpuszczonego należy zlokalizować na rurociągu napływowym na pompownię pośrednią II st. Wewnątrz hali filtrów. Zestawy pomiarowe pobierający w sposób ciągły próbkę wody do analizy – układ przepływowy, zasilanie ~230V/AC, sygnał wyjściowy wg protokołu Profibus DP.

16. Rurociągi technologiczne i armatura

Projektuje się wykonanie wszystkich rurociągów technologicznych zlokalizowanych poza kanałami w obiektach ze stali kwasoodpornej 1.4301. Pozostałe rurociągi przewidziane do zabudowy w kanałach technologicznych należy wykonać z PE-HD.

Na rurociągach technologicznych za maszynami zastosować elastyczne króćce demontażowe armatury i urządzeń.

Rury i kształtki stanowiące uzbrojenie filtrów projektuje się ze stali kwasoodpornej 1.4301.

Jako armaturę odcinająco-regulacyjną manewrową przewiduje się przepustnice do zabudowy międzykołnierzowej o krótkiej zabudowie, z miękkim uszczelnieniem, z napędem pneumatycznym i elektrycznym.

Zespoły przepustnic poszczególnych filtrów będą sterowane z wyspy zaworowej umożliwiającej również ręczne wymuszenie stanu przepustnicy,

Układ sterowania zapewni możliwość manewrowania napędami w trybie ręcznym z pominięciem sterownika.

Napędy pneumatyczne przepustnic będą zasilane ze stacji przygotowania powietrza, wyposażonej w dwie sprężarki (jedna pracująca, jedna rezerwowa), instalację należy zapiąć w pierścień.

17. Chlorownia na podchloryn sodu

Projektuje się dezynfekcję podchlorynem sodu. Dawka jaka należy dozować do układu określona zostanie na etapie rozruchu technologicznego SUW.

Wprowadzenie roztworu dezynfektanta do rurociągu wody uzdatnionej przed zbiornikami wody czystej należy zlokalizować w hali filtrów. Podchloryn sodu dawkować automatycznie w funkcji wydajności pomp pośrednich. Projektuje się zastosowanie dwóch pomp dozujących (1 rezerwowa) tak aby prędkość przepływu roztworu dezynfektanta w rurociągu wynosiła min. 1,0 m/s.

Rurociągi przesyłowy należy poprowadzić w rurze osłonowej, aby ewentualny wyciek można było odprowadzić do projektowanej studni neutralizatora. Aby było to możliwe rurociąg osłonowy należy ułożyć ze spadkiem w kierunku budynku chlorowni gdzie zostanie zlokalizowana studnia neutralizatora. Z uwagi na twardość wody projektuje się montaż stacji zmiękczenia wody, która służyć będzie do rozcieńczania podchlorynu sodu.

18. Wody popłuczne

Wody popłuczne (pierwszy spust z nad złoza, wody popłuczne oraz pierwszy filtrat) odprowadzić do osadnika wód popłucznych o czasie przetrzymania około 12 godzin. Po tym czasie wody nadosadowe odprowadzić do rurociągu zrzutowego DN300/DN600, który należy zmodernizować. Osady należy okresowo wywozić wozem asenizacyjnym w miejsce do tego celu przeznaczone.

Jakość wód nadosadowych po 12 godzinach sedymentacji:

- mętność oko o 18 NTU (zawiesina oko o 20 mg/dm³),
- żelazo 4 ÷ 6 mg Fe/dm³
- mangan 0,8 ÷ 1,4 mg Mn/dm³

Z uwagi na zmianę złoza filtracyjnego oraz projektowany system płukania filtrów należy wykonać trzecią komorę osadnika o kubaturze jak pojedyncza komora istniejąca. Do projektowanej komory należy wykonać rurociągi doprowadzające i odprowadzające wody popłuczne.

Należy wykonać kapitalny remont istniejących osadników wód popłucznych. Z uwagi na pojedyncze płukanie filtrów oraz projektowany czas przetrzymania wód popłucznych w poszczególnych komorach na rurociągach doprowadzających wodę do zbiorników jak i na rurociągach odpływowych należy zamontować przepustnice/zasuwę z napędami elektrycznymi, które to po odpowiednim czasie sedymentacji będą w trybie automatycznym umożliwiały zrzut sklarowanych wód do odbiornika. Odpływ kanałem DN300 za zbiornikami popłuczyn zostanie opomiarowany w celu określenia ilości wód technologicznych odprowadzanych do rzeki Strawy.

19. Zbiorniki wody czystej 4 x 1000 m³ i komory zasuw

Z uwagi na nierównomierną prędkość napełniania się zbiorników retencyjnych wodą uzdatnioną po układzie filtracyjnym projektuje się w komorze rozdziału montaż czterech przepustnic regulacyjnych z napędami elektrycznymi, które w połączeniu z czujnikami poziomu w każdym zbiorniku (sondy poziomu) będą regulować napływ wody na poszczególne zbiorniki.

Przepustnica rozdzielająca napływ na zbiorniki 1 i 2 oraz od zbiorników 3 i 4 wyposażona zostanie w napęd elektryczny on/off.

W komorach na rurociągach napływowych na pompy III-go st. DN500 należy wymienić istniejące zasuwę na przepustnice/zasuwę z napędem elektryczny on/off.

W zbiornikach wody uzdatnionej projektuje się:

- wymianę 4 szt. drabin w zbiornikach o długości ok. 6,0 m na nowe ze stali kwasoodpornej 1.4301 oraz wykonanie podestów pośrednich,
- wykonanie remont pomieszczeń przy wejściu do zbiorników wody czystej (wymiana drzwi, remont dachu i elewacji),

- Należy wykonać remont zewnętrzny i wewnętrzny komór zasuw (elewacja i dachy), rozebrać i wykonać nowe schody zewnętrzne wejściowe do zbiorników wody czystej (2 szt.) wraz z poręczami.
- Należy wykonać modernizację istniejącej wentylacji grawitacyjnej w komorach zasuw (wykonać wentylację grawitacyjną nawiewno-wywiewną),
- Należy wykonać instalację osuszania powietrza w istniejących komorach zasuw,
- Należy wykonać instalację odwadniającą komory zasuw.

Każdy ze zbiorników wody czystej należy wyposażać:

- w układ pomiaru poziomu (ciągły pomiar poziomu wody) z zastosowaniem przetwornika poziomu, zasilanie 24V/DC, sygnał wyjściowy - cyfrowy wg protokołu Profibus PA,
- w układ sygnalizacji minimum i maximum wody (sygnalizatory pływakowe: informacja - alarm do systemu SCADA i równoległe-poza sterownikiem PLC w szafie AKPiA pompowni III⁰, do systemu sterowania pomp III⁰

20. Rurociąg zrzutowy, kanalizacja sanitarna i deszczowa

Biorąc pod uwagę warunki techniczne do celów projektowych i wykonania przyłączenia do miejskiej kanalizacji sanitarnej oraz odprowadzenia sklarowanych wód popłucznych ze Stacji Uzdatniania Wody SZCZEKANICA w Piotrkowie Trybunalskim wydane przez Piotrkowskie Wodociągi i Kanalizacja Spółka z o.o., projektuje się następujące rozwiązania:

- sklarowane wody popłuczne skierowane zostaną do istniejącego kanału betonowego wód popłucznych DN 600 mm zlokalizowanego od terenu ujęcia do rzeki Strawy (poprzez ulice: Czyżewskiego, Wojska Polskiego i Twardosławicka).
- Kanał zostanie zmodernizowany poprzez wprowadzenie do istniejącego rurociągu żelbetowego DN600 rury PE DN 300 PN6. Szczegółowe rozwiązanie przedstawione zostanie w odrębnym opracowaniu. Czynności poprzedzone zostaną kamerowaniem rurociągu co umożliwi właściwe przeprowadzenie robót.
- biorąc pod uwagę zagłębienie kanału sanitarnego oraz ukształtowanie terenu na posesji, odprowadzenie ścieków sanitarnych projektuje się wykonać do kanału sanitarnego w ulicy 25 Pułku Piechoty PCV 200 mm.

Należy wykonać wydłużenie kanału grawitacyjnego DN200 z rur PCV o litym przekroju ścianki rury w pasie drogowym ulicy 25 Pułku Piechoty do linii regulacyjnej SUW Szczekanica.

Kanał oraz przyłącze uzbroić w studnie rewizyjne włączowe żelbetowe (beton B-45).

Rurociąg tłoczny wykonać z rur polietylenowych dla ścieków sanitarnych, min. PN 6.

Przed włączeniem kanalizacji tłocznej do układu grawitacyjnego należy zbudować studnię rozprężną. Łączenia rur wykonywać złączkami i kształtkami elektrooporowymi.

Na terenie działki 25/9 projektuje się lokalną pompownię ścieków wyposażoną w dwie pompy.

21. Wnioski

Kanalizacja deszczowa zostanie poddana kamerowaniu. Po uzyskaniu wyników będzie można określić w jakim stopniu należy dokonać remontu i przebudowy systemu deszczowego.