

**Temat: Koncepcja modernizacji układu
technologicznego w ramach realizacji inwestycji
„Modernizacja Stacji Uzdatniania Wody w
miejscowości Janków”**

Opracował:

mgr Łukasz Nawrocki

Wykonano dla:

**Zakład Projektowo-Usługowy Inżynierii
Środowiska „PRIMEKO”
ul . Łódzka 210,
63-800 Kalisz**

1. Założenia wyjściowe

Wyniki badań fizyko-chemicznych wód z ujęć podziemnych przedstawione przez użytkownika. Opierając się na podanych parametrach ujmowanej wody surowej należałoby zastosować układ technologiczny oparty na procesie ciśnieniowym systemie napowietrzania wraz jednostopniową filtracją.

Jakość wody:

Wskaźnik	Jednostka	Studnia 1 i 2
Mętność	NTU	1,7÷1,9
Barwa (sączona)	mg/dm ³ Pt	10
Stężenie jonów wodoru (pH)	pH	7,1-7,4
Przewodność elektryczna właściwa	μS/cm	641÷702
Amonowy jon	mg/dm ³ NH ₄	0,09÷0,89
Azotyny	mg/dm ³	0,47÷2,5
Azotany	mg/dm ³	>0,1
Żelazo ogólne	μg/dm ³	250÷403
Mangan	μg/dm ³	40-100

2. Proponowana technologia uzdatniania

Woda o jakości przedstawionej w przekazanych sprawozdaniach z badań próbek wody pobranych w latach 2015-2023 charakteryzuje się dużą zmiennością w zakresie parametru jonu amonowego. Woda ta wymaga uzdatniania w zakresie odżelaziania i odmanganiania oraz okresowo jonu amonowego do zawartości zgodnych z obowiązującym Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017r. Na uzyskanie takich parametrów pozwoli zastosowanie technologii opartej na jednostopniowym napowietrzaniu oraz jednostopniowej filtracji. Zastosowanie przedstawionej poniżej technologii pozwoli na obniżenie wskaźników takich jak żelazo, mangan, jon amonowy, barwa, mętność, utlenialność.

3. Układ technologiczny

3.1. Ujęcie wody

Zgodnie z treścią otrzymanej dokumentacji pozyskiwanie wody powinno odbywać się poprzez eksploatację planowanej do odwiercenia studni nr 3 we współpracy z dołączanymi naprzemiennie istniejącymi studniami głębinowymi nr 1 lub nr 2 z łączną wydajnością 70 m³/h lub z możliwością pracy naprzemiennej wszystkich trzech studni.

W projektowanym budynku SUW doprowadzić rurociąg wody surowej z każdej studni osobno. Na każdym rurociągu wody surowej zamontować przepływomierz elektromagnetyczny DN80 (można zamontować bezpośrednio przy studni lub w budynku SUW) oraz punkt poboru wody surowej oraz przepustnicę odcinającą. Na rurociągu surowej przed doprowadzeniem do układu napowietrzania wykonać kurek poborowy i przewidzieć punkt dozowania podchlorynu sodu w przypadku skażenia układu technologicznego uzdatniania wody. Należy sprawdzić wysokości podnoszenia zamontowanych pomp głębinowych w celu określenia konieczności montażu zaworu bezpieczeństwa. W przypadku określenia wysokości podnoszenia pomp głębinowych powyżej 60 m możliwa będzie konieczność zamontowania zaworu bezpieczeństwa na rurociągu zbiorczym o ciśnieniu otwarcia 6 bar i wydajności umożliwiającej odprowadzenie wody z wszystkich 3 studni.

3.2. Napowietrzanie

W celu utlenienia związków żelaza, manganu oraz jonu amonowego, należy przeprowadzić proces napowietrzania w ciśnieniowym aeratorze zapewniającym minimalny czas kontaktu wody z powietrzem ok. 150 s. Do tego procesu należy wykorzystać aerator o średnicy DN1400 z płaszczem wysokości 1,6 m i pojemnością ok. 3,2 m³. Aerator wyposażać w budowany mieszacz statyczny rurowy DN125 w celu zapewnienia intensywnego wymieszania wody z powietrzem (dozwolone jest zastosowanie aeratora z mieszaczem w wersji rozłącznej). Powietrze do mieszacza statycznego będzie doprowadzane współprądowo do przepływu wody w ilości 8-10% przepływającej wody:

$$Q_p = (0,08 \div 0,1) \times 70 \text{ m}^3/\text{h} = 5,6 \div 7,0 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

Powietrze będzie dostarczane poprzez stację sprężonego powietrza.

Nadmiar powietrza z aeratora odprowadzać poprzez odpowietrznik wykonany z stali kwasoodpornej z przyłączem 1" oraz odprowadzeniem ¾" dostosowanym na zakres ciśnień 0-6 bar. Dodatkowo przewidzieć wykonanie układu ręcznego odpowietrzenia.

3.3. Stacja sprężonego powietrza

Powietrze sprężone używane będzie dla sterowania napędów pneumatycznych oraz napowietrzania.

W tym celu proponuje się stosowanie agregatu sprężarkowego bezolejowego. Sprężarka powietrza:

$$Q_p \geq 16 \text{ m}^3/\text{h} \quad P = 8 \div 10 \text{ bar}$$

Należy rozważyć montaż dwóch sprężarek do pracy naprzemiennej.

Układ doprowadzenia powietrza wyposażać w następujące elementy przygotowania powietrza:

- ręczny zawór odcinający z funkcją rozprężenia układu po zamknięciu, przyłączy ½"
- reduktor ciśnienia z filtrem odwadniającym, wyposażony w manometr, przyłączy ½"
- filtr powietrza 5µm, średnica przyłącza ½"
- filtr mgły olejowej, średnica przyłącza ½"
- rotametr do pomiaru przepływu powietrza ze skalą do 10,5÷12 m³/h
- zawór dławiąco zwrotny (iglicowy) ½"
- elektrozawór ½" normalnie zamknięty 24V DC lub 230 V (uzależnione od układu sterowania)

3.4. Filtracja I

Dla przedstawionej jakości wody zakłada się prędkości filtracji do 10 m/h. Dla tej prędkości niezbędna jest powierzchnia filtracji:

$$F = \frac{Q}{V} = \frac{70}{10} = 7,0 \text{ m}^2$$

Należy zaprojektować cztery filtry o średnicy DN = 1600 mm (2,00 m²) z płytą drenażową oraz wysokością płaszcza 1,6 m. Szczelina dysz filtracyjnych 0,35 mm

- Sprawdzenie prędkości filtracji w zależności od wydajności pracy stacji uzdatniania
 - Prędkość filtracji przy przepływie 70 m³/h:

$$V_{\frac{70\text{m}^3}{h}} = \frac{Q}{F} = \frac{70}{4 * 2,00} = 8,75 \text{ m/h}$$

- Dobór wypełnienia filtrów złożem filtracyjnym:
 - Warstwa podtrzymująca żwir o granulacji 4-8 mm i wysokości warstwy 7,5 cm
 - Warstwa podtrzymująca żwir o granulacji 2-4 mm i wysokości warstwy 7,5 cm
 - Warstwa filtracyjna złoża katalitycznego, które stanowi braunsztyn (piroluzyt) o granulacji 0,8-2 mm i wysokości warstwy około 30 cm
 - Warstwa filtracyjna piasek o granulacji 0,8-1,4 mm i wysokości warstwy 85 cm

Czas cyklu filtracyjnego zostanie ustalony w trakcie rozruchu.

Do układu sterowania filtrami należy zastosować przepustnice z napędem pneumatycznym lub elektrycznym otwórz zamknij, jedynie przepustnica na rurociągu wody uzdatnionej na każdym z filtrów jako przepustnica regulacyjna sterowana stopniem otwarcia od pomiaru z przepływomierza na danym filtrze.

Nadmiar powietrza z każdego z filtrów odprowadzać poprzez odpowietrznik wykonany z stali kwasoodpornej z przyłączem 1" oraz odprowadzeniem 3/4" dostosowanym na zakres ciśnień 0-6 bar. Dodatkowo przewidzieć wykonanie układu ręcznego odpowietrzenia.

3.5. Płukanie złożeń filtracyjnych

Przewidujemy układ płukania powietrze-woda.

- Płukanie powietrzem - parametry dmuchawy:

Wstępne spulchnianie złoża filtracyjnego będzie odbywać się z wykorzystaniem sprężonego powietrza za pomocą dmuchawy. Intensywność przepływu powietrza około 18 l/m²s w czasie 2 minut.

$$i = 18 \text{ l/m}^2\text{s}$$

Wydajność dmuchawy:

$$Q_p = 18 \text{ l/m}^2\text{s} \times 2,00 \text{ m}^2 = 129,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$P = 600\text{-}700 \text{ mbar}$$

- Płukanie wodą - parametry pompy do płukania:

Płukanie właściwe wodą ze zbiornika wody czystej odbywać się będzie przy użyciu pompy płucznej specjalnie do tego celu przewidzianej. Intensywność podawania wody około 12-15 l/m²s. Zakłada się czas płukania około 6-7 minut. Po zakończeniu płukania i uruchomieniu cyklu filtracji pierwszy filtrat (objętość złoża) odprowadzany będzie do osadnika wód popłucznych. Zaleca się wyposażyć pompę do płukania w przetwornice częstotliwości w celu

$$i = 12\div 15 \text{ l/m}^2\text{s}$$

wydajność pompy

$$Q_w = (12\div 15) \times 2,00 \text{ m}^2 = 86,4\div 108,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$P = 10\div 12 \text{ m H}_2\text{O}$$

3.6. Odprowadzenie wód popłucznych

Przewidujemy odprowadzenie popłuczyn oraz pierwszego filtratu do odстойnika wód popłucznych w objętości ok. 16÷21 m³ z płukania pojedynczego filtra. Należy przewidzieć pojemność odстойnika umożliwiającą przetrzymanie wody popłucznej z płukania co najmniej dwóch filtrów. Wody nadosadowe po 12 godzinach sedymentacji będą miały taką jakość (zawiesina poniżej

30 mg/l, żelazo poniżej 5 mg/l) że można je odprowadzić do wód powierzchniowych lub do kanalizacji, a osady okresowo (1 raz w roku) wozem asenizacyjnym wywożąc w miejsca do tego przeznaczone.

3.7. Dezynfekcja wody uzdatnionej

Przewidujemy dezynfekcję podchlorynem sodu za pomocą typowego zestawu pompy dozującej o wydajności 6 dm³/h ze zbiornikiem zawierającym podchloryn sodu o objętości 120L. Układ dozowania sterowany sygnałem prądowym 0/4-20 mA. Przewiduje się możliwość dozowania w trzech punktach:

- do wody surowej (w przypadku skażenia układu technologicznego)
- do wody uzdatnionej podawanej na zbiorniki retencyjne
- do wody uzdatnionej podawanej do sieci wodociągowej

W pomieszczeniu chlorowni wykonać rozdział prowadzony do poszczególnych punktów dozowania.

Przewidzieć możliwość prowadzenia stałej dezynfekcji poprzez zastosowanie lampy UV na doprowadzeniu wody uzdatnionej do sieci wodociągowej. Pracę lampy UV powiązać z pracą zestawu hydroforowego umożliwiając załączanie i wyłączanie lampy przez sterownik w szafie sterowniczej. W przypadku wyłączenia pomp sieciowych przed wyłączeniem lampy stosować opóźnienie czasowe około 15-30 min w celu niwelacji częstego załączania/wyłączania żarników lampy.

3.8. Urządzenia pomiarowe

Przewidujemy instalację następujących urządzeń pomiarowych:

- przepływomierz elektromagnetyczny na rurociągu wody surowej DN 80 na dopływie wody surowej ze studni głębinowej (3 szt)
- przepływomierz elektromagnetyczny na rurociągu wody do płukania filtrów DN 150 za pompą do płukania
- przepływomierz elektromagnetyczny na rurociągu wody uzdatnionej na każdym z filtrów DN65 opcjonalnie jeżeli będą przepustnice regulacyjne
- rotametr na dopływie powietrza do napowietrzania (zakres pomiarowy od 0 do 10,5(max12) m³/h)

- reduktor ciśnienia z manometrem na dopływie powietrza do pierwszego stopnia napowietrzania
- czujnik ciśnienia na instalacji sprężonego powietrza

4. Przewody instalacji technologicznej

Średnice rurociągów i armatury wchodzących w skład uzbrojenia galerii układu technologicznego:

- doprowadzenie wody surowej z pojedynczej studni głębinowej do układu napowietrzania DN80 (prędkość przepływu 1,75 m/s)
- rurociąg zbiorczy wody surowej na dopływie do aeratora DN125 (prędkość przepływu 1,34 m/s)
- rurociąg zbiorczy wody surowej napowietrzonej po wyklarowaniu do 4 filtrów DN125 (prędkość przepływu 1,34 m/s)
- rurociąg zbiorczy wody surowej napowietrzonej do 2 filtrów DN100 (prędkość przepływu 1,05 m/s)
- doprowadzenie wody surowej napowietrzonej na filtr DN65 mm (prędkość przepływu 1,19 m/s)
- doprowadzenie powietrza do płukania filtra – DN 65 mm (prędkość przepływu 9,8 m/s)
- odprowadzenie wody uzdatnionej z filtra – DN65 mm (prędkość przepływu 1,19 m/s)
- doprowadzenie wody do płukania filtra – DN 150 mm (prędkość przepływu 1,41 m/s)
- odprowadzenie wód popłucznych z filtra – DN 150 mm (prędkość przepływu 1,41 m/s)
- spust wody z filtrów – spust pierwszego filtratu – DN 50 mm (prędkość przepływu 1,95 m/s) – przewidzieć zamontowanie przepustnicy ręcznej DN50 z przekładnią
- rurociąg zbiorczy z 2 filtrów – DN 100 mm (prędkość przepływu 1,05 m/s)
- rurociąg zbiorczy z 4 filtrów – DN 125 mm (prędkość przepływu 1,34 m/s)

5. Opis przyjętych rozwiązań w zakresie pomiarów i automatyki.

Projektowana stacja uzdatniania wody pracować będzie całkowicie automatycznie. Pracą zarządzać będzie sterownik mikroprocesorowy zapewniający automatyczne działanie procesów filtracji oraz płukania filtrów. Połączenie sterownika z komputerem za pomocą złącza RS umożliwia bieżące śledzenie wszystkich parametrów, jak również analizę uprzednio zmierzonych i zapamiętanych w sterowniku danych. System ten umożliwia pomiar wszystkich parametrów pracy

obiektów wodociągowych zarówno hydraulicznych jak i elektrycznych, takich jak ciśnienie, przepływy, temperatury, poziom wody w zbiornikach, pobory mocy. Pozwala również na automatyczne obniżenie wielkości pomocniczych w nadzorowaniu obiektów oraz ich graficzne przedstawienie. Należą do nich między innymi czas pracy i częstotliwości załączeń poszczególnych urządzeń oraz inne. System przystosowany jest również do kontroli prawidłowego działania urządzeń wykonawczych tj. pompy głębinowe, pompa płuczna, dmuchawa, sprężarka, elektrozawory, przepustnice.

Niezależnie od zautomatyzowanych procesów istnieje możliwość ręcznego sterowania poszczególnymi procesami.