

Zamawiający	Gmina i Miasto Pyzdry ul. Taczanowskiego 1, 62-310 Pyzdry	
Obiekt/Zadanie	KONCEPCJA MODERNIZACJI TECHNOLOGII STACJI UZDATNIANIA WODY WE WRĄBCZYNKU GM. PYZDRY	
Adres inwestycji	Stacja Uzdatniania Wody we Wrąbczynku dz. ew. nr 165/2 obręb Wrąbczynek	
Kategoria obiektu budowlanego	XXX – Stacja Uzdatniania Wody (SUW)	
Identyfikator działki geodezyjnej	303004_5.0716.165/2	
Stadium	KONCEPCJA	
Branża	TECHNOLOGIA	
Projektant	inż. Ryszard SZAMBELAŃCZYK	
Opracowujący	mgr inż. Karol Szambelańczyk	
Opracowujący	dr inż. Łukasz Weber	
Opracowujący		
Opracowujący		
OPRACOWANIE SKŁADA SIĘ Z JEDNEGO TOMU I ZAWIERA:		
ELEMENT I – OPIS TECHNOLOGII ELEMENT II – CZĘŚĆ RYSUNKOWA		
Data opracowania	WRZEŚNIA, 30.04.2022 r.	

Spis treści

1. DANE PROJEKTU.....	3
2. PRZEDMIOT I PODSTAWA OPRACOWANIA.....	4
3. CHARAKTERYSTYKA STANU ISTNIEJĄCEGO.....	5
3.1. Ujęcie wody surowej.....	6
3.2. Stacja Uzdatniania Wody we Wrąbczynku.....	8
3.3. Jakość wody surowej.....	11
3.4. Aktualna produkcja SUW.....	13
4. PRZEBUDOWA STACJI UZDATNIANIA WODY WE WRĄBCZYNKU.....	15
4.1. Założenia ogólne.....	15
4.2. Ujęcie wody.....	19
4.3. Napowietrzanie wody.....	21
4.4. Filtracja wody.....	25
4.5. Odstojnik i gospodarka popłuczynami.....	35
4.6. Retencja wody uzdatnionej.....	35
4.7. Dezynfekcja wody.....	36
4.8. Tłoczenie do sieci wodociągowej.....	38
5. CZĘŚĆ RYSUNKOWA.....	39

KONCEPCJA

1. DANE PROJEKTU

INWESTOR	Gmina i Miasto Pyzdry ul. Taczanowskiego 1, 62-310 Pyzdry
NAZWA INWESTYCJI	KONCEPCJA MODERNIZACJI TECHNOLOGII STACJI UZDATNIANIA WODY WE WRĄBCZYNKU GM. PYZDRY
ADRES INWESTYCJI	Stacja Uzdatniania Wody we Wrąbczynku dz. ew. nr 165/2 obręb Wrąbczynek
POZOSTAŁE DANE ADRESOWE	Jednostka ewidencyjna: 303004_5 Obręb ewidencyjny: 303004_5.0716 Wrąbczynek Numer działki ewidencyjnej: 165/2

2. PRZEDMIOT I PODSTAWA OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest koncepcja pn.: Koncepcja modernizacji technologii Stacji Uzdatniania Wody we Wrąbczynku gm. Pyzdry.

Istniejąca Stacja Uzdatniania Wody zaopatruje w wodę mieszkańców miejscowości Wrąbczynek, Wrąbczynkowskie Holendry, Białobrzeg, Zapowiednia, Królewiny, Walga, Trzcianki pokrywając zapotrzebowanie na wodę do spożycia, cele rolnicze i bytowo – gospodarcze. Pogarszający się stan techniczny poszczególnych elementów SUW oraz problemy z utrzymaniem wymaganej jakości wody uzdatnionej wymuszają konieczność modernizacji istniejącego układu uzdatniania.

Celem opracowania jest zatem przebudowa istniejącego układu technologicznego, z opcją zwiększenie jego zdolności produkcyjnych, oraz poprawa jakości uzdatnianej wody.

Podstawę opracowania stanowią:

- zlecenie od Gminy i Miasta Pyzdry, ul. Taczanowskiego 1, 62-310 Pyzdry,
- obowiązujące przepisy prawne, dotyczące jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi – Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2017, poz. 2294.),
- obowiązujące przepisy prawne, dotyczące jakości ścieków wprowadzanych do wody lub ziemi – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. 2014 poz. 1800),
- ustawa z dn. 20 lipca 2017 r. Prawo Wodne z późn. zm.,
- archiwalna dokumentacja przekazana przez Inwestora,
- wyniki badania jakości wody przekazane przez Inwestora,
- wizje lokalne na obiekcie,
- inne.

Opracowanie wykonano zgodnie z nowoczesną wiedzą w dziedzinie technologii uzdatniania wody oraz w oparciu o doświadczenia wodociągów, eksploatujących podobne układy uzdatniania wody.

3. CHARAKTERYSTYKA STANU ISTNIEJĄCEGO

Stacja Uzdatniania Wody we Wrąbczynku zlokalizowana jest na działce o numerze ewidencyjnym: 165/2.

Ujęcie wody pracuje w oparciu o obowiązujące pozwolenie wodnoprawne na pobór wód z utworów trzeciorzędowych z dnia 12 czerwca 2012 r. wydane przez Starostę Wrzesińskiego ul. Chopina 10, 62-300 Września. Łączne zasoby eksploatacyjne ujęcia z podanych powyżej utworów wynoszą $Q = 72,0 \text{ m}^3/\text{h}$ przy depresji $S = 25,9 \text{ m}$

Pozwolenie wodnoprawne wprowadza następujące limity:

- **$Q_{\text{maxh}} = 45,0 \text{ m}^3/\text{h}$,**
- **$Q_{\text{dśr}} = 191,78 \text{ m}^3/\text{d}$,**
- **$Q_{\text{maxr}} = 70\,000,0 \text{ m}^3/\text{r}$.**

Stacja Uzdatniania Wody we Wrąbczynku może odprowadzać wody popłuczne do rowu melioracyjnego w ilości:

- $Q_{\text{maxh}} = 23,6 \text{ m}^3/\text{h}$,
- $Q_{\text{maxd}} = 47,2 \text{ m}^3/\text{d}$,
- $Q_{\text{maxr}} = 2454,4 \text{ m}^3/\text{r}$

pod warunkiem nie przekraczania następujących parametrów zanieczyszczeń:

- zawiesina ogólna: do 35 mg/l,
- żelazo: do 10 mg/l.

3.1. Ujęcie wody surowej

Ujęcie wody dla Stacji Uzdatniania Wody we Wrąbczynie składa się z dwóch studzien głębinowych nr: 1 i 2. Studnie te znajdują się na tej samej działce co budynek SUW: 165/2

Studnia nr 1

Studnia nr 1 została odwiercona w 1985 r. do głębokości 69 m p.p.t. Rzędna terenu przy studni 80,25 m n.p.m. Konstrukcja otworu wykonana jest:

- z rury podfiltrowej o średnicy 299 mm i długości 1,0 m,
- filtra siatkowego o średnicy 299 mm i długości 15,0m,
- rury nadfiltrowej o średnicy 299 mm i długości 15,0 m.

Tabela 1. Profil geologiczny studni nr 1.

Głębokość [m p.p.t.]	Opis
0,0 ÷ 0,4	Gleba
0,4 ÷ 6,0	Piasek drobny szaro żółty
6,0 ÷ 9,5	Piasek drobny jasno żółty z ziarnami żwiru
9,5 ÷ 16,0	Gлина zwałowa szara
16,0 ÷ 20,0	Piasek gruby szary
20,0 ÷ 20,5	Gлина zwałowa szara
20,5 ÷ 22,5	Żwir z otoczkami
22,5 ÷ 34,0	ł zielono-niebieski
34,0 ÷ 44,0	ł kolorowy
44,0 ÷ 47,5	ł szaro-brunatny
47,5 ÷ 52,0	Węgiel brunatny
52,0 ÷ 54,5	Żwir kwarcowy brunatny z pyłem węgla
54,5 ÷ 58,0	Piasek średni brunatny
58,0 ÷ 59,0	Piasek średni ciemno szary
59,0 ÷ 68,0	Piasek drobny szary

Stratygrafia studni: miocen

Zwierciadło wody nawiercone:

- głębokość: 52,0 m p.p.t.
- rzędna: 28,2 m n.p.m.

Zwierciadło wody ustabilizowane:

- głębokość: 4,7 m p.p.t. (1985r.)
- rzędna: 75,5 m n.p.m. (1985r.)

Studnia nr 2

Stacja Uzdatniania we Wrąbczynku posiada także drugi odwiert (studnia nr 2). Na etapie wykonywania tego opracowania, studnia ta nie była jeszcze podłączona do obiektu stacji, prowadzone są prace w celu uzyskania pozwolenia wodno-prawnego na eksploatację tego odwiertu.

Docelowo studnie nr 1 i nr 2 pracować będą naprzemiennie w ramach ustalonych zasobów eksploatacyjnych ujęcia we Wrąbczynku tj. max 72 m³/h.

3.2. Stacja Uzdatniania Wody we Wrąbczynku

Aktualnie, woda surowa z ujęcia kierowana jest na układ uzdatniania złożony z następujących procesów jednostkowych:

- napowietrzanie ciśnieniowe realizowane na urządzeniu o średnicy 1000 mm i objętości 1500 l, firmy Kotłorembud, typ ARC2A,
- filtracji ciśnieniowej na filtrze poziomym o średnicy 2800 mm,
- dezynfekcja wody uzdatnionej podchlorynem sodu,
- podawanie wody na sieć przy wykorzystaniu zbiornika hydroforowego, poziomego o objętości około 50 m³.

Zdjęcie 1. Budynek SUW we Wrąbczynku



Zdjęcie 2. Napowietrzanie ciśnieniowe



Zdjęcie 3. Poziomy filtr ciśnieniowy



Zdjęcie 4. Zbiornik wody czystej



3.3. Jakość wody surowej

Poniżej w tabeli zamieszczono wyniki analiz wody surowej ujęcia SUW we Wrębczynku

Tabela 2. Jakość wody surowej(z poszczególnych studni z okresu wiercenia)

Studnia		1 (16.09.1985)	2 (13.10.2021)
pH		7,3	7,1
Mangan	mg/l	0,25	0,23
Żelazo	mg/l	1,2	0,66
Siarczany	mg/l	2,1	1,14
Chlorki	mg/l	10	13,2
Mętność	NTU	5	6
Barwa	mgPt/l	25	25
Amoniak	mg/l	0,08	0,64
Utlenialność	mg/l	6,7	
Azotyny	mg/l	n.w.	<0,05
Azotany	mg/l	0,1	<0,10
Twardość ogólna	mval/l	4,4	3,9
Zasadowość	mval/l	4,6	4,1

Zgodnie z charakterystyką jakościową ujmowanej wody (tabela nr 4) stwierdza się, że surowiec nie spełnia wymagań obowiązującego Rozporządzenia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, a redukcji wymagają przede wszystkim następujące parametry:

- żelazo: ~ 1,2 mg/l,
- mangan: ~ 0,25 mg/l,
- jon amonowy: ~ 0,64 mg/l,
- barwa: 20 ~ 30 mgPt/l.

Stężenie manganu w ujmowanej wodzie mieści się na dość niskim poziomie, około 0,25 mgMn/L. Pod kątem zawartości manganu woda należy zatem do surowców o małe ilości tego pierwiastka. Jest to poziom na tyle niski, że ogranicza możliwość naturalnego wpracowania złoża filtracyjnego sugerując zastosowanie złóż katalitycznych do realizacji procesu odmanganiania wody surowej.

Zawartość jonu amonowego występuje maksymalnie na poziomie około 0,6 mg/L. Taka ilość nie powinna stanowić istotnego problemu technologicznego z jego usunięciem. Należy pamiętać, że podwyższony poziom jonu amonowego, będzie miał negatywne konsekwencje w przypadku chlorowania wody (tworząc np. chloraminy). Ponadto jon amonowy jest podstawowym wskaźnikiem „tlenochłonnym” - zużywającym największe ilości tlenu w procesie jego usuwania, tym samym zawartość jonu amonowego zazwyczaj determinuje

również wybór odpowiedniego systemu napowietrzania wody.

Na podstawie monitorowanej przez Inwestora jakości wody surowej ujmowanej dla Stacji Uzdatniania Wody we Wrąbczynku (tabela nr 4), do dalszych obliczeń technologicznych i doboru urządzeń przyjęto następujące parametry wody surowej:

- **żelazo: 1,2 mgFe/l,**
- **mangan: 0,3 mg/l,**
- **jon amonowy: 0,65 mgNH₄⁺/l.**

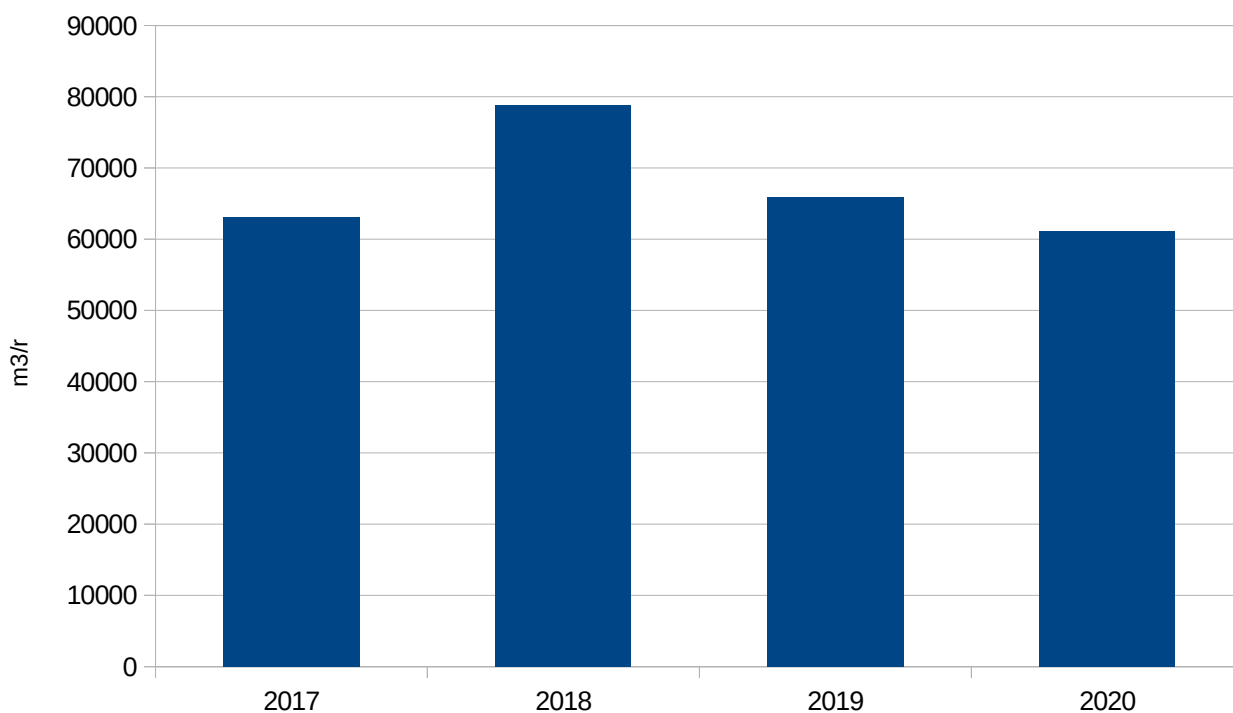
3.4. Aktualna produkcja SUW

Poniżej przedstawiono ilość wody wtłoczonej do sieci na Stacji Uzdatniania Wody we Wrąbczynku w latach 2017/2020.

Tabela 3. Produkcja wody uzdatnionej w roku 2021

Rok	Produkcja wody [m ³]
2017	63 150
2018	78 840
2019	65 870
2020	61 180

Wykres 1. Produkcja wody uzdatnionej w latach 2017-2020



Dla oszacowania przepływów dobowych oraz maksymalnych godzinowych przyjęto następujące założenia:

- ilość wody wyprodukowana w ciągu roku: 65 000 m³
- współczynnik nierównomierności dobowej: $N_d = 1,4$
- współczynnik nierównomierności godzinowej: $N_h = 1,8$

Dla przyjętej wartości rozborów rocznych przepływy charakterystyczne wynoszą:

- $Q_{d\text{sr}}$: 178,0 m³/d,
- $Q_{d\text{max}}$: 249,1 m³/d,
- $Q_{h\text{max}}$: 18,7 m³/d.

Na podstawie powyższych wyliczeń, wydajności eksploatacyjnej ujęcia, wydajności z pozwolenia wodno-prawnego, perspektyw wzrostu rozborów oraz zgodnie z oczekiwaniami zamawiającego do dalszych obliczeń technologicznych przyjęto wydajność układu równą **45 m³/h**.

4. PRZEBUDOWA STACJI UZDATNIANIA WODY WE WRĄBCZYNKU

4.1. Założenia ogólne

W porozumieniu z Inwestorem przyjęto następujące założenia ogólne do projektu:

- przyjęta wydajność godzinowa SUW, na którą wymiarowany będzie układ uzdatniania – **45 m³/h**,
- wykonanie materiałowe (orutowanie, kołnierze, śruby itd.) - stal nierdzewna w gatunku AISI 316/316L,
- pozostawienie układu jednostopniowego pompowania – istniejące pompy głębinowe pracujące na falownikach tłoczące wodę do odbiorców z wykorzystaniem istniejącego zbiornika hydroforowego.
- projektowana technologia uzdatniania zostanie posadowiona w istniejącym budynku stacji,
- armatura i orurowanie w wykonaniu na ciśnienie PN 10 / PN 16,
- układ napowietrzania wykorzystujący istniejący aerator ciśnieniowy plus nowy mieszacz statyczny,
- nowy układ filtracji jednostopniowej na złożu keramzytowym oraz katalitycznym odpowiedzialny za usuwanie zawiesin, odżelazianie wody, związków manganu, redukcja jonu amonowego,
- dezynfekcja wody przefiltrowanej z wykorzystaniem podchlorynu sodu.

Założenia ogólne (orurowanie, armatura)

Przyjęto, że orurowanie SUW zostanie wykonane ze stali nierdzewnej, przy zachowaniu następujących wytycznych:

- gatunek stali AISI 316/316L,
- wszystkie kołnierze połączeniowe wykonane ze stali nierdzewnej AISI 316/316L,
- wszystkie śruby, podkładki, wywijki ze stali nierdzewnej AISI 316/316L,
- należy zastosować kołnierze pełne,
- owiercenie kołnierzy armatury i kołnierzy orurowania wg jednej normy i na jednakowe ciśnienie,
- ilość spawów na obiekcie należy ograniczyć do minimum; miejsca połączeń rurociągów na obiekcie wykonywać jako skręcane (kołnierzowe)
- wszystkie elementy należy spawać maszynowo w warsztacie, zaś na obiekcie przewiduje się jedynie montaż całości (dopuszcza się jedynie wykonywanie na obiekcie tzw. spawów zamykających – długich odcinków),
- przyjęto następujące grubości ścianek rurociągów:
 - dla średnic DN 200 i poniżej: 2,0mm,
 - dla średnicy DN 250: 3,0mm,
 - dla średnicy DN 300: 3,0mm.

Wszystkie rurociągi należy podeprzeć w odpowiednich miejscach wykorzystując rozwiązania podpór systemowych o następującej charakterystyce technicznej:

- wykonanie materiałowe podpór i zawiesi: minimum stal AISI 304/304L,
- obejmę pełną, zabezpieczającą przed przesuwaniem rurociągu,
- między obejmą, a rurociągiem wyściółka gumowa z materiału posiadającego atest PZH,

- wyściółki na podporach podpierających rurociągi wewnątrz zbiorników (załanych wodą) dodatkowo odporne na pracę pod pełnym zanurzeniem,
- podpory montowane do posadzki lub ścian konstrukcyjnych (w zależności od przyjętego systemu) – preferowany montaż do posadzki,
- dobór szczegółowy podpór przez wyspecjalizowaną firmę zajmującą się podparciami, przeprowadzony na etapie montażu rurociągów,
- podpory montowane do posadzki lub ścian, z wykorzystaniem śrub w gatunku stali jak dla materiału podpory.

Miejsca montażu podpór przyjmuje się następujące:

- w miejscach montażu armatury (przepustnic, zasuw itp.),
- w miejscach zmiany kierunków trasy, w miejscach montażu trójników,
- na długich odcinkach prostych (wg obliczeń przeprowadzonych na etapie doboru podpór podczas montażu na miejscu).

Należy dążyć do zabudowy zblokowanej podpór polegającej na umiejscowieniu na jednej pionowej podporze kilku rurociągów biegnących bezpośrednio jeden nad drugim.

Parametry techniczne - przepływomierze

- dedykowane do instalacji wodociągowych (atest PZH do kontaktu z wodą pitną),
- montaż kołnierzowy,
- przepływomierz na rurociągu wody uzdatnionej do sieci wodociągowej dopuszczony do rozliczeń (certyfikat MID).

Przetwornik:

- podświetlany wyświetlacz LCD, z menu w języku polskim, ze zmianą koloru w razie błędu lub awarii
- zasilanie: uniwersalne, umożliwiające podłączenie napięcia 100-240VAC lub 24VAC/DC
- wbudowane narzędzie do diagnostyki czujnika oraz przetwornika
- możliwość wystawienia protokołu z diagnostyki,
- komunikacja 4...20 mA HART + impulsowe + binarne
- obudowa przetwornika wykonana z aluminium,
- temperatura otoczenia -20°C...+50°C
- wersja kompaktowa (łączna z czujnikiem) lub rozdzielna,
- stopień ochrony przetwornika min. IP66/67

Czujnik:

- błąd pomiarowy do 0,5%,
- detekcja niepełnego przepływu
- możliwość pomiaru niezależnie od profilu przepływu
- możliwość pracy bez odcinków prostych przed i za urządzeniem
- gwarantowana niepewność pomiarowa przy montażu bezpośrednio za przeszkodą „np. kolaniem” – potwierdzona przez zewnętrzną instytucję (nie będącą powiązaną z producentem urządzenia)
- przyłącze procesowe: kołnierze ze stali 1.4301 zgodne z EN1092-1, PN10
- temperatura medium: 0°C...+70 °C
- elektrody stożkowe wykonane z 1.4435
- stopień ochrony czujnika min. IP66/67

Parametry techniczne – przepustnice

- przepustnice centryczne, obustronnie szczelne (z uszczelnieniem miękkim),
- zabudowa międzykołnierzowa,
- dysk pełny (bez pustych przestrzeni) centryczny, wykonany ze stali nierdzewnej 1.4408 dla wszystkich średnic,
- wał ze stali kwasoodpornej,
- wał pełny lub dzielony, jednoczęściowy lub dwuczęściowy,
- możliwość pracy w dowolnym położeniu wału przepustnicy - dla wszystkich średnic,
- uszczelnienie: EPDM - dla wody, NBR – dla powietrza
- korpus: materiał
 - do średnicy DN 250 – żeliwo szare GG25
 - korpus precyzyjnie obrobiony, pokryty powłoką epoksydową,
- przepustnice przystosowane do napędu ręcznego (dźwignia ręczna z zapadką, przekładnia ślimakowa z kółkiem) i napędów pneumatycznych (dwustronnego działania i regulacyjnych).

Czujniki do pomiaru podstawowych parametrów fizykochemicznych wody

Pomiar mętności (opcjonalnie)

- kompletny zestaw pomiarowy z osprzętem:
 - czujnik mętności (sonda) do montażu w rurociągu,
 - przetwornik uniwersalny wielokanałowy,
 - armatura montażowa umożliwiająca montaż i demontaż czujnika bez rozkręcania instalacji w celach jego kontroli, kalibracji i konserwacji.

Szczegółowa specyfikacja pomiaru mętności:

Kompletny układ pomiarowy składa się z sondy, armatury procesowej, i przetwornika uniwersalnego

- Sonda: pomiar mętności metodą światła rozproszonego pod kątem 90° zgodnie z ISO7027,
 - zakres pomiarowy 0...4000 NTU,
 - stopień ochrony: min. IP68,
 - ciśnienie: do 10 bar abs,
- Armatura procesowa:
 - do montażu w rurociągu,
 - dopuszczalne ciśnienie 10 bar,
 - przyłącze procesowe PN10/16
- Przetwornik uniwersalny:
 - duży, indywidualny wyświetlacz,
 - dostęp do funkcji umożliwiających ocenę stanu zużycia elektrody lub czujnika,
 - zasilanie: 230 VAC,
 - wejście: czujnik cyfrowy (opcjonalnie z możliwością rozbudowy do maks. 8 kanałów),
 - wyjście analogowe i cyfrowe,
 - praca w temperaturach: do +50°C,
 - stopień ochrony: min. IP66/IP67,
 - brak elementów zużywających się mechanicznie wewnątrz obudowy,
 - menu w języku polskim.

Przewiduje się pomiar mętności w następujących miejscach procesu technologicznego:

- w wodzie po filtracji ciśnieniowej (jeden czujnik na rurociągu zbiorczym).

Pomiar tlenu (opcjonalnie)

Projektuje się pomiar tlenu na rurociągu wody napowietrzonej, montowany online na rurociągu wody napowietrzonej po aeratorze ciśnieniowym, przed układem filtracji.

Specyfikacja sondy pomiarowej/czujnika:

- zakres pomiarowy:
 - 0 to 20 mg/l,
 - 0 to 200 %SAT,
 - 0 to 400 hPa,
- ciśnienie pracy: max 10 bar

Pomiar chloru wolnego (opcjonalnie)

Opcjonalnie sugeruje się pomiaru chloru wolnego zamontowany na rurociągu kierującego wodę uzdatnioną na sieć. Zakres pomiarowy: 0 ÷ 5 mg/l ClO₂

4.2. Ujęcie wody

Ujęcie wody oparte jest o istniejące dwie studnie głębinowe. Zgodnie z obowiązującym pozwoleniem wodno-prawnym, łączne zasoby eksploatacyjne ujęcia wód podziemnych SUW we Wrąbczynku z utworów mioceńskich wynoszą:

$$Q = 72 \text{ m}^3/\text{h}$$

W porozumieniu z inwestorem, mając na uwadze perspektywę wzrostu rozbiorów, oraz limity określone w pozwoleniu wodno-prawnym dobrano technologię uzdatniania na 45 m³/h z dodatkową tolerancją dla większych przepływów uzdatnianej wody.

Koncepcja w swoim zakresie nie obejmuje wymiany istniejących rurociągów wody surowej ze studni do budynku SUW czy też podłączenia nie włączonej jeszcze do układu studni nr 2. Projektuje się tylko podejścia wody surowej w zakresie samego budynku technologicznego (szczegóły na rys. technicznych).

W ramach prac modernizacyjnych dla ujęcia przewiduje się wpięcie sygnałów pomiarowych i odczytów ze studzien do nowego systemu wizualizacji i sterowania pracą SUW.

Na etapie modernizacji zaleca się wykonać następujące prace w zakresie automatyki i sterowania ujęcia:

- sonda hydrostatyczna do pomiaru zwierciadła dynamicznego i statycznego wraz z przesyłem danych oraz ich wizualizacją w centralnej dyspozytorii,
- pomiar przepływu wody wraz z przesyłem i wizualizacją danych,
- pomiar ciśnienia tłoczenia wody surowej wraz z przesyłem danych i ich wizualizacją,
- pomiar natężenia i napięcia pobieranego przez pompę,
- sygnalizacja otwarcia obudowy studni,
- licznik czasu pracy pompy.

Sterowanie pracą studni:

- studnia pracująca na falowniku, utrzymującym zadane ciśnienie na wyjściu na sieć wodociągową,
- ręcznie z SUW – przez operatora Stacji: praca w trzech trybach 1, 0, A,

Realizowane algorytmy w sterowaniu pracą pomp głębinowych:

- wyłączenie pomp głębinowych przy osiągnięciu poziomu suchobiegu,
- wyłączenie pomp po osiągnięciu nadmiernego ciśnienia wskazanego przez czujnik ciśnienia (informacja o zamknięciu zasowy na tłoczeniu lub innej przyczynie niedrożności rurociągu),
- alarm – w przypadku stwierdzenia otwarcia obudowy studni głębinowej,
- alarm – w przypadku stwierdzenia spadku temperatury wewnątrz obudowy poniżej zadanej wartości,
- wyłączenie pompy przy przekroczeniu poziomu maksymalnego pobieranego prądu,
- alarm przy spadku wydajności pompy o x % (ustalony na rozruchu) w stosunku do poziomu eksploatacyjnego.

Pomiary należy wpiąć w nowy (zintegrowany) system wizualizacji. Również sterowanie powinno odbywać się z nowego sterownika zamontowanego w ramach modernizacji SUW.

Rurociągi wody surowej z poszczególnych studni należy wprowadzić do obiektu SUW odrębnymi odcinkami. Dla każdej pompy głębinowej projektuje się pomiar przepływu realizowany na przepływomierzach elektromagnetycznych w samym budynku stacji. Dobiera

się przepływomierz elektromagnetyczny z przesyłem danych przystosowany do wody surowej, każdy o średnicy nominalnej DN 65.

Zawór bezpieczeństwa

Z uwagi na maksymalną wysokość podnoszenia pompy głębinowej oraz dopuszczalne ciśnienia urządzeń i instalacji (6 bar), należy zabezpieczyć układ technologiczny SUW przed nadmiernym wzrostem ciśnienia poprzez zastosowanie na rurociągu wody surowej pełnoskokowego, sprężynowego zaworu bezpieczeństwa.

Zawór bezpieczeństwa dobrano w oparciu o następujące dane wyjściowe:

- ciśnienie początku otwarcia: $p_{po} = 6$ bar,
- temperatura zrzutowa: $t = 10$ stop. C,
- współczynnik przyrostu ciśnienia: $b_1 = 10$ %,
- współczynnik wypływu: $K_{dr} = 0,5$,
- przeciwciśnienie: $p_b = 1$ bar,
- gęstość czynnika przy parametrach zrzutowych: $\rho = 1000$ kg/m³,
- wydajność: ok. 30,0 m³/h,
- wymagana przepustowość zaworu: min. 29000 kg/h,
- objętość właściwa cieczy przy parametrach zrzutowych: $v = 0,001$ m³/kg,
- współczynnik korekcyjny lepkości: $K_v = 1$,
- lepkość dynamiczna: $\mu = 0,00089$ Pa*s,
- ciśnienie zrzutowe: $p_o = 6,6$ bar.

Obliczeniowy przekrój kanału dopływowego wynosi:

$$A_0 = 485,76 \text{ mm}^2.$$

Przyjęto zawór bezpieczeństwa pełnoskokowy, sprężynowy, z dzwonem wspomagającym, kątowy, kołnierzowy, z membraną i uszczelnieniem miękkim o przekroju kanału dopływowego $A_d = 804$ mm², średnicy montażowej DN 40, średnicy wylotowej DN 65 i przelocie siedliska $d_o = 32$ mm. Owiercenie kołnierza wlotowego PN 16.

Zawór bezpieczeństwa należy zamontować w miejscu wskazanym na rysunkach – na rurociągu wody surowej, doprowadzającym wodę do napowietrzania. Natomiast odprowadzenie wody z zaworu sprowadzić do rurociągu wód popłucznych.

UWAGA! Przedstawione obliczenia należy bezwzględnie zweryfikować na etapie realizacji projektu w oparciu o rzeczywiste parametry zamontowanych pomp głębinowych!

4.3. Napowietrzanie wody

Ujmowana woda surowa, w celu napowietrzenia kierowana będzie na układ napowietrzania ciśnieniowego rurociągiem o średnicy DN 150 (zew. 168,3mm, gr. 2,0mm) wykonanym ze stali nierdzewnej w gatunku AISI 316/316L. Na rurociągu, w miejscu wskazanym na rysunkach technicznych zamontowany zostanie kurek probierczy o średnicy 1/2" do poboru prób zmieszanej wody surowej.

Napowietrzanie wody surowej odbywać się będzie w aeratorze ciśnieniowym o takiej konstrukcji, która zapewni możliwie największą powierzchnię kontaktu powietrza z wodą oraz optymalne warunki jednoczesnego mieszania obu mediów. Czas kontaktu wody z powietrzem wewnątrz aeratora powinien mieścić się w zakresie $t = 120 \div 180$ s. Dobór układu napowietrzania przeprowadzono zakładając wydajność układu około 45 m³/h.

Objętość urządzenia wyniesie zatem:

$$V = [45 * (120 \div 180)] / 3600 = 1,5 \div 2,25 \text{ m}^3$$

Aktualnie na obiekcie SUW pracuje aerator ciśnieniowy firmy Kotłorembud, typ ARC2 o objętości 1,5 m³. Ze względu na to, iż jest to stosunkowo nowe urządzenie – rok produkcji 2019, oraz na to, że spełnia ono warunek wymaganej objętości, nie dobiera się zamiennego aeratora lecz przewiduje wykorzystanie aktualnie eksploatowanego. Podczas prac modernizacyjnych zaleca się czyszczenie eksploatowanego aeratora ze szczególnym uwzględnieniem dysz napowietrzających.

Poniżej przedstawiono parametry techniczne istniejącego aeratora statycznego:

- Średnica nominalna: 1000 mm,
- Pojemność: 1,50 m³,
- Wysokość całkowita: ok. 2650 mm,
- Liczba dysz w aeratorze: 10 szt.,
- Dopuszczalne ciśnienie: 6,0 bar,
- Dopuszczalna temp. wody: 50°C,
- Przyłącza wody: DN 100,
- Przyłącza powietrza: G 1",
- Odpowietrzenie: G 1"

Rzeczywisty czas przetrzymania w projektowanym układzie napowietrzania dla docelowej wydajności wyniesie:

$$t = (1,5 * 3600) / 45 = 120 \text{ s}$$

Średnica rurociągu doprowadzającego wodę do aeratora:

$$D = [(4 * 45) / (\pi * 1,0 * 3600)]^{0,5} = 126 \text{ mm}$$

Przyjęto rurociąg o średnicy DN150 (zew. 168,3mm, gr. 2,6mm).

Woda surowa wprowadzana będzie od góry aeratora, a na rurociągach zamontowane zostaną:

- przepustnice międzykołnierzowe DN150 z napędem ręcznym,
- odpowietrzenie ręczne i automatyczne o średnicy G1" z zaworami kulowymi G1" z napędem ręcznym - odpływ wody z odpowietrzenia odprowadzić rurociągami stalowymi, skręcanymi na gwint, do rurociągów spustu zerowego z aeratorów. Dopuszcza się także wykonanie odpowietrzenia z rurociągów z tworzywa sztucznego.

Ponadto aerator wyposażony zostanie w spust zerowy wody (wpięty w rurociąg wody napowietrzonej) realizowany przy użyciu przewodu o średnicy DN 50 z przepustnicą międzykołnierzową DN 50 z napędem ręcznym. Odpływ wody z rurociągu spustowego należy odprowadzić do istniejącego kanału.

Dodatkowo przed aeratorem, na rurociągu wody surowej zamontowany zostanie rurowy mieszacz statyczny, wspomagający proces napowietrzania wody (intensyfikujący proces mieszania obu mediów). Parametry urządzenia:

- Ilość: 1 szt.,
- Średnica nominalna: DN 150 mm,
- Długość mieszacza: ok. 1150 mm,
- Przyłącze powietrza: G 1",
- Wykonanie: stal nierdzewna AISI 316/316L,
- Montowany kołnierzowo, wyposażony w 2 manometry z zaworami kulowymi.

Powietrze do aeratora i mieszacza statycznego doprowadzane będzie z nowego węzła sprężonego powietrza, z wykorzystaniem przewodów stalowych o średnicy G1" skręcanych na gwint.

Teoretyczna, maksymalna ilość tlenu jaką należy wprowadzić do wody, by przeprowadzić wszystkie procesy technologiczne (dla maksymalnych stwierdzonych stężeń żelaza, manganu i jonu amonowego) jest następująca:

- na utlenienie żelaza: ok. 0,17 mgO₂/L,
- na utlenienie manganu: ok. 0,09 mgO₂/L,
- na utlenienie jonu amonowego: ok. 2,93 mgO₂/L.

Zgodnie z przeprowadzonymi obliczeniami maksymalne stechiometryczne zapotrzebowanie wody na tlen wynosi ok. 3,2 mgO₂/L. Dodatkowo, zgodnie z praktyką należy założyć naddatek powietrza – który zwyczajowo przyjmuje się na poziomie ok. 2,0 ÷ 3,0 mg/L, choć nie jest to bezwzględnie wymagany parametr. Zatem oczekiwane natlenienie wody surowej (dla najgorszych stwierdzonych parametrów jakościowych) wyniesie ok. 6,2 mg/L tlenu w wodzie badanej po procesie napowietrzania.

Z uwagi na fakt, iż tlen jest doprowadzany z powietrza, na jego zawartość w wodzie po napowietrzeniu wpływ będzie miała ilość powietrza wprowadzona do aeratora oraz sprawność tego urządzenia.

W praktyce wymaganą ilość powietrza przyjmuje się najczęściej jako ok. 10% objętości uzdatnianej wody. Dla maksymalnej wydajności SUW wyniesie ona zatem:

$$Q_p = 0,1 * 45 = 4,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Do celów napowietrzania wody zostanie wykorzystana sprężarka o następujących parametrach technicznych:

- ilość: 2 szt. (1+1),
- typ: spiralna bezolejowa, przystosowana do pracy ciągłej,
- maks. nadciśnienie tłoczenia: do 10 bar,
- wydajność: min. 6,0 m³/h dla 1,0 MPa,
- moc znamionowa silnika: do 1,5 kW,
- pojemność zbiornika: min. 270 L,
- wyposażenie: zabudowana na zbiorniku sprężonego powietrza, obudowa dźwiękochłonna, przyłącze elastyczne, komplet filtrów (jako element dostawy sprężarki)

Powietrze ze sprężarek kierowane będzie do węzła rozdzielczego sprężonego powietrza przewodami elastycznymi, a następnie rurociągiem stalowym, skręcanym na gwint o średnicy G 1" doprowadzone zostanie do aeratora i mieszacza statycznego. Dodatkowo układ zostanie wyposażony w reduktor ciśnienia, rotametr oraz zawór kulowy do regulacji strumienia powietrza. W układzie należy utrzymywać ciśnienie powietrza min. 1,0 bar wyższe niż ciśnienie wody. Wstępnie zakłada się, że ciśnienie powietrza będzie wynosiło za reduktorem 5,0 atm. Wartość tę należy zweryfikować na etapie realizacji inwestycji.

Wstępnie dobrano następujący rotametr do pomiaru ilości powietrza:

- ilość: 2 szt.,
- Ciśnienie pracy: 5,0 bar,
- Wydajność: 1,6 ÷ 7,4 Nm³/h,
- Przyłącze: G 3/4",
- Długość: około 165 mm.

Na rurociągach doprowadzających powietrze do aeratora i mieszacza zostaną zamontowane elektrozawory, otwierające się podczas załączenia pomp głębinowych.

Ouruwanie aeratora wraz z armaturą wykonane będzie w średnicy nominalnej DN 150, natomiast dalej woda napowietrzona na filtry kierowana będzie rurociągiem DN 200 ze stali nierdzewnej AISI 316/316L.

Na rurociągu wody napowietrzanej odprowadzającej wodę z aeratora przewidziano:

- przepustnice międzykołnierzową DN150 z napędem ręcznym,
- manometr do pomiaru ciśnienia,
- kurek probierczy ½" do poboru prób.

Opomiarowanie układu napowietrzania:

- pomiar ciśnienia wody surowej (na rurociągu wody surowej) – czujnik ciśnienia z manometrem (1 szt.),
- pomiar ciśnienia wody surowej - straty na mieszaczu statycznym – manometry zabudowane na mieszaczu statycznym (2 szt.),
- pomiar ciśnienia wody napowietrzanej (równy pomiarowi ciśnienia wody przed filtracją) na zbiorczym rurociągu wody napowietrzanej – czujnik ciśnienia z manometrem (1 szt.),

- pomiar tlenu rozpuszczonego na rurociągu wody napowietrzonej – opcjonalnie (1 szt.).

Wytyczne dla automatyki i sterowania:

- otwarcie elektrozaworów na węźle sprężonego powietrza przy załączeniu pomp głębinowych,
- wyłączanie pomp po osiągnięciu nadmiernego ciśnienia wskazanego przez czujnik ciśnienia na rurociągu wody,
- alarm (z przesylem informacji do Dyspozytorni oraz powiadomieniem sms) w przypadku spadku ciśnienia na węźle sprężonego powietrza poniżej zadanej wartości.

4.4. Filtracja wody

Natleniona woda kierowana będzie rurociągiem stalowym o średnicy DN 150 na układ filtracji ciśnieniowej, którego zadaniem będzie zatrzymanie związków żelaza, manganu, jonu amonowego, a także redukcja barwy i mętności.

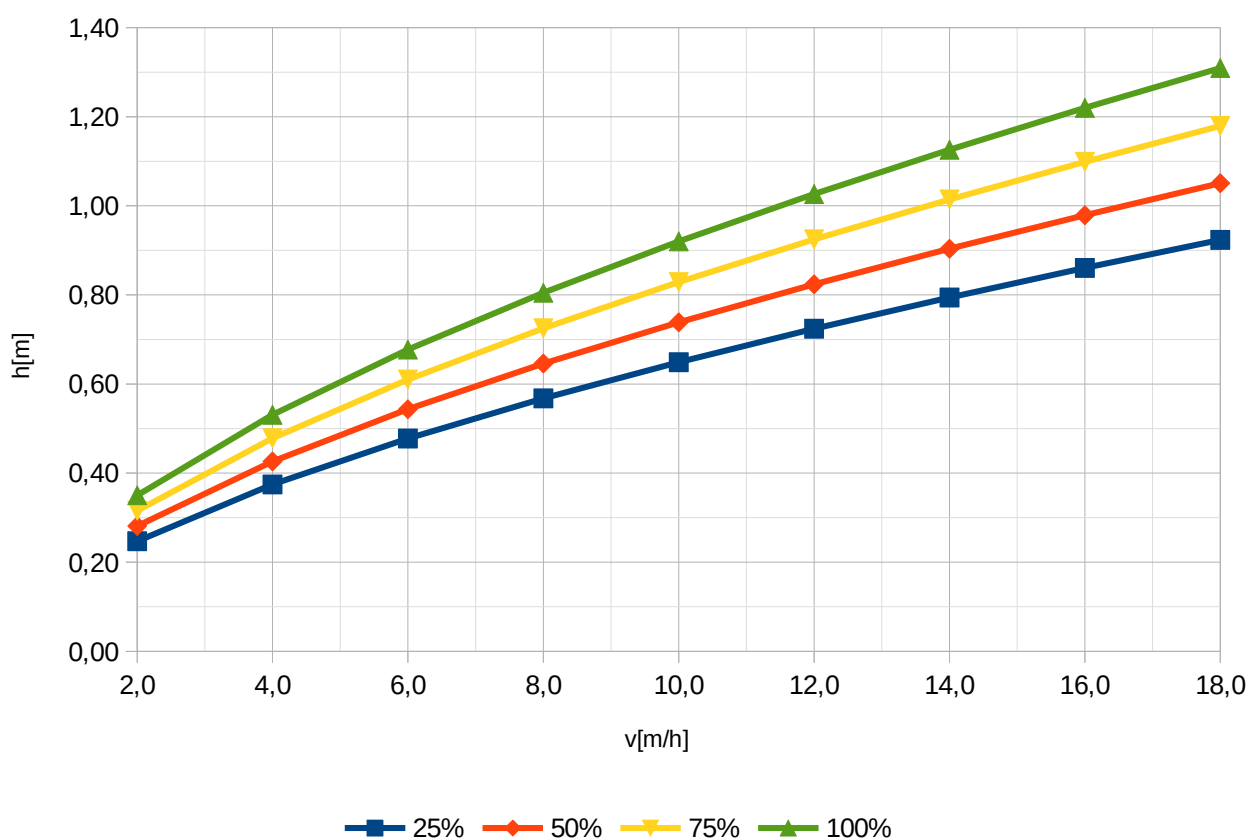
Zgodnie z założeniami ogólnymi do projektu, filtry wypełnione będą złożem katalitycznym i keramzytowym. Przy ustalaniu wysokości złóż filtracyjnych wzięto pod uwagę wysokość niezbędną do usunięcia związków żelaza tzw. strefę odżelaziania.

Przyjęte parametry projektowe:

- stężenie żelaza – ok. 1,2 mgFe/L,
- prędkości filtracji od 4 do 8 m/h,
- filtr zasypyany będzie złożem keramzytowym,
- stopień utlenienia żelaza: dla wstępnej analizy założono 75%, 50%, 25% oraz 0%, do dalszych interpretacji przyjęto 50 %,
- dobór przeprowadzono dla wydajności równej 45 m³/h.

Dla powyższych założeń sporządzono zależność wysokości strefy odżelaziania od prędkości filtracji.

Wykres 2. Wysokość strefy odżelaziania dla SUW Wrąbczynek



Dla godzinowej wydajności SUW we Wróbczynku przyjętej do obliczeń, równej $Q = 45 \text{ m}^3/\text{h}$ oraz prędkości filtracji $7,0 \text{ m/h}$ powierzchnia filtracji wyniesie:

$$A_f = 45 / 7 = 6,4 \text{ m}^2$$

Przy zastosowaniu jednostek filtracyjnych o średnicy DN 1600 ilość filtrów wyniesie:

$$i_f = 6,4 / 2,01 \approx 3 \text{ szt.}$$

Rzeczywista powierzchnia filtracji przy zastosowaniu 4 sztuk filtrów wyniesie:

$$A_{f-rz} = 2,01 * 3 = 6,03 \text{ m}^2$$

Prędkość filtracji dla wydajności SUW, wynoszącej $45 \text{ m}^3/\text{h}$ wyniesie:

$$v_{f-rz} = 45 / 6,03 = 7,5 \text{ m/h}$$

Dla wyznaczonej prędkości filtracji teoretyczna wysokość strefy odżelaziania wyniesie:

- dla utlenienia żelaza na poziomie 75 %: $H_{Fe} = 0,55 \text{ m}$,
- dla utlenienia żelaza na poziomie 50 %: $H_{Fe} = 0,62 \text{ m}$,
- dla utlenienia żelaza na poziomie 25 %: $H_{Fe} = 0,65 \text{ m}$,
- dla utlenienia żelaza na poziomie 0,0 %: $H_{Fe} = 0,76 \text{ m}$.

Do dalszych rozważań przyjęto stopień utlenienia żelaza na poziomie 50%.

Teoretyczna wysokość strefy odżelaziania dla maksymalnej docelowej wydajności SUW równej $45,0 \text{ m}^3/\text{h}$ (i prędkości filtracji na poziomie $7,5 \text{ m/h}$) wyniesie ok. $0,6 \text{ m}$.

W zakresie doboru złóż filtracyjnych przyjęto zatem:

- warstwę podtrzymującą I (piasek kwarcowy) o uziarnieniu $4,0 \div 8,0 \text{ mm}$ o wysokości **0,10 m**
- warstwę podtrzymującą II (piasek kwarcowy) o uziarnieniu $2,0 \div 4,0 \text{ mm}$ o wysokości **0,10 m**
- wysokość strefy odmanganiania realizowaną materiałem katalitycznym o uziarnieniu $1 \div 3 \text{ mm}$, równą **0,30 m**
- warstwę złoża właściwego – keramzyt o uziarnieniu $0,8 \div 1,6 \text{ mm}$ i wysokości równej $0,70 \text{ m}$ potrzebną do usunięcia jonu amonowego i żelaza.

Całkowita wysokość złoża wyniesie zatem:

$$H_c = 0,1 + 0,1 + 0,3 + 0,7 = 1,2 \text{ m}$$

Warstwę podtrzymującą należy zasypywać ręcznie. Złoże zasypywać na mokro, zalewając wodą i wyrównując poziom złoża filtracyjnego względem podanych założeń. Po zasypaniu każdej z warstw filtracyjnych należy je wypłukać oraz zdezynfekować, zgodnie z procedurami obowiązującymi w Zakładzie.

UWAGA! Wykonawca jest zobowiązany do pozostawienia z zasypu każdego filtra 1,0 L każdej zastosowanej warstwy filtracyjnej i przekazania jej Zamawiającemu!

Po uwzględnieniu ekspansji złoża podczas procesu płukania (na poziomie ok. 20%), minimalna wysokość płaszcza filtra wyniesie $1,5 \text{ m}$.

W porozumieniu z inwestorem dobrano 3 filtry ciśnieniowe o średnicy 1600 mm każdy.

Dane techniczne dobranych filtrów ciśnieniowych:

- ilość: 3 szt.,
- średnica nominalna: 1600 mm,
- powierzchnia jednostkowa: 2,01 m²,
- wysokość części płaszczowej: min. 1500 mm
- wysokość całkowita: ok. 3005 mm,
- włązy rewizyjne:
 - zasypowy, górny: 320/420 mm,
 - boczny: DN 400 – na windzie,
 - dolny: DN 400 – na zawiasach,
- średnica króćców wody: DN 150,
- średnica króćca powietrza: DN 50,
- odpowietrzenie: G 1",
- wlot wody surowej: przez płaszcz filtra,
- wylot wody uzdatnionej: w osi filtra, (ewentualnie przez płaszcz filtra – co pozwoli zaoszczędzić kilkanaście centymetrów wysokości do stropu budynku, jednak że wymagać będzie zastosowania innego przebiegu orurowania niż wykreślonego w tym opracowaniu),
- wykonanie materiałowe: stal niskowęglowa, atestowana,
- dopuszczalne ciśnienie pracy: 6,0 bar,
- dopuszczalna temp. wody: 50°C,
- dno drenażowe: płaskie, grzybkowe – grzybki z długą nóżką, ze szczeliną podłużną, pozwalającą równomiernie rozprowadzić medium płuczące po całym dnie drenażowym; nie dopuszcza się zmian na inny typ konstrukcji dna drenażowego (optymalnie – wzmacniane), dysze z tworzywa sztucznego (PP) ze szczeliną filtracyjną o szerokości $s = 0,5$ mm. UWAGA! Ilość grzybków winna zapewniać odpowiednie warunki płukania filtrów (nie niższa niż 60 sztuk na m²), zaś powierzchnia sumaryczna szczelin powinna umożliwiać płukanie wodą przy oporach hydraulicznych nie większych niż 0,5 – 1,0 mH₂O,
- filtr zabezpieczony antykorozyjnie od wewnątrz żywicą poliestrową z atestem PZH na kontakt z wodą pitną, na zewnątrz uniwersalną farbą do ochrony czasowej,
- filtr z zabezpieczeniem farbą chlorokauczkową lub poliwinylową w kolorze niebieskim lub białym,

Orurowanie filtrów dobrano w oparciu o prędkość przepływu równą $1 \div 2$ m/s – w zależności od typu rurociągu, przy zachowaniu warunku prędkości minimalnej wynoszącej 0,3 m/s.

Dopływ wody do filtracji, odpływ wody uzdatnionej, spust I filtratu

$$D = [(4 * 15,0)/(\pi * 3600 * 1,0)]^{0,5} = 72,8 \text{ mm} - \text{dobrano DN 80}$$

Dobrano rurociąg o średnicy DN 80 (zew. 88,9 mm, gr. 2,0 mm) wykonany ze stali nierdzewnej w gatunku AISI 316/316L.

Dopływ wody do płukania i odpływ popłuczyn

$$D = [(4 * 90)/(\pi * 3600 * 2,0)]^{0,5} = 126,2 \text{ mm} - \text{dobrano DN 150}$$

Dobrano rurociąg o średnicy DN 150 (zew. 168,3 mm, gr. 2,0 mm) wykonany ze stali nierdzewnej w gatunku AISI 316/316L.

Dopływ powietrza do płukania:

$$D = [(4 * 110)/(\pi * 3600 * 10)]^{0,5} = 62,4 \text{ mm} - \text{dobrano DN 65}$$

Dobrano rurociąg o średnicy DN 65 (zew. 76,1 mm, gr. 2,0 mm) wykonany ze stali nierdzewnej w gatunku AISI 316/316L.

Orurowanie pojedynczego filtra stanowić będą:

- rurociąg doprowadzający wodę napowietrzoną o średnicy DN 80 (zew. 88,9 mm, gr. 2,0 mm), PN10,
- rurociąg odprowadzający wodę uzdatnioną o średnicy DN 80 (zew. 88,9 mm, gr. 2,0 mm), PN10,
- rurociąg doprowadzający wodę do płukania o średnicy DN 150 (zew. 168,3 mm, gr. 2,0 mm, wew. 165,3 mm), PN10,
- rurociąg doprowadzający powietrze do płukania o średnicy DN 65 (zew. 76,1 mm, gr. 2,0 mm, wew. 72,1 mm), PN10,
- rurociąg odprowadzający popłuczyny o średnicy DN 150 (zew. 168,3 mm, gr. 2,0 mm, wew. 165,3 mm), PN10,
- spust pierwszego filtratu o średnicy DN 80 (zew. 88,9 mm, gr. 2,0 mm), PN10,
- rurociąg odpowietrzający (ręczne odpowietrzenie filtrów) o średnicy G 1",
- rurociąg spustu zerowego z filtra realizowany na rurociągu spustu pierwszego filtratu średnicy DN 80 (zew. 88,9 mm, gr. 2,0 mm), PN10.

Filtry sterowane będą automatycznie, armaturę na poszczególnych rurociągach stanowić będą:

- rurociąg doprowadzający wodę do filtracji: przepustnica z dyskiem ze stali nierdzewnej, międzykołnierzowa o średnicy DN 80 z napędem pneumatycznym dwustronnego działania (tryb zamknij/otwórz), z czasem zamykania i otwierania min. 2 sek.,
- rurociąg odprowadzający wodę przefiltrowaną: przepustnica z dyskiem ze stali nierdzewnej, międzykołnierzowa o średnicy DN 80 z napędem pneumatycznym dwustronnego działania (tryb zamknij/otwórz), przepływomierz elektromagnetyczny DN 50 (z przesyłem danych drogą kablową i wizualizacją), przepustnica międzykołnierzowa DN 80 z napędem elektrycznym regulacyjnym, kurek probierczy

1/2",

- rurociąg doprowadzający wodę do płukania: przepustnica z dyskiem ze stali nierdzewnej międzykołnierzowa o średnicy DN 150 z napędem pneumatycznym dwustronnego działania (tryb zamknij/otwórz), z czasem zamykania i otwierania min. 2 sek.,
- rurociąg odprowadzający popłuczyny: przepustnica z dyskiem ze stali nierdzewnej, międzykołnierzowa DN 150 z napędem pneumatycznym dwustronnego działania (tryb zamknij/otwórz), z czasem zamykania i otwierania min. 2 sek.,
- rurociąg spustu I filtratu i spustu zerowego: przepustnica międzykołnierzowa DN 80 z napędem pneumatycznym dwustronnego działania (tryb zamknij/otwórz), z czasem zamykania i otwierania min. 2 sek., przepustnica międzykołnierzowa DN 80 z przekładnią ręczną ślimakową,
- rurociąg doprowadzający powietrze do płukania: przepustnica międzykołnierzowa DN 65 z napędem pneumatycznym dwustronnego działania (tryb zamknij/otwórz), z czasem zamykania i otwierania min. 2 sek. i zawór zwrotny kulowy DN 65.

Dodatkowe wyposażenie filtra stanowić będzie odpowietrzenie ręczne, które będzie uchylane w razie konieczności oraz kontrolnie w celu sprawdzenia stopnia zapowietrzenia filtrów. Odpowietrzenie ręczne stanowić będzie rurociąg ze stali nierdzewnej o średnicy G 1" z zamontowanym zaworem kulowym o średnicy G 1". Rurociągi odpowietrzające należy sprowadzić do rurociągu popłuczyn (z przerwą powietrzną i lejkiem zbiorczym).

Niezależnie od odpowietrzenia ręcznego należy zamontować odpowietrzniki automatyczne – w postaci zaworów odpowietrzająco – napowietrzających (umożliwiających zasysanie powietrza przy spuszczeniu wody z złożeń w pierwszej fazie płukania filtra).

Rurociągi należy posadowić na podporach systemowych, stosując rozstaw zgodny z wytycznymi producenta. Zaleca się w miarę możliwości prowadzenie rurociągów po ścianach (po uwzględnieniu technicznych możliwości montażu z uwagi na przenoszenie obciążeń).

Na rurociągu wody uzdatnionej projektuje się kurki probiercze przystosowane do poboru prób do badań technologicznych (opalenie kurka probierczego). Kurki o średnicy 1/2".

Wariantowo dopuszcza się instalację poboru prób do analizy:

- wszystkie miejsca, z których pobierane będą próby do analizy, wyprowadzić przewodami o średnicy 1/2" do jednego wspólnego miejsca probierczego, zlokalizowanego na ścianie filtrowni, na której zostanie zamontowany również zlew,
- wyprowadzenie rurkami o średnicy 1/2" zakończonymi kurkami probierczymi o średnicy 1/2" do wymienionego zlewu.

W ten sposób należy podłączyć przede wszystkim:

- wodę surową,
- wodę napowietrzoną,
- wodę po każdym filtrze technicznym (przefiltrowaną),
- wodę uzdatnioną, kierowaną do sieci wodociągowej.

Lokalizacja kurków w jednym miejscu, po odpowiednim oznaczeniu każdego przewodu, umożliwia sprawny pobór wody oraz zabezpiecza przed rozlewaniem się wody na posadzkę, która dalej kanałem kierowana jest do osadnika wód popłuczyn.

Dobre filtry rozmieszczono w budynku stacji uzdatniania w ten sposób iż wymagane będzie wykonanie fundamentu pod dwa filtry w miejscu istniejącego zagłębienia posadzki – szczegóły na dołączonych rysunkach technicznych.

Opomiarowanie filtrów w trakcie pracy oraz sterowanie filtrów

Przewiduje się następujące opomiarowanie układu filtracji:

- przepływu wody uzdatnionej po każdym filtrze – przepływomierz elektromagnetyczny DN 50 z przesylem i wizualizacją danych w Centralnej Dyspozytorni (3 szt.),
- ciśnienia wody – czujnik ciśnienia z manometrem zamontowany na wspólnych rurociągach wody przed filtracją i po filtracji (wspólny pomiar przed wszystkimi filtrami po wszystkich filtrach) (2 szt.),
- mętności wody uzdatnionej po filtracji - opcjonalnie (1 szt.),

Dodatkowe parametry mierzone w trakcie pracy filtrów:

- czas pracy od ostatniego płukania,
- objętość przefiltrowanej wody przez złoża filtracyjne.

Pomiar ciśnienia wody w układzie filtracji

Ze względu na fakt, że projektowany układ filtrów stanowi zestaw pracujący równolegle, pomiar ciśnienia ograniczony zostanie do punktu przed i po filtracji.

Pomiar ciśnienia przed i po filtracji będzie podstawą do określenia całkowitych strat ciśnienia w układzie filtracji i wytyczną wspomagającą do oceny długości cyklu filtracyjnego oraz inicjacji procesu płukania filtrów ciśnieniowych. Ciśnienie, przetworzone na impuls prądowy, będzie podawane do układu kontrolno – sterującego, przetwarzane na wartość ciśnienia podawanego w m H₂O i przeliczane na różnicę ciśnień (stratę ciśnienia), wyświetlaną w sterowni oraz bezpośrednio na obiekcie.

Sterowanie pracą filtrów

Odczyt przepływu wody przez poszczególne filtry będzie podstawą wyrównywania rozdziału wody pomiędzy pozostałymi filtrami. Różnice przepływu będą wyrównywane automatycznie z wykorzystaniem przepustnic z napędami regulacyjnymi. Dodatkowo dopuszcza się możliwość ręcznej regulacji przez operatora Stacji Uzdatniania Wody, który będzie otwierał bądź przysmykał przepustnice sterowane ręcznie (z przekładniami ślimakowymi), zamontowane na rurociągu wody uzdatnionej po każdym filtrze.

Sterowanie poszczególnymi przepustnicami

Sterowanie przepustnicami z napędem pneumatycznym odbywać się będzie w dwojaki sposób:

- automatycznie: zgodnie z programem sterowania pracą filtrów i ich płukaniem,
- ręcznie: z wysp zaworowych/skrzynek sterowniczych, zlokalizowanych tuż przy każdym filtrze ciśnieniowym.

Każda z przepustnic musi mieć możliwość sterowania ręcznego i automatycznego. Nastawa sposobu pracy przepustnicy – na wyspach zaworowych/skrzynkach sterujących, zlokalizowanych bezpośrednio przy każdym z filtrów ciśnieniowych. Na skrzynkach znajdzie

się również odczyt przepływomierza, umożliwiający bezpośrednią nastawę filtrów (zgodnie z przedstawionymi wcześniej informacjami).

UWAGA!

Napędy nie powinny zmieniać położenia przepustnic w sytuacji spadku ciśnienia (napędy pneumatyczne) czy też utraty zasilania elektrycznego SUW. Ponadto napędy pneumatyczne winny być wyposażone w system kontroli skrajnych położenia napędu (potwierdzenie otwarcia/zamknięcia przepustnicy za pomocą wyłączników krańcowych).

Powietrze do sterowania pracą napędów pneumatycznych doprowadzane będzie z wężła sprężonego powietrza sprężarek dobranych do układu napowietrzania.

Powietrze do zasilania napędów należy odpowiednio przygotować (odfiltrować, osuszyć) zgodnie z wytycznymi producenta napędów.

Węzeł sprężarkowy opomiarować w zakresie ciśnienia – w przypadku spadku ciśnienia na węźle – alarm, powiadomienie przesyłane do Dyspozytorni lub innego systemu monitorującego.

Płukanie filtrów

Płukanie filtrów będzie odbywało się w trybie automatycznym (względem czasu pracy od ostatniego płukania lub ilości przefiltrowanej wody). Do programu sterującego wprowadzona zostanie także możliwość ustawienia ręcznego trybu płukania filtrów. Szczegóły algorytmów zostaną ustalone na etapie implementacji programu sterowniczego.

W przypadku przejścia na tryb ręczny, decyzja o płukaniu filtra będzie podejmowana przez Operatora na podstawie danych technologicznych, opracowanych na etapie rozruchu SUW. Wspomagające odczyty, pozwalające podjąć decyzję o płukaniu filtra:

- czas pracy od ostatniego płukania,
- ilość m³ wody przefiltrowanej przez poszczególne filtry: zgodnie z odczytem na podstawie zamontowanych przepływomierzy po poszczególnych filtrach, ustalony szczegółowo na etapie rozruchu technologicznego Stacji Uzdatniania Wody – parametr decydujący,
- strata ciśnienia liczona jako różnica pomiędzy odczytem ciśnienia na rurociągu wody uzdatnionej oraz rurociągu wody surowej.

Wszystkie te parametry powinien uwzględniać sterownik sterujący pracą filtrów.

Po analizie wszystkich wymienionych wyżej parametrów procesowych zostanie podjęta decyzja o wypłukaniu filtrów. Parametry decydujące zostaną dokładnie określone na rozruchu Stacji Uzdatniania Wody oraz w czasie trwania wstępnej eksploatacji.

Parametrem technologicznym, limitującym długość cyklu filtracyjnego będzie:

- pojemność masowa złoża na zawiesinę żelazową,
- stężenie żelaza w wodzie uzdatnionej oraz zawartość zawiesiny w wodzie uzdatnionej po filtrach – mierzona mętnościomierzem (pomiar opcjonalny).

Do wyznaczenia długości cyklu filtracji wykorzystano następujące dane:

- pojemność masowa złoża keramzytowego: ok. 2200 g/m²,
- zawartość żelaza w wodzie surowej: ok. 1,2 mgFe/L,
- powierzchnia filtra: 2,01 m²

$$V = (2200 * 2,01) / (1,2 * 1,9) = \text{ok. } 1939 \text{ m}^3$$

Wyznaczona objętość wody jest bezpośrednią wytyczną wspomagającą inicjację ręczną procesu płukania filtra, odpowiada ona mniej więcej ilości wody przefiltrowanej przez filtr o wydajności 15,0 m³/h pracujący 129h non stop. Objętość ta będzie stanowiła podstawę do podjęcia decyzji o płukaniu filtra. Zgodnie z doświadczeniami eksploatacyjnymi, w układach filtracji jednostopniowej nie należy wydłużać cyklu filtracyjnego powyżej 7 dni.

Powyższe założenia należy zweryfikować na etapie rozruchu i eksploatacji SUW.

Płukanie powietrzem

Skuteczne płukanie złoża kwarcowego uzyskuje się przy intensywności płukania powietrzem w granicach 13,0 ÷ 17,0 L/m²s. Dla analizowanej SUW odpowiada to wydajności urządzenia na poziomie:

$$Q_p = (13,0 \div 17,0) * 2,01 * 3,6 = 94,0 \div 123,0 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Do płukania dobrano dmuchawę o następujących parametrach technicznych:

- Ilość: 1 szt,
- Typ dmuchawy: sucha łopatkowa, walcowa lub śrubowa,
- Nominalna moc silnika: max. ok 7,0 kW,
- Wymagany spręż: ok. 1000 mbar
- Wydajność przy wymaganym sprężu: ok. 110 m³/h
- Wyposażenie: softstart, obudowa dźwiękochłonna, amortyzacja drgań, zintegrowany filtr wlotowy, zawór bezpieczeństwa ciśnienia.

Dobrano jedno urządzenie, gdyż w razie awarii dmuchawa może być chwilowo zastąpiona poprzez samo płukanie wodą, nie dłużej jednak niż przez trzy kolejne cykle płukania.

Przy wydajności dmuchawy równej 110,0 m³/h rzeczywista intensywność płukania powietrzem wyniesie:

$$irz = 110 / (2,01 * 3,6) = 15,2 \text{ L/s} \cdot \text{m}^2$$

Średnica rurociągu do płukania filtrów powietrzem została dobrana przy uwzględnieniu prędkości przepływu powietrza na poziomie 10 m/s, stąd średnica ta wyniesie:

$$D = [(4 * 110) / (\pi * 3600 * 10)]^{0,5} = 62,4 \text{ mm} - \text{dobrano DN 65}.$$

Dobrano rurociąg o średnicy DN 65 (zew. 76,1 mm, gr. 2,0 mm) wykonany ze stali nierdzewnej w gatunku AISI 316/316L. Będzie on wpięty do każdego filtra indywidualnie

(osobnym króćcem w dennicy filtra) i odcięty przepustnicą DN 65 z napędem pneumatycznym, montowaną międzykołnierzowo. Dodatkowo przed każdym filtrem przewidziano kulowy zawór zwrotny DN 65 montowany kołnierzowo.

Opcjonalnie, celu dopasowania wymaganej ilości powietrza do wymagań technologicznych, w celu oceny stopnia zużycia technicznego dmuchawy oraz kolmatacji złoża filtracyjnego, na rurociągu powietrza do płukania zamontowany zostanie rotametr o parametrach:

- Ilość: 1 szt.,
- Średnica: DN 50,
- Zakres pomiarowy: 24 – 240 Nm³/h,
- Przystosowany do pomiaru powietrza, montowany kołnierzowo, wyposażony w tłumik oscylacji pływaka (zabezpieczenie przed uszkodzeniem rotametr przy starcie dmuchawy), wykonany ze stali nierdzewnej AISI 316,
- Wejścia/Wyjścia: 4 – 20 mA.

Instalacja powietrza złożona będzie z następujących elementów:

- Zasyfonowanie rurociągu powietrza (zabezpieczenie przed zalaniem dmuchawy),
- Przepustnic odcinających DN 65 z napędem ręcznym przed i za rotametrem (w przypadku montażu rotametr),
- Obejścia z przepustnicą odcinającą DN 65 z napędem ręcznym (w przypadku montażu rotametr),
- Zaworu zwrotnego DN 65,
- Czujnika ciśnienia,
- Zaworu odwadniającego ½".

Automatyzacja pracy dmuchawy obejmować będzie następujące elementy:

- pracę dmuchawy w następujących stanach: postój, praca „na sztywno”, praca w automacie,
- miękki rozruch,
- pomiar stanu pracy dmuchawy, czasu pracy (licznik motogodzin) oraz pobieranego prądu podczas pracy,
- pomiar ciśnienia na kolektorze tłocznym,
- wszystkie wymienione parametry wizualizowane w sterowni.

Płukanie wodą

Założona intensywność płukania filtrów wodą powinna mieścić w granicach $10 \div 15 \text{ L/m}^2\text{s}$. Odpowiada to wydajności pompy płuczającej na poziomie:

$$Q_w = (10 \div 15) * 2,01 * 3,6 = 72,4 \div 108,5 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Ze względu na jednostopniowy układ pompowania SUW Wrębczynek wstępnie zakłada się płukanie filtrów z wykorzystaniem wody surowej tłoczanej bezpośrednio z pompy głębinowej. Docelowo zaleca się rozbudowanie stacji uzdatniania o zbiornik retencyjny wraz z dodatkowym stopniem pompowania na sieć wodociągową. W takim układzie płukanie odbywać się będzie dedykowaną pompą płuczną wykorzystującą wodę uzdatnioną ze zbiornika retencyjnego. Poniżej przedstawiono parametry techniczne dobranej pompy płucznej:

- Ilość pomp: 2 szt. (1 pracująca i 1 rezerwa czynna),
- Typ pompy: pozioma,
- Nominalna moc: 5,5 kW,
- Częstotliwość: 50 Hz,
- Wydajność pompy: 90,0 m³/h,
- Wysokość podnoszenia: ok. 15,0 mH₂O,
- Króciec ssawny pompy: DN 65,
- Króciec tłoczny pompy: DN 50,
- Pompy zamontowane na stelażu ze stali nierdzewnej (min. 304) z podkładami antywibracyjnymi, rurociąg ssawny i tłoczny ze stali nierdzewnej AISI 316,
- Pompy z zewnętrzną przetwornicą częstotliwości.

Docelowe pompy płuczne powinny być wyposażone w pomiar przepływu realizowany na przepływomierzu elektromagnetycznym.

Prędkość przepływu wody dla instalacji płuczającej nie powinna przekraczać 2,0 m/s. Zgodnie z wcześniejszymi obliczeniami dobrano rurociąg o średnicy DN 150 wykonany ze stali nierdzewnej w gatunku AISI 316/316L (zew. 168,3 mm, gr. 2,0 mm, wew. 164,3 mm).

Ze względu na płukanie wodą surową ze studni głębinowej przyjęto, że sam proces płukania odbywać się będzie poza godzinami maksymalnego rozbioru w sieci wodociągowej – najlepiej godziny nocne.

Wszystkie rurociągi zestawu pompowego wykonane zostaną ze stali nierdzewnej w gatunku AISI 316/316L, spawane maszynowo w zakładzie produkcyjnym.

4.5. Odстойnik i gospodarka popłuczynami

Wody popłuczne po płukaniu filtrów kierowane będą do istniejącego odстойnika wód popłucznych.

Zakładając płukanie wodą surową z wykorzystaniem studni głębinowej, szacunkowa ilość odprowadzanych wód przy założeniu 10 min. płukania wodą (popłuczyny + wody spustowe) wyniesie:

- objętość popłuczyn w trakcie jednego płukania: $V = 45 \text{ m}^3/\text{h} * (10/60) = 7,5 \text{ m}^3$,
- objętość wody spuszczonej z dna złoża filtracyjnego: przyjęto wysokość wody równą ok. 40 cm, co daje objętość: $V = 0,4 * 2,01 \approx 0,8 \text{ m}^3$,
- objętość wody spuszczonej podczas spustu pierwszego filtratu odpowiadająca objętości złoża w filtrze: $V = 1,2 * 2,01 \approx 2,4 \text{ m}^3$.

Całkowita / maksymalna ilość popłuczyn z płukania jednego filtra wyniesie ok.:

$$V_c = 7,5 + 0,8 + 2,4 = 10,7 \text{ m}^3$$

Objętość wód popłucznych z płukania wszystkich filtrów:

$$V_c = 10,7 * 3 = 32,1 \text{ m}^3$$

Czas przetrzymania popłuczyn i sedimentacji zawiesin winien wynosić min. 24 h.

Dokument ten nie przewiduje zmian w zakresie eksploatacji istniejącego zbiornika popłuczyn.

4.6. Retencja wody uzdatnionej

Aktualnie Stacja Uzdatniania Wody we Wrąbczynku nie posiada zbiornika retencyjnego. Jediną objętość buforową stanowi zbiornik hydroforowy o pojemności 50 m³. Sugeruje się by w planach modernizacyjnych stacji zawrzeć budowę dedykowanego zbiornika retencyjnego wraz z dodatkowym układem pompowym wody na sieć wodociągową.

4.7. Dezynfekcja wody

Celem dezynfekcji wody jest zniszczenie żywych i przetrwalnikowych form organizmów patogennych oraz zapobieżenie ich wtórnemu rozwojowi w sieci wodociągowej.

Obecnie dezynfekcja na SUW we Wrąbczynku realizowana jest przy użyciu podchlorynu sodu, co również pozostawia się w zmodernizowanym układzie.

Jako główny punkt dezynfekcji przyjęto zbiorczy rurociąg wody przefiltrowanej, przed zbiornikiem hydroforowym. Wariantowo przewiduje się także możliwość dozowania podchlorynu do rurociągu wody surowej lub do rurociągu wody uzdatnionej tłoczonyj do sieci wodociągowej.

Dezynfekcja podchlorynem sodu

Przyjęto następujące punkty dozowania podchlorynu:

- przed zbiornikiem hydroforowym wody czystej (główny punkt dozowania),
- wariantowo do rurociągu wody na sieć, po zbiorniku hydroforowym,
- wariantowo do wody surowej.

Przyjęto dawkę chloru w zakresie 0,4 – 1,5 g/m³, zatem dla maksymalnej, godzinowej wydajności produkcji wody na SUW, godzinowa dawka wyniesie:

$$D = (0,4 \div 1,5) \cdot 45 = 18 \div 67,5 \text{ gCl}_2/\text{h}$$

Ilość zużytego podchlorynu sodu w ciągu godziny wyniesie zatem:

$$V = (18 \div 67,5) / 145 = 0,12 \div 0,47 \text{ l/h}$$

Dobowe zużycie podchlorynu przy przyjętym zakresie dawek i pracy ujęcia dla maksymalnych rozborów dobowych (założono 250 m³/d), wyniesie ok. 0,7 – 2,6 l/d.

Z uwagi na stosunkowo krótką trwałość, roztwór podchlorynu sodu nie powinien być przechowywany zbyt długo. Proponuje się zatem maksymalnie dwie beczki na podchloryn sodu (do bezpośredniego chlorowania) o pojemności ok. 100 L każda.

Do dozowania wodnego roztworu NaOCl dobrano pompę dozującą o następujących parametrach technicznych:

- Ilość: 1 szt.,
- Zakres nastaw: 0,0060 ÷ 6,0 l/h,
- Maksymalne ciśnienie pracy: 10 bar,
- Częstotliwość: 50 Hz,
- pobór mocy: ok. 22 W,
- błąd powtarzalności dawki: do ± 1 %,
- klasa ochrony: min. IP 65,
- warianty sterowania: obsługa ręczna, dozowanie proporcjonalne (sygnał impulsowy lub analogowy), sterowanie impulsowe w ml/impuls, sterowanie analogowe 4-20mA, impulsowe sterowanie dawką, kontrola ciśnienia min/maks,

- wejścia: zewnętrzne sterowanie wł./wył., sygnał impulsowy, sygnał analogowy,
- wyjścia: alarm/ostrzeżenie/praca/sygnał skoku,
- napięcie zasilania: 1 x 110 – 240 VAC, przewód 1,5 m z wtykiem EU z zestykiem ochronnym.

Dobrano następujący osprzęt:

- zbiorniki cylindryczne z tworzywa sztucznego (LLDPE, stabilizowane-UV), o pojemności 100 L,
- wyposażone w zakręcane wieko, zawór spustowy $\frac{3}{4}$ " i śrubę zaślepiającą,
- wanna ochronna dla zbiornika (pojemność 120 L),
- lanca ssąca z czujnikiem poziomu,
- zawór wielofunkcyjny,
- przewód elastyczny PE 4/6,
- zawór dozujący,
- zawór zwrotny,
- zawór odcinający,
- mieszadło ręczne.

Zbiorniki będą stały na ramach z tworzywa sztucznego odpornych na działanie chloru, przykrytych kratą typu wema, co zabezpieczy przed przelaniem się podchlorynu. Minimalna pojemność tac winna być równa pojemności zbiorników na podchloryn.

Pompa dozująca powinna mieć możliwość nastawy pracy w automacie – dozowanie do rurociągu wody przefiltrowanej lub do sieci wodociągowej oraz w trybie ręcznym

Dodatkowo należy wyposażyć układ dezynfekcji w pompę ręczną, beczkową, przystosowaną do podchlorynu sodu, która posłuży do przepompowania dostarczonego podchlorynu sodu z oryginalnych beczek do projektowanych zbiorników podchlorynu.

Sterowanie dawką podchlorynu dozowanego do wody odbywać się będzie poprzez sprzężenie pompki dozującej z układem przepływomierzy na rurociągach wody uzdatnionej po filtrach(ewentualnie surowej) lub przepływomierza na sieć wodociągową w przypadku dozowania podchlorynu bezpośrednio do sieci. Na każdy impuls ze sterownika, oznaczający przepływ określonej objętości wody surowej, pompka dozująca będzie wprowadzać określoną objętość dezynfektanta.

Przewód tłoczny wprowadzić do wskazanych miejsc, poprzez dysze dozujące z zaworami zwrotnymi i zaworem kulowym odcinającym. Przewody z podchlorynem należy umieścić w korytkach osłonowych (podobne jak w przypadku instalacji elektrycznej). Na rurociągu tłocznym podchlorynu należy umieścić zaworki przełączeniowe, pozwalające doprowadzić podchloryn zarówno przed zbiornik hydroforowy, do wody surowej, jak i rurociągu tłocznego na sieć wodociągową.

W zakresie automatyzacji systemu dozowania dezynfektanta przewiduje się:

- korelację dawki podchlorynu sodu względem ilości podawanej wody surowej lub uzdatnionej, mierzonej przepływomierzem na rurociągu wody surowej lub uzdatnionej, sterowanie dawką podchlorynu odbywać się będzie na zasadzie przydzielenia odpowiedniej ilości impulsów (skoków pompki dozującej) na stałą objętość wody, zmiana nastawy tej dawki odbywać się będzie ręcznie bezpośrednio na wodociągu,

- sygnalizacja stanu pracy pompki dozującej w zakresie trzech podstawowych położeń (z transmisją tych danych do centralnej sterowni): praca, postój, praca w automacie,
- sygnalizacja minimalnego poziomu podchlorynu sodu w beczce retencyjnej (z przesyłem tej informacji do sterowni),
- pomiar przepływu dezynfektanta z przesyłem do systemu monitorującego.

Przełączanie pomiędzy poszczególnymi wariantami dozowania podchlorynu – ręcznie.

4.8. Tłoczenie do sieci wodociągowej

Koncepcja ta nie przewiduje modyfikacji zmiany sposobu tłoczenia wody do sieci wodociągowej. Istniejący budynek SUW o małych rozmiarach i brak zbiornika wody czystej nie pozwalają na montaż dedykowanego zestawu pomp sieciowych. Jednakże sugeruje się by w planach modernizacyjnych stacji rozważyć przejście z układu o jednym stopniu pompowania na układ o dwóch stopniach pompowania. Wiązało się to będzie jednak z rozbudową istniejącego budynku lub budową zupełnie nowego obiektu stacji.

Opcjonalnie projektuje się przepływomierz elektromagnetyczny DN 150 na odcinku od zbiornika hydroforowego do punktu wyprowadzenia rurociągu na sieć wodociągową. Ze względu na brak miejsca należy zastosować przepływomierz nie wymagający minimalnych odległości przed i po urządzeniu, zastosować przepływomierz z wewnętrznym przewężeniem. W przypadku pominięcia tego przepływomierza funkcję pomiaru przepływu na sieć wodociągową będą pełnił przepływomierze filtrów na rurociągach filtratu.

5. CZĘŚĆ RYSUNKOWA

Nr rysunku	Tytuł rysunku
T.01	Schemat technologiczny
T.02	Rzut budynku stacji
T.03	Przekroje A, B, C, D
T.04	Rzuty izometryczne
T.05	Węzeł powietrza