



KONCEPCJA TECHNOLOGICZNA UKŁADU UZDATNIANIA WODY NA SUW ZEC W WOŁOMINIE

Inwestor: Zakładem Energetyki Ciepłej w Wołominie Sp. z o.o.
05-200 Wołomin
ul. Szosa Jadowska 49

Adres inwestycji: j.w.

Opracował:

mgr inż. Krzysztof Kłosowski

.....

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

A. Część opisowa

1. Karta tytułowa
2. Zawartość opracowania
3. Część ogólna
4. Koncepcja modernizacji układu uzdatniania wody
5. Analiza wariantowa
6. Etapowanie prac
7. Opis przyjętych rozwiązań technologicznych

B. Część graficzna

- | | |
|--|-----------|
| 1. Schemat stacji uzdatniania wody | Rys. nr 1 |
| 2. Rzut stacji uzdatniania wody Etap I | Rys. nr 2 |
| 3. Rzut stacji uzdatniania wody Etap II | Rys. nr 3 |
| 4. Rzut stacji uzdatniania wody Etap III | Rys. nr 4 |

1. CZĘŚĆ OGÓLNA

Przedmiotem opracowania jest koncepcja rozbudowy i modernizacji układu technologicznego uzdatniania wody w Zakładzie Energetyki Ciepłej w Wołominie. Materiałem wyjściowym do opracowania koncepcji są wymagania określone przez Zamawiającego.

1.1 PODSTAWA OPRACOWANIA

- Umowa zawarta w dniu 06.07.2023
- Wizja lokalna w terenie
- Uzgodnienia z Inwestorem
- Obowiązujące normy i przepisy

1.2 ZAKRES I CEL OPRACOWANIA

Opracowanie niniejsze obejmuje:

- koncepcję technologiczną układu zmiękczenia wody,
- szacunkowe zestawienie kosztów inwestycji.

Cel opracowania:

- Modernizacja układu uzdatniania wody w celu zapewnienia ciągłości pracy instalacji i bezpieczeństwa eksploatacji
- Zwiększenie wydajności układu uzdatniania w związku z rosnącym zapotrzebowaniem zakładu
- Dostosowanie układu uzdatniania wody do najnowszych standardów stosowanych na obiektach tego typu

1.3 OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO

Istniejąca stacja uzdatniania wody zlokalizowana jest na terenie zakładu przy ul. Szosa Jadowska w Wołominie.

Pracujący układ technologiczny o wydajności produktu 1500 – 2000 l/h składa się z następujących elementów:

- Filtr piaskowy
- Filtr węglowy
- Zmiękczenie jonowymienne – dwie kolumny w trybie pracy naprzemiennej z układem przygotowania solanki
- Układ odwróconej osmozy – 6 membran
- Układ dozowania polifosforanów
- Zbiornik wody czystej $V=20\text{ m}^3$

- Układu chemicznego usuwania wolnego tlenu
- Układ próżniowego odgazowania o wydajności do 3,5 m³/h

2. KONCEPCJA MODERNIZACJI UKŁADU UZDATNIANIA WODY

Układ uzdatniania wody zasilany jest wodą wodociągową. Jego głównym celem jest obniżenie twardości i przewodności wody w celu jej wykorzystania w obiegu ciepłowniczym.

Wydajność stacji uzdatniania wody:

Aktualna wydajność: do 2 m³/h

Wydajność docelowa: 5 m³/h – dwie linie 50% + 50% pracujące jednocześnie lub naprzemiennie

Wydajność układu odgazowania próżniowego:

Aktualna wydajność: do 3,5 m³/h

Wydajność docelowa: 3,5m³/h + nowa linia 5 m³/h

Jakość wody zasilającej:

- Twardość < 5 mval/l
- Przewodność < 420 µS/cm
- pH: 7,8
- żelazo < 0,015 mg/l
- chlorki < 10 mg/l
- Zasadowość < 3,4 mval/l

Pozostałe parametry zgodne z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.

Wymagane parametry wody uzdatnionej do uzupełniania obiegu ciepłowniczego:

Poz.	Parametr	Jednostka	Wartość
1	pH	-	≥ 8,5 (tak by zachować 9-10 w wodzie obiegowej)
2	Twardość og.	mval/l	≤ 0,02
3	Tlen rozpuszczony	mg/l	≤ 0,03

4	Siarczyny	mg/l	≥ 3 (tak by zachować 3 – 5 w wodzie obiegowej)
5	Żelazo og.	mg/l	$\leq 0,05$
6	Zawiesina og.	mg/l	≤ 5
7	Fosforany	mg/l	Tak by zachować 5-10 w wodzie obiegowej
8	Przewodność	$\mu\text{S/cm}$	≤ 10

3. ANALIZA WARIANTOWA

W ramach koncepcji przeanalizowano trzy warianty modernizacji układu uzdatniania wody:

Wariant I:

Zakładający zachowanie istniejącej linii uzdatniania wody i rozbudowy układu o drugą analogiczną linię składająca się

- filtra piaskowego,
- filtra węglowego,
- kolumn zmiękczających
- jednostki odwróconej osmozy

Obie linie stara i nowa pracowały by jednocześnie lub naprzemiennie. Przełączanie trybu pracy odbywało by się w sposób ręczny.

Wariant II:

Zakładający zachowanie istniejącej linii uzdatniania wody i rozbudowy układu o drugą linię o uproszczonym układzie technologicznym składająca się z:

- układu zmiękczenia z dwiema kolumnami pracującymi naprzemiennie,
- układu dechloracji chemicznej
- jednostki odwróconej osmozy

Obie linie stara i nowa pracowały by jednocześnie lub naprzemiennie. Przełączanie trybu pracy odbywało by się w sposób ręczny.

Wariant III:

Zakładający kompleksową modernizację układu uzdatniania poprzez zastosowanie:

- układu zmiękczenia z dwiema kolumnami pracującymi naprzemiennie dla obu linii
- Układu dechloracji chemicznej
- Dwóch nowych jednostek odwróconej osmozy
- Układu sterowania z PLC i HMI pozwalającym na optymalizację pracy SUW oraz zapewnienie ciągłości pracy układu

Dodatkowo w ramach analizy wariantowej uwzględniono dwa rozwiązania dla układu usuwania wolnego tlenu:

- Rozbudowa istniejącego układu odgazowania próżniowego o dodatkową drugą linię o większej wydajności

- Zastosowanie chemicznej metody usuwania wolnego tlenu poprzez dozowanie specjalnych preparatów do wody

Po przeanalizowaniu powyższych wariantów pod względem ekonomicznym i funkcjonalnym, zdecydowano się na realizację inwestycji w oparciu o rozwiązanie wariantu III z podziałem na 3 etapy inwestycyjne oraz zastosowanie układu usuwania tlenu w oparciu o proces odgazowania próżniowego

4. ETAPOWANIE PRAC

Etap I:

W pierwszym etapie inwestycji utrzymana zostanie praca istniejącej linii uzdatniania.

Dostarczone zostaną urządzenia które będą pracowały jako druga linia:

- Zmiękcacz jonowymienny dwukolumnowy z układem solanki
- układ dechloracji
- jedna jednostka odwróconej osmozy

Zdemontowane zostaną istniejące filtry piaskowy, węglowy i zmiękcacz. Nowy układ zmiękczenia o większej wydajności będzie miał możliwość jednoczesnego zasilania obu linii odwróconej osmozy nowej i starej.

Nowa linia będzie pracować równolegle ze starą linią co pozwoli na zwiększenie wydajności SUW.

Będzie również istniała możliwość ręcznego wyłączania poszczególnych linii.

Etap II:

W drugim etapie pozostałe elementy starej linii (jednostka odwróconej osmozy) zostaną zdemontowane.

Dostarczona zostanie druga, nowa jednostka odwróconej osmozy.

Układ zostanie wyposażony w szafę sterującą pozwalającą na przełączanie pracy między dwiema jednostkami RO w sposób automatyczny.

Etap III:

W trzecim etapie rozbudowany zostanie układ próżniowego odgazowania poprzez dostawę drugiej linii o wydajności 5 m³/h.

5. OPIS PRZYJĘTYCH ROZWIĄZAŃ TECHNOLOGICZNYCH

Instalacja zasilana będzie wodą z sieci miejskiej. Miejsce poboru wody do instalacji pozostaje niezmienione.

Pierwszym elementem układu uzdatniania będzie zmiękczac jonowymienny z dwiema kolumnami o średnicy 500 mm o wydajności do 7 m³/h pozwalający na jednoczesne zasilanie dwóch linii odwróconej osmozy. Układ wyposażony w kompletny układ przygotowania solanki do regeneracji. Kolumny zmiękczacza będą pracowały w trybie Duplex – praca naprzemienna zapewniająca ciągłość pracy układu. Zmiękczac zostanie zabezpieczony filtrem mechanicznym z wkładami 20µm.

Za zmiękczacem zastosowany zostanie układ dechloracji chemicznej. Układ dozowania złożony z dwóch pomp dozujących w konfiguracji 1 + 1 z jednym zbiornikiem roztworowym. W docelowym wariantcie pompy będą przełączały się automatycznie.

Aby utrzymać stałą dawkę reagentów niezależnie od zmian przepływu wody zastosowany zostanie wodomierz z emiterym impulsów do sterowania pomp dozujących.

Układ odwróconej osmozy składać się będzie z dwóch jednostek pracujących jako dwie niezależne linie o nominalnej wydajności produktu 3600 l/h każda. Każda linia odwróconej osmozy będzie wyposażona we wstępny filtr mechaniczny z wkładem 5µm oraz układ automatycznego płukania membran.

Po odwróconej osmozie do wody uzdatnionej dozowane będą polifosforany z wykorzystaniem istniejącego dozownika po czym woda będzie kierowana do istniejącego zbiornika magazynowego o pojemności 20 m³

Ze zbiornika woda uzdatniona podawana będzie do uzupełnienia strat w obiegu ciepłowniczym poprzez układ odgazowania próżniowego.

Układ odgazowania próżniowego złożony będzie z dwóch niezależnych linii – istniejącej o wydajności do 3,5 m³/h oraz nowej o wydajności do 5 m³/h. Linie odgazowania będą pracować równolegle z możliwością pracy jednoczesnej lub naprzemiennej.

Dodatkowo awaryjnie stosowany będzie istniejący układ chemicznego usuwania tlenu z wody.

4.1 OPIS URZĄDZEŃ

Filtr wstępny mechaniczny

Dla mechanicznego zabezpieczenia zmiękczacza, zastosowany zostanie filtr mikrofiltracyjny z wkładami o stopniu filtracji 20 μm .

Parametry techniczne filtra:

Stopień filtracji: 20 μm

Ilość wkładów: 1

Przyłącza: 1½"

Układ zmiękczenia

Układ złożony jest z dwóch kolumn zmiękczących z żywicą jonowymienną oraz układu przygotowania solanki. W czasie przepływu wody przez zmiękczacze jony wapnia i magnezu zastępowane są jonami sodu. Po wyczerpaniu zdolności wymiennej żywicy jest ona regenerowana roztworem solanki. Proces jest w pełni automatyczny. Naprzemienna praca dwóch kolumn zapewnia ciągłość procesu zmiękczenia.

Zmiękczacze muszą spełniać poniższe wymagania techniczne:

- Dwie kolumny wykonane ze stali o przekroju okrągłym o średnicy $D=500\text{ mm}$,
- ruszt podtrzymujący podsypkę i żywice jonowymienną w kształcie kulistym o przekroju łukowym niewymagającym zastosowania dysz co przeciwdziała kolmatacji układu dystrybucji wody
- dwa wloty załadunkowe – boczny i górny,
- zbiornik zabezpieczony od wewnątrz powłoką epoksydową o grubości min. 200 μm i od zewnątrz poliestrową powłoką antykorozyjną o grubości min. 80 μm ,
- zmiękczacze wyposażony w orurowanie o średnicy min. 1½"
- zmiękczacze wyposażony w pięć hydraulicznych zaworów membranowych o średnicy nie mniejszej niż 1½" sterowanych wodą; trzpień zaworów membranowych umieszczony pod kątem 45° w stosunku do przepływu wody celem zwiększenia szybkości otwierania oraz ograniczenia strat hydraulicznych,
- zmiękczacze wyposażony w kryzy regulujące pracę, zabezpieczające przed nadmiernym przepływem w trakcie płukania,
- sterowanie: hydrauliczne, medium sterujące: woda,

- zmiękcacz wyposażony w sterownik z klawiaturą umożliwiającą zmianę nastaw pracy z poziomu urządzenia (praca, regeneracja)
- podsypka złoża filtracyjnego musi składać się z minimum czterech warstw o różnej granulacji ułożonych od najmniejszej do największej granulacji patrząc w kierunku filtracji,
 - żwir 25x40 – min. 30 mm
 - żwir 10x18 – min. 80 mm
 - żwir 6x9 – min. 80 mm
 - żwir 2x3 – min. 85 mm
 - żywica jonowymienna – min. 220 l
- układ przygotowania solanki: zbiornik zarobowy, zawór ssący, linia ssąca

Zmiękcacz musi stanowić kompletne urządzenie dostarczone od jednego producenta. Nie dopuszcza się urządzeń złożonych z niezależnych komponentów.

Parametry układu zmiękczenia:

- Maks. przepływ: 18 m³/h
- Zdolność jonowymienna: min. 100 m³x°f
- Ciśnienie pracy: 2 - 7 bar
- Płukanie wsteczne – natężenie: 1,8 m³/h
- Zużycie soli – do 48 kg na cykl
- Temperatura pracy: 5-40°C

Parametry wody po układzie zmiękczenia	
Twardość	< 0,1 mval/l
Żelazo	< 0,01 mg/l
Zawiesina og.	< 1 mg/l

Filtr mikronowy

Dla mechanicznego dodatkowego zabezpieczenia membran osmotycznych, zastosowany zostanie filtr mikrofiltracyjny z wkładami o stopniu filtracji 5 µm.

Parametry techniczne filtra:

Stopień filtracji: 5 µm
 Ilość wkładów: 1
 Przyłącza: 1½"

Układ dechloracji

Dla zabezpieczenia membran osmotycznych przed wolnym chlorem w sytuacji awaryjnej w której chlor przedostanie się przez filtr wstępny, do wody dozowany będzie środek dechlorujący.

Układ składa się z dwóch pomp dozujących (1 pracująca + 1 awaryjna) oraz zbiornika magazynowego reagenta.

Parametry techniczne układu dozowania:

Wydajność maksymalna:	min 5 l/h
Ciśnienie robocze:	min. 7 bar
Średnie zużycie energii:	maks. 50 W
Zbiornik magazynowy:	min. 100 l
Materiał zbiornika:	PE

Parametry wody po układzie dechloracji	
Wolny chlor	0 mg/l

Układ odwróconej osmozy

Dwie niezależne jednostki o wydajności nominalnej 3600 l/h każda. Każda jednostka RO stanowi kompletny układ zamontowany na wspólnej ramie nośnej złożony z:

- modułów wysokociśnieniowych z membranami osmotycznymi
- pompy procesowej
- układu płukania i czyszczenia membran
- dedykowanego sterownika
- kompletu armatury i orurowania
- aparatury kontrolno pomiarowej

Przy standardowych warunkach pracy na obiekcie, przy temperaturze wody 12°C wydajność jednej linii RO będzie wynosiła około 2500 l/h. Przy stopniu odzysku 75% każda linia będzie generowała stały odrzut w ilości około 850 l/h.

Parametry techniczne urządzenia:

Znamionowa wydajność:	3600 l/h przy 20°C
Wydajność robocza:	2500 l/h przy 12°C
Ilość pobieranej wody:	do 4800 l/h
Współczynnik odzysku:	75%
Ciśnienie pracy:	5 - 8 bar
Ciśnienie wyjściowe wody:	< 1 bara
Ilość modułów:	9

Materiał modułów:	FRP
Ilość membran:	9
Zasilanie:	400V, 50 Hz
Moc zainstalowana:	maks. 4,5 kW

Układ dla zapewnienia optymalnej pracy wyposażony jest minimum w następującą aparaturę kontrolno-pomiarową:

- elektrozawór na zasilaniu
- 1 x czujnik ciśnienia na zasilaniu
- 2 x manometr na zasilaniu i odrzucie
- 2 x pomiar przepływu na produkcie i odrzucie
- 2 x pomiar przewodności na zasilaniu i produkcie

W celu wydłużenia żywotności membran, każda jednostka odwróconej osmozy wyposażona jest system płukania membran pozwalający na płukanie membran przy każdym zatrzymaniu urządzenia oraz na wykonanie okresowego czyszczenia konserwacyjnego membran RO.

Układ płukania jest automatyczny sterowany bezpośrednio ze sterownika jednostki odwróconej osmozy.

Parametry wody po układzie odwróconej osmozy	
Przewodność	< 10 μ S/cm

Układ odgazowania próżniowego

W celu obniżenia korozyjności wody należy zastosować układ odgazowania próżniowego do usunięcia z wody gazów w tym tlenu. Zachowany zostanie istniejący układ odgazowania o wydajności 3,5 m³/h oraz należy zainstalować nowy układ o wydajności 5 m³/h. Linie odgazowania będą pracować równolegle z możliwością pracy jednoczesnej lub naprzemiennej.

Parametry techniczne:

- Wydajność nominalna min. 5 m³/h
- Średnica kolumny odgazowywacza min. 500 mm
- Kolumna wyposażona w dwa włązy inspekcyjne
- Odgazowywacz wyposażony w układ automatycznej regulacji wydajności
- Układ wyposażony w pompę próżniową oraz pompy obiegowe i uzupełniania sieci
- Układ wyposażony w linie cyrkulacji oraz obieg wody chłodzącej
- Układ wyposażony w dedykowaną szafę sterującą oraz komplet AKPiA

Parametry wody po odgazowania próżniowego	
Tlen rozpuszczony	< 0,03 mg/l