

ZAKŁAD OCHRONY ŚRODOWISKA Krystyna Mitura

ul. Łobeska 14
60-182 Poznań

PROJEKT BUDOWLANY

Inwestor:	Gminny Zakład Wodociągów i Kanalizacji w Poniecu z siedzibą w Drzewcach Drzewce 48, 64 – 125 Poniec
Zadanie inwestycyjne:	Rozbudowa i modernizacja stacji uzdatniania wody w Drzewcach
Adres budowy:	Drzewce – działka nr 281/1
Obiekt:	Stacja uzdatniania wody
Branża:	Technologia

	Imię i nazwisko	Nr uprawnienia	Data	Podpis
Projektował	inż. M.Barbara Droszcz	219/78/Pw WKP/IS/0835/01	30.05.2009	
Opracował	Łukasz Weber Karol Szambelańczyk Ewelina Puk	-	30.05.2009	
Sprawdził	inż. Hanka Witkowska	327/87/Pw WKP/IS/5597/01	30.05.2009	

SPIS TREŚCI

1.	Dane ogólne	3
1.1.	Inwestor	3
1.2.	Nazwa inwestycji	3
1.3.	Podstawa opracowania	3
1.4.	Podmiot opracowania	3
1.5.	Cel i zakres opracowania	3
2.	Charakterystyka ujęcia wody w Drzewcach	5
3.	Charakterystyka obecnie eksploatowanej technologii uzdatniania wody	6
4.	Projekt rozbudowy technologii uzdatniania wody – I stopień filtracji	9
4.1.	Ujęcie wody głębinowej	9
4.2.	Schemat technologii uzdatniania wody po modernizacji	9
4.3.	Wpięcie zasilania wody surowej do nowego układu technologicznego	10
4.4.	Napowietrzanie ciśnieniowe wody surowej	10
4.5.	Filtracja ciśnieniowa pierwszego stopnia	14
4.6.	Odprowadzenie wody uzdatnionej	28
4.7.	Chlorowanie wody – dezynfekcja	29
4.8.	Sterowanie i wizualizacja pracy SUW	29
4.9.	Aspekty budowlane pracy SUW	29
4.10.	Etapowanie realizacji zadania	29
5.	Podsumowanie	30
6.	Spis załączników	31
7.	Spis rysunków	32

1. Dane ogólne

1.1. Inwestor

Gminny Zakład Wodociągów i Kanalizacji w Poniecu z/s w Drzewcach,
Drzewce 48, 64 – 125 Poniec

1.2. Nazwa inwestycji

Rozbudowa i modernizacja stacji uzdatniania wody w Drzewcach.

1.3. Podstawa opracowania

Podstawę formalną opracowania stanowi umowa zawarta pomiędzy Gminnym Zakładem Wodociągów i Kanalizacji w Poniecu z/s w drzewcach, Drzewce 48, 64 – 125 Poniec a Zakładem Ochrony Środowiska Krystyna Mitura, ul. Łobeska 14, 60 – 182 Poznań.

Podstawę merytoryczną przedmiotowego opracowania stanowi:

- projekt techniczny istniejącej stacji uzdatniania wody,
- opinia o warunkach gruntowo – wodnych opracowana przez Firmę Geotechniczno – Wiertniczą w Lesznie,
- dane uzyskane od Inwestora,
- literatura fachowa.

1.4. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest rozbudowa układu technologicznego uzdatniania wody na Stacji Uzdatniania Wody Drzewce, gm. Poniec.

Istniejący układ technologiczny opiera się o przyfiltrowe napowietrzanie ciśnieniowe oraz filtrację ciśnieniową jednostopniową. Ujmowaną wodę cechuje przekroczenie żelaza (ponad 10 x) oraz manganu (ponad 15 x). Pozwolenie wodno – prawne umożliwia eksploatację ujęcia z wydajnością ok 140,0 m³/h.

Niestety z uwagi na stan technologiczny i techniczny ujęcia nie ma możliwości uzyskania jakości wody na poziomie zgodnym z obowiązującymi przepisami.

1.5. Cel i zakres opracowania.

Celem opracowania projektu budowlanego jest rozbudowa i modernizacja stacji uzdatniania wody w zakresie zapewniającym uzyskanie jakości wody na poziomie zgodnym z obowiązującymi przepisami oraz zapewnienie odpowiedniej wydajności oraz ciśnienia wody tłocznej do sieci wodociągowej zwłaszcza w okresach szczytowych rozbiorów.

Zakres projektu obejmuje:

- dobudowa kolejnego stopnia filtracji – wymagana rozbudowa budynku o kolejną halę filtrów,
- wymiana istniejących urządzeń i źródeł filtracyjnych,
- montaż urządzeń okołotechnologicznych (pomp płuczających i dmuchaw),
- dobudowa jednolitego systemu napowietrzania ciśnieniowego,
- automatyzacja i opomiarowanie SUW (dostosowanie do wymagań i standardów technologicznych)

- dobudowa zbiornika retencyjnego,
- przebudowa zbiorników wód popłucznych

Zadanie projektowo i wykonawczo podzielono na dwa etapy:

- w etapie I budowa nowej hali filtrów (pierwszego stopnia filtracji oraz napowietrzania ciśnieniowego wraz z orurowaniem i armaturą sterującą)
- w etapie II wymiana II stopnia filtracji i remont hali filtrów (wraz z orurowaniem oraz armaturą sterującą); przebudowa zbiornika retencyjnego oraz odстойników wód popłucznych.

Niniejsza część zadania projektowego dotyczy elementów wymienionych w pierwszym etapie rozbudowy SUW.

Projekt wykonano zgodnie ze sztuką technologiczną oraz korzystając z najnowszych trendów i wytycznych teoretycznych i praktycznych obowiązujących w technologii uzdatniania wody.

2. Charakterystyka ujęcia wody w Drzewcach

Ujęcie w Drzewcach jest oparte na czwartorzędowym poziomie wodonośnym. Poziom ten tworzą piaski drobne i średnie oraz grube i żwiry barwy szarej z domieszką zwęglonego materiału organicznego. Poziom ten jest zasilany przez infiltrację wód opadowych. Jest on drenowany przez Rów Polski i jego dopływy. Zwierciadło wody o charakterze swobodnym stabilizuje się na głębokości od 2,6 – 2,7 m p.p.t. Ujęcie wody składa się dwóch studzien głębinowych – nr 1 wykonanej w 1968 roku oraz nr 2 wykonanej w 1973 roku. Studnia nr 1 o głębokości 32 m ma ustaloną wydajność eksploatacyjną na 100,0 m³/h. Studnia nr 2 natomiast o głębokości 33 m ma ustaloną wydajność eksploatacyjną na 140,0 m³/h. Studnie głębinowe obudowano kręgami betonowymi o średnicy 1800 mm. Wg oceny technicznej przeprowadzonej przez firmę SADEKO ich stan jest dobry. Zgodnie z pozwoleniem wodno – prawnym maksymalna produkcja godzinowa SUW kształtuje się na poziomie ok 140,0 m³/h.

Jakość wody surowej, ujmownej na potrzeby wodociągu zestawiono w tabeli 1. W tabeli przedstawiono wyniki badań:

- Laboratorium PWiK Sp z o.o. w Jarocinie (2008 rok)
- badania z okresu wiercenia studzien (w podziale na odwierty)
- badania z 1994 roku prowadzone przez p. Wichłacza

Analizując jakość wody surowej, należy stwierdzić, że zawiera ona przekroczoną zawartość żelaza i manganu – jak dwóch podstawowych wskaźników technologicznych, na które ma być projektowany układ uzdatniania. Ich usuwanie odbywać się będzie w toku klasycznych procesów technologicznych obejmujących odżelazianie oraz odmanganianie wody na złożach katalitycznych, poprzedzone napowietrzaniem. Przed przystąpieniem do prac projektowych zweryfikowano wstępnie skuteczność technologiczną istniejącego ciągu uzdatniania wody, pod kątem sprawności jednostkowej poszczególnych procesów. Analiza ta jest podstawą do procesu projektowania SUW (rozbudowy istniejącego układu technologicznego).

Tabela 1. Jakość wody surowej na SUW w Drzewcach.

Wskaźnik	Jednostka	St. 1 - 1973	St.2 - 1984	A.Wichłacz	PWiK Jarocin
Mętność	NTU	10,0	15,0	20,0	3,01
Barwa	mgPt/L	25,0	25	16,0	-
Odczyn	pH	7,3	7,4	7,2	7,3
Tw. ogólna	mgCaCO ₃ /L	780,0	495,0	325,0	467
Tw. niewęglanowa	mgCaCO ₃ /L	280,0	80,0	120,0	-
Zasadowość	mgCaCO ₃ /L	180,0	210,0	205,0	-
Żelazo og.	mgFe/L	1,3	4,3	2,4	2,37
Mangan	mgMn/L	0,2	0,25	0,33	0,757
Chlorki	mgCl/L	41,0	42	46,6	53
Amoniak	mgNH ₄ ⁺ /L	0,04	0,06	0,16	-
Azotany	mgNO ₃ ⁻ /L	0,1	0,1	0,14	-
Siarczany	mgSO ₄ ⁻ /L	88,2	77,3	104,8	191
Utlenialność	mg/L	2,6	2,5	2,2	-

3. Charakterystyka obecnie eksploatowanej technologii uzdatniania wody

Na dzień dzisiejszy proces uzdatniania wody na SUW Drzewce odbywa się z wykorzystaniem następujących procesów:

- napowietrzanie wody,
- filtracja ciśnieniowa.

Napowietrzanie wody surowej realizowane jest z wykorzystaniem małych, przyfiltrowych aeratorów ciśnieniowych o średnicy 600 mm produkcji PRODWODROL Sulechów. Na SUW wykorzystano 6 sztuk aeratorów ciśnieniowych o łącznej pojemności 1,4 m³ przy czasie przetrzymania wody ok 36 sek. Zadaniem systemu aeracji jest głównie doprowadzenie powietrza do wody, oraz w zdecydowanie mniejszym stopniu odgazowanie (usunięcie gazów takich jak siarkowodór czy dwutlenek węgla). Efektywność i rodzaj systemu napowietrzania zależy od zasadowości wody oraz zapotrzebowania wody na tlen.

Wyznaczone zapotrzebowanie dla wody w Drzewcach nie przekracza 1,0 mgO₂/L. Przy założeniu, że stężenie tlenu po filtrach nie powinno być niższe niż 3,0 mg/L proces napowietrzania wody winien zapewnić tlen na poziomie ok 4,0 mg/L. Zastosowane aeratory ciśnieniowe są w stanie zapewnić uzyskanie stężenia tlenu na omawianym poziomie.

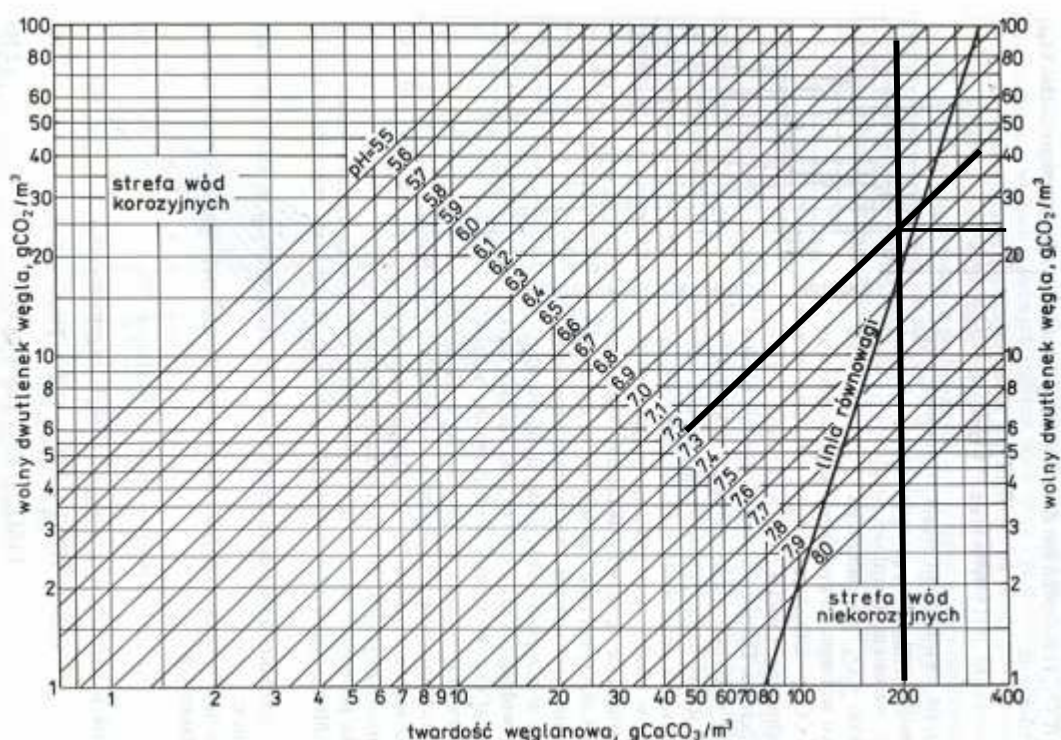
Drugim zadaniem systemu aeracji jest odgazowanie wody – w tym doprowadzenie jej do stanu równowagi węglanowo – wapniowej poprzez odgazowanie dwutlenku węgla agresywnego. Zgodnie z wykresem równowagi węglanowo – wapniowej zamieszczonym poniżej woda cechuje się nieznaczną agresywnością spowodowaną obecnością dwutlenku węgla. Odczyn równowagi – tj. odczyn przy którym woda nie jest agresywna kształtuje się na poziomie ok 7,35 pH. Poniżej tej wartości woda może wykazywać delikatną agresywność. Podstawowe kryterium doboru systemu napowietrzania – tj. zasadowość, kwalifikuje wodę drzewiecką do napowietrzania z wykorzystaniem systemu otwartego. Ze względu jednak na fakt, iż woda znajduje się na pograniczu stężenia otwartego oraz ciśnieniowego, możliwe jest zastosowanie drugiego sposobu, ale przy wariantowym wspomaganie procesu wiązania dwutlenku węgla oraz korekty pH z zastosowaniem alkalizacji. Jest to szczególnie istotne z punktu widzenia mechanizmu procesów usuwania żelaza oraz manganu, których efektywność jest wyższa, przy wyższym odczynie wody. Odczyn obserwowany w Drzewcach na poziomie 7,2 – 7,3 może wywoływać pewne ograniczenia technologiczne.

Niestety system napowietrzania ciśnieniowego stosowany obecnie nie pozwoli na dokonanie jakiegokolwiek korekty odczynu wody w sposób naturalny. W tym kontekście konieczne będzie zastosowanie systemu napowietrzania ciśnieniowego, które zwiększając czas kontaktu wody z powietrzem oraz powierzchnię tego kontaktu są najbardziej efektywnym systemem ciśnieniowym pod tym kątem.

Ponadto zastosowanie jednolitego sposobu napowietrzania wody (aeratorów centralnych) pozwoli w sposób prawidłowy napowietrzyć całą objętość wody surowej przed filtracją, eliminując tym samym problemy technologiczne występujące obecnie.

Z uwagi na podwyższoną zawartość żelaza w wodzie surowej, nie zaleca się stosowania aeratorów z wypełnieniem pierścieniami Raschiga, ze względu na potencjalne problemy eksploatacyjne z tym związane oraz konieczność częstej wymiany i konserwacji pierścieni.

Wykres 1. Równowaga węglanowo – wapniowa wody w Drzewcach.



Napowietrzona woda kierowana jest na układ 6 filtrów ciśnieniowych o średnicy 1500 mm. Filtry wykonane zostały w odmianie „C” czyli woda surowa jest doprowadzana przez płaszcz filtra, natomiast woda uzdatniona przez dennicę i również płaszcz. Wykonanie to jest najbardziej wadliwym spośród znanych wykonania, zaś najczęstsze problemy wiążą się z:

- oberwaniem dennicy filtrów,
- korozją i niszczeniem spawów obwodowych,
- zakłócaniem warunków przepływu wody i tym samym technologicznych warunków jej uzdatniania, ze względu na specyficzną konstrukcję filtra

Prędkość filtracji wody w układzie zależy od pracującej studni głębinowej i tak przy:

- wydajności ok 100,0 m³/h: 9,5 m/h
- wydajności ok 140,0 m³/h: 13,25 m/h

Filtry zasypano piaskiem kwarcowym.

Wysokość warstwy filtracyjnej w układzie jest zdeterminowana przede wszystkim wysokością płaszcza filtra. W przypadku zastosowanych filtrów jest to ok 1500 mm. Zatem wysokość warstwy filtracyjnej jest nie wyższa niż 1,0 – 1,2 m.

Prędkość filtracji determinuje przede wszystkim warunki usuwania żelaza oraz manganu z wody. W przypadku opisanych warunków technicznych z omawianą prędkością filtracji podstawowy parametr technologiczny – tj. wysokość strefy odżelaziania wynosi odpowiednio:

- dla prędkości filtracji 13,25 m/h: 0,81- 1,22 m (przy 25 % utlenieniu żelaza przed filtracją: 1,08 m),
- dla prędkości filtracji 9,5 m/h: 0,69 – 1,03 m (przy 25 % utlenieniu żelaza przed filtracją: 0,91m).

Oznacza to, że wysokość strefy odżelaziania zajmuje praktycznie całą wysokość filtra zastosowanego na pierwszym stopniu filtracji. Jednocześnie, z uwagi na fakt, że zastosowany układ jest jednostopniowy, nie ma praktycznie przy omawianej prędkości filtracji miejsca na usuwanie manganu z wody. Nawet zastosowanie złóż katalitycznych, mogło by się zakończyć brakiem jakichkolwiek efektów technologicznych w usuwaniu manganu z wody podziemnej z uwagi na dezaktywację tych powłok przez nieutlenione żelazo docierające do powierzchni złoża filtracyjnego.

Jednocześnie fakt, że od usunięcia żelaza przy tych prędkościach filtracji wystarczają filtry takie, jakie są obecnie eksploatowane, pozwala stwierdzić, że pozostawienie tego stopnia (po rewitalizacji technicznej) oraz budowa drugiego stopnia filtracji pozwoli osiągnąć oczekiwane efekty w uzdatnianiu wody.

Można jedynie stwierdzić, że przydałaby się nieco wyższa warstwa filtrująca wodę, bowiem, przy wyznaczaniu wysokości strefy odżelaziania należy brać pod uwagę warunki krytyczne i współczynnik bezpieczeństwa. Dla najgorszych warunków wysokość strefy odżelaziania wynosi 1,22 m. Przy założeniu rezerwy można przyjąć, że z dużym bezpieczeństwem filtracja przebiegałaby prawidłowo przy zastosowaniu filtrów z płaszczem wysokości ok 2000 mm – co pozwala zastosować złożę o wysokości co najmniej 1500 mm.

Dodatkowo ważną rolę będzie tutaj odgrywał zastosowany materiał filtracyjny. Piasek kwarcowy, zgodnie z badaniami technologicznymi prowadzonymi przez autora opracowania cechuje się najgorszymi parametrami jeśli chodzi o możliwości wpracowania do usuwania manganu oraz wysokości strefy odżelaziania (najwyższa wysokość spośród stosowanych w technologii uzdatniania wody złóż). Bardzo dobre warunki technologiczne uzyskuje się na złożu chalcedonitowym.

Na dzień dzisiejszy filtry płukane są wodą uzdatnioną oraz powietrzem ze sprężarek. Stosowanie sprężarek do płukania powietrzem nie jest dobrym rozwiązaniem technicznym. Na etapie projektu musi to zostać zweryfikowane. Również do płukania filtrów powinna zostać wydzielona oddzielna pompa, która pozwala uzyskać stały przepływ i równe ciśnienie podczas realizacji tego procesu technologicznego.

Woda uzdatniona kierowana jest do zbiorników wody czystej. Na dzień dzisiejszy eksploatowane są dwa zbiorniki wody o pojemności 150,0 m³ każdy. Sumaryczna objętość zbiorników wynosi 300,0 m³. Docelowo, zgodnie z koncepcją i oczekiwaniami inwestora konieczna jest budowa kolejnego zbiornika o pojemności ok 300,0 m³, który musi być hydraulicznie powiązany z istniejącą retencją.

Woda uzdatniona jest kierowana do sieci wodociągowej, przy użyciu zestawu pompowego firmy HYDROVACUUM który jest urządzeniem nowym, nie podlegającym procesowi projektowania. Bezpośrednio do sieci wprowadzana jest substancja fosforanowa stabilizująca jakość wody.

Stacja jest zautomatyzowana jedynie w zakresie zasilania wody do sieci wodociągowej oraz załączani pomp głębinowych (względem poziomu wody w zbiornikach retencyjnych).

Stacja bazuje na starych, wyeksploatowanych urządzeniach technicznych, które nadają się do całkowitej wymiany. Również układ uzdatniania nie został dopasowany do faktycznych wymagań technologicznych i nie jest w stanie zapewnić jakości wody na poziomie wymaganym obowiązującymi przepisami bez podjęcia określonych działań technologicznych i modernizacyjnych.

4. Projekt rozbudowy technologii uzdatniania wody – I stopień filtracji.

4.1. Ujęcie wody głębinowej.

Na etapie opracowania projektowego nie przewiduje się zmian technologicznych i instalacyjnych w zakresie funkcjonowania istniejącego ujęcia wody głębinowej. Zmiany dotyczyć będą jedynie opomiarowania systemu oraz sposobu sterowania i transmisji danych.

Przewiduje się wprowadzenie następujących pomiarów (należy zaprojektować sposób pomiarów oraz transmisję danych ze studzien głębinowych):

- pomiar wysokości zwierciadła wody w studni głębinowej – sonda hydrostatyczna, - transmisja danych do programu wizualizacyjnego – na SUW
- zabezpieczenie przed suchobiegiem pompy – sonda hydrostatyczna (jak wyżej) – rozłączenie zasilania przy osiągnięciu minimalnego stanu wody w studni głębinowej i sygnał na szafę oraz do programu komputerowego),
- trzy stany pracy pomp – automat, postój, praca na sztywno (ręka) – przełączanie na szafie oraz z programu; wizualizacja na szafie i w programie,
- pomiar pobieranego prądu (amperomierz), - na szafę i do programu
- przepływ wody surowej – wodomierz z kontaktronem – transmisja danych na szafę sterującą oraz do programu sterującego

Szczegóły systemu zostały przedstawione w części automatycznej opracowania projektowego

4.2. Schemat technologii uzdatniania wody po modernizacji.

W wyniku analizy technologicznej oraz uzgodnień przeprowadzonych z inwestorem dobrano następujący układ technologiczny uzdatniania wody ujmowanej na SUW Drzewce:

- wpięcie w istniejący rurociąg zasilający SUW w wodę z ujęcia (rurociąg DN 200),
- napowietrzanie ciśnieniowe – jednostopniowe na dwóch aeratorach centralnych, statycznych,
- filtracja ciśnieniowa pierwszego stopnia na podwyższonych złożach chalcedonitowych (wymienione filtry ciśnieniowe), w dobudowanej hali filtrów
- filtracja ciśnieniowa drugiego stopnia, na wymienionych filtrach oraz złożach filtracyjnych (katalitycznych),
- retencja wody w dodatkowym zbiorniku retencyjnym
- tłoczenie wody do sieci (bez zmian).

Dodatkowo zamontowane zostaną urządzenia „okołotechnologiczne” do których zaliczono:

- sprężarkę służącą do napowietrzania – wraz z systemem kontroli ilości powietrza tłoczonego do wody,
- dmuchawę i pompę do płukania filtrów,
- armaturę sterującą i pomiarową

Układ technologiczny będzie zasilany z istniejącego przyłącza wody surowej (ze studzien głębinowych). Samo wpięcie zostanie opisane w dalszej części opracowania.

4.3. Wpięcie zasilania wody surowej do nowego układu technologicznego.

Woda surowa jest doprowadzana ze studzien głębinowych rurociągiem o średnicy 200 mm wykonanym ze stali. Przebieg rurociągu zaznaczono na planie sytuacyjnym obejmującym sieci w obrębie działki Stacji Uzdatniania Wody.

Po wybudowaniu nowej hali filtrów, należy wykonać przepinkę rurociągu wody surowej.

Dla wydajności ujęcia równej 140,0 m³/h wyznaczono średnicę rurociągu zasilającego równą:

$$D_{w.s.} = (4 * 140) / (3,14 * 3600 * 1,2) = 0,203 \text{ m}$$

Założono że doprowadzenie wody surowej odbywać się będzie rurociągiem PE o średnicy 225 mm.

Rurociąg należy wpiąć równolegle, tak by istniała możliwość jednoczesnego tłoczenia wody na stary i nowy układ technologiczny.

Rozwiązanie technologiczne wpięcia:

- trójnik żeliwny o średnicy 200 mm – kołnierzowy wpięty szeregowo w istniejący rurociąg wody surowej (w miejscu określonym na rysunkach technicznych)
- na istniejącym rurociągu – za trójnikiem – zasuwa międzykołnierzowa o średnicy 200 mm – typ krótki (L = 230 mm) ze skrzynką uliczną wyprowadzoną na powierzchnię terenu
- na odejściu na nową część SUW – zasuwa międzykołnierzowa o średnicy 200 mm – typ krótki ze skrzynką uliczną wyprowadzoną na powierzchnię terenu
- na nowym rurociągu PE: kołnierz nieprzesuwany dla połączeń PE/stal – na rurę PE o średnicy 225 mm
- za kołnierzem – przejście rurociągiem PE zgrzewanym na kształtkach elektrooporowych lub zgrzewanych doczołowo
- wyjście do nowej hali filtrów w miejscu wskazanym na rysunkach budowlanych (przejście przez fundamenty zabezpieczone na etapie budowy) – kształtką kołnierzową PE – połączenie z kształtką kołnierzową PVC 225 mm
- rozprorowadzenie instalacji po hali filtrów rurociągami PVC – klejonymi.

Rurociąg wody surowej na nową halę SUW (przepinkę) należy posadowić na głębokości równej głębokości posadowienia istniejącego rurociągu doprowadzającego wodę surową na SUW.

UWAGA! Rzędne dopasować na etapie wykonywania zadania poprzez wykonanie odkrywki na rurociągu wody surowej w miejscu wykonania węzła zasilającego.

4.4. Napowietrzanie ciśnieniowe wody surowej

Pierwszy etap technologii uzdatniania wody to napowietrzanie ciśnieniowe. W koncepcji SADEKO autor przewidział zastosowanie urządzenia o objętości 6,5 m³ i średnicy 2000,0 mm – przy czasie kontaktu liczonym dla maksymalnego przepływu na poziomie 2,8 min.

Dobrano jedno urządzenie, co nie jest korzystne z technicznego punktu widzenia, bowiem nie pozwala na skuteczną konserwację i eksploatację SUW.

Na etapie uzgodnień z Inwestorem dokonano modyfikacji w tym zakresie.

Przed aeratorem należy zamontować podwójne zabezpieczenie przed nadmiernym wzrostem ciśnienia w instalacji poprzez montaż:

- czujnika ciśnienia (elektronicznego)
- wyłącznika ciśnieniowego (przeciążeniowego).

Wariantowo możliwy jest montaż zaworu bezpieczeństwa – sprężynowego o odpowiednich parametrach technicznych.

W przypadku aeratora klasycznego dobrano następujące jednostki technologiczne:

- producent: Kotłorembud,
- typ urządzenia: ARC 3
- średnica: 1200 mm,
- wysokość całkowita urządzenia: 2752 mm,
- średnica króćców przyłączeniowych: **DN 200 – UWAGA! Średnica króćców przyłączeniowych została zmieniona w stosunku do katalogu z uwagi na konieczność wariantowej pracy tylko jednego aeratora. Należy również umieścić króciec wlotowy filtra na rzędnej o ok 10,0 cm wyższej w stosunku do katalogu, by umożliwić łatwy montaż armatury.**
- objętość aeratora: 2,1 m³
- przyłącze powietrza: G 1"

Wyznaczony dla maksymalnego rozbioru wody czas kontaktu wyniesie w tym przypadku:

$$T_k = 108 \text{ s i mieści się w zalecanych granicach technologicznych } 60 - 180 \text{ s}$$

UWAGA! W przypadku aeratorów ciśnieniowych nie ma konieczności i sensu technologicznego wydłużania czasu kontaktu pod kątem usprawnienia efektywności utleniania żelaza przed filtracją. Proces utleniania homogenicznego żelaza tlenem trwa zdecydowanie dłużej niż nawet 5 czy 10 min. Zgodnie z badaniami technologicznymi istotny wpływ utlenienia żelaza przed filtracją na proces usuwania tego wskaźnika ma miejsce dopiero przy czasach kontaktu powyżej 20 – 30 min, zaś całkowity czas utleniania homogenicznego żelaza trwa niejednokrotnie powyżej 2 godzin.

Istotnym zadaniem napowietrzania jest przede wszystkim doprowadzenie tlenu, zaś zalecane czasy nie są podyktowane utlenieniem żelaza przed filtracją a czasem kontaktu woda – powietrze istotnym z punktu widzenia przechodzenia tlenu do wody.

Widok ogólny aeratora klasycznego przedstawiono na schemacie 5.

UWAGA!! W kontekście przeprowadzonych rozważań technicznych wydaje się, że z eksploatacyjnego punktu widzenia korzystniejsze będzie zastosowanie aeratora ciśnieniowego w wersji klasycznej. Czynnikiem przemawiającym za takim rozwiązaniem wiąże się z niskim zapotrzebowaniem na tlen wody SUW Drzewce oraz jednak stosunkowo wysoką zawartością żelaza mogącą wywoływać w aeratorach dynamicznych skutki związane z kolmatacją pierścieni wypełniających.

Aeratory należy rozmieścić w miejscach wskazanych na rysunkach technologicznych.

Pod aeratory wykonane zostaną fundamenty – zgodnie z wytycznymi branży architektoniczno – budowlanej.

Woda surowa będzie doprowadzana do każdego z aeratorów z kolektora głównego, rurociągami PVC o średnicy 160 mm. Na każdym doprowadzeniu i odprowadzeniu wody surowej zostaną zamontowane przepustnice ręczne o średnicy DN 150.

Woda surowa będzie wprowadzana rurociągiem PVC od dołu każdego aeratora, odprowadzana górą na rzędnej określonej w części rysunkowej projektu technicznego.

Rurociągi należy umieścić na podporach przymocowanych do ścian lub podłogi. Stosować obejmy pełne zabezpieczające przed przemieszczaniem się i przesuwaniem rurociągu w trakcie pracy (uderzenia hydrauliczne).

Na rurociągu wody surowej zostanie zamontowany czujnik elektroniczny ciśnienia, zgodnie z częścią automatyczną opracowania projektowego. Wartość podawana przez czujnik będzie stanowiła punkt

wyjścia do obliczeń strat ciśnienia na pierwszym stopniu filtracji (jako różnica pomiędzy ciśnieniem na wejściu i ciśnieniem na wyjściu z pierwszego stopnia filtracji).

Dane wyjściowe dla czujnika ciśnienia:

- mierzony zakres (ciśnienie bezwzględne): 0 – 6 atm
- zabezpieczenie przed przeciążeniem
- wyjście sygnału: 4 – 20 mA,
- przyłącze technologiczne: G ½"

Dodatkowo zaleca się montaż na trójniku zwykłego manometru tarczowego o następującej charakterystyce technologicznej:

- mierzony zakres ciśnienia: 0 – 6 atm
- manometr z wypełnieniem glicerynowym
- dokładność – działka podstawowa: 0,1 atm
- działka pomocnicza: 0,05 atm
- średnica manometru – dopasowana do podziału.

Dodatkowy osprzęt aeratorów ciśnieniowych:

- rotametr na doprowadzeniu powietrza do każdego aeratora, pozwalający precyzyjnie dopasować przepływ powietrza do wymagań technologicznych i zapotrzebowania na tlen; dzięki temu unika się sytuacji niepotrzebnego przetleniania wody oraz wydzielania gazów z wody w układzie filtracji; jednocześnie montaż rotametru pozwala wykryć wszelkie nieprawidłowości procesu napowietrzania (w tym kolmatacja systemu dystrybucji powietrza i w porę podejmować określone czynności zaradcze),
- sprężarka: na etapie koncepcji dobrano sprężarkę WAN-ES, która niestety jest sprężarką olejową niespełniającą obowiązujących kryteriów sanitarnych. Konieczna jest zamiana urządzenia na urządzenie bezolejowe, z uszczelnieniem np. Teflonowym, które wychodzi na przeciw obowiązującym standardom i minimalizuje ryzyko problemów technologicznych związanych z obecnością oleju w układzie uzdatniania.

Podstawowym kryterium doboru systemu napowietrzania jest wymagana ilość powietrza niezbędna do natlenienia wody. Przyjęto napowietrzanie z wydajnością ok 10,0 % maksymalnej wydajności układu technologicznego.

$$Q_P = 0,1 * 140,0 = 14,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ciśnienie sprężarki powinno zapewnić wtłoczenie powietrza do rurociągu z wodą surową. Dodatkowo przewiduje się, że sprężarka będzie zasilala instalację rozprowadzenia powietrza do sterowania pracą przepustnic pneumatycznych.

Proponuje się zatem sprężarkę bezolejową o następujących parametrach technicznych:

- producent: AIRPOL Poznań lub równoważny
- sztuk: 2
- typ AB-25-380-240,
- wydajność urządzenia: $Q = 25,0 \text{ m}^3/\text{h}$
- ciśnienie: 10 bar,
- zbiornik: 240 L,
- przyłącze powietrza: G ½"

Sprężarka stanowi urządzenie autonomiczne załączane wewnętrznym systemem sterującym. Jedną ze sprężarek będzie stanowiła rezerwa techniczna i technologiczna. Z uwagi na trudności w prostym sterowaniu sprężarkami podłączonymi do wspólnego systemu zaleca się okresowe przełączanie sprężarek w określony tryb pracy.

Dla każdej ze sprężarek wyszczególniono następujące stany pracy:

- praca (1) – automatyczna (sterowanie wewnętrzne)
- postój (0).

Z uwagi na fakt, że sprężarka jest urządzeniem dość głośnym, a hala technologiczna graniczy bezpośrednio z pomieszczeniami biurowymi zaleca się zastosowanie obudowy dźwiękochłonnej. Obudowy takie pozwalają w istotny sposób wygłuszyć urządzenie w stopniu zupełnie nie szkodliwym na zewnątrz.

Proponuje się zatem pójść w rzeczonym kierunku. Dodatkowo sprężarka powinna zostać umieszczona na podkładkach antywibracyjnych.

Sprężarki będą tłoczyły powietrze do wspólnego kolektora – rozdzielacza stalowego, skąd dalej będzie ono rozprowadzane do:

- systemu napowietrzania ciśnieniowego,
- systemu zasilania napędów pneumatycznych.

Rozprowadzenie powietrza do napowietrzania powinno zostać przeprowadzone z wykorzystaniem rurociągów stalowych, skręcanych lub spawanych o średnicy 1".

Na rurociągu doprowadzającym powietrze do aeratorów należy zamontować reduktor ciśnienia, manometr oraz elektrozawór i dwa rotametry dla każdego z obu aeratorów ciśnieniowych.

Dobrano następujący rotametr do pomiaru przepływu tłoczonego powietrza:

- producent: Meister Stromungstechnik (lub równoważny),
- ilość sztuk: 2
- typ: Km 35-3
- przepływ powietrza (do 30,0 m³/h) dla maksymalnego przepływu wody,
- przyłącze: G 1"

Pracownik będzie na rotametrze nastawiał prawidłową wartość przepływu powietrza względem:

- zadanego na rozruchu technologicznym poziomu,
- ustalonego podczas badań natlenienia wody poziomu.

Przed i za rotametrem należy zamontować zawór kulowy, który pozwoli dostosować wartość przepływu do oczekiwanego poziomu.

Zaleca się by rotametry oraz ewentualne urządzenia pomiarowe (manometry i rotametry) rozmieszczone były w miejscu łatwo dostępnym, doświetlonym, tak by ich regulacja przebiegała w łatwy sposób.

Reduktor ciśnienia powinien zmniejszyć ciśnienie powietrza tłoczonego do wody do poziomu ok 1 atm wyższego od ciśnienia wody - tj. szacunkowo do poziomu ok 2,0 – 3,0 atm (z ciśnienia wejściowego na sprężarce zależnego od nastawy wewnętrznego czujnika urządzenia).

Sterowanie procesu napowietrzania wody obejmować będzie następujące procesy:

- załączanie doprowadzanie powietrza, wraz z załączeniem pompy głębinowej (służyć temu będzie

- elektrozawór zamontowany na rurociągu doprowadzającym powietrze),
- sterowanie pracą sprężarek.

Zestawienie parametrów mierzonych w układzie napowietrzania

- ciśnienie na rurociągu wody surowej,
- ciśnienie powietrza w układzie przed i po redukcji ciśnienia (po redukcji dopuszcza się pomiar na manometrze zintegrowanym z reduktorem)
- przepływ powietrza do każdego z aeratorów (rotametry)
- czas pracy sprężarek (licznik motogodzin),
- natężenie prądu pobieranego przez sprężarki

Woda napowietrzona będzie kierowana do systemu filtracji ciśnieniowej.

4.5. Filtracja ciśnieniowa pierwszego stopnia.

Układ filtracji składać się będzie z dwóch następujących po sobie stopni.

W przedstawionej części opracowania projektowego (części I) przedstawione zostaną informacje projektowe tylko dla filtracji pierwszego stopnia.

Podstawowym parametrem technologicznym doboru układu filtracji są:

- wymagana powierzchnia filtracji determinująca możliwości wykorzystania istniejącej hali filtrów,
- wysokość istniejącej hali filtrów, determinująca możliwość zastosowania filtrów z podwyższonym płaszczem.

Zadaniem pierwszego stopnia filtracji będzie przede wszystkim usunięcie żelaza do poziomu zgodnego z obowiązującymi normami. Stopień ten, dzięki zastosowanemu wypełnieniu (złożu filtracyjnemu) może również częściowo uaktywnić się do usuwania manganu, co w sposób znaczący obniży ładunek tego wskaźnika na drugi stopień filtracji.

Wpracowanie do usuwania manganu jest tym bardziej możliwe, ponieważ zawartość tego wskaźnika w wodzie surowej znajduje się na znacznym poziomie.

Prędkość filtracji.

Dla omawianego układu uzdatniania wody, biorąc pod uwagę wyznaczone wysokości strefy odżelaziania dopuszczalne jest uzdatnianie wody w układzie dwustopniowym z maksymalnymi prędkościami filtracji do 12,0 m/h. Taką prędkość bierze się zatem do obliczeń dla maksymalnej produkcji wody.

Zgodnie z powyższym powierzchnia filtracji pierwszego i drugiego stopnia wyniesie ok:

$$A_f = 140,0/12,0 = 11,7 \text{ m}^2$$

Zgodnie ze wstępną koncepcją technologiczną przewiduje się na pierwszym stopniu filtracji montaż czterech filtrów ciśnieniowych o średnicy 2200 mm. Powierzchnia filtracji każdego z filtrów wynosi 3,8 m² co daje sumaryczną powierzchnię filtracji:

$$A_f = 4 * 3,8 = 15,2 \text{ m}^2$$

Dla tej powierzchni filtracji prędkość filtracji wyniesie:

$$v_f = 140,0/15,2 = 9,2 \text{ m/h przy maksymalnej produkcji wody.}$$

Dobrano następujące jednostki filtracyjne:

- **pierwszy stopień filtracji:** 4 filtry o średnicy 2200 mm,
- producent: Kotłorembud
- typ D
- zwiększona wysokość płaszcza: 2000 mm (w stosunku do katalogu o 500 mm),
- wysokość całkowita: 3809
- cztery podpory rozmieszczone symetrycznie – o przekroju owalnym (filtr podparty od dołu) lub przekroju prostokątnym (przymocowane do boku płaszcza filtra),
- dennica płaska, wzmacniana płaskownikami,
- drenaż grzybkowy – grzybki PP z długą nóżką.
- Trzy włazy: dwa okrągłe (dolny i boczny) o średnicy ok 500 – 600 mm
- jeden eliptyczny (górny – zasypowy).

W wykonaniu standardowym wszystkie elementy filtra ciśnieniowego (płaszcz, dna wypukłe, włazy, króćce, itp.) wykonane są ze stali niestopowych – atestowanych. Ciśnienie dopuszczalne PS=6bar oraz temperatura dopuszczalna TS=50°C nie może być przekroczone podczas eksploatacji filtra.

Filtr zabezpieczony jest antykorozyjnie poprzez malowanie: od wewnątrz żywicą poliestrową z atestem PZH na kontakt z wodą pitną, na zewnątrz uniwersalną farbą do ochrony czasowej. Producent dopuszcza zastosowanie innych zestawów lakierniczych wewnętrznych (np. żywice epoksydowe) oraz wykonanie z malowaniem zewnętrznym nawierzchniowym (np. zestawem farb poliuretanowych).

W standardzie stosowane są dysze z tworzywa sztucznego PP ze szczeliną filtracyjną o szerokości $s=0,5$ mm. Filtr w wykonaniu B, C, D wyposażony jest w dodatkowy wąż umożliwiający rewizję wewnętrzną pod płytą filtracyjną.

Producent dopuszcza zmiany konstrukcyjne filtra w zakresie usytuowania i średnic króćców przyłączeniowych oraz wysokości części cylindrycznej (zasypowej) filtra.

Filtry zostaną rozmieszczone w hali filtrów w miejscach wskazanych na rysunkach technicznych. Pod każdy filtr zostanie wykonany fundament (zgodnie z rysunkami części architektoniczno – budowlanej).

Dobór króćców przeprowadzono w oparciu o wymagania płukania filtrów. Przepływ wody płuczącej wynosi dla dobranych jednostek: 10,0 - 15,0 L/sm² . Dobrano przepływ równy 12,5 L/sm² – co odpowiada przepływowi wody równemu:

$$Q_P = 12,5,0 * 3,8 * 3,6 = 171,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

Prędkość przepływu wody dla instalacji płuczącej nie powinna przekraczać 2,0 m/s – dobrano 1,5 m/s stąd średnica rurociągów:

$$D = (4*170)/(3,14*1,5*3600)^{0,5} = 200,0 \text{ mm}$$

Dobrano króćce wlotowe i wylotowe z filtra o **średnicy 200,0 mm**.

UWAGA! Króciec o średnicy 200 mm stanowi odstępstwo od typoszerogu filtrów KOTLOREMBUD w których dla analogicznych jednostek filtracyjnych przewidziane są króćce o średnicy 150 mm.

UWAGA! Wprowadza się również następujące zmiany w stosunku do typoszeregu filtrów KOTLOREMBUD:

- **dodatkowe wzmocnienie dennicy płaskownikami stalowymi,**
- **cztery, zamiast trzech podpory pionowe (nogi) o przekroju owalnym.**

UWAGA! Należy również podnieść króciec wylotowy (umieszczony osiowo w dnie filtra) wody uzdatnionej w stosunku do katalogu o ok 10,0 cm, by umożliwić bezproblemowy montaż kształtek (kolan) pod filtrem.

Prędkości filtracji wpływać będą bezpośrednio na następujące parametry technologiczne pracy filtrów:

- długość cyklu filtracyjnego i częstotliwość płukania złóż filtracyjnych,
- wysokość strefy odżelaziania i pozostałą, swobodną wysokość strefy odmanganiania złoża filtracyjnego.

Długości cyklu filtracyjnego, wyznaczono względem ilości wody przefiltrowanej przez filtry dla różnych wariantów technologicznych. Parametrem bezpośrednio decydującym o długości cyklu filtracyjnego jest pojemność masowa złoża filtracyjnego. W zależności od wybranego materiału filtracyjnego możliwe jest utrzymywanie określonej częstotliwości płukania filtrów.

Dobór złoża przedstawiono w dalszej części projektu technologicznego. Dobrany materiał nie może cechować się pojemnością niższą niż 2500 g/m² i taką przyjęto dla obliczeń krańcowych długości cyklu filtracyjnego.

Do obliczeń wykorzystano również następujące dane:

- zawartość żelaza w wodzie surowej: ok 2,5 mg/L,
- wydajność dobową SUW – 1000 – 2000 m³/d

Zgodnie z obliczeniami długość cyklu filtracyjnego wyniesie:

$$T_Z = \text{ok } 8 \text{ dób}$$

$$T_L = \text{ok } 4 \text{ doby}$$

Jest ona równa objętości przefiltrowanej wody wynoszącej ok.: 8.000 m³ przez wszystkie filtry.

By zmniejszyć wysokość strefy odżelaziania (zapewnić bezpieczne usuwanie żelaza oraz manganu) wskazane jest zastosowanie złoża chalcedonitowego, na którym uzyskuje się (zgodnie z prowadzonymi badaniami technologicznymi) ok 2 krotnie niższą strefę odżelaziania w stosunku do piasku kwarcowego.

Złoże chalcedonitowe, dzięki wysokiej porowatości wewnętrznej pozwala na intensywne zaszczepienie błony biologicznej, która w sposób efektywny prowadzi będzie wymienione procesy uzdatniania wody w tym również częściowe wpracowanie do usuwania manganu.

Pierwszy stopień będzie w całości zasypany materiałem chalcedonitowym. Dopiero na drugim stopniu planowane będzie usuwanie manganu.

Stąd należy się liczyć, że w pierwszym etapie pracy materiału filtracyjnego (pierwszego stopnia filtracji) efekty technologiczne usuwania z wody manganu mogą być nieznaczne. Powinny one jednak ulegać systematycznej poprawie.

Projektuje się następujące wysokości poszczególnych złóż filtracyjnych:

- właściwa warstwa filtracyjna: uziarnienie 0,8 – 2,0 mm, wysokość złoża: ok 0,6 m – złożo

chalcedonitowe

- warstwa podtrzymująca: uziarnienie 2,0 – 4,0 mm: wysokość 10,0 cm – piasek chalcedonitowy
- warstwa podtrzymująca: uziarnienie 4,0 – 8,0 mm, wysokość 10,0 cm – piasek chalcedonitowy.

Całkowita wysokość złoża w filtrze wyniesie: 1,8 m

Ekspansja złoża chalcedonitowego przy intensywności płukania na poziomie 12,0 L/sm² wynosi ok 10,0 % stąd przy wysokości złoża równej 1,6 m ekspansja materiału wyniesie: 0,16 m i mieści się w dobranej wysokości płaszcza filtra.

Ilość złóż wykorzystana na zasypywanie trzech filtrów została zestawiona w tabeli poniżej.

Tabela 2. Zestawienie ilości złoża wykorzystanego do zasypywania filtrów.

Złoże filtracyjne	Uziarnienie	Gęstość właściwa	Objętość złoża na jeden filtr	Objętość złoża na cztery filtry	Przybliżona masa złoża
Chalcedonit	0,8 – 2,0	1,1	6,1	24,4	26,1
Chalcedonit	2,0 – 4,0	1,1	0,4	1,6	1,8
Chalcedonit	4,0 – 8,0	1,1	0,4	1,6	1,8

Złóża zasypywane będą w następującej kolejności:

- najniższa warstwa: warstwa podtrzymująca (piasek chalcedonitowy wyższych frakcji),
- najwyższa warstwa – złoże chalcedonitowe

Parametry technologiczne złoża chalcedonitowego:

- wygląd: mleczny
- uziarnienie 0,8 – 2,0 mm,
- gęstość nasypowa: 1,1 t/m³
- gęstość właściwa: 2,6 t/m³
- podstawowy składnik: SiO₂ w ilości 96 %.

Producenci i proponowani dostawcy poszczególnych złóż są następujący:

- złoże chalcedonitowe – firma Mikrosil Polska Sp z o.o.

UWAGA ! Dobierając dysze filtracyjne należy zwrócić uwagę na następujące parametry:

- dysze z długą nóżką,
- dysze z głowicą stożkową,
- dysze wykonane z tworzywa.

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 wypłukać oraz zdezynfekować.

Całe orurowanie filtrów należy wykonać z PVC klejonego, zgodnie z rysunkami technicznymi zamieszczonymi w rysunkowej części opracowania technologicznego.

Orurowanie, poza określonymi w części rysunkowej rurociągami, zostanie wykonane na zewnątrz (nie w kanałach i nie pod posadzką).

Jest to podyktowane większymi możliwościami oceny stanu rurociągów oraz łatwiejszą ich konserwacją. Rurociągi należy wyposażyć w podpory, wykonane na miejscu ze stali nierdzewnej.

Stosować obejmy pełne.

Orurowanie filtrów dobierano w oparciu o prędkość przepływu maksymalną równą 1,0 m/s, przy zachowaniu warunku prędkości minimalnej wynoszącej 0,3 m/s.

Orurowanie pojedynczego filtra stanowić będą:

- rurociąg doprowadzający wodę napowietrzającą o średnicy PVC 160 x 6,2; wew: 147,6; DN 150; PN 10
- rurociąg odprowadzający wodę uzdatnioną o średnicy PVC 160 x 6,2; wew: 147,6; DN 150; PN 10
- rurociąg doprowadzający wodę i powietrze o średnicy PVC 225 x 8,6; wew: 207,8; DN 200; PN 10
- rurociąg odprowadzający popłuczyny do kanalizacji o średnicy PVC 225 x 8,6; wew: 207,8; DN 200; PN 10
- spust pierwszego filtratu o średnicy PVC 160 x 6,2; wew: 147,6; DN 150; PN 10
- rurociąg odpowietrzający – ręczne i automatyczne odpowietrzenie filtrów o średnicy DN 1 1/4"

Orurowanie międzyfiltrów prowadzone z rurociągów PVC po tylnej ścianie filtrowni, na podporach mocowanych do ścian z obejmami pełnymi (podpory mogą być wykonane jako stalowe, spawane na miejscu).

Poszczególne odcinki rurociągów wody uzdatnionej oraz surowej należy stopniować (zmieniać ich średnice) w miejscu wskazanym na rysunkach.

Przewiduje się następujące średnice rurociągów pośrednich (wody uzdatnionej oraz wody surowej):

- rurociąg zbiorczy: doprowadzenie wody na cztery filtry i odprowadzenie wody z czterech filtrów: o średnicy PVC 225 x 8,6; wew: 207,8; DN 200; PN 10,
- rurociąg pośredni (woda na trzy filtry i woda uzdatniona z trzech filtrów) o średnicy PVC 160 x 6,2; wew: 147,6; DN 150; PN 10.
- rurociąg pośredni (woda na dwa filtry i woda uzdatniona z dwóch filtrów) o średnicy PVC 140 mm (DN 125)
- rurociąg pojedynczy doprowadzający wodę na jeden filtr i odprowadzający wodę z jednego filtra o średnicy PVC 110 x 4,2; wew: 101,6; DN 100; PN 10.

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

- rurociąg doprowadzający wodę napowietrzoną: przepustnica z dyskiem ze stali nierdzewnej oraz napędem pneumatycznym, montowana międzykołnierzowo (średnica DN 100)
- rurociąg odprowadzający wodę uzdatnioną z każdego filtra: przepustnica JAFAR z napędem pneumatycznym, montowana międzykołnierzowo (średnica DN 100)
- rurociąg doprowadzający wodę do płukania: przepustnica JAFAR z napędem pneumatycznym montowana międzykołnierzowo (średnica DN 200)
- rurociąg odprowadzający popłuczyny: przepustnica JAFAR z napędem pneumatycznym, montowana międzykołnierzowo (średnica DN 200)
- rurociąg spustu pierwszego filtratu oraz spustu zerowego (połączony z rurociągiem odprowadzającym popłuczyny) przepustnica z napędem pneumatycznym oraz dodatkowo przepustnica sterowana ręcznie montowana międzykołnierzowo (średnica DN 150),
- dodatkowo na rurociągu wody uzdatnionej oraz rurociągu spustu pierwszego filtratu zostaną zamontowane przepustnice o średnicy DN 100 z napędem ręcznym, służące do wyrównywania przepływów i regulacji pracy filtrów.
- Spust zerowy wody z filtra (wylew awaryjny stosowany w razie konieczności opróżniania filtrów z wody). - DN 50 (z przepustnicą montowaną międzykołnierzowo) – wylew bezpośrednio na

posadzkę i systemem wpustów podłogowych do kanalizacji.

Dodatkowe wyposażenie filtra stanowić będzie odpowietrzenie ręczne oraz automatyczne.

Dobrano następujące zawory odpowietrzające:

- producent: HAWLE lub równoważny;
- przyłącze technologiczne: > 1 " (optymalnie 1 ¼ ")
- ciśnienie pracy ok 1 – 2 atm
- zawór tylko odpowietrzający
- możliwość wyprowadzenia odpowietrzenia rurociągiem (by ograniczyć rozpryskiwanie wody i emulsji wodno - powietrznej po hali filtrów)

Znacznie lepsze efekty da zastosowanie odpowietrzenia ręcznego filtrów, które będzie uchylane w razie konieczności oraz kontrolnie w celu sprawdzenia stopnia zapowietrzenia filtrów.

Odpowietrzenie ręczne stanowić będzie rurociąg ze stali lub PVC o średnicy G 1 ¼" z zamontowanym zaworem kulowym o średnicy G 1 ¼". Rurociąg odpowietrzający zostanie włączony do rurociągu odprowadzającego wody popłuczne (wmontowany w rurociąg).

Na rurociągach wody uzdatnionej oraz na rurociągu wody popłucznej projektuje się kurek probierczy (zawór kulowy) do poboru prób do badań technologicznych. Kurki o średnicy ½ ".

Dodatkowo kurek probierczy powinien zostać zamontowany również na rurociągu doprowadzającym wodę surową.

Zaleca się wykonanie przy każdym kurku probierczym odprowadzenia wody bezpośrednio do kanalizacji, by ograniczyć rozpryskiwanie wody podczas poboru po posadzce hali filtrów. Rozwiązanie, wg indywidualnego projektu wykonawcy po montażu wszystkich filtrów.

Możliwe jest wyprowadzenie wszystkich króćców probierczych w jedno miejsce i wspólne odprowadzenie do kanalizacji (po każdym z filtrów ciśnieniowych i wody surowej). Takie rozwiązanie z technologicznego punktu widzenia pozwala na sprawny i zgodny z metodyką pobór wody.

Opomiarowanie filtrów w trakcie pracy oraz sterowanie filtrów

Filtry będą opomiarowane w zakresie:

- przepływu wody uzdatnionej – po każdym z filtrów ciśnieniowych
- ciśnienia na wodzie surowej i uzdatnionej – wspólne dla wody surowej i uzdatnionej po wszystkich filtrach (jeden pomiar – ze względu na naczynia połączone).

Dodatkowe parametry mierzone w trakcie pracy filtrów to:

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

Przepływ wody uzdatnionej mierzony będzie z wykorzystaniem przepływomierza firmy ENKO lub Endress – Hauser o następujących parametrach technicznych:

- średnica 80 mm,
- zalecany zakres pomiarowy przy prędkości przepływu 0,1 – 10,0 m/s,
- zasilanie przepływomierza: 230 VAC, 50 Hz,
- poziom ochrony przed porażeniem: ABS kl. II, AK 11 kl.I
- zliczanie objętości 9 cyfr, 3 liczniki dla pomiaru w przód, w tył i różnicy,
- funkcje wyjść OUT1, OUT 2: alarm min./max., kierunek przepływu F/R, dozowanie porcji, wyjście impulsowe,

- funkcje wejścia: sterowanie procesem dozowania porcji, zdalne kasowanie licznika objętości, sygnalizacja braku medium w instalacji,
- dokładność pomiaru czujnika: $\pm 0,5\%$,
- rodzaj przyłączy: kołnierzowe,
- pobór mocy: $< 19\text{ W}$,
- wykonanie: z materiałów posiadających atesty PZH

Przepływomierze zostaną zamontowane na rurociągu wody przefiltrowanej. By zachować odpowiednie warunki pomiarowe należy dokonać redukcji na średnicę DN 80.

Pomiary ciśnienia wody w układzie filtracji.

Ze względu na fakt, że projektowany układ stanowi zestaw pracujący równolegle filtrów pomiar ciśnienia ograniczony zostanie do punktu przed filtracją i po filtracji pierwszego stopnia – w miejscach wskazanych na rysunkach technicznych, zamieszczonych w końcowej części opracowania.

Do pomiaru ciśnienia wykorzystane zostaną następujące czujniki:

- firma ENDRESS – HAUSER (lub danfoss)
- typ czujnika dla Endress - Hauserr: Cerabar T PMC 131
- Oznaczenie: A1Q (0 – 4 bar, przy przeciążalności 20 bar)
- zakres pomiarowy: 100 mbar – 40 bar,
- wyjście prądowe: 4 – 20 mA,
- przyłącze technologiczne: G $\frac{1}{2}$ "

Pomiar ciśnienia przed i po filtracji będzie podstawą do określenia całkowitych strat ciśnienia w układzie filtracji i na służyć będzie do oceny długości cyklu filtracyjnego i ewentualnej inicjacji procesu płukania filtrów ciśnieniowych. Ciśnienie przetworzone na impuls prądowy, będzie podawane do układu kontrolno sterującego, przetwarzane na wartość ciśnienia podawanego w mH_2O i przeliczane na różnicę ciśnień (stratę ciśnienia) wyświetlaną na wizualizacji oraz panelu sterowania pracą SUW.

Opomiarowanie filtrów w trakcie pracy oraz sterowanie filtrów

Filtry będą opomiarowane w zakresie:

- przepływu wody uzdatnionej,
- ciśnienia na wodzie surowej i uzdatnionej,
- stanu pracy przepustnic z napędem pneumatycznym.

Dodatkowe parametry mierzone w trakcie pracy filtrów to:

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

Sterowanie pracą filtrów

Odczyt przepływu wody przez poszczególne filtry będzie podstawą wyrównywania rozdziału wody pomiędzy pozostałymi filtrami.

Różnice przepływu będą wyrównywane ręcznie – przez pracownika bezpośrednio na hali filtrów. Pracownik będzie otwierał, bądź przymykał przepustnice sterowaną ręcznie, zamontowaną na rurociągu wody uzdatnionej.

W Dyspozytorni oraz bezpośrednio na obiekcie wizualizowane będą następujące parametry:

- przepływ wody przez filtry,
- ciśnienia przed i po filtracji.

Ręczne sterowanie ma na celu przede wszystkim wyrównywanie skrajnych obciążeń filtrów wynikających z uwarunkowań konstrukcyjnych, hydraulicznych i czysto technologicznych. Ręczne sterowanie tego procesu, pozwala obserwować zmiany, wyciągać wnioski oraz reagować w ramach zasad technologicznych sterowania pracą filtrów określonych na etapie rozruchu.

Generalnie przy prawidłowo zaprojektowanej technologii uzdatniania wody, zwłaszcza w odniesieniu do orurowania oraz wypełnienia filtrów nie należy się spodziewać problemów z rozkładem wody na poszczególne filtry. Delikatne różnice będą właśnie korygowane opisanym systemem.

Sterowanie poszczególnymi przepustnicami.

Sterowanie przepustnicami z napędem pneumatycznym (normalnie zamkniętymi) odbywać się będzie w dwojaki sposób:

- automatycznie (zgodnie z programem sterowania pracą filtrów i ich płukaniem),
- ręcznie w sytuacji awaryjnej związanej z indywidualną pracą każdego z filtrów ciśnieniowych.

Projektuje się przy każdym filtrze wyspę zaworową do której doprowadzane będzie powietrze bezpośrednio z systemu rozdzielczego. Dodatkowo każda przepustnica sterowana pneumatycznie musi mieć możliwość ręcznej regulacji – tj. zamykania i otwierania ręcznego (półautomatycznego) w razie konieczności.

Stąd przy każdym z filtrów projektuje się obok wysp zaworowych skrzynkę z przyciskami pozwalającymi otwierać bądź zamykać każdą przepustnicę z osobna, bez względu na stan programowy (stan układu automatycznej regulacji). Takie rozwiązanie pozwala autonomicznie sterować każdym filtrem w razie konieczności technologicznej.

Płukanie filtrów

Płukanie filtrów będzie inicjowane ręcznie bezpośrednio z Dyspozytorni.

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 (wizualizowany w centralnej dyspozytorni) – wstępnie przyjęto, maksymalny czas pomiędzy płukaniem: 7 dni (minimalny, na podstawie oceny technologicznej pozostałych wskaźników)
- ilość m³ wody przefiltrowanej przez poszczególne filtry (zgodnie z odczytem na podstawie zamontowanych przepływomierzy po poszczególnych filtrach),
- strata ciśnienia liczona jako różnica pomiędzy odczytem ciśnienia na rurociągu wody uzdatnionej oraz rurociągu wody surowej.

Dla każdego z wymienionych wskaźników należy wprowadzić w procesie automatycznego sterowania pracą SUW stany krańcowe – alarmowe, które będą informowały o przekroczeniu wartości granicznej.

Zaleca się, by po przekroczeniu stanów krańcowych dla dowolnego z wybranych parametrów technologicznych przedstawionych powyżej na monitorze kontrolnym w dyspozytorni wyświetliła się informacja o zalecanym płukaniu filtrów.

Po analizie wszystkich wymienionych powyżej parametrów procesowych zostanie podjęta decyzja o wypłukaniu filtrów.

Parametry decydujące, zostaną dokładnie określone na rozruchu Stacji Uzdatniania Wody oraz w czasie trwania wstępnej eksploatacji.

Świadomie nie wprowadza się automatycznej inicjacji procesu płukania filtrów, ze względu na występujące potencjalne komplikacje eksploatacyjne, w momencie wystąpienia płukania podczas np szczytowego rozbioru, lub w innych warunkach, w których płukanie z różnych przyczyn nie jest wskazane technologicznie.

Parametrem technologicznym limitującym długość cyklu filtracyjnego będzie:

- pojemność masowa złoża na zawiesinę (żelazową oraz wariantowo również zawiesinę z utleniania chemicznego),
- stężenie żelaza w wodzie uzdatnionej, oraz wartość zawiesiny w wodzie uzdatnionej po filtrach.

Szacunkowe długości cyklu filtracyjnego zostały określone we wcześniejszej części opracowania.

Filtry będą płukane kolejno – na podstawie opracowanego harmonogramu. Zgodnie z programem sterującym inicjacja procesu płukania odbywać się będzie ręcznie, ale samo płukanie już w trybie automatycznym – kaskadowym.

Jeśli płukanie odbywać się będzie w automacie, wówczas inicjacja procesu płukania będzie się równała z płukaniem wszystkich filtrów w określonej kolejności, zależnej od ustalonego programu sterującego całym procesem.

W przypadku przejściu na ręczny proces płukania, możliwe będzie tylko i wyłącznie ręczne płukanie filtrów, w dowolnej kolejności.

Do płukania filtrów zostanie wykorzystane powietrze oraz woda (rozdzielnie). W pierwszej kolejności filtry będą płukane powietrzem. Do płukania powietrzem zostanie wykorzystana dmuchawa. Przewiduje się płukanie powietrzem z intensywnością ok 10,0 – 15,0 L/sm². Odpowiada to wydajności urządzenia równej:

$$Q = 10,0 - 15,0 \text{ L/sm}^2 * 3,8 \text{ m}^2 * 3,6 = 136,8 - 205,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

Do płukania filtrów powietrzem przewidziano dmuchawę.

Wstępnie dobrano następujące urządzenie:

- producent: BECKER lub równoważny
- typ: KDT 3.140
- wydajność ok 130,0 m³/h
- nadciśnienie : do 1,0 bar.

Dopuszcza się możliwość doboru urządzenia o równoważnych parametrach. Należy zwrócić uwagę na temperaturę tłoczonego powietrza. Nie powinna ona przekraczać 80,0 st C. W sytuacji, gdy dobrane urządzenie nie gwarantuje możliwości uzyskania odpowiedniej temperatury konieczne jest zastosowanie odpowiedniej chłodnicy zintegrowanej z urządzeniem.

Rurociąg do płukania filtrów powietrzem należy wykonać ze stali, łączonej kołnierzowo, na gwint lub poprzez spawanie w odpowiednich miejscach (zgodnie z rysunkami technicznymi).

Dobór średnicy rurociągu do płukania filtrów powietrzem.

Rurociąg dobrano na prędkość przepływu w granicach 10,0 m/s. Średnica dla takich warunków wyniesie odpowiednio:

$$D = 65 \text{ mm}$$

Rurociąg powietrza do płukania filtrów zostanie wykonany z przewyższeniem (zgodnie z rysunkami technicznymi) zabezpieczającym przed zalaniem dmuchawy wodą z filtrów. Rurociąg zostanie włączony do rurociągu płukania wodą. Na włączeniu będzie zamontowana przepustnica z napędem pneumatycznym, otwierana w cyklu płukania.

Dodatkowe zabezpieczenie stanowić będzie:

- zawór zwrotny zamontowany na rurociągu powietrza, (dobrano zawór zwrotny o następujących parametrach technicznych:
 - Producent: DNAFOSS (lub równoważny),
 - typ 805
 - średnica DN 65 mm
 - zawór do wody czystej oraz powietrza (gazu) – równoważny również musi posiadać określenie: „do gazu”
- przepustnice na połączeniu rurociągu do płukania wodą z rurociągiem do płukania filtrów powietrzem, zabezpieczające przed wtłoczeniem wody do rurociągu z powietrzem.

Oprzyrządowanie dmuchawy stanowić będą dodatkowo – przewód elastyczny o średnicy G 2" gwintowany oraz przepustnica odcinająca (JAFAR lub równoważna, międzykołnierzowa, DN 50) – montowana za rotametrem.

Na rurociągu tłocznym dmuchawy płuczającej projektuje się rotametr do oceny:

- faktycznej ilości tłoczonego powietrza do płukania filtrów,
- stopnia zużycia technicznego dmuchawy, ocenianego poprzez spadek wydajności dmuchawy do płukania filtrów
- kolmatacji złoża filtracyjnego, ocenianego poprzez spadek wydajności dmuchawy do płukania filtrów.

Dobrano rotametr o następujących parametrach technicznych:

- Producent: Meister Stronungstechnik (lub równoważny firma Rotametr)
- Typ rotametru: KM 35 – 60
- zakres pomiarowy przy nadciśnieniu 1,0 bar: 30,0 – 280,0 m³/h,
- przyłącze: gwintowane G 2 ½" lub kołnierzowe DN 50
- wysokość rotametru: 350 mm

Dmuchawę należy zamontować na stelażu aluminiowym (lub stalowym), z podkładkami antywibracyjnymi. Dopuszcza się montaż dmuchawy na jednym stelażu z pompami płuczającymi.

Automatyzacja pracy dmuchawy obejmować będzie następujące elementy:

- pracę dmuchawy w następujących stanach: postój, praca „na sztywno”, praca w automacie
- rozruch na sofstarcie
- pomiar stanu pracy dmuchawy, czasu pracy (licznik motogodzin) oraz pobieranego prądu podczas pracy,
- wszystkie wymienione parametry wizualizowane w centralnej dyspozytorni oraz bezpośredni na SUW.

Płukanie wodą odbywać się będzie z intensywnością 10,0 - 15,0 L/sm² co odpowiada wydajności pompy płuczającej, równej:

$$q = 10,0 - 15,0 \cdot 3,8 \cdot 3,6 = 136,8 - 205,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

Wysokość podnoszenia pompy płuczającej ustalono w oparciu o następującą zależność:

$$H_P = H_g + H_s + H_z + 3,0; \text{ gdzie:}$$

H_g – wysokość geometryczna podnoszenia – przyjęto (-3) m – praca pompy z naporem

H_s – straty ciśnienia na złożu i drenażu – ok 5 m,

H_z – straty ciśnienia na armaturze – ok 5,0 m

Wysokość podnoszenia wyniesie zatem ok 11 m.

Do płukania filtrów zostanie wykorzystana woda uzdatniona, zgromadzona w zbiorniku retencyjnym.

Rurociąg ssawny pompowni płuczającej zostanie podłączony do istniejącego rurociągu ssawnego pomp sieciowych. Z uwagi na wysoką wydajność pompy płuczającej nie zaleca się płukania filtrów w okresie podwyższonych rozbiorów. Optymalnym momentem na płukanie filtrów jest okres nocny.

Zaleca się, by przed płukaniem filtrów było wyłączane ewentualne dozowanie podchlorynu sodu.

Parametry techniczne urządzenia:

- producent: Grundfoss NB 80-160/147 lub równoważna pompa pod względem charakterystyki
- ilość: 2 pompy płuczające
- wydajność 176 m³/h
- wysokość podnoszenia: 16,0 mH₂O,
- moc silnika: 11 kW
- króciec tłoczny: DN 80
- króciec ssawny: DN 100.

Rurociąg tłoczny pompy płuczającej dobrano przy uwzględnieniu prędkości przepływu równej 1,5 m/s. Dla wymienionej prędkości średnica rurociągu wyniesie odpowiednio:

$$D = (4 * 170) / (3,14 * 3600 * 1,5) = 200,0 \text{ mm}$$

Dobrano następujący rurociąg tłoczny: PVC 225 – DN 200.

Rurociąg tłoczony pompy do płukania filtrów (po rozszerzeniu): DN 200 mm.

Dodatkowa armatura pompy płuczającej:

- na rurociągu ssawnym: przepustnica odcinająca o średnicy DN 125 (JAFAR lub równoważna),
- na rurociągu tłocznym każdej pompy płuczającej: przepustnica odcinająca DN 100, zawór zwrotny, montowany międzykołnierzowo o średnicy DN 100 (Danfoss typ 805 lub równoważny), względnie kłapa zwrotna

Dodatkowy osprzęt pompy płuczającej (układu płukania filtrów wodą)

- czujnik ciśnienia zamontowany na jednym króćcu wraz z manometrem
- przepływomierz na rurociągu wody do płukania o średnicy DN 150.

Dane techniczne zastosowanych urządzeń pomiarowych

Dla ciśnieniomierza:

- firma ENDRESS – HAUSER (lub Danfoss)
- typ czujnika: Cerabar T PMC 131 (dla Endress-Hauser)

- Oznaczenie: A1Q (0 – 4 bar, przy przeciążalności 20 bar)
- zakres pomiarowy: 100 mbar – 40 bar,
- wyjście prądowe: 4 – 20 mA,
- przyłącze technologiczne: G ½"

Ciśnienie wizualizowane będzie bezpośrednio w dyspozytorni

Manometr tarczowy (kontrolny) dla czujnika automatycznego ciśnienia:

- producent: WIKA Polska (lub równoważna),
- średnica tarczy: 100 mm,
- przyłącze (mosiądz) G1/2" – typ radialny
- oprawa – stal nierdzewna,
- klasa dokładności: 1,6
- wypełnienie antywstrząsowe (gliceryna),
- zakres pomiarowy: 0,0 – 3,0 bar
- działka: 0,1 bar

Wszystkie rurociągi powinny zostać wykonane ze PVC klejonego o średnicach wskazanych w projekcie. Trasy rurociągów przedstawiono w części rysunkowej opracowania.

Parametry mierzone oraz wizualizowane w dyspozytorni, w odniesieniu do pomp płuczących

- stan pracy pompy (postój, praca „na sztywno”, praca w automacie)
- czas pracy pompy (licznik motogodzin) oraz pobierany prąd pracy
- przepływ wody (wizualizowany na ujęciu oraz w Centralnej Dyspozytorni),
- pompa płuczająca będzie pracowała z miękkim rozruchem.

Pompę należy umieścić na stelażu ze stali nierdzewnej (względnie stelażu aluminiowym) na podkładkach antywibracyjnych.

Wysokość posadowienia pompy musi być dobrana do wysokości kolektora ssawnego pomp sieciowych. Dopuszcza się wykorzystanie istniejących króćców przyłączeniowych – wykonanych ze stali.

Pompy będą załączane naprzemiennie. Projektuje się układ zdublowany, ze względu na nieważne znaczenie pomp płuczających w procesie eksploatacji Stacji Uzdatniania Wody.

Na kolektorze tłocznym pomp płuczających dodatkowo projektuje się przepustnicę z napędem pneumatycznym otwieraną zgodnie z sekwencją programu automatycznego sterowania pracą SUW - w zakresie procesu płukania.

Przewiduje się, że czas płukania filtrów wodą, z uwagi na wcześniejsze wypłukanie powietrzem z wysoką, wymaganą intensywnością nie będzie trwał dłużej niż 10,0 min.

W trakcie jednego cyklu płukania szacunkowa ilość odprowadzanych wód przy założeniu 10 min płukania wodą (popłuczyny + wody spustowe) wyniesie:

- objętość popłuczyn w trakcie jednego płukania: $V = 170,0 \text{ m}^3/\text{h} \cdot (10/60) = 28,3 \text{ m}^3$
- objętość wody spuszczonej z dna złoża filtracyjnego: wstępnie przyjęto objętość równą ok 40 cm objętości warstwy nad złożem filtracyjnym co daje: $V = 0,4 \cdot 3,14 \text{ m}^2 = 1,26 \text{ m}^3$
- objętość wody spuszczonej podczas spustu pierwszego filtratu – przyjętą na poziomie jednej objętości złoża filtracyjnego – czyli ok $1,5 \cdot 3,8 = 5,71 \text{ m}^3$

Całkowita ilość popłuczyn z płukania jednego filtra wyniesie zatem ok:

$$V_c = 28,3 + 1,26 + 5,71 = 35,3 \text{ m}^3$$

Wszystkie wody będą odpuszczane do istniejącego odstoju.

Popłuczyny będą odprowadzane w obrębie Stacji Uzdatniania Wody rurociągiem o średnicy 225 mm (DN 200) i kierowane do studzienki popłuczyn – wykonanej w miejscu wskazanym na rysunkach – w istniejącej hali filtrów (tzw. starej hali filtrów). Studzienka, przykryta kratą WEMA będzie spełniała zadanie kontrolne – umożliwiając sprawdzenie jakości wód popłuczynych i weryfikację programu płukania filtrów. Ze studzienki popłuczyny będą odprowadzane grawitacyjnie do istniejącego odstoju wód popłuczynych.

Do odprowadzenia przewiduje się wykonanie rurociągu PVC łączonego kielichowo o średnicy 250 mm. Rurociąg należy ułożyć z minimalnym spadkiem 0,5 %.

Przy spadku równym 0,5 % oraz dla przepływu na poziomie 170, m³/h warunki przepływu będą kształtowały się następująco:

- wypełnienie kanału: 81 %
- prędkość przepływu popłuczyn w kanale: 1,25 m/s.

Przebieg rurociągu odprowadzenia wód popłuczynych z płukania filtrów pierwszego stopnia przedstawiono na rysunku.

W trakcie realizacji zadania należy dokonać szczegółowej inwentaryzacji istniejącego odstoju wód popłuczynych oraz kanału odprowadzającego popłuczyny oraz ocenić możliwości spięcia obu rurociągów – pamiętając o warunkach odprowadzenia wody – uwzględnionych w obliczeniach przedstawionych powyżej.

Do przetrzymania popłuczyn zostanie wykorzystany istniejący system odstoju. W drugim etapie modernizacji SUW zmodernizowany zostanie również opisany system, umożliwiając jednocześnie przejście większej objętości popłuczyn i ich właściwe przygotowanie przed procesem odprowadzenia do środowiska. Modernizacja obejmować będzie m.in.:

- wydzielenie w odstoju poziomów osadowego oraz sedymentacyjnego,
- montaż urządzeń do pomiaru wysokości popłuczyn w odstoju (zintegrowanego z systemem sterowania pracą SUW),
-

Na etapie rozruchu SUW należy podjąć decyzję o możliwości płukania wszystkich filtrów jednocześnie lub konieczności rozdzielania płukania na fazy oddzielone okresami postoju odstoju (okresami sedymentacji). Objętość popłuczyn będzie bowiem uzależniona od faktycznego czasu płukania filtrów, ilości zawiesin zgromadzonych podczas jednego cyklu filtracyjnego oraz skuteczności dobranej metody płukania złożeń filtracyjnych.

W zależności od ilości osadów, odstojnik będzie opróżniany z osadów zgromadzonych w dolnej, osadowej części z odpowiednią częstotliwością. Do tego celu będzie wykorzystywany wóz asenizacyjny.

Uwzględniając wszystkie powyższe aspekty proces płukania będzie on przebiegał zgodnie z następującym harmonogramem (uwzględniającym wszystkie warunki, jakie muszą być spełnione w zakresie poziomów wody w zbiornikach czy to na popłuczynie, czy też zbiorniku retencyjnym). UWAGA! Poniższy algorytm odnosi się do płukania automatycznego filtrów, nie uwzględnia on płukania ręcznego (inicjowanego ręcznie).

1. Inicjacja ręczna procesu płukania.
2. Przygotowanie do płukania filtra nr 1.
3. Sprawdzenie poziomu wody w zbiorniku retencyjnym (sieciowym lub ruchowym): poziom wody w zbiorniku retencyjnym musi być wyższy niż $\frac{1}{2}$ całkowitej wysokości. Jeśli nie będzie wyższy, wówczas informacja do Dyspozytorni, że płukanie nie jest możliwe, ze względu na zbyt niski poziom wody w zbiorniku retencyjnym. Wówczas, jeśli będzie to płukanie pierwszego filtra - wyłączenie procedury płukania i konieczność ponownej inicjacji, natomiast jeśli warunek ten nie zostanie spełniony przy płukaniu innego niż pierwszy filtra, wówczas ponowne, automatyczne sprawdzanie tego warunku – co godzinę, aż do spełnienia. Za każdym razem informacja w Dyspozytorni o zainicjowaniu płukania, lub jego odłożeniu.
4. Sprawdzenie poziomu wody w odstojniku. Jeśli poziom wody będzie równy wartości minimalnej – umożliwienie płukania filtrów. Jeśli poziom minimalny nie będzie osiągnięty – wówczas uniemożliwienie procedury płukania. Nie osiągnięcie minimalnego poziomu będzie wymagało sprawdzenia układu odprowadzenia popłuczyn bezpośrednio na obiekcie.
5. W sytuacji, gdy warunki nie będą spełnione, sterownik powinien kontrolować parametry co ok 15 min, aż do ich spełnienia i umożliwienia przebiegu procesu płukania.
6. Po spełnieniu obu warunków – umożliwienie płukania filtrów.
7. Zamknięcie przepustnicy na rurociągu wody uzdatnionej filtra nr 1
8. Zamknięcie przepustnicy na rurociągu wody surowej filtra nr 1
9. Otwarcie przepustnicy na rurociągu wód popłucznych filtra nr 1
10. Otwarcie przepustnicy na rurociągu spustu wody z filtra nr 1 (przepustnica równa przepustnicy spustu I filtratu))
11. Spust wody znad złoża filtracyjnego w czasie dobranym na rozruchu (program musi mieć możliwość regulacji czasu spustu wody z filtra),
12. Zamknięcie przepustnicy na rurociągu spustu wody z filtra nr 1,
13. Otwarcie przepustnicy na rurociągu płukania filtra nr 1 wodą oraz powietrzem
14. Otwarcie przepustnicy na rurociągu zbiorczym płukania filtrów powietrzem
15. Załączenie dmuchawy do płukania filtrów
16. Płukanie filtra nr 1 powietrzem (przez czas ustalony na rozruchu, zmieniany w trakcie eksploatacji w zależności od potrzeb) – wstępnie przejęto 2 min,
17. Wyłączenie dmuchawy do płukania filtrów powietrzem
18. Zamknięcie przepustnicy do płukania wszystkich filtrów powietrzem
19. Stabilizacja złoża (postój filtra, bez płukania) – przez czas ok 5 min w trakcie którego zachodzi odgazowanie złoża, przed płukaniem wodą
20. Otwarcie przepustnicy na rurociągu płukania filtrów wodą (wariantowo)
21. Załączenie pompy płuczającej
22. Płukanie filtra wodą przez czas ustalony na rozruchu, korygowany w trakcie eksploatacji SUW (wstępnie przyjęto czas ok 10 min),
23. Wyłączenie pompy płuczającej po upływie czasu płukania, względnie po osiągnięcia poziomu maksymalnego w zbiorniku wód popłucznych, jako warunku bezwzględnego,
24. Zamknięcie przepustnicy sterowanej automatycznie na rurociągu wody do płukania filtra nr 1,
25. Zamknięcie przepustnicy odprowadzenia popłuczyn,
26. Otwarcie przepustnicy doprowadzenia wody surowej na filtr nr 1
27. Otwarcie przepustnicy na rurociągu odprowadzenia I filtratu (rurociągu spustu pierwszego filtratu), do odstojnika
28. Spust pierwszego filtratu do odstojnika przez czas określony na rozruchu z wydajnością dosterowaną przepustnicą ręczną,
29. Zamknięcie przepustnicy odprowadzającej pierwszy filtrat do odbiornika
30. Otwarcie przepustnicy wody uzdatnionej
31. Tryb filtracji

32. Od momentu zakończenia płukania filtra wodą (wyłączenia pompy płuczającej) – względnie załączenia pompy płuczającej – będzie liczony czas sedimentacji popłuczyn w odstoju,
33. Czas sedimentacji – czyli czas w którym wody popłuczne będą przebywały w odstoju, dobrany na etapie rozruchu SUW i zmieniany w trakcie eksploatacji
34. Po czasie sedimentacji (wstępnie założono 5 godzin) otwarcie przepustnicy spustowej wody nadosadowej z odstoju,
35. Spust osadu do momentu osiągnięcia poziomu minimum (czujnik ciwno)
36. Po osiągnięciu poziomu minimum wody nadosadowej – zamknięcie przepustnicy spustowej wód nadosadowych oraz sygnał do sterownika o opróżnieniu odstoju oraz spełnieniu warunku płukania kolejnego filtra.
37. Przejście do płukania kolejnego filtra.
38. Algorytm od punktu nr 3.
39. Po zakończeniu płukania ostatniego filtra – sygnał o wypłukaniu wszystkich filtrów.
40. Po wypłukaniu każdego filtra zerowanie zegara czasu pracy od ostatniego płukania oraz zegara objętości wody przefiltrowanej od ostatniego płukania.

Zmiana poszczególnych nastaw procesu automatycznego płukania filtrów – możliwa tylko ze sterowni zlokalizowanej na SUW.

Należy zwrócić uwagę, że optymalnym sposobem odprowadzenia popłuczyn na omawianej SUW byłoby odprowadzenie popłuczyn do kanalizacji i zaprojektowanie odpowiedniego rurociągu. Takie rozwiązanie pozwoliłoby uniknąć problemów z:

- sedimentacją osadów (zwłaszcza czasem sedimentacji osadów) i możliwością zamarzania wody w odstoju,
- czasem pomiędzy kolejnymi płukaniami filtrów,

Dlatego zalecane jest rozważenie wybudowania takiego rurociągu i odprowadzanie całości popłuczyn grawitacyjnie lub ciśnieniowo bezpośrednio do kanalizacji sanitarnej.

4.6. Odprowadzenie wody uzdatnionej.

Woda uzdatniona po filtracji pierwszego stopnia będzie odprowadzana na zbiorniki wody czystej (w pierwszym etapie realizacji zadania). W tym celu przewiduje się wykonanie w miejscu wskazanym na rysunku przepinki technologicznej – w sposób analogiczny do przepinki wykonanej na rurociągu wody surowej.

Na etapie realizacji zadania należy dokładnie zinwentaryzować posadowienie przepinki oraz ustalić wysokości/rzędne rurociągów, celem określenia miejsca spięcia rurociągów.

Przewiduje się na wyjściu wody uzdatnionej z hali filtrów pierwszego stopnia montaż trójnika, który pozwoli przekierować wodę na filtry drugiego stopnia oraz na zbiorniki retencyjne.

Wyjście z hali filtrów – PVC/PE 225 mm. Rurowody podziemne – wykonane z PE.

Na rurociągu wody uzdatnionej w miejscu określonym na rysunkach należy zamontować trójnik stalowy, kołnierkowy z dwoma zasuwami o średnicy 200 mm. Jedna zasowa – na odejściu do rurociągu wody uzdatnionej po filtrach pierwszego stopnia, połączona z rurociągiem PE przy użyciu kołnierza nieprzesuwne. Zasowa druga na rurociągu wody po filtracji drugiego stopnia (rurociągu istniejącym).

Docelowo, w drugim etapie modernizacji SUW przewiduje się wymianę orurowania doprowadzającego wodę uzdatnioną do zbiorników wody czystej na rurowody wykonane z PE.

4.7. Chlorowanie wody – dezynfekcja.

Dezynfekcja wody uzdatnionej zostanie zaprojektowana w drugiej części realizacji zadania. Póki co należy wykorzystywać istniejący system dezynfekcji wody.

4.8. Sterowanie i wizualizacja pracy SUW

Szczegółowe elementy programu sterowania i wizualizacji pracy SUW zostały przedstawione w części AKPiA dokumentacji technicznej.

4.9. Aspekty budowlane pracy SUW

Wygląd ogólny dobudowanej hali filtrów oraz szczegółowe aspekty budowlane przedstawiono w części budowlanej projektu SUW Drzewce.

4.10. Etapowa realizacja zadania

Celem utrzymania obiektu w trakcie realizacji zadania w ruchu należy przestrzegać następujących ogólnych wytycznych dotyczących etapowania zadania:

1. Budowa nowej hali filtrów.
2. Montaż urządzeń (proponowany montaż urządzeń przed ostatecznym zadaszeniem budynku SUW).
3. Orurowanie, zasypanie złóż filtracyjnych, montaż armatury
4. Podczas orurowania filtrów należy zwrócić uwagę na podłączenie systemu z drugim etapem przebudowy/rozbudowy SUW – dotyczy przede wszystkim rurociągów wody po pierwszym stopniu filtracji, rurociągów wody i powietrza do płukania filtrów oraz rurociągów wód popłucznych
5. Montaż urządzeń AKPiA
6. Wykonanie pompowni płuczającej – montaż pompowni i orurowanie systemu płukania filtrów wodą oraz powietrzem z pozostawieniem niezbędnych wyjść na płukanie filtrów drugiego stopnia w docelowym układzie technologicznym
7. Wykonanie we wskazanych miejscach przepinek z rurociągami wody surowej oraz uzdatnionej
8. Rozruch części elektrycznej i automatycznej SUW
9. Rozruch części technologicznej
10. Sprawdzenie efektywności technologicznej pracy SUW
11. Optymalizacja nastaw
12. Przełączenie w tryb pracy
13. Wyłączenie istniejącego układu technologicznego z pracy.

Realizacja zadania zgodnie z przedstawionymi powyżej etapami pozwoli utrzymać ciągłość dostaw wody oraz zapewnić jej odpowiednią jakość po przełączeniu nowego układu uzdatniania w tryb pracy.

5. Podsumowanie

Przedstawiony powyżej projekt jest efektem uzgodnień międzybranżowych oraz uzgodnień z Inwestorem. Wykonawca, w sytuacji stwierdzonych niejasności, bądź jeśli uzna, że określone rozwiązanie przedstawione w projekcie może być wykonane w lepszy sposób ma obowiązek poinformować autorów opracowania oraz inwestora w celu ewentualnego przedyskutowania bądź przeprojektowania układu zgodnie z sugerowanym rozwiązaniem.

6. Spis załączników

1. Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach nr ROŚ 7624-01/09 z dnia 11 maja 2009 r. wydana przez Burmistrza Ponieca.
2. Decyzja o ustaleniu inwestycji celu publicznego nr GP 7331-18/09 z dnia 25 maja 2009 r. wydana przez Burmistrza Ponieca.
3. Postanowienie w sprawie braku potrzeby przeprowadzenia oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko nr ROŚ 7624-01/09 z dnia 05 maja 2009 r.
4. Pismo nr OR.7633-12/09 z dnia 30 kwietnia 2009 r. Starosty Gostyńskiego w sprawie braku potrzeby przeprowadzenia postępowania w sprawie ocen oddziaływania na środowisko.
5. Pismo nr NS-71/2-9/09 z dnia 30 kwietnia 2009 r. Państwowego Powiatowego Inspektora Sanitarnego w Gostyniu w sprawie braku potrzeby przeprowadzenia postępowania w sprawie ocen oddziaływania na środowisko.
6. Decyzja nr OR.II.6223-11/00 z dnia 31 lipca 2000 r. – pozwolenie wodnoprawne wydane przez Starostę Gostyńskiego.
7. Wypisy z rejestru gruntu.

8. Spis rysunków

Rys. nr 1.	Plan sytuacyjno – wysokościowy	skala 1:500
Rys. nr 2.	Rzut hali filtrów i pompowni	skala 1:50
Rys. nr 3.	Przekrój podłużny	skala 1:25
Rys. nr 4.	Przekrój B-B przez halę filtrów	skala 1:25
Rys. nr 5.	Przekrój C-C przez halę filtrów	skala 1:25
Rys. nr 6.	Przekrój D-D przez halę filtrów	skala 1:25