

PROJEKT WYKONAWCZY

BRANŻA: TECHNOLOGIA

Nazwa zamierzenia budowlanego:

Rozbiórka, rozbudowa, przebudowa, nadbudowa i budowa obiektów stacji uzdatniania wody wraz z infrastrukturą towarzyszącą w ramach inwestycji pn. „Modernizacja Stacji Uzdatniania Wody w Nadolicach Wielkich, gm. Czernica”

Kategoria obiektu: XXX

**Inwestor:**



Zakład Gospodarki Komunalnej Czernica Sp. z o.o.
ul. Wrocławska 111
55-003 Ratowice

Adres obiektu budowlanego:

miejsowość: Nadolice Wielkie
nr ewidencyjny działki: 126/6; 126/7
gmina: Czernica; powiat wrocławski
obręb ewidencyjny: 0011 Nadolice Wielkie
jednostka ewidencyjna : 022301_2 Czernica
identyfikator ewidencyjny działki: 022301_2.0011.126/ 6;022301_2.0011.126/7

Jednostka projektowa:

ProfiProjekt Sp. z o. o.
Witaszyczki 66
63-230 Witaszyce

Stanowisko	Imię i nazwisko	Uprawnienia	Podpis
Projektant branży technologicznej	mgr inż. Łukasz Pipiora	POM/0359/PBS/17 SPEC. INSTALACYJNA	
Sprawdzający branży technologicznej	mgr inż. Remigiusz Zieliński	WKP/0268/POOS/06 SPEC. INSTALACYJNA	

Witaszyczki, 30 lipca 2025 r.

SPIS TREŚCI
PROJEKT WYKONAWCZY

I.	OŚWIADCZENIE PROJEKTANTÓW I SPRAWDZAJĄCYCH	4
II.	DECYZJE I ZAŚWIADCZENIA POROJEKTANTÓW I SPRAWDZAJĄCYCH	5
III.	PROJEKT WYKONAWCZY – BRANŻA TECHNOLOGIA – CZĘŚĆ OPISOWA	12
1.	Podstawa opracowania.....	12
2.	Przedmiot inwestycji i zakres całego zamierzenia budowlanego.....	12
3.	Stan istniejący	13
3.1.	Działka 126/6, 126/7	13
4.	Ujęcie i jakość wody	13
4.1.	Zasoby eksploatacyjne ujęcia.....	14
4.2.	Ocena jakości wody podziemnej.....	15
4.3.	Wymagania technologiczne	15
5.	Stan projektowany	16
5.1.	Przyjęty schemat technologiczny.....	16
5.2.	Wydajność SUW.....	17
5.3.	Ujęcia wody nr I, nr Ia, nr II, nr IIa, nr III, nr IV.	17
5.4.	Napowietrzanie wody.....	18
5.4.1.	Mieszacze statyczne rurowe.....	18
5.4.2.	Mieszacze wodno-powietrzne (aeratory 1, 2)	19
5.4.3.	Sprężarka powietrza:.....	21
5.4.4.	Układ sprężonego powietrza	22
5.4.5.	Układ napowietrzania – niezbędne opomiarowanie:.....	24
5.4.6.	Dobór zaworu bezpieczeństwa sprężonego powietrza	24
5.5.	Filtracja wody:	26
5.5.1.	Filtracja	26
5.6.	Płukanie złoża filtracyjnego	30
5.6.1.	Płukanie filtrów powietrzem.....	30
5.6.2.	Płukanie filtrów wodą	32
5.6.3.	Algorytm płukania filtrów.....	33
5.7.	Zbiornik wód popłucznych.....	33
5.8.	Instalacja Ultrafiltracji (odzysk wód popłucznych).....	35
5.9.	Układ dezynfekcji wody	39
5.9.1.	Dezynfekcja okresowa awaryjna:.....	39
5.9.2.	Lampa UV – 2 kpl.	41
5.10.	Zbiorniki retencyjne wody uzdatnionej nr Zr5 i nr Zr6.....	43



5.10.1.	Osprzęt instalacyjny wewnętrzny wykonać w całości ze stali AISI 316/316L.....	43
5.10.2.	Wypożyczenie zbiornika.....	44
5.11.	Pompownia II°	44
5.12.	Mieszacze statyczne rurowe DN 250.....	46
5.13.	Osuszacz powietrza	46
5.14.	Stacja biomonitoringu.....	47
5.15.	Rurociągi technologiczne	48
5.16.	Podpory	49
6.	Elementy kontrolno-pomiarowe.....	50
7.	Punkty poboru wody	52
8.	Rurociągi, kanały i obiekty technologiczne – sieci zewnętrzne	53
8.1.	Rurociągi grawitacyjne.....	53
8.2.	Rurociągi ciśnieniowe	53
8.3.	Studzienki kanalizacyjne.....	54
8.4.	Próby hydrauliczne i dezynfekcja.....	54
8.5.	Roboty ziemne i montaż sieci.....	55
9.	Armatura odcinająco – zaporowa	56
9.1.	Zasuwy klinowe miękkouszczelnione.....	56
9.2.	Zasuwy nożowe.....	56
9.3.	Zawory zwrotne.....	57
9.4.	Przepustnice.....	57
9.5.	Łączniki kołnierzowe i rurowe.....	57
9.6.	Napędy elektryczne regulacyjny.....	57
9.6.1.	Napędy elektryczne regulacyjne (modulowany)	57
9.6.2.	Napędy elektryczne on/off	58
10.	Sterowanie pracą stacji	58
10.1.	Praca stacji w trybie uzdatniania wody.....	58
10.2.	Praca w trybie płukania.....	59
11.	Planowane robót budowlanych	59
12.	Uwagi końcowe.....	60
IV.	PROJEKT WYKONAWCZY – BRANŻA TECHNOLOGIA – CZĘŚĆ RYSUNKOWA.	61

I. OŚWIADCZENIE PROJEKTANTÓW I SPRAWDZAJĄCYCH

Na podstawie art. 34 ust. 3d. pkt. 3 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 1994 r. nr 89 poz. 414, t.j. Dz. U. z 2025 r. poz. 418)

OŚWIADCZAM

że projekt wykonawczy dla zamierzenia budowlanego **„Rozbiórka, rozbudowa, przebudowa, nadbudowa i budowa obiektów stacji uzdatniania wody wraz z infrastrukturą towarzyszącą w ramach inwestycji pn. „Modernizacja Stacji Uzdatniania Wody w Nadolicach Wielkich, gm. Czernica”** został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Stanowisko	Imię i nazwisko	Uprawnienia	Podpis
Projektant branży instalacyjnej	mgr inż. Łukasz Pipiora	POM/0359/PBS/17 SPEC. INSTALACYJNA	
Sprawdzający branży instalacyjnej	mgr inż. Remigiusz Zieliński	WKP/0268/POOS/06 SPEC. INSTALACYJNA	

Witaszyczki, 30 lipca 2025 r.

II. DECYZJE I ZAŚWIADCZENIA POROJEKTANTÓW

I SPRAWDZAJĄCYCH

Branża technologiczna i instalacyjna – projektant – decyzja o nadaniu uprawnień	6
Branża technologiczna i instalacyjna – projektant – zaświadczenie o przynależności do WOIIIB.....	8
Branża technologiczna i instalacyjna – sprawdzający – decyzja o nadaniu uprawnień	9
Branża technologiczna i instalacyjna – sprawdzający – zaświadczenie o przynależności do WOIIIB.....	11

III. PROJEKT WYKONAWCZY – BRANŻA TECHNOLOGIA – CZĘŚĆ OPISOWA

1. Podstawa opracowania

- Umowa i uzgodnienia z Inwestorem
- Obowiązujące akty prawne
- Mapa do celów projektowych w skali 1:500
- Uzyskane warunki i uzgodnienia
- Wizje lokalne w terenie i pomiary inwentaryzacyjne
- Normy projektowania
- Wypis z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego Gminy Czernica, Uchwała nr XXXVIII/390/2022 Rady Gminy Czernica z dnia 20 czerwca 2022.

2. Przedmiot inwestycji i zakres całego zamierzenia budowlanego

Przedmiotem inwestycji jest rozbiórka, rozbudowa, przebudowa, nadbudowa i budowa obiektów stacji uzdatniania wody wraz z infrastrukturą towarzyszącą w ramach inwestycji pn. „Modernizacja Stacji Uzdatniania Wody w Nadolicach Wielkich, gm. Czernica”. W zakres zamierzenia budowlanego objętego niniejszym projektem wchodzi:

- Rozbudowa, przebudowa i nadbudowa istniejącego budynku SUW w zakresie:
 - przebudowy i nadbudowy hali technologicznej nr 1
 - rozbudowy o hale technologiczną nr 2
 - rozbudowy o część socjalno – technologiczną
- Rozbiórka istniejącego zbiornika retencyjnego wody uzdatnionej nr 1
- Rozbiórka istniejącego zbiornika retencyjnego wody uzdatnionej nr 2
- Budowa zbiornika retencyjnego wody uzdatnionej nr 5
- Budowa zbiornika retencyjnego wody uzdatnionej nr 6
- Rozbiórka istniejącego zbiornika wód popłucznych
- Budowa zbiornika wód popłucznych
- Rozbiórka istniejącego szczelnego zbiornika technicznego na wodę
- Budowa wiaty dla agregatu prądotwórczego
- Budowa zbiornika neutralizatora ścieków z pomieszczenia chlorowni DN 1000, $V=1,5\text{ m}^3$
- Budowa, przebudowa i rozbiórka przyłączy oraz instalacji zewnętrznych wodociągowych, kanalizacyjnych, elektroenergetycznych, technologicznych między obiektami SUW
- Budowa instalacji oświetlenia terenu
- Budowa utwardzenia terenu
- Budowę instalacji fotowoltaicznej do 50 kW na dachu budynku SUW

Zgodnie z Uchwałą nr XXXVIII/390/2022 Rady Gminy Czernica z dnia 20 czerwca 2022 r. w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego we wsi Nadolice Małe i Nadolice Wielkie, gmina Czernica – teren infrastruktury wodociągowej, oznaczono na rysunku planu symbolami IW.

3. Stan istniejący

3.1. Działka 126/6, 126/7

Stacja uzdatniania wody zlokalizowana jest na działce oznaczonej numerem ewidencyjnym 126/6 oraz 126/7, obręb: 0011 Nadolice Wielkie, jednostka ewidencyjna: 022301_2 Czernica. Teren istniejącej stacji uzdatniania wody jest ogrodzony. Na działkę nr 126/6 oraz 126/7 prowadzi istniejący zjazd.

Działka nr 126/6 oraz 126/7 położona jest w miejscowości Nadolice Wielkie, gmina Czernica. Obecnie działka zabudowana jest obiektami stacji uzdatniania wody.

Istniejące zagospodarowanie terenu stanowią:

- budynek SUW przeznaczony do rozbudowy, przebudowy i nadbudowy
- zbiornik retencyjny wody uzdatnionej nr 1 przeznaczony do rozbiórki
- zbiornik retencyjny wody uzdatnionej nr 2 przeznaczony do rozbiórki
- zbiornik retencyjny wody uzdatnionej nr 3
- zbiornik retencyjny wody uzdatnionej nr 4
- zbiornik wód popłucznych przeznaczony do rozbiórki
- szczelny zbiornik techniczny na wodę przeznaczony do rozbiórki
- zasiek na śmieci
- zbiornik bezodpływowy
- ogrodzenie i drogi wewnętrzne
- przyłącza oraz instalacje zewnętrzne wodociągowe, kanalizacyjne, elektroenergetyczne, technologiczne między obiektami SUW – przeznaczone do przebudowy i/lub rozbiórki

4. Ujęcie i jakość wody

Stan techniczny istniejącego systemu wodociągowego w Gminie Czernica nie posiada rezerw technologicznych niezbędnych na okres zwiększonego rozbioru wody oraz wzrostu stężeń żelaza, manganu w wodzie surowej.

Jakość wody jaka będzie ujmowana ze studni jest nie adekwatna do obecnie wymaganych standardów.

Lokalizacja obiektów:

Studnie głębinowe położone są na działkach oznaczonych numerami ewidencyjnymi nr 309/3, 309/5, 309/724, 309/194., obręb: 0011 Nadolice Wielkie, jednostka ewidencyjna: 022301_2 Czernica.

4.1. Zasoby eksploatacyjne ujęcia

Aktualnie ujęcie wody dla potrzeb komunalnych gminy Czernica składa się z sześciu studni wierconych tj. nr I, nr Ia, nr II, nr IIa, nr III, nr IV.

Lp.	Nr studni	Lokalizacja	Głębokość [m]	Wydajność eksploatacyjna [m ³ /h]	Depresja [m]
1	I	dz.309/3	96,0	52,0	18,0
2	Ia	dz.309/3	96,0	45,0	11,5
3	II	dz.309/5	105,0	47,0	19,0
4	IIa	dz.309/724	106,0	49,9	5,4
5	III	dz.309/194	86,0	45,0	5,5
6	IV	dz.309/194	50,0	10,4	16,8

Pozwolenie wodnoprawne – decyzja nr WR.ZUZ.5.421.391.2019.KMG z dnia 21 listopada 2019 roku, wydane przez Dyrektora Zarządu Zlewni we Wrocławiu Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie, określa pobór wody surowej w ilości:

- $Q_{\max h} = 140,00 \text{ m}^3/\text{h}$ (maksymalne godzinowe)
- $Q_{\text{dśr.}} = 3360,00 \text{ m}^3/\text{d}$ (średnie dobowe)
- $Q_{\max r.} = 1\,226\,400,00 \text{ m}^3/\text{rok}$ (maksymalne roczne)

W/w pozwolenie wydano na czas oznaczony do 21 października 2049 roku – operat wodnoprawny jak i decyzja stanowią załącznik do niniejszego projektu.

Niedobory jakościowe

W okresach maksymalnych dobowych rozbiorów odczuwa się niedobory wody uzdatnionej.

Podstawowym założeniem przebudowy i rozbudowy SUW w ramach zadania jest redukcja związków żelaza i manganu w wodzie surowej oraz zabezpieczenie odpowiedniej ilości wody w szczytowych rozbiorach oraz na cele p.poż..

W związku z powyższym obok rozbudowy i przebudowy istniejącego budynku technologicznego, projektuje się dwa nowe zbiorniki żelbetowe wody uzdatnionej o pojemności 500 m³ każdy oraz dwa zestawy pompowe sieciowe o wydajności łącznej min. 620 m³/h uwzględniające maksymalne rozbiory szczytowe godzinowe.

Jednocześnie w ramach zadania projektuje się instalację ultrafiltracji o wydajności $Q=10\text{m}^3/\text{h}$, służącą do ograniczenia strat wody wynikających z procesów płukania zestawów filtracyjnych. Zaprojektowany system winien umożliwić min. 70 % odzysk wód popłucznych powstających w procesie płukania.

4.2. Ocena jakości wody podziemnej

Charakterystykę jakości wody surowej pobieranej z przedmiotowego ujęcia oparto na wynikach analiz uzyskanych od Inwestora, wykonanych przez laboratorium JARS S.A.. Wyniki analiz wody surowej przedstawiono w poniższej tabeli.

Woda pobierana ze studni charakteryzuje się przewodnością elektryczną właściwą na poziomie ($506 \div 1104 \mu\text{S/cm}$) oraz odczynem obojętnym $\text{pH} = 7,4 \div 7,6$. Mętność wody surowej wynosi $2,3 \div 10 \text{ NTU}$. Zawartość manganu w próbach z lat 2020 - 2022r. ok. $150 \div 217 \mu\text{g/l}$ oraz żelaza $280 \div 1372 \mu\text{g/l}$ przekracza znacznie wartość dopuszczalną określoną w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2015 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, co świadczy o tym, iż ujmowana woda musi być poddana procesom uzdatniania z odpowiednio zaprojektowanym złożem filtracyjnym i prędkością filtracji poniżej 7 m/s .

Stężenia pozostałych wskaźników fizykochemicznych oraz właściwości organoleptyczne spełniają wymagania stawiane wodzie przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Pod względem bakteriologicznym woda surowa spełnia wymagane normy.

W tabeli nr 1 zestawiono podstawowe zakładane dane jakościowe wody surowej.

Lp.	Parametr	Jakość wody z lat 2020-2022.	Najwyższa dopuszczalna wartość
1.	pH	7,4 – 7,6	6,5 – 9,5
2.	Przewodność elektryczna właściwa	506 – 1104	2500
3.	Mętność [NTU]	2,3 – 10,0	1,0
4.	Barwa [mg/l Pt]	5 – 6	-
5.	Amonowy jon [mg/l]	0,44 – 0,73	0,50
6.	Mangan [$\mu\text{g/l}$]	150 – 217	≤ 50
7.	Żelazo [$\mu\text{g/l}$]	280 – 1372	≤ 200
8.	Azotyny [mg/l]	$< 0,066$	$\leq 0,50$
9.	Azotany [mg/l]	$< 0,89$	≤ 50

Tab. 1.

4.3. Wymagania technologiczne

Woda z ujęcia dla SUW Nadolice Wielkie ze względu na jej jakość wymaga uzdatniania w kierunku obniżenia stężenia żelaza, manganu, okresowo jonu amonowego oraz obniżenia mętności. Dla tej jakości wody w celu uzyskania wody o parametrach odpowiadających Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody

przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. 2017 poz. 2294 z późniejszymi zmianami) projektuje się następujący układ technologiczny:

- Pompy głębinowe sterowane czujnikami poziomu wody zamontowanymi w studniach oraz zbiornikach retencyjnych, tłoczące wodę z istniejących ujęć do mieszaczy wodno-powietrznych zlokalizowanych w budynku stacji.
- Wodę napowietrzyć w kolumnowych aeratorach ciśnieniowych o czasie przetrzymania ok. 3 minut, dostarczając ok. 15 % powietrza w stosunku do ilości wody. Aerator wyposażyć w wysokiej jakości system odpowietrzania w celu uwolnienia gazów powstałych w wyniku hydrolizy żelaza; Dodatkowo przed aeratorami na rurociągach wody surowej projektuje się mieszacze statyczne rurowe.
- Napowietrzoną wodę filtrować przez złożę składające się z piasku kwarcowego o granulacji 0,80 – 1,40 mm z dodatkiem masy katalitycznej, tak aby uzyskać pełne odżelazianie i odmanganianie;
- Stosować prędkość filtracji do 7,5 m/h
- Czas cyklu filtracyjnego – ustalić w trakcie rozruchu
- Wodę uzdatnioną retencjonować w zbiornikach do magazynowania wody uzdatnionej o sumarycznej pojemności użytkowej min. $V = 1200 \text{ m}^3$ zapewniającej pokrycie potrzeb szczytowych, wodę do płukania filtrów oraz zapas wody do celów p. poż., wykorzystując to tego celu dwa istniejące zbiorniki ZR3 i ZR4 oraz projektowane ZR5 i ZR6;
- Wodę uzdatnioną dezynfekować lampami UV oraz podchlorynem sodu;
- Złożę filtracyjne płukać wodą uzdatnioną w układzie powietrze z dmuchawy powietrza i wodą uzdatnioną za pomocą pomp płucznych o parametrach odpowiadających projektowanej intensywności płukania i powierzchni filtracji
- Wody popłuczne z osadnika przekierować na instalację odzysku wód popłucznych nadosadowych o przepływie $Q_h = 10 \text{ m}^3/\text{h}$ i po oczyszczeniu na początek instalacji bloku uzdatniania;
- Wodę uzdatnioną do sieci tłoczyć dwoma zestawami pompowym II st. o wydajności $Q_{\text{max h}}$ ok. $310 \text{ m}^3/\text{h}$ (każdy) i ciśnieniu wymaganym w sieci.

5. Stan projektowany

5.1. Przyjęty schemat technologiczny

Dla Stacji Uzdatniania Wody w Nadolicach Wielkich projektuje się proces uzdatniania o wydajności bloku uzdatniania wody:

- maksymalnej godzinowej $Q_{\text{maxh}} = 240 \text{ m}^3/\text{h}$
- perspektywa maksymalna godzinowa $Q_{\text{maxh}} = 325 \text{ m}^3/\text{h}$

w następującym układzie technologicznym:

- ujmowanie wody ze studni głębinowych nr I, nr Ia, nr II, nr IIa, nr III, nr IV.– Pompownia I°,
- napowietrzanie wody w dwóch aeratorach ciśnieniowych Ø2200 oraz w dwóch mieszaczach rurowych Ø200,
- jednostopniowa filtracja wody z prędkością ok. $V_f = 7,5 \text{ m/h}$,
- retencjonowanie wody w dwóch zbiornikach magazynowych wody uzdatnionej 2o łącznej pojemności $V=1200 \text{ m}^3$,
- dezynfekcja wody lampą UV z możliwością dezynfekcji podchlorynem sodu,
- pompownia sieciowa II°

5.2. Wydajność SUW

Ilość ujmowanej wody z utworów wodonośnych dla studni nr I, nr Ia, nr II, nr IIa, nr III, nr IV.– wynosi obecnie:

$Q_{\max h} = 140,00 \text{ m}^3/\text{h}$ (maksymalne godzinowe)

$Q_{\text{dśr.}} = 3360,00 \text{ m}^3/\text{d}$ (średnie dobowe)

$Q_{\max r.} = 1\,226\,400,00 \text{ m}^3/\text{rok}$ (maksymalne roczne)

Dla zapewnienia wymaganego zapotrzebowania na wodę, projektuje się blok uzdatniania wody na wydajność docelową $Q=325 \text{ m}^3/\text{h}$, (w I etapie $Q = 240 \text{ m}^3/\text{h}$ i w II etapie $Q = 85 \text{ m}^3/\text{h}$).

Wykonawca wybuduje, dostarczy i uruchomi instalację bloku uzdatniania dla 14 zbiorników filtracyjnych: etap I – 10 zbiorników i etap II – 4 zbiorniki).

Wykonawca zobligowany jest w ramach przedmiotowej inwestycji wykonać galerię rurociągów z armaturą oraz układ AKPiA dla wszystkich 14 zestawów filtracyjnych.

5.3. Ujęcia wody nr I, nr Ia, nr II, nr IIa, nr III, nr IV.

Istniejące ujęcia w zakresie obudów, agregatów pompowych i rurociągów technologicznych pozostają bez zmian.

Należy jednak, z uwagi na ograniczenie strat wody i optymalizację pracy ujęć, zaprojektować kompleksowy system monitoringu i wizualizacji dla całego ujęcia wody i SUW wraz z możliwością archiwizacji parametrów pracy ujęć i SUW.

W tym celu zakłada się montaż nowych sond poziomu w studniach głębinowych, montaż czujników krańcowych włamania oraz montaż nowych mierników przepływu umożliwiających zdalny odczyt przepływów chwilowych i sumarycznych z poszczególnych ujęć.

Lp.	Nr studni	Lokalizacja	Głębokość [m]	Wydajność eksploatacyjna [m ³ /h]	Miernik przepływu Przepływomierz elektromagnetyczny [DN]
1	I	dz.309/3	96,0	52,0	100
2	Ia	dz.309/3	96,0	45,0	100
3	II	dz.309/5	105,0	47,0	100
4	IIa	dz.309/724	106,0	49,9	100
5	III	dz.309/194	86,0	45,0	100
6	IV	dz.309/194	50,0	10,4	100

Dodatkowo należy przewidzieć dostawę miernika przepływu DN 100 dla nowej studni IIIa.

5.4. Napowietrzanie wody

5.4.1. Mieszacze statyczne rurowe

Z uwagi na parametry wody surowej projektuje się system napowietrzania z wykorzystaniem mieszaczy statycznych średnicy DN 200 o długości ok. 1 m wraz z aeratorami ciśnieniowymi. Należy zabudować dwa mieszacze statyczne DN 200 o przepustowości:

- 240 m³/h (prędkość przepływu przez 1 mieszacz
 - 120 m³/h – 1,17 m/s
 - 240 m³/h – 2,30 m/s
- 325 m³/h (prędkość przepływu przez 1 mieszacz
 - 162,50 m³/h – 1,59 m/s
 - 325 m³/h – 3,18 m/s

W przypadku awarii lub wyłączenia jednego z mieszaczy do czynności serwisowych, zaleca się przekierowanie części wody do aeratorów obejściem technologicznym, tak aby maksymalna prędkość przepływu przez pojedynczy mieszacz rurowy nie przekraczała 2,0 m/s.

Mieszacze statyczne rurowe będą pełnić funkcję wspomagającą proces napowietrzania wody.

Parametry mieszaczy rurowych produkcji:

- Ilość : 2 kpl.;
- Długość zabudowy mieszacza ok. 1050 mm;
- Średnica nominalna DN200;
- Wykonanie materiałowa stal nierdzewna gat. 1.4301;
- System montażu kołnierzowy;

- Przyłącze powietrza (króciec) G 1”;
- Oprzyrządowanie 2 manometry Ø110 z zaworami kulowymi;

Zarówno przed jak i za mieszaczem projektuje się przepustnice międzykołnierzowe DN200 z dyskami ze stali nierdzewnej z napędem ręcznym.

Jednocześnie w celu umożliwienia prowadzenia czynności serwisowo – eksploatacyjnych należy wykonać by-pass umożliwiający przepływ wody surowej na aeratory z pominięciem mieszaczy rurowych.

5.4.2. Mieszacze wodno-powietrzne (aeratory 1, 2)

Wstępnie napowietrzona woda w mieszaczach rurowych kierowana będzie do dwóch aeratorów wspólnym rurociągiem DN 300 (323,9 x 3mm) wykonanym ze stali nierdzewna gat. AISI 316/316L. Dla takich parametrów wody surowej pod kątem stężenia żelaza i manganu (po mieszaczach rurowych) czas kontaktu wody z powietrzem przed procesem filtracji powinien wynosić $t=120-180s$.

$$V = (240 \cdot (120 - 180)) / 3600 = 8,0 - 12 \text{ m}^3$$

$$V = (325 \cdot (120 - 180)) / 3600 = 10,83 - 16,25 \text{ m}^3$$

W związku z powyższym projektuje się zabudowę przed blokiem filtracji dwóch aeratorów DN2200 z podwyższonym płaszczem o wysokości 2,0 m i pojemności pojedynczego aeratora ok. 10m³ co daje łączną pojemność dwóch mieszaczy wodno-powietrznych ok 20,00 m³.

Rzeczywisty czas przetrzymania w aeratorach DN2200 o pojemności łącznej ok. 20,00 m³ wyniesie:

$$t = (2 \cdot 10 \cdot 3600) / 240 = 300 \text{ s}$$

$$t = (2 \cdot 10 \cdot 3600) / 325 = 221 \text{ s}$$

Rurociąg zasilający poszczególne aeratory projektuje się o średnicy DN200 (zew. 219,1mm, gr. 3,0mm).

Prędkość przepływu w rurociągu DN200 dla:

$$Q=240/2 = 120 \text{ m}^3/\text{h} = \text{ok. } 1,17 \text{ m/s}$$

$$Q=325/2 = 162,5 \text{ m}^3/\text{h} = \text{ok. } 1,59 \text{ m/s}$$

Wodę surową wprowadzić do aeratora 1 i 2 od dołu. Zbiorniki aeracji wyposażać w odpowietrzniki Mankenberg typ 1.12 z zaworem kulowym odcinającym oraz układ do odpowietrzania ręcznego z odcieniem zaworem kulowym G 1”. Na dopływie i odpływie wody każdego z dwóch aeratorów zamontować przepustnicę ręczną międzykołnierzową DN200

oraz po komplecie dwóch manometrów do pomiaru różnicy ciśnień po mieszaczu stycznym i aeratorze.

Projektuje się aeratory o parametrach technicznych:

- Średnica nominalna: 2200mm;
- Pojemność: 10,0 m³;
- Wykonanie – pionowy;
- Ciśnienie pracy: 6 bar
- Dopuszczalna temperatura – TS - 50°C
- Przyłącze powietrza: G1 1/4"
- Odpowietrzenie: G1 1/4"
- Wykonanie materiałowe: stal węglowa
- Powłoki malarskie:
 - wewnętrzna – żywica poliestrowa lub epoksydowa z atestem PZH do kontaktu z wodą pitną
 - zewnętrzna – zabezpieczenie zgodnie z normą DIN EN ISO12944 w kategorii korozyjności C3 M. Powierzchnia przeznaczona do malowania musi spełniać klasę czystości Sa 2,5.
- Odpowietrznik typ Makenberg typ 1.12, 1" - 3/4"
 - Przyłącze wejście/wyjście: 1"gw / 3/4"gz
 - Ciśnienie robocze: 6 bar;
 - Temperatura robocza: do +130°C
 - Wydajność: 61 Nm³/h [0°C, 1013 mbar] przy delta p=6 bar;
 - Materiał (obudowa + pływak): stal AISI 316;
 - Materiał (uszczelka grzybka, obudowy): EPDM
- Zawór spustowy w dolnej części zbiornika aeratora
- Włazy:
 - DN400 – zasypowy – szt.1
 - DN400 – rewizyjny – szt.1
- Średnica króćców technologicznych : DN 200

Aerator wyposażony będzie w półkę pośrednią oddzielającą przestrzeń mieszania wody z powietrzem od tzw. przestrzeni przetrzymania. Półka wykonane ze stali nierdzewnej AISI 304/304L. Przestrzeń mieszania wody z powietrzem wypełnić pierścieniami Białeckiego.

Na rurociągach doprowadzających wodę do aeratorów jak i odprowadzających wodę na filtry zamontować przepustnice międzykołnierzowe DN200 z napędem ręcznym, kurki pobiercze do poboru wody 1/2" oraz manometry do pomiaru ciśnienia.

Zestaw aeracji powinien posiadać atest PZH na kompletne urządzenie.

Orurowanie zestawu aeracji wykonać ze stali nierdzewnej gat. AISI 316/316L zgodnie z PN-EN 10088-1:2014-12.

5.4.3. Sprężarka powietrza:

Do napowietrzania wody należy przyjąć dwie sprężarki spiralne bezolejowe (1+1 rezerwowa) o następujących parametrach technicznych:

Dla przepływu 240 m³/h:

$$Q_p = 15 \% \text{ z } 240 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_p = 0,15 \cdot 240 = 36,00 \text{ m}^3/\text{h} = 10 \text{ l/s} = 0,60 \text{ m}^3/\text{min}.$$

$$\Delta P = 0,8 \text{ MPa}$$

Dla przepływu 325 m³/h:

$$Q_p = 15 \% \text{ z } 325 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_p = 0,15 \cdot 325 = 48,75 \text{ m}^3/\text{h} = 13,54 \text{ l/s} = 0,81 \text{ m}^3/\text{min}.$$

$$\Delta P = 0,8 \text{ MPa}$$

Projektuje się sprężarki bezolejowe spiralne z funkcją automatycznego restartu o parametrach:

Rzeczywiste Parametry sprężarki:

- | | |
|--------------------------|---|
| – Wydajność | $Q = 48,75 \text{ m}^3/\text{h} = 0,8 \text{ m}^3/\text{min}$ |
| – Ciśnienie | $\Delta P = 0,80 \text{ MPa}$ |
| – Nominalna moc silnika | $P_2 = 2 \times 3,7 \text{ kW}$ |
| – Napięcie | 400V/3/50 HZ |
| – Hałas | 64 dB |
| – Obudowa dźwiękochłonna | |

Sterowanie układem sprężarki poprzez kolorowy 3,5" calowy wyświetlacz o wysokiej rozdzielczości z czytelnymi piktogramami i dodatkowym czwartym wskaźnikiem LED informującym o koniecznych czynnościach serwisowych.

W skład układu sprężonego powietrza powinny wchodzić następujące elementy:

- sprężarka 1+1;
- zbiornik magazynowy sprężonego powietrza o średnicy DN1000mm

- rozdzielacz powietrza
- manometr + kurek manometryczny G 1/2"
- przetwornik ciśnienia
- zawór redukcyjny ciśnienia G 3/4"
- zawór bezpieczeństwa G 3/4"
- zawór kulowy G 3/4" i 1"
- elektrozawór G 1"
- instalacja do napowietrzania wody

Dodatkowo w celu zwiększenia buforu powietrza projektuje się dodatkowy zbiornik powietrza o parametrach:

– Pojemność	1000 l
– Ciśnienie	12 bar
– Przyłącza	
• G1	G 2
• G2	G 2
• G3	G 3/8
• G4	G 3/8
– Powłoka	malowany
– Średnica	D 800 mm
– Wysokość	H 2430 mm
– Waga	210 kg

Zbiornik ciśnieniowy jest przeznaczony do akumulowania powietrza sprężonego i obliczony na eksploatację głównie statyczną. Właściwa eksploatacja jest niezbędną przesłanką bezpieczeństwa zbiornika. Zbiornik winien być eksploatowany zgodnie z instrukcją użytkowania Producenta.

Powietrze ze sprężarek i zbiornika przewodami elastycznymi kierowane będzie do węzła rozdzielczego sprężonego powietrza, skąd oddzielnymi rurociągami stalowymi, skręcanymi na gwint o średnicy G 1" doprowadzone zostanie do aeratorów i mieszaczy statycznych. Każdą nitkę wyposażyć w reduktor ciśnienia, rotametr oraz zawory kulowe do regulacji strumienia powietrza.

W instalacji ciśnienie powietrza winno być min. 1,0 bar wyższe niż ciśnienie wody.

5.4.4. Układ sprężonego powietrza

Układ sprężonego powietrza realizuje proces przygotowania powietrza do aeracji. Rozdzielnia jest sprężona z układem sterowania pracą stacji uzdatniania wody. Dzięki takiemu

rozwiązaniu możliwe jest zdalne sterowanie ilością podawanego powietrza na aeratory oraz weryfikacja ilości powietrza dostarczanego do układu napowietrzania.

Układ sprężonego powietrza wyposażać w:

- Sprężarki powietrza j.w.;
- Zbiornik sprężonego powietrza j.w.;
- zawór odcinająco-napowietrzający – umożliwia doprowadzenie sprężonego powietrza do zespołu przygotowania powietrza, oraz odcięcie zasilania z równoczesnym odpowietrzeniem układu – na rozdział powietrza o przyłączy 3/4"
- filtro-reduktor z automatycznym spustem kondensatu wyposażony w manometr – łączy funkcje filtra powietrza (20 μm) i zaworu redukcyjnego – na rozdział powietrza o przyłączy 3/4"
- przetwornik ciśnienia – kontroluje prawidłowości ciśnienia w instalacji sprężonego powietrza zasilającej siłowniki przepustnic. Sygnał binarny z przekaźnika powinien być przekazywany do sterownika SUW rozdzielni technologicznej. Spadek ciśnienia poniżej ustalonej w sterowniku wartości powinien powodować wyłączenie SUW
- elektrozawór normalnie zamknięty (zasilanie 24 VDC lub 230 V)– otwiera w trybie automatycznym przepływ powietrza do napowietrzania wody surowej w aeratorze w momencie uruchomienia uzdatniania i napełniania zbiornika retencyjnego. Zawór winien być sterowany z rozdzielni technologicznej stacji uzdatniania wody. W przypadku, gdy pracuje pompa głębinowa zawór powinien pozostawać otwarty i powietrze ze sprężarki kierowane winno być na układ napowietrzania. W przypadku, gdy pompa głębinowa nie pracuje zawór powinien automatycznie zostać zamknięty. Zawór ten normalnie powinien być zamknięty tzn. przy braku zasilania elektrycznego pozostaje zamknięty. Należy przewidzieć możliwość niezależnego, ręcznego otwarcia zaworu za pomocą pokrętła na drzwiach rozdzielni technologicznej SUW
- reduktor ciśnienia – o średnicy przyłącza 1/2", umożliwia ustawienie właściwego ciśnienia a przez to strumienia powietrza do napowietrzania
- zawór dławiąco-zwrotny (iglicowy) o średnicy przyłącza 1/2"
- filtr powietrza - o średnicy przyłącza 1/2" z filtrem 5 μm , usuwa wodę, olej i cząstki stałe z powietrza do napowietrzania wody surowej,
- filtr mgły olejowej – o średnicy przyłącza 1/2", usuwa wodę, olej i cząstki stałe z powietrza do napowietrzania wody surowej,
- rotametr – umożliwia ustawienie i kontrolę strumienia powietrza do napowietrzania podczas procesu uzdatniania wody surowej. Rotametr powinien być

przepływomierzem pływakowym przeznaczonym do pomiaru natężenia przepływu cieczy i gazów. o skali 1-10 m³/h

- zawór zwrotny – uniemożliwia przedostanie się drobin wody z instalacji, średnica przyłącza ½”;

5.4.5. Układ napowietrzania – niezbędne opomiarowanie:

- rurociąg wody surowej - pomiar ciśnienia wody surowej – czujnik ciśnienia z manometrem (1 szt.)
- mieszacze rurowe statyczne - pomiar ciśnienia wody surowej - manometry w komplecie z mieszaczami statycznymi (4 szt.),
- aeratory - pomiar ciśnienia wody napowietrzanej – manometry na rurociągach wody napowietrzanej z każdego aeratora (2 szt),
- rurociąg wody napowietrzanej po aeratorach 1 i 2 - pomiar ciśnienia wody napowietrzanej (równy pomiarowi ciśnienia wody przed filtracją) na zbiorczym rurociągu wody napowietrzanej – czujnik ciśnienia z manometrem (1 szt.)

5.4.6. Dobór zaworu bezpieczeństwa sprężonego powietrza

Założenia wyjściowe do doboru bezpieczeństwa:

- wydajność sprężarki – 49,00 m³ /h,
- ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa – 6 bar,
- medium – powietrze,
- współczynnik b₁ zaworu – 10%.

Obliczenie powierzchni przekroju kanału dopływowego zaworu bezpieczeństwa:

$$A = \frac{m \cdot \sqrt{Z}}{10 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \alpha \cdot (p_1 + 0,1)}$$

gdzie:

A – obliczeniowa powierzchnia przekroju kanału dopływowego zaworu bezpieczeństwa [mm²],

m – przepustowość zaworu bezpieczeństwa [kg/h],

Z – współczynnik ściśliwości powietrza, przyjęto 0,95,

K₁ – współczynnik poprawkowy, uwzględniający właściwości czynnika roboczego i jego parametry przed zaworem bezpieczeństwa, przyjęto 0,82

K₂ – współczynnik poprawkowy uwzględniający wpływ stosunku ciśnień przed i za zaworem bezpieczeństwa, przyjęto K₂=1,0, ponieważ β < β_{kr} [-],

α – współczynnik wypływu zaworu bezpieczeństwa dla par i gazów, przyjęto 0,67

p_1 – ciśnienie zrzutowe, przyjęto 0,6 MPa,

Obliczenie wymaganej przepustowości zaworu bezpieczeństwa m na podstawie strumienia objętości powietrza:

$$m = Q \cdot \rho_1$$

gdzie:

Q – strumień objętości powietrza, przyjęto 49,00 m³/h

ρ_1 – gęstość powietrza – 1,29 kg/m³,

$$m = 49 \cdot 1,29 = 63,21 \text{ [kg/h]}$$
$$A = \frac{63,21 \cdot \sqrt{0,95}}{10 \cdot 0,82 \cdot 1 \cdot 0,67 \cdot (0,6 + 0,1)} = 16,04 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Wymagana średnica kanału dopływowego zaworu bezpieczeństwa d :

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}$$

gdzie:

d – wymagana średnica kanału dopływowego zaworu bezpieczeństwa [mm],

A – obliczeniowa powierzchnia przekroju kanału dopływowego zaworu bezpieczeństwa [mm²],

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 16,04}{\pi}} = 4,52 \text{ [mm]}$$

Dobrano zawór bezpieczeństwa typ ZB I/II o ciśnieniu otwarcia 6 bar

Obliczenie przepustowości zaworu według odniesienia WUDT-UC-2003:

- rodzaj czynnika: pary i gazy
- ciśnienie zrzutowe: $p_1 = p_0 + 10\% = 6 + 10\% = 6,6 \text{ [bar]}$
- $d = 8 \text{ [mm]}$
- $A = 50,24 \text{ [mm}^2\text{]}$
- $\alpha = 0,84$
- $K_1 = 0,791 \text{ (50°C)}$
- $K_2 = 1$
- $Z = 1$

$$m = K_1 \cdot K_2 \cdot \alpha \cdot A \cdot (p_1 + 1) \cdot \frac{1}{\sqrt{Z}} = 0,791 \cdot 1 \cdot 0,84 \cdot 50,24 \cdot (6,6 + 1) \cdot \frac{1}{\sqrt{1}} = 253,7 \text{ [kg/h]}$$

w warunkach normalnych:

$$V = \frac{m}{1,293} = \frac{253,7}{1,293} = 196,2 \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

5.5. Filtracja wody:

Ze względu na charakter zanieczyszczeń znajdujących się w wodzie surowej ze studni głębinowych projektuje się jednostopniowy układ filtracji ze złoża filtracyjne kwarcowo – katalityczne, które zapewni właściwy proces odżelaziania, odmanganiania ja również redukcję barwy i mętności.

5.5.1. Filtracja

Napowietrzona woda po mieszaczach rurowych i aeratorach 1 i 2 tłoczona będzie na blok filtracji rurociągiem DN300/2xDN200 (323,9,0x3mm/219,1x3mm) ze stali nierdzewnej AISI 316/316L. Należy zaprojektować układ filtracji zapewniający prędkość filtracji ok. $V_f < 7,5$ m/h.

Założenia projektowe:

Przepływ $Q_{\max} = 240 \text{ m}^3/\text{h}$

- Założona wydajność układu $Q = 240 \text{ m}^3/\text{h}$
- Obliczona powierzchnia filtracji: $F = \frac{Q}{V} = \frac{240}{7,5} = 32,00 \text{ m}^2$

Dobrano 10 zestawów filtracyjnych o średnicy DN 2000, wysokości roboczej $H = 2,00$ m oraz powierzchni filtracji pojedynczego filtra $F = 3,14 \text{ m}^2$.

Rzeczywista powierzchnia filtracji wyniesie

$$F' = 10,00 \cdot 3,14 = 31,40 \text{ m}^2$$

Rzeczywista prędkość filtracji dla $Q_{\max h} = 240,00 \text{ m}^3/\text{h}$ wyniesie:

$$V' = 240 / 31,40 = 7,67 \text{ m/h}$$

Projektuje się zbiorniki filtracyjne o parametrach technicznych:

Przepływ $Q_{\max} = 325 \text{ m}^3/\text{h}$

- Założona wydajność układu $Q = 325 \text{ m}^3/\text{h}$
- Obliczona powierzchnia filtracji: $F = \frac{Q}{V} = \frac{325}{7,5} = 43,33 \text{ m}^2$

Dobrano 14 zestawów filtracyjnych o średnicy DN 2000, wysokości roboczej $H = 2,00$ m oraz powierzchni filtracji pojedynczego filtra $F = 3,14 \text{ m}^2$.

Rzeczywista powierzchnia filtracji wyniesie

$$F' = 14,00 \cdot 3,14 = 43,94 \text{ m}^2$$

Rzeczywista prędkość filtracji dla $Q_{\max h} = 325,00 \text{ m}^3/\text{h}$ wyniesie:

$$V' = 325 / 43,94 = 7,39 \text{ m/h}$$

Projektuje się zbiorniki filtracyjne o parametrach technicznych:

Dane techniczne zbiornika filtra ciśnieniowego:

- Ilość: 10+4
- Średnica nominalna: 2000 mm;
- Powierzchnia filtracji: 3,14 m³;
- Wykonanie – pionowy;
- Wysokość płaszcza – 2000 mm;
- Ciśnienie pracy: 6 bar
- Wlot wody napowietrzonej w płaszczu: DN 200;
- Wylot wody przefiltrowanej w dennicy: DN 200;
- Dopuszczalna temperatura – TS - 50°C
- Odpowietrzenie: G1 ¼"
- Wykonanie materiałowe: stal węglowa
- Powłoki malarskie:
 - wewnętrzna – żywica poliestrowa lub epoksydowa z atestem PZH do kontaktu z wodą pitną
 - zewnętrzna – zabezpieczenie zgodnie z normą DIN EN ISO12944 w kategorii korozyjności C3 M. Powierzchnia przeznaczona do malowania musi spełniać klasę czystości Sa 2,5.
- Odpowietrznik typ Makenberg typ 1.12, ¾" - ½"
 - Przyłącze wejście/wyjście: ¾" gw / ½" gz
 - Ciśnienie robocze: 6 bar;
 - Temperatura robocza: do +130°C
 - Wydajność: 9,8 Nm³/h [0°C, 1013 mbar] przy delta p=6 bar;
- Materiał (obudowa + pływak): stal AISI 316;
 - Materiał (uszczelka grzybka, obudowy: EPDM
- Zawór spustowy w dolnej części zbiornika filtra
- Włazy:
 - DN 600 – górny zasypowy – szt.1
 - DN 600 – na windzie rewizyjny – szt.1
 - DN 600 – dolny – szt.1
- Drenaż – dno drenażowe płaskie, grzybkowe – grzybki z długą nóżką, ze szczeliną podłużną, umożliwiającą równomierne rozprowadzenia medium płuczące po całym dnie drenażowym. Dysze z tworzywa sztucznego (PP) ze szczeliną filtracyjną o szerokości s=0,5mm;

Każdy zbiornik filtracyjny należy wyposażać w następujące przepustnice:

- woda napowietrzona DN 100 napęd elektryczny on/off – szt. 1
- popłuczyny DN 200 napęd elektryczny on/off – szt. 1
- spust 1 filtratu DN 100 napęd elektryczny on/off + przepustnica ręczna – kpl. 1
- woda uzdatniona DN100 napęd elektryczny regula. + przepustnica ręczna – kpl. 1
- powietrze DN 80 napęd elektryczny on/off – szt. 1
- woda do płukania DN 150 napęd elektryczny on/off – szt. 1
- odwodnienie filtra DN50 napęd ręczny – szt.1

Po każdym filtrze na rurociągu wody uzdatnionej należy zamontować przepływomierz elektromagnetyczny DN 100.

Na rurociągu wody uzdatnionej projektuje się kurki probiercze przystosowane do poboru prób do badań technologicznych (opalenie kurka probierczego). Kurki o średnicy ½”.

Wypełnienie pojedynczego filtrów stanowić będzie złoża warstwowe:

	GRANULACJA [mm]	TYP	WYSOKOŚĆ [cm]	Ilość [T] Dla jednego filtra
WARSTWA PODTRZYMUJĄCA	4-8	ZŁOŻE KWARCOWE	10	0,50
	2-4	ZŁOŻE KWARCOWE	10	0,50
WARSTWA FILTRACYJNA	1-3	ZŁOŻE KATALITYCZNE	50	3,14
	0,8-1,4	ZŁOŻE KWARCOWE	90	4,52

Ekspansja złoża filtracyjnego ok. 20 %.

Sumaryczna wysokość złoża $H_c = 0,1 + 0,1 + 0,5 + 0,9 = 1,6$ m

Uwzględniając ekspansję złoża filtracyjnego projektuje się filtry o wysokość płaszcza 2,0 m.

Czas cyklu filtracyjnego

Właściwy cykl filtracyjny należy ustalić w trakcie eksploatacji na podstawie przyrostu oporu złoża lub ilości przefiltrowanej wody.

Orurowanie filtrów:

Doboru orurowania dokonano zakładając $Q = 325 \text{ m}^3/\text{h}$ oraz prędkość przepływu w zakresie 1 – 3 m/s dla wody oraz do 10 m/s dla powietrza:

Rurociąg	Armatura	Średnica	Materiał rurociągów AISI/PN10	Prędkość przepływu [m/s]
----------	----------	----------	-------------------------------------	--------------------------------

Wody napowietrzona na pojedynczy filtr	Przepustnica pneumatyczna	DN 100	316/316L [114,3x2mm]	0,75
Popłuczyny	Przepustnica pneumatyczna	DN 200	316/316L [219,1x3mm]	1,55
Spust 1-filtratu	Przepustnica pneumatyczna Przepustnica ręczna	DN 100	316/316L [114,3x2mm]	0,75
Woda uzdatniona	Przepustnica elektryczna regulacyjna, przepływomierz elektromagnetyczny Przepustnica ręczna	DN 100	316/316L [114,3x2mm]	0,75
Woda płuczna	Przepustnica pneumatyczna	DN 150	316/316L [168,3x2mm]	2,35
Powietrze do płukania	Przepustnica pneumatyczna	DN 80	316/316L [88,9x2mm]	8,96

Odcinki orurowania wody surowej i wody uzdatnionej w obrębie galerii filtrów należy stopniować zgodnie z dokumentacją rysunkową.

Rurociągi zbiorcze:

- woda napowietrzona do filtracji – DN 300, DN 200, DN 150, DN 100;
- woda uzdatniona po filtracji – DN 100, DN 150, DN 200, DN 250;

Każdy filtr mimo zamontowanego odpowietrznika automatycznego wyposażać należy dodatkowo w odpowietrzenie ręczne, które umożliwi kontrolę stopnia ewentualnego zapowietrzenia filtra. Odpowietrzenie ręczne wykonać ze stali AISI 316/316L o średnicy 1" z zaworem kulowym nierdzewnym o średnicy G1. Instalację odpowietrzającą sprowadzić bezpośrednio do wpustów kanalizacyjnych w posadzce hali.

Galerie filtrów montować na prefabrykowanych podporach wykonanych ze stali AISI 316/316L. Rozstaw podpór wg wytycznych producenta/dostawcy.

Układ filtracji – niezbędne opomiarowanie każdego filtra:

- rurociąg wody uzdatnionej za każdym filtrem - pomiar przepływu – przepływomierz elektromagnetyczny DN 100 (1 szt.)
- filtr - pomiar ciśnienia - manometry zainstalowane na rurociągu przed i po filtracji (2 szt.),

5.6. Płukanie złoża filtracyjnego

Przewiduje się płukanie złoża w układzie powietrze – woda. Stosowanie powietrza do płukania filtrów pozwala zmniejszyć ilość wody płuczącej oraz skutecznie zapobiega zbryleniom złoża filtracyjnego. Płukanie powietrzem odbywa się przed płukaniem filtrów wodą. Wstępnie należy spulchnić złoże powietrzem w ciągu 3 minut z intensywnością $i_p = 18 \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$, a następnie płukać wodą w ciągu 7 – 8 minut z intensywnością $i_w = 14 \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$. Po zakończeniu płukania, pierwszy filtrat przez 2 minuty odprowadzać do wód popłucznych.

5.6.1. Płukanie filtrów powietrzem

Projektuje się intensywności płukania powietrzem $i_p = 18 \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$.

- Założona intensywność płukania $i = 18 \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$
- Dobrana powierzchnia filtracji $F = 3,14 \text{ m}^2$
- Obliczona wydajność $Q_p = 18 \cdot 3,14 = 56,52 \text{ l/s} = 203,47 \text{ m}^3/\text{h} = 3,39 \text{ m}^3/\text{min}$
- Ciśnienie $\Delta P = 0,08 \text{ MPa}$

Projektuje się dmuchawę powietrza ROOTS'A o parametrach technicznych:

- Wydajność $Q_p = 3,44 \text{ m}^3/\text{min}$
- Ciśnienie $\Delta P = 0,09 \text{ MPa}$
- Moc $11,00 \text{ kW}$
- Pobór mocy na wale silnika $8,08 \text{ kW}$
- Napięcie zasilające silnika $400/690 \text{ V}$
- Poziom hałasu dmuchawy 87 dB(A)
- Prędkość obrotowa tłoków 3654 obr./min.
- Prędkość obrotowa silnika 2930 obr./min.
- Masa kompletnego agregatu 255 kg
- Średnica króćca przyłączeniowego DN80

Dmuchawę wyposażać w obudowę dźwiękochłonną

- Skuteczność akustyczna $16 \text{ dB(A)} \pm 2 \text{ dB(A)}$
- Poziom hałasu dmuchawy w osłonie $71 \text{ dB(A)} \pm 2 \text{ dB(A)}$
- Moc wentylatora chłodzącego 70W (230V)
- Masa osłony dźwiękochłonnej 160 kg

Silnik musi być wyposażony w czujnik PTC, które należy wpiąć w układ sterowania.

ZAKRES DOSTAWY DMUCHAWY AGREGATU TYPU ROOTS'A ROOTS'A (atest PZH nr BBK-6021-1362/21) :

- stopień sprężania z systemem antypulsacyjnym,
- silnik elektryczny wyposażony w czujniki PTC (zasilanie 400/690V),
- zespół ramotłumika absorpcyjnego z zespołem samonaciągu (wahadłowa podstawa zapewniająca prawidłowy naciąg zespołu pasów klinowych podczas pracy),
- wibroizolatory,
- zespół przekładni pasowej z osłoną przekładni,
- absorpcyjny tłumik hałasu wlotowy z filtrem powietrza wyposażonym w wskaźnik poziomu zabrudzenia filtra,
- zawór przeciążeniowy i zawór zwrotny,
- króciec przyłączeniowy ze złączem elastycznym,
- manometr z węzłem gumowym, wibroizolatory, śruby fundamentowe oraz Instrukcja Obsługi.
- obudowa dźwiękochłonna – zapewnia pełny dostęp serwisowy poprzez szybko demontowalne panele dźwiękoizolacyjne (dostęp z trzech stron bocznych oraz od góry). Osłona doposażona jest w niezależnie zasilany wentylator wymiany powietrza. Na panelu osłony zamontowany manometr, wskaźnik zabrudzenia filtra powietrza.

Praca dmuchawy odbywać się będzie w funkcji programu płukania filtrów.

Powietrze do płukania doprowadzono bezpośrednio do każdego filtra rurociągiem ze stali nierdzewnej AISI 316/316L DN80 (88,9 x 2mm). Na rurociągu powietrza przed każdym wpięciem do filtra zaprojektowano przepustnicę międzykołnierzową DN80 sterowaną elektrycznie on/off. Dodatkowo na dwóch głównych nitkach instalacji powietrza projektuje się zawór zwrotny kulowy kołnierzowy DN80.

Rurociąg za dmuchawą zasyfonować powyżej maksymalnego poziomu wody w filtrach, co zabezpieczy dmuchawę przed zalaniem.

Dmuchawę należy posadowić bezpośrednio na posadzce.

Uwaga:

W celu optymalizacji wymaganej ilości powietrza tłoczonego do układu technologicznego, na rurociąg zainstalować rotametr – szt.1, z obejściem w przypadku jego awarii. Przed i za rotametrem oraz na obejściu zamontować przepustnicę międzykołnierzową z napędem ręcznym. Dodatkowo na rurociągu powietrza zainstalować czujnik ciśnienia oraz manometr.

5.6.2. Płukanie filtrów wodą

Do płukania filtrów wykorzystywana będzie woda uzdatniona retencjonowana w zbiornikach o łącznej pojemności = 1200 m³.

Założenia projektowe:

- Założona intensywność płukania $i = 14 \text{ l/sm}^2$
- Dobrana powierzchnia filtracji $F = 3,14 \text{ m}^2$
- Obliczona wydajność $Q_p = 14 \cdot 3,14 = 43,96 \text{ l/s} = 158,26/60 = 2,64 \text{ m}^3/\text{min}$
- Wysokość podnoszenia 12,00 m

Projektuje się dwie jednostopniowe pompy odśrodkowe w układzie 1+1 rezerwa o parametrach:

Dane techniczne:

- Wydajność 160,00 m³/h
- Wysokość podnoszenia 12,00 m H₂O
- Moc silnika: 7,50 kW;
- Prąd znamionowy 14,3 A
- Króciec tłoczny DN 100;
- Króciec ssawny DN 125;
- Prędkość obrotowa 1465 1/min;
- Wirnik żeliwo EN-GJL-200;
- Korpus żeliwo szare EN-GJL-250;
- Średnica wirnika 211mm
- Liczba biegunów 4;
- Stopień ochrony IP55;
- Klasa izolacji F;
- Ciężar 144 kg;

Wyposażenie układu płukania filtrów wodą:

- Pompa płuczna – szt.1
- Kolektor ssawny DN 250/150/125 ze stali AISI 316/316L wyposażony w:
 - Przepustnicę odcinającą międzykołnierzową DN 250 z napędem ręcznym – szt.1
 - Przepustnicę odcinającą międzykołnierzową DN 150 z napędem ręcznym – szt.2
 - Łącznik kompensacyjny DN 150 kołnierzowy – szt.2
- Kolektor tłoczny DN 150 ze stali AISI 316/316L wyposażony w:
 - Przepustnicę odcinającą międzykołnierzową DN 150 z napędem ręcznym – szt.5
 - Łącznik kompensacyjny DN 150 kołnierzowy – szt.2

- Zawór zwrotny grzybkowy typ 402 DN 150 – szt.2
- Przepływomierz elektromagnetyczny DN 150 – szt.1
- Czujnik ciśnienia wraz z manometrem – kpl.1

Pompy zabudować fundamencie żelbetowym.

Projektuje się rurociąg wody do płukania ze stali AISI 316/316L DN 150 (168,3x2mm). Zakłada się że proces płukania będzie odbywał się w godzinach nocnych poza godzinami rozbiorów szczytowych.

5.6.3. Algorytm płukania filtrów

Układ automatyki płukania należy wpiąć w ogólny układ automatyki stacji uzdatniania wody. Płukanie filtrów odbywać się będzie okresowo w sposób automatyczny wodą ze zbiornika wody czystej podawaną przez pompę płuczącą oraz sprężonym powietrzem podawanym przez dmuchawę. Płukanie danego filtra odbywać się będzie automatycznie za pomocą sterownika po określonym w trakcie rozruchu czasie lub po określonej ilości wody przefiltrowanej przez dany filtr, według następującego algorytmu:

- zamknąć przepustnicę na rurociągu wody napowietrzonej
- zamknąć przepustnicę na rurociągu wody uzdatnionej
- otworzyć przepustnicę na spuszczeniu pierwszego filtratu w celu rozprężenia filtra i spustu wody do poziomu złoża, czas $t = 3$ min. (zakres 1 - 5 min.)
- zamknąć przepustnicę na spuszczeniu pierwszego filtratu
- otworzyć przepustnicę na rurociągu popłuczyn
- otworzyć przepustnicę na rurociągu powietrza i włączyć dmuchawę
- płukać powietrzem w celu spulchnienia złoża, czas $t = 3$ min. (zakres 1 - 10 min.)
- wyłączyć dmuchawę - zamknąć przepustnicę na rurociągu powietrza
- otworzyć przepustnicę na rurociągu wody do płukania
- płukać wodą uzdatnioną $t_p = 7 - 8$ min. (zakres 1 - 10 min.)
- zamknąć przepustnicę na rurociągu wody uzdatnionej do płukania
- zamknąć przepustnicę na rurociągu popłuczyn
- otworzyć przepustnicę na spuszczeniu pierwszego filtratu
- otworzyć przepustnicę na rurociągu wody napowietrzonej
- płukać filtr $t_p = 4$ min. wodą surową w celu ułożenia złoża (spust pierwszego filtratu, zakres 1 - 20 min.)
- otworzyć przepustnicę na rurociągu wody uzdatnionej
- zamknąć przepustnicę na spuszczeniu pierwszego filtratu

5.7. Zbiornik wód popłucznych

Wody popłuczne kierowane będą do projektowanego systemu, który składa się ze zbiornika (odstojnika) o pojemności roboczej 100 m³.

Projektuje się nowy zbiornik wód popłucznych do którego odprowadzane będą:

- popłuczyny wraz z osadami z płukanych filtrów,
- odwodnienie budynku SUW,

O ilości osadów decyduje masa usuniętego z wody wodorotlenku żelaza (III) oraz manganu (IV). Stężenie związków pozostałych w wodzie czystej powinno wynosić 0,2 g Fe/m³, a manganu 0,05 g Mn/m³.

Pojemność robocza zbiornika wód popłucznych dla płukania pojedynczego filtra powinna wynosić:

- Ilość wód popłucznych: $V_1 = 2,64 \text{ m}^3/\text{min} \cdot 8 \text{ min} = 21,12 \text{ m}^3$
- Ilość wody ze spustu pierwszego filtratu: $V_2 = 1,0 \text{ m}^3$
- Ilość wody spuszczonej znad złoża filtracyjnego ok. 30 cm $V_3 = 0,3 \cdot 6,28 = 1,88 \text{ m}^3$

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = 21,12 + 1,0 + 1,88 = 24,00 \text{ m}^3$$

Projektuje się zbiornik wód popłucznych o parametrach:

- pojemność czynna $V_c = 100 \text{ m}^3$
- pojemność części osadowej $V_o = 10,00 \text{ m}^3$

Zakładane wymiary zbiornika wód popłucznych:

- długość zbiornika (wewnętrzna) 9,00 m
- szerokość zbiornika (wewnętrzna) 5,00 m;
- głębokość zbiornika 3,20 m

Zbiornik charakteryzuje się pojemnością, która umożliwi retencję i czas klarowania wód popłucznych pochodzących z procesu płukania czterech filtrów.

Filtry należy płukać pojedynczo. W celu zachowania kolejności płukania filtrów należy utrzymywać równy przepływ przez wszystkie filtry.

W celu ograniczenia strat wody z tytułu płukania zestawów filtracyjnych projektuje się instalację odzysku wód popłucznych nadosadowych o przepływie $Q_h = 10 \text{ m}^3/\text{h}$.

Ilość odzyskiwanej wody powinna kształtować się na poziomie ok. 70%.

Oczyszczoną i przygotowaną wodę po procesie ultrafiltracji należy wpiąć na początek układu uzdatniania wody przed mieszaczami wody i poddać procesowi uzdatniania.

W celu automatyzacji procesu zawracania wody nadosadowej na instalację odzysku projektuje się układ pompowy ciśnieniowy.

Dodatkowo w przypadku awarii układu tłocznego projektuje się zasuwę nożową w zbiorniku z napędem elektrycznym on/off, umożliwiającym zrzut wód sklarowanych przelewem awaryjnym od odbiornika (studni/rowu) zgodnie z pozwoleniem wodnoprawnym.

Dodatkowo w przypadku awarii układu Ultrafiltracji, zamykając lub otwierając odpowiednie zasuwy w odstojniku, można przekierować wodę nadosadową układem pompowym od odbiornika (rowu) zgodnie z pozwoleniem wodnoprawnym.

5.8. Instalacja Ultrafiltracji (odzysk wód popłucznych)

W skład instalacji wchodzi:

- Komora filtracji;
- Przelew awaryjny;
- Spust komory filtracji;
- Spust komory mieszania;
- Spust komory permeatu;
- Wlot wód popłucznych;
- Wylot wody czystej;
- Wylot osadu;
- Pompa spryskiwacza;
- Pompa płukania wstecznego;
- Pompa filtracji;
- Pompa osadu;
- Dmuchawa;
- Pompa kwasu;
- Pompa podchlorynu;
- Mieszadło;
- Wkład membranowy;
- Szafa sterownicza;
- Napęd mieszadła.

Układ ultrafiltracji

Celem działania modułu ultrafiltracji wód popłucznych jest odzyskiwanie czystej wody ze strumienia popłuczyn powstającego przy płukaniu wstecznym filtrów ciśnieniowych.

Stacja zapewnia mieszanie popłuczyn, filtrację, płukanie wsteczne, natrysk, nadmuch, dozowanie środków chemicznych, do koagulacji i mycia, tłoczenie wody czystej (permeatu) i osadu (retentatu).

Ścieki technologiczne z procesy płukania filtrów trafiają do projektowanego osadnika wód popłucznych, skąd układem pompowym kierowane będą do komory mieszania modułu, gdzie mieszane są z koagulantem. Następnie przelewają się do komory filtracji, gdzie zasysane są przez pompę filtracji, która wymusza ich przepływ przez powierzchnię filtracyjną płyt ceramicznych rozmieszczonych w blokach i wieżach filtracyjnych.

Zanieczyszczenia i zawiesiny o rozmiarze większym niż 0,1 μm zatrzymują się na powierzchni membran formując placek filtracyjny.

Czysta woda pozbawiona zawiesin (permeat) jest tłoczony w pierwszej kolejności do komory permeatu. Po jej napełnieniu, permeat może być tłoczony przez linię odprowadzenia permeatu lub przelewać się swobodnie przez przelew/być odbierany przez pompy.

W miarę formowania się placka filtracyjnego na powierzchni membran rośnie opór (wzrasta absolutna wartość podciśnienia filtracji). Po osiągnięciu zadanego czasu filtracji lub przekroczeniu progu maksymalnej wartości absolutnej ciśnienia filtracji następuje zatrzymanie filtracji i rozpoczęcie płukania wstecznego.

Przed rozpoczęciem płukania wstecznego zgromadzony w komorze osad jest odprowadzany tłocznie (zbiornik filtracji jest opróżniany). W trakcie opróżniania membrany są opłukiwane powietrzem, opryskiwane i płukane wstecznie.

Stację należy ustawić na projektowanym fundamencie. Podłoże musi być płaskie, stabilne. Po ustawieniu należy wypoziomować korzystając z regulacji nóg podprogowych.

Sekwencja pracy:

Urządzenie pracuje zgodnie z zaprogramowaną sekwencją pracy. Konfiguracji podlegają parametry poszczególnych kroków, ale nie sama sekwencja, która jest stała i obejmuje następujące etapy/ kroki:

1. Postój;
2. Filtracja;
3. Płukanie wsteczne cz.1;
4. Płukanie wsteczne cz.2;
5. Spust osadu;
6. Spryskiwanie membran;
7. Napełnianie;
8. Spryskiwanie chemią;
9. Relaksacja;
10. Płukanie wsteczne chemią;
11. Napełnianie.

Kroki 2-7 wykonywane są w każdym cyklu, dodatkowo kroki 8-10 w co n-tym cyklu zależnie od konfiguracji i rzeczywistych warunków pracy membran. W przebiegach z myciem chemicznym krok 7 jest pomijany.

Postój:

W trybie postoju moduł nie wykonuje żadnej czynności poza okresowym mieszaniem w komorze mieszania i okresowym napowietrzaniem komory filtracji. Warunkiem mieszania i napowietrzania jest wystąpienie odpowiednich poziomów napełnienia poszczególnych komór.

Filtracja:

Podstawowy tryb pracy urządzenia. Pompa filtracyjna zasysa czystą wodę z komory filtracji przez bloki ultrafiltracyjne. Woda czysta (permeat) jest kierowana w pierwszej kolejności do zbiornika permeatu, aż do jego napełnienia (osiągnięcia wartości parametru, po czym następuje przekierowanie jej do króćca wody czystej (permeatu).

Przy normalnym przebiegu, filtracja trwa do upłynięcia czasu ustawionego .

Płukanie wsteczne cz.1

Pierwszy etap płukania wstecznego bloków membranowych permeatem, bez napowietrzania komory filtracji. Jednoczesne ewentualne odpowietrzenie rurociągu filtracji/backwash.

Odpowietrzenie wykonywane jest wyłącznie w przypadku stwierdzenia braku zalania czujnika zalania rurociągu. Przy normalnym przebiegu, etap trwa do upłynięcia czasu ustawionego.

Płukanie wsteczne cz.2

Drugi etap płukania wstecznego bloków membranowych permeatem, z komory filtracji w celu strącenia placka filtracyjnego omywającym go powietrzem. Jednocześnie ewentualne odpowietrzenie rurociągu filtracji /płukania wstecznego. Odpowietrzenie wykonywane jest wyłącznie w przypadku stwierdzenia braku zalania czujnika zalania rurociągu. Przy normalnym przebiegu, etap trwa do upłynięcia czasu ustawionego.

Spust osadu

Po zakończeniu filtracji i dwóch stopniach płukania wstecznego następuje opróżnianie komory filtracji z nagromadzonego w niej stężonego osadu i zmytego z bloków placka filtracyjnego. Opróżnienie jest wykonywane przez pompę osadu tłoczącą na króciec osadu.

Przy normalnym przebiegu, etap trwa do 10 sekund po momencie osiągnięcia poziomu 0 w komorze filtracji.

Spryskiwanie membran

Po opróżnieniu zbiornika, przy nadal pracującej pompie osadu następuje spryskanie bloków ultrafiltracyjnych w celu zmycia z nich ewentualnych pozostałości placka filtracyjnego. Przy normalnym przebiegu, proces trwa do upłynięcia czasu ustawionego oraz do 10 sekund po momencie osiągnięcia poziomu 0 w komorze filtracji. Jeżeli licznik cykli osiągnie wartość parametru, nastąpi przejście do etapu „Spryskiwania chemią” z pominięciem etapu „Napełniania”.

Napełnianie

Po zakończonym spryskiwaniu i odprowadzaniu osadu, następuje napełnianie komory filtracji świeżą porcją wód popłucznych poprzez wystawienie Zezwolenia do napełniania dla pompy wód popłucznych. Napełnianie jest wykonywane przez pompę wód popłucznych tłoczącą na króciec wód popłucznych. Etap realizowany do czasu napełnienia komory filtracji.

Spryskiwanie z chemią

Spryskiwanie z chemią odbywa się co kilka cykli zgodnie z parametrem (Ilość cykli filtracji przed czyszczeniem). Przy opróżnionej komorze filtracji następuje uruchomienie spryskiwania z jednoczesnym podawaniem środków chemicznych zgodnie z ustawieniami parametru. Proces spryskiwania chemią przebiega automatycznie, al. Dla jego skuteczności niezbędne jest zastosowanie odpowiednich czasów spryskiwania i relaksacji, a przede wszystkim dawki środków chemicznych.

Relaksacja

W czasie relaksacji następuje zatrzymanie procesów filtracji, płukania i spryskiwania. W czasie filtracji zachodzą reakcje chemiczne na powierzchni spryskiwanych chemią membran, w wyniku których następuje oczyszczenie powierzchni filtracyjnej i odtworzenie jej sprawności.

Płukanie wsteczne z chemią.

Usuwanie popłuczyn po myciu chemicznym, przy jednoczesnym przemywaniu membran permeatem przez spryskiwanie i płukanie wsteczne.

Napełnianie.

Po zakończonym spryskiwaniu chemią /płukaniu wstecznym z chemią i odprowadzaniu osadu napełnienie komory filtracji świeżą porcją wód popłucznych poprzez wystawienie Zezwolenia na napełnianie jest wykonywane przez pompę wód popłucznych tłoczącą na króciec wód popłucznych.

Zestawienie podstawowych urządzeń modułu ultrafiltracji:

- a) Komora mieszania:
 - Czujnik poziomu
 - Mieszadło komory mieszania;
- b) Komora filtracji:
 - Czujnik poziomu;
 - Dmuchawa bocznokanałowa;
 - Pompa odwadniająca;
 - Czujnik ciśnienia permeatu;
 - Przepływomierz elektromagnetyczny;
 - Pompa permeatu;
 - Sonda mętności;
 - Przetwornik mętności
 - Czujnik obecności wody w rurociągu;
- c) Komora permeatu
 - Czujnik poziomu;
 - Pomiar backwashu;
 - Pompa spryskiwaczy;
- d) Chemia
 - Pompa dozująca kwas cytrynowy;
 - Pompa dozująca podchloryn sodu;

Rurociąg tłoczny ścieków technologicznych wyposażać w przepływomierz elektromagnetyczny DN65.

5.9. Układ dezynfekcji wody

Projektuje się dwa systemy dezynfekcji wody z wykorzystaniem lampy UV jak również dezynfekcję podchlorynem sodu.

5.9.1. Dezynfekcja okresowa awaryjna:

Awaryjnym źródłem dezynfekcji będą dwa zestawy dozowania podchlorynu sodu zabudowane w odrębnym pomieszczeniu chlorowni.

Wodę uzdatnioną dezynfekować chlorem w postaci roztworu podchlorynu sodu.

- Wymagane stężenie chloru w wodzie uzdatnionej: $D = 0,3 \text{ Cl [g/m}^3\text{]}$
- Stężenie dawkowanego podchlorynu sodu: $c = 15 \%$

Miejsce dawkowania dezynfektanta:

- rurociąg do sieci wodociągowej za lampą UV – dezynfekcja okresowa
- rurociąg wody do zbiorników magazynowych – dezynfekcja w przypadku skażenia

Projektuje się dwa zestawy dozujące.

Kompletny zestaw dozujący należy dostarczyć od jednego dostawcy. Instalacje technologiczne doprowadzenia roztworów reagentów do punktu dozowania wykonać za pomocą przewodów odpornych na działanie chemikaliów wraz z niezbędną armaturą dozującą, kontrolną i sterującą.

Rurociągi powinny być oznaczone zgodnie z PN na całej trasie, w celu identyfikacji chemikaliów w nich przepływających oraz kierunku przepływu na rurociągach. Urządzenia winny pracować w trybie automatycznym, jednak regulacja dawki podchlorynu sodu może odbywać się zarówno automatycznie, jak i ręcznie.

Przyjęto, że podchloryn sodu dozowany będzie z produktu handlowego o zawartości aktywnego chloru min. $145,0 \text{ gCl}_2/\text{l}$ (oraz zawartości NaOH ok. $70,0 \div 90,0 \text{ g/l}$). Założony zakres dawek chloru ok. $0,3 - 1,5 \text{ g/m}^3$.

Dla maksymalnej, godzinowej wydajności SUW, godzinowa dawka wyniesie:

$$D = (0,3 \div 1,5) * 310 = 93 \div 465 \text{ gCl}_2/\text{h}$$

Ilość zużytego podchlorynu sodu w ciągu godziny wyniesie zatem:

$$V = (93 \div 465) / 145 = 0,64 \div 3,21 \text{ l/h}$$

Dobowe zużycie podchlorynu przy przyjętym zakresie dawki założeniu pracy ujęcia (z pełną wydajnością) ok. 18 h/d , wyniesie ok. $11,52 - 57,78 \text{ l/d}$. Z uwagi na stosunkowo krótką trwałość, roztwór podchlorynu sodu nie powinien być przechowywany zbyt długo. Proponuje się zatem 2 beczki na podchloryn sodu (do bezpośredniego chlorowania) o pojemności ok. 199 l . Zapas podchlorynu sodu wystarczy na ok. $34,72 - 6,9$ dni przy maksymalnym rozbiórze.

Dane techniczne pompy dozującej:

- | | |
|------------------------------|-----------------------------------|
| - Ilość | 1 szt. |
| - Zakres nastaw | ok. $0,0025 \div 7,5 \text{ l/h}$ |
| - Maksymalne ciśnienie pracy | 10 bar |
| - Częstotliwość | 50 Hz |

- Klasa ochrony min. IP 65
- Maksymalna wysokość ssania podczas pracy 6m
- Minimalna temperatura otoczenia 0°C
- Napięcie zasilania : 1x110 – 240VAV, przewód 1,5m z wtykiem EU;
- Sterowanie impulsowe w ml/impuls, sterowanie analogowe 4-20mA, impulsowe sterowanie dawką, kontrola ciśnienia min/maks, pomiar przepływu, tryb pracy (ręczny/impulsowy).

Projektuje się następujący osprzęt techniczny:

- zbiornik cylindryczny z tworzywa sztucznego (LLDPE, stabilizowane-UV), o poj. 199L
- wyposażone w zakręcane wieko, zawór spustowy 3" i śrubę zaślepiającą
- wanna ochronna dla zbiornika
- lanca ssąca z czujnikiem poziomu
- zawór wielofunkcyjny
- przewód elastyczny PE 4/6
- zawór dozujący
- zawór zwrotny
- zawór odcinający
- mieszadło ręczne

Sterowanie ilością podchlorynu dozowanego do wody odbywać się będzie poprzez sprzężenie pompki dozującej z układem przepływomierzy na odpowiednich rurociągach wody. Na każdy impuls ze sterownika, oznaczający przepływ określonej objętości wody, pompka dozująca będzie wprowadzać określoną objętość dezynfektanta.

Przewody tłoczne 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 do rurociągu wody uzdatnionej przed zbiornikami retencyjnymi, jak i rurociągu tłocznego na sieć wodociągową oraz do rurociągu wody do zbiorników magazynowych.

5.9.2. Lampa UV – 2 kpl.

Jako podstawowy element dezynfekcji wody projektuje się dezynfekcję falami ultrafioletowymi. Lampy UV do ciągłej dezynfekcji zlokalizować w hali technologicznej za pompami II st.. Projektuje się dwie lampy o przepływie 310m³/h każda. Dodatkowo projektuje się instalację by-pass'ową na przewodzie tłocznym umożliwiającą obejście lampy UV w przypadku awarii lub prowadzenia czynności serwisowych.

Urządzenie będzie wyposażone w system automatycznego sterowania mocą lampy w zależności od przepływu wody.

Założenia do doboru urządzenia:

- Maksymalny godzinowy przepływ wody $Q = 310,00 \text{ m}^3/\text{h}$
- Dawka promieniowania kalkulowana $e = 400 \text{ J/m}^2$
- Transmisja UV wody $UVT_{10\text{mm}} = 90\%$

Projektuje się lampę UV o parametrach:

Specyfikacja techniczna system UV:

Urządzenie składające się z reaktora UV oraz szafy zasilającej posiadające następujące cechy:

- $Q_{\text{max}} = 310,00 \text{ m}^3/\text{h}$; $e = 440 \text{ J/m}^2$
- Reaktor wykonany ze stali 316L, polerowany
- Ciśnienie pracy 10 bar
- Promienniki niskociśnieniowe amalgamatowe o mocy minimalnej 400 W
- Żywotność promienników 16000 h
- Ilość promienników 5 sztuk
- Całkowita moc urządzenia 2,2 kW
- Reaktor w kształcie litery „L” dla osiągnięcia optymalnych warunków hydraulicznych
- Automatyczny mechaniczny system czyszczący rury osłonowe z możliwością ustawiania interwałów czyszczących w sterowniku
- Czujnik promieniowania UV zgodny z OVGW
- Czujnik temperatury reaktora UV z funkcją odłączenia urządzenia w przypadku przekroczenia zadanej temperatury wody w reaktorze
- Szafa zasilająca wyposażona w wyświetlacz z panelem dotykowym wskazujący stany pracy urządzenia, w tym aktualny odczyt intensywności promieniowania UV oraz stan pracy systemu czyszczącego
- Menu sterowania w jęz. polskim
- Stopień ochrony szafy min. IP54
- Wyjście sygnałowe 4-20mA
- Możliwość zdalnego załączania / wyłączenia
- Licznik godzin pracy urządzenia
- Licznik cykli załączeń / wyłączeń

- Zasilanie urządzenia 3L/N/PE
- Temperatura otoczenia pracy 5-40 st. C
- Wskaźniki stanu pracy urządzenia (praca normalna, ostrzeżenie, awaria)
- Komunikacji Profibus / Modbus

Uwaga:

Lampy UV zabudować z obejściem w przypadku ich awarii. Na obejściu zamontować przepustnicę międzykołnierzową z napędem ręcznym DN200 i DN300 z napędem ręcznym oraz zamontować przepływomierz elektromagnetyczny DN200.

5.10. Zbiorniki retencyjne wody uzdatnionej nr Zr5 i nr Zr6

Projektuje się dwa żelbetowe zbiorniki retencyjne wody uzdatnionej Zr5 i Zr6 o pojemności $V=500 \text{ m}^3$ każdy. Łączna pojemność retencyjna zbiorników projektowanych 1000 m^3 .

Zbiorniki zostaną wyposażone w układ wentylacyjny, włazy rewizyjne, drabiny zewnętrzne i wewnętrzne wykonane ze stali AISI 304/304L.

5.10.1. Osprzęt instalacyjny wewnętrzny wykonać w całości ze stali AISI 316/316L.

Zbiorniki wyposażać:

- rurociąg zalewowy po filtrach DN 200 (AISI 3016/316L)
- rurociąg spustowy DN 150 (AISI 3016/316L)
- rurociąg przelewowy DN 300 (AISI 3016/316L)
- rurociąg ssawny na zestaw pomp II° DN 350 (AISI 3016/316L)

Na przewodach tłocznych, ssących i spustowych zamontować zasuwę klinowe, kołnierzowe z uszczelnieniem miękkim, wyposażone w trzpienie do zasuw ze skrzynkami żeliwnymi na powierzchni terenu. Armaturę żeliwną posadowić na blokach oporowych i podporowych. Mocowanie rurociągów wewnątrz zbiorników poprzez zastosowane opasek ze stali kwasoodpornej stal gat. (AISI 3016/316L) łączonych do płyty dennej, ściany zbiornika.

Rurociągi przelewowe zabezpieczyć dodatkowo czujnikami CLUWO/pływakami zanotowanymi na rzędnej przelewu awaryjnego, które po wykryciu wody automatyczne zamkną dopływ do zbiorników.

Instalacja pomiarowa

Poziom wody w zbiornikach mierzony będzie za pomocą sondy hydrostatycznej oraz sondy konduktometrycznej wprowadzonych do zbiornika za pomocą tulei o średnicy Ø110 zlokalizowanej w płycie stropowej w sąsiedztwie wjazdu rewizyjnego.

Do projektowanych i istniejących zbiorników magazynowych będzie kierowana woda uzdatniona po procesie filtracji dwoma niezależnymi rurociągami Ø250 PE-HD PN10 spiętymi w pierścień, skąd również dwoma rurociągami Ø350 PE-HD napływać będzie na zestawy pomp II° tłoczących wodę do sieci oraz zestaw pomp płucznych. Jednocześnie wykonane zostaną rurociągi przelewowy Ø315 i spustowy Ø150, które zabezpieczą układ przed przelaniem oraz umożliwią prowadzenie czynności serwisowych.

5.10.2. Wyposażenie zbiornika

Barierki

Barierki ochronne wysokości 1,1 m wykonać ze stali gat. AISI 304/304L.

Drabina

Drabinę wykonać ze stali nierdzewnej gat. AISI 304/304L. Szerokość drabiny powinna wynosić 50 cm, odstęp między szczeblami 30 cm, a odległość od ściany min. 15 cm. Należy wykonać dwie drabiny – wewnętrzną i zewnętrzną. Drabinę zewnętrzną wyposażać w obręcz ochronną. Zastosować stopnie antypoślizgowe. Wykonanie drabiny – systemowe wg wybranego producenta.

Wjazd

Wjazd rewizyjny o wymiarach 800x800 mm wykonać ze stali gat. AISI 304/304L.

5.11. Pompownia II°

Projektuje się kompletne dwa zestawy pompowe II stopnia, które będą podawać wodę do sieci ze zbiorników retencyjnych. Każdy zestaw pompowy składać się będzie z 6 pomp wielostopniowych bez pompy rezerwowej (podłączona do układu zasilania i sterownia rozdzielnic RZH). Pompy zabudowane na wspólnej ramie. Całość wykonania zestawu pompowego to znaczy rama, kolektor ssawny i tłoczny wraz z orurowaniem pomp wykonać ze stali nierdzewnej AISI 316/316L. Ramę zestawu wyposażać w wibroizolatory. Na rurociągach ssawnych pomp zamontować armaturę w postaci przepustnicy ręcznej. Na rurociągach tłocznych pomp zamontować następującą armaturę: przepustnica ręczna, zawór zwrotny. Na kolektorze tłocznym zamontować naczynie przeponowe w ilości min. dwóch sztuk. Zestaw pompowy dostarczyć z szafą sterującą. Każdą z pomp wyposażać w indywidualną przetwornicę częstotliwości. Na kolektorze ssawnym zestawu pompowego zabudować należy czujnik obecności wody, zabezpieczający przed suchobiegiem pomp. Szafa

sterownicza ze stali, IP 54 z wyłącznikiem głównym, wszystkimi koniecznymi bezpiecznikami, zabezpieczeniami silnika i sterownikami mikroprocesorowymi. Kolektor ssawny i tłoczny zestawu pompowego połączony będzie z wyjściem na sieć oraz z napływem wody uzdatnionej z zbiorników retencyjnych za pomocą kompensatorów gumowych. Za zestawem pompowym zamontować przepływomierz elektromagnetyczny mierzący ilości wody uzdatnionej włączanej do sieci.

Projektuje się pompownie II^o o wydajności zapewniającej maksymalne godzinowe rozbiory wody i utrzymującą zadane ciśnienie w sieci.

Dobrano zestawy hydroforowe wyposażone w pompy wielostopniowe, pionowe o parametrach:

Parametry pojedynczego zestawu:

- Wydajności: $Q = 310 \text{ m}^3/\text{h}$;
- Ciśnieniu: 4,5 bar;
- Ilość pomp: 6 (6 + 0 rezerwowa);
- Moc jednej pompy: 11,0 kW;

Projektowany zestaw hydroforowy należy wyposażyć m. in. w:

- kolektor ssawny stal AISI 3016/316L (DN 300) – 1 kpl.;
- kolektor tłoczny stal AISI 316/316L (DN 200; $V = 2,4 \text{ m/s}$) – 1 kpl.;
- przepustnice odcinające ręczne na ssaniu i tłoczeniu DN 80 – 12 szt.;
- zawory zwrotne na tłoczeniu DN 80 – 6 szt.;
- łączniki amortyzacyjne na ssaniu i tłoczeniu DN 300 – 1 szt.;
- łączniki amortyzacyjne na ssaniu i tłoczeniu DN 200 – 1 szt.;
- zbiornik membranowy GT-U-25 PN10 G3/4 V – 3 szt.;
- armatura do zbiornika Reflex Flowjet – 2 szt.;
- Wibracyjny czujnik suchobiegu FTL31-AA1W2AAWCJG3/4 24VDC – 1 szt.;
- manometr tarczowy MS-100K/-100÷500kPa/Glicerynowy/G1/2" – 1 szt.;
- zawór manometryczny VM1/G PZH AISI316 1/2" – 1 szt.;

Pompy należy zabudować na ramie ze stali nierdzewnej w gatunku AISI 316/316L z podkładami antywibracyjnymi. Ostateczne parametry stelaża należy określić na etapie realizacji inwestycji po uwzględnieniu warunków montażowych zestawu.

Na rurociągu tłocznym projektuje się:

- przepływomierz elektromagnetyczny DN 200,
- pomiar ciśnienia (sonda ciśnienia + manometr)
- punkty dozowania podchlorynu sodu,
- kurki probiercze 1/2" do poboru prób (przed i za lampą UV oraz przed wyjściem na sieć),

Dodatkowo za zestawami i lampami UV projektuje się mieszacz statyczny rurowy przed którym projektuje się punkt dozowania podchlorynu sodu.

5.12. Mieszacze statyczne rurowe DN 250

W celu skutecznego wymieszania podchlorynu sodu z wodą na sieć rozdzielczą, projektuje się mieszacz statyczny rurowy o średnicy DN250 o długości ok. 1 m.

Należy zabudować jeden mieszacz statyczny DN250 o przepustowości:

- 310m³/h (prędkość przepływu przez 1 mieszacz
 - 310m³/h – 1,90 m/s

Parametry mieszaczy rurowych produkcji:

- Ilość : 1 kpl.;
- Długość zabudowy mieszacza ok. 1250 mm;
- Średnica nominalna DN 250;
- Wykonanie materiałowa stal nierdzewna gat. AISI 316/316L;
- System montażu kołnierzowy;
- Przyłącze powietrza (króciec) G 1";
- Oprządkowanie 2 manometry Ø110 z zaworami kulowymi;

Zarówno przed jak i za mieszaczem projektuje się przepustnice międzykołnierzowe DN 250 z dyskami ze stali nierdzewnej z napędem ręcznym.

Jednocześnie w celu umożliwienia prowadzenia czynności serwisowo – eksploatacyjnych należy wykonać by-pass umożliwiający przepływ wody uzdatnionej do sieci z pominięciem mieszacza.

5.13. Osuszacz powietrza

Dla kubatury hali pomp i hali filtrów wynoszącej ok. 750 m³ każda, projektuje się cztery osuszacze kondensacyjne mobilne:

Dobrano osuszacze o parametrach:

- | | |
|---|-----------------------|
| - ilość nawiewanego powietrza suchego | 750 m ³ /h |
| - wydajności osuszania dla 30°C i 80 % RH - l/24h - | 90 |
| - maksymalny pobór energii elektrycznej | 920 W |
| - zasilanie jednofazowe | 230 V, 50 Hz |
| - czynnik chłodniczy typ/ilość [g] | R290(propan); 300 |
| - możliwość pracy w temperaturach od | +1°C |
| - masa kg | 45 |

- wymiary (szer. x dł. x wys.) 480 x 405 x 910
- Filtr powietrza przystosowany do czyszczenia;
- Czynnik chłodniczy przyjazny dla środowiska;
- Sterowanie poprzez nastawny elektroniczny higrostat;
- Koła jezdne oraz wytrzymała obudowa ;
- Funkcja automatycznego odszraniania;
- Panel sterowania osuszaczem Timer;

Kondensacyjny, przemysłowy osuszacz winien być urządzeniem dedykowanym do pracy zarówno w trudnych warunkach w miejscach gdzie występuje duże zawilgocenie. Dzięki dużej ilości cyrkulowanego powietrza stosowany jest w pomieszczeniach obszernych kubaturowo. Wytrzymała obudowa, kółka jezdne oraz uchwyt zapewniają mobilność oraz odporność konstrukcji.

5.14. Stacja biomonitoringu

Projektuje się system bieżącego ostrzegania przed skażeniem wody, wykorzystujący monitoring on-line biorytmów żywych organizmów, oparty o małże słodkowodne w ilości 8 szt.. System składa się z trzech elementów: zbiornika, sterownika i komputera.

Zbiornik

W zbiorniku umieszczonych jest osiem osobników małży. Wykonany jest on ze stali nierdzewnej i został skonstruowany tak, by wyeliminować lub zminimalizować wpływ czynników fizycznych, mogących niekorzystnie wpłynąć na aktywność małży. Zbiornik musi zapewnić zaciemnienie oraz izolację od hałasu, a także w dużym stopniu amortyzować niewielkie drgania podłoża. Do małży umieszczonych w zbiorniku doprowadzane są sondy pomiarowe, które współpracują z magnesem przytwierdzonym do muszli małża. Sonda pomiarowa rejestruje stopień otwarcia muszli małża oraz temperaturę wody.

Sterownik

Sterownik musi być zintegrowaną częścią zbiornika Systemu. Główną jego rolą jest przetwarzanie danych z sond i przesyłanie ich do komputera oraz przejmowanie funkcji generowania alarmów w momencie wystąpienia awarii komputera lub oprogramowania (nadrzędnych względem sterownika).

Komputer – oprogramowanie

Program komputerowy jest mózgiem całego Systemu. To on jest odpowiedzialny za archiwizację i wizualizację danych oraz tworzenie raportów z pracy Systemu. Umożliwia on

dokonanie aktualnej oceny działania systemu oraz prześledzenie aktywności małży w czasie historycznym. Jednakże nadrzędnym zadaniem oprogramowania jest stwierdzenie, czy nagła zmiana biorytmów małży jest spowodowana incydentalnym skażeniem, co poparte jest wypracowanymi przez lata schematami zachowań małży. Jeśli zaszły zmiany biorytmów, które sugerują skażenie, program informuje użytkownika o takim zajściu. Kolejną funkcją oprogramowania jest automatyczna kalibracja sond podłączonych do małży, co gwarantuje, że każdy małż ma dostosowane indywidualnie do swojego biorytmu progi maksymalnego otwarcia i zamknięcia.

Wizualizacja danych odbywa się w dwojaki sposób: w postaci wykresów słupkowych pokazując bieżący procentowy stopień otwarcia muszli poszczególnych osobników (okres próbkowania wody wynosi 1 sekundę) oraz w postaci wykresów liniowych pozwalających prześledzić aktywność małży w czasie historycznym.

Sygnalizacja nagłej zmiany jakości wody – alarmy i ostrzeżenia

W warunkach zbliżonych do optymalnych, a więc w zbiorniku odizolowanym od czynników zewnętrznych, z przepływem wody oraz zamontowaną wewnątrz pompką napowietrzającą i przy kontrolowanej temperaturze, biorytm każdego małża można podzielić na występujące w różnych schematach indywidualnych – cykliczne okresy podwyższonej i obniżonej aktywności. W czasie obniżonej aktywności małży, muszla może być częściowo lub nawet całkowicie zamknięta przez okres kilku, a czasem i kilkunastu godzin. Przymknięcie muszli nawet do kilku procent lub stopniowe jej zamykanie do zera nie musi być przejawem stresu. Jest to naturalne zachowanie każdego zwierzęcia będące odzwierciedleniem aktualnego stanu – odpoczynku lub aktywności. Jednakże należy podkreślić, iż nawet przymknięty małż nadal filtruje wodę pobierając z niej substancje odżywcze i tlen. Dopiero nagłe zamknięcie, a co ważne, jeśli jest ono obserwowane jako reakcja grupowa może być uznane za reakcję stresową. W momencie wystąpienia nagłej incydentalnej zmiany jakości wody małże gwałtownie zamykają swoje muszle, a system generuje alarm. W przypadku takiej sytuacji małż, w przeciwieństwie np. do ryby, samoistnie odcina się od niekorzystnego środowiska zewnętrznego i przechodzi na oddychanie beztlenowe, co pozwala mu obronić się przed skażeniem.

Obserwując naturalną reakcję obronną małża na niekorzystne warunki, oprogramowanie generuje alarm, który zostaje zasygnalizowany na monitorze komputera, w postaci dźwiękowej przez głośniki komputera oraz w postaci wizualnej poprzez zapalenie lampy sygnalizacyjnej.

Lokalizację stacji biomonitoringu uzgodnić z Zamawiającym na etapie realizacji robót.

5.15. Rurociągi technologiczne

Instalację technologiczną wewnątrz budynku stacji projektuje się z rur i kształtek ze stali nierdzewnej AISI 316/316L. Elementy złączne min. A2.

Grubości ścianek rurociągów stalowych technologicznych wewnętrznych:

- dla DN 150 i poniżej: 2,0 mm
- dla DN 200: 3,0 mm
- dla DN 300: 3,0 mm

Połączenia:

- montażowe: spawanie
- z armaturą i rurociągami z PE: kołnierze luźne z owierceniem na PN 10; materiał kołnierzy stal ocynkowana; wieńce kołnierzowe (tuleje) tłoczone z materiału jak dla rur

Ze względu na materiał rurociągów – stal nierdzewna AISI 316/316L – przewiduje się oznakowanie rurociągów wewnątrz budynku poprzez naklejenie na nich odpowiednich strzałek w odpowiednim kolorze wskazujących kierunek przepływu, rodzaj medium oraz jego nazwę:

- woda surowa: kolor ciemno zielony
- woda napowietrzona przed procesem filtracji: kolor jasno niebieski
- woda uzdatniona po procesie filtracji: kolor ciemno niebieski
- popłuczyny: kolor brązowy
- powietrze: kolor żółty
- woda do płukania: kolor czerwony

5.16. Podpory

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

- wykonanie materiałowe podpór i zawiesi: minimum stal AISI 304/304L,
- obejmy pełne, zabezpieczające przed przesuwaniem rurociągu
- między obejmą, a rurociągiem wyściółka gumowa z materiału posiadającego atest PZH,
- wyściółki na podporach podpierających rurociągi wewnątrz zbiornika (zalanego 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.

6. Elementy kontrolno-pomiarowe

Miejsca zainstalowania elementów kontrolno – pomiarowych przedstawiono na schemacie technologicznym w części rysunkowej.

Wykaz elementów kontrolno-pomiarowych:

a. Pomiar przepływu wody

Do pomiaru natężenia przepływu wody w stacji uzdatniania oraz do sterowania procesem uzdatniania przyjąć przepływomierze elektromagnetyczne :

Zakłada się następującą lokalizację pomiaru przepływu w ciągu technologicznym:

- obudowy studni głębinowych nr I	DN 150 – 1 szt.
- obudowy studni głębinowych nr Ia	DN 150 – 1 szt.
- obudowy studni głębinowych nr II	DN 150 – 1 szt.
- obudowy studni głębinowych nr IIa	DN 150 – 1 szt.
- obudowy studni głębinowych nr III.	DN 150 – 1 szt.
- obudowy studni głębinowych nr IV	DN 80 – 1 szt.
- rurociąg wody surowej w budynku SUW	DN 250 – 1 szt.;
- rurociąg wody surowej w budynku SUW	DN 200 – 1 szt.;
- rurociąg wody uzdatnionej za każdym filtrem	DN 100 – 14 szt.
- rurociąg wody do płukania filtrów	DN 150 – 1 szt.;
- rurociąg wody uzdatnionej do sieci zasilającej sieć	DN 200 – 2 szt.;
- rurociąg wody nadosadowej w budynku SUW	DN 65 – 1 szt.;

Parametry techniczne:

- elektromagnetyczny czujnik przepływu zoptymalizowany do aplikacji wodno-ściekowych

Dane techniczne:

- średnica, owiercenie kołnierzy wg. EN 1092-1, PN 16
- zakres prędkości: 0,1 do 10 m/s
- zakres przepływów: do 99 m³/h
- kołnierze i korpus - stal węglowa ST 37.2 malowane dwuskładnikową farbą epoksydową (kategoria C4)
- wykładzina: NBR
- materiał elektrod pomiar. i uziemiających: Hastelloy C276
- temperatura otoczenia: -40...+70°C
- temperatura medium: -10...+70°C
- wersja rozłączna;
- obudowa spawana, stopień ochrony: IP67 (IP68 z zestawem uszczelniającym)
- przyłącze elektryczne: dławik kablowy m20x1,5
- atest PZH

- przetwornik pomiarowy

Dane techniczne:

- obudowa: poliamid, IP 67
- dokładność: 0,2% aktualnego przepływu ± 1 mm/s
- sposób montażu: rozłączny
- wyświetlacz: 3 liniowy ciekłokrystaliczny
- funkcje: przepływ chwilowy, dwa liczniki, przepływ jedno/dwukierunkowy, komunikaty o błędach, detekcja pustej rury, sterowanie dozowaniem
- wyjście prądowe: 0/4-20 MA
- wyjście impulsowe/częstotliwość: 0-10 KHZ;
- wyjście przekaźnikowe: przekaźnik przełączny;
- wejście binarne: 11-30 V DC;
- komunikacja cyfrowa: Modbus RTU;
- temperatura pracy: -20 do +60°C;
- napięcie zasilania: 230V;
- oprogramowanie: j.polski;

Dodatkowo:

- Zestaw do montażu rozłącznego, naściennego przetworników pomiarowych, IP67. Zawiera 4 dławiki M20x1,5
- Zestaw przewodów do MAGFLO o długości 5 m do połączenia czujnika przepływu z przetwornikiem sygnału

W komplecie: przewód standardowy do zasilania cewek i specjalny przewód elektrodowy (podwójnie ekranowany).

- b. pomiar poziomu wody (zbiornik wód popłucznych, zbiorniki retencyjne) – realizowany za pomocą sondy hydrostatycznej produkcji Aplisens – wg branży AKPiA ;
- c. kontrola poziomów wody – sonda konduktometryczna, sygnał wyjściowy w postaci styków bez napięciowych – wg branży AKPiA ;
- d. pomiar ciśnienia wody – realizowany za pomocą przetwornika ciśnienia – wg branży AKPiA ;
- e. manometry kontrolne
 - Do cieczy i gazów nieagresywnych
 - Model standardowy
 - Rozmiar nominalny 40, 50, 63, 80, 100 i 160
 - Zakresy pomiarowe do 0 ...400 bar;
 - Przyłącze dolne lub tylne;
 - Dostępne średnice 40, 63, 100 mm;
 - Temperatura: max. +60 °C;
 - Obudowa tworzywo lub stal malowana na czarna.
- f. analizator online wolnego chloru w wodzie uzdatnionej:
 - 1-kanałowy przetwornik z wyjściem Modbus RTU;
 - Moduł IQ do podłączenia 1 czujnika IDS i 2 czujników IQ
 - Czujnik chloru oparty na zasadzie elektrochemicznej, do pomiaru online wolnego chloru w wodzie pitnej. Zakres pomiarowy : 0-2 mg/l, zakres pH 4-9
 - Adapter do podłączenia czujników chloru do modułów;
- g. pomiar przepływu powietrza – realizowany za pomocą rotametrów

7. Punkty poboru wody

Przewiduje się następującą lokalizację punktów poboru wody:

- rurociągi wody surowej w budynku SUW – 2 szt.
- rurociąg wody surowej po mieszaczach statycznych – 2 szt.
- rurociąg wody napowietrzonej za aeratorami – 2 szt.
- woda uzdatniona za każdym filtrem – 14 szt.
- woda uzdatniona do zbiorników zbiorcza – szt.2
- rurociąg wody uzdatnionej ze zbiorników magazynowych – 2 szt.
- rurociąg wody uzdatnionej za mieszaczem do sieci – 1 szt.
- rurociąg wody na instalację odzysku wód popłucznych – szt.1
- rurociąg wody po instalacji odzysku wód popłucznych – szt.1

Do poboru wody zastosować kurki czerpalne G1/2”.

8. Rurociągi, kanały i obiekty technologiczne – sieci zewnętrzne

8.1. Rurociągi grawitacyjne

Przewody kanalizacji zewnętrznej wykonać z rur kanalizacyjnych PVC-U, łączonych kielichowo z uszczelką gumową. Przewody kanalizacyjne należy ułożyć na podsypce o gr. zgodnej z normami. Na zmianie kierunku i w miejscach włączeń przykanalików przewidzieć studzienki kanalizacyjne systemowe.

Podstawowe wymagania dla rur (systemów) z PVC przedstawiono poniżej:

- Klasy S (SN8), ze ścianką litą jednorodną, z uszczelkami EPDM,
- Polska norma wyrobu: PN-EN 1401-1:2019 Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do podziemnego bezciśnieniowego odwadniania i kanalizacji- Nieklasyfikowany poli(chlorek winylu)(PVC-U) - Część1: Specyfikacje rur, kształtek i systemu. Nazwa akredytowanej jednostki certyfikującej, numer akredytacji i numer krajowego certyfikatu lub nazwa akredytowanego laboratorium /laboratoriów i numer akredytacji: nie dotyczy
- Zawartość PVC - $\geq 75\%$, PN-EN 1401-1:2019 pkt 5.1;
- Wytrzymałość na ciśnienie wew. - Zgodna z PN-EN 1401-1:2019 pkt 5.3;
- Gęstość: $1350 \text{ kg/m}^3 \leq \rho \leq 1600$; Zgodnie z PN-EN 1401-1:2019 pkt 5.1;
- Sztywność obwodowa $SN \geq 8 \text{ kN/m}^2$ dla rur SN8, SDR 34;
- Odporność na uderzenia: $TIR \leq 10\%$, PN-EN 1401-1:2019 pkt 8.1.1.2;
- Szczelność połączeń z elastomerowym pierścieniem uszczelniającym zgodnie z PN-EN 1401- 1:2019 pkt 10.

8.2. Rurociągi ciśnieniowe

Rurociągi ciśnieniowe wykonać z rur PE-HD na ciśnienie PN10.

Podstawowe wymagania dla rur (systemów) z PE-HD przedstawiono poniżej:

- Materiał: PE100 SDR17
- Rodzaje połączeń: zgrzewane elektrooporowo i doczołowo, połączenia PE/stal skręcane lub typu bruzdowego (fabryczne)
- Ciśnienie robocze: minimum $P_n = 10$ bar
- Atest PZH
- Wskaźniki szybkości płynięcia (MFR) – 0,2 – 1,4 g/10min.
- Wydłużenie przy zerwaniu $\geq 350\%$
- Skurcz wzdłużny $\leq 3\%$
- Polska norma wyrobu: PN-EN 12201-2:2024-04 „Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do przesyłania wody oraz do kanalizacji ciśnieniowej. Polietylen (PE). Część 2:Rury.”

8.3. Studzienki kanalizacyjne

Uzbrojenie sieci kanalizacyjnej stanowią zaprojektowane studzienki:

Z tworzyw sztucznych

Kinety z polipropylenu (PP), z uźebrowaniem wzmacniającym, przeznaczone do przyłączenia do nich pionowych rur trzonowych. Podstawa posiada w dnie poziomą rynną przepływową (kinetę) z jednym lub kilkoma króćcami dopływowymi i jednym króćcem wypływowym, zakończonymi kielichami dostosowanymi do łączenia z rurami gładkościennymi z PVC-U.

Podstawowe elementy składowe studni:

- kineta, podstawa studzienki niewłazowej pozwalająca na bezpośrednie podłączenie posadowionych w gruncie rur kanalizacji deszczowej lub sanitarnej i zawierająca integralnie uformowane w niej kanały wraz z ewentualnymi rozgałęzieniami
- trzon, rura trzonowa wznosząca o średnicy wewnętrznej 425 mm
- teleskop część zestawu pozwalająca na kompensację osiadania, które może nastąpić po instalacji i pozwalająca na korektę wysokości studzienki. Teleskop jest instalowany na głębokości do 0,80 m od poziomu gruntu
- stożek/ pierścień odciążający w przypadku umiejscowienia studzienki w terenie utwardzonym
- właz żeliwny klasy D400

8.4. Próby hydrauliczne i dezynfekcja

Po wykonaniu przyłączy wodociągowych, przed zasypaniem wykopu, należy to zgłosić do przedstawiciela Inwestora w celu dokonania odbioru robót i próby ciśnieniowej na szczelność rurociągu.

Miejsca zamontowania zasuw oznaczyć tabliczkami informacyjnymi umieszczonymi w widocznym miejscu zgodnie z PN.

Próby hydrauliczne należy wykonać odcinkami. Ciśnienie próbne powinno wynosić 1,0 MPa (10 bar), czas próby 30 minut. Próbę należy uznać za pozytywną, gdy ciśnienie próbne w rurociągu jest stałe w okresie 30 minut, a złącza nie wykazują przecieków i roszenia.

Po pozytywnym odbiorze robót przez przedstawiciela Inwestora należy zlecić uprawnionemu geodecie dokonanie inwentaryzacji powykonawczej wszystkich przyłączy. Następnie można przystąpić do zasypiania wykopu, zwracając uwagę, aby pierwsza warstwa obsypki grubości ok. 30 cm nie zawierała przedmiotów ostrych, kamieni, kawałków drewna. Dokonując dalszej zasypki wykopu należy zagęszczać grunt warstwami grubości ok. 30 cm.

Przed oddaniem do eksploatacji przyłącza – należy je przepłukać wodą o prędkości przepływu 2 m/s, która umożliwi usunięcie wszystkich zanieczyszczeń mechanicznych występujących w rurociągu. Następnie przeprowadzić dezynfekcję rurociągów poprzez napełnienie go wodą z dodatkiem chloru w ilości 20 – 30 mg czynnego chloru na 1 dm³ wody.

Po ponownym płukaniu rurociągów przeprowadzić badania bakteriologiczne wody.

8.5. Roboty ziemne i montaż sieci

Zakłada się wykonanie robót ziemnych w 80 % mechanicznie i 20 % ręcznie. Wykopy szeroko przestrzenne o nachyleniu skarp 1:1. Warstwę gleby urodzajnej z terenu robót gromadzić oddzielnie. Po zakończeniu robót będzie ona rozplantowana na terenie przeznaczonym pod zieleń.

Dno wykopu należy przygotować w taki sposób, by po ułożeniu rury spoczywały na całej swej długości. Nacisk rury na podłoże powinien rozkładać się równomiernie. Pod zasuwami, hydrantami i kształtkami wykonać bloki oporowe z betonu C12/15, o grubości 15 cm.

Rury należy układać na odpowiednio wyprofilowanym gruncie, aby uniknąć nierównomiernego osiadania przewodu. Rury przewodowe ułożyć na dobrze ubitej podsypce piaskowej grubości 15 cm. W przypadku odspojenia gruntu sypkiego należy go ponownie ubić. Wszystkie części rurociągu przed opuszczeniem go do wykopu należy oczyścić i sprawdzić czy w czasie transportu nie uległy uszkodzeniu. Elementy uszkodzone wymienić na nowe. Po zmontowaniu, rurociągi należy obsypać do wysokości 30 cm ponad wierzch rury gruntem sypkim lub pospółką, pozostawiając dostęp do dołków montażowych. Wykonać próbę na ciśnienie 1,0 MPa dla rurociągów ciśnieniowych i próbę szczelności dla kanałów. Po zakończeniu próby szczelności ciśnienie należy zmniejszać powoli w sposób kontrolowany. Nad przewodami wodociągowymi ułożyć metalizowaną taśmę ostrzegawczą koloru niebieskiego o szerokości 0,30 - 0,40 m, a następnie zasypać wykop do końca ubijając grunt warstwami. Kanały i rury przebiegające pod projektowaną nawierzchnią drogową zasypać warstwami pospółki odpowiednio zagęszczonej. Wykopy należy zabezpieczyć i oznakować.

Montaż kanałów, wykonanie podłoża i obsypki prowadzić zgodnie z wytycznymi wykonania i odbioru kanałów z rur PVC, montaż wodociągów z rur PE wykonać zgodnie z wytycznymi wykonania i odbioru rurociągów ciśnieniowych z rur PE. Całość robót prowadzić zgodnie z „Wytycznymi wykonania i odbioru robót budowlano – montażowych. Instalacje sanitarne i przemysłowe. Część II”.

9. Armatura odcinająco – zaporowa

9.1. Zasuwy klinowe miękkouszczelnione

- miękkouszczelniająca zasuwą klinową z gładkim i wolnym przełotem, o krótkiej zabudowie, kołnierzowa
- korpus i pokrywa z żeliwa sferoidalnego GGG40, z pokryciem antykorozyjnym epoxy lub równoważnym
- klin z żeliwa sferoidalnego GGG40, z nawulkanizowaną zewnątrz i wewnątrz powłoką elastomerową dopuszczoną do kontaktu z wodą pitną, z opróżnieniem
- prowadzenie klina z tworzywa odpornego na zużycie, o wysokich właściwościach ślizgowych, konstrukcji zapewniającej minimalne zużycie i minimalne momenty obrotowe zamykania
- wrzeciono ze stali nierdzewnej, z walcowanym gwintem
- nakrętka z mosiądzu, o konstrukcji pozwalającej na duże obciążenia momentem obrotowym
- uszczelki, o-ringi, pierścienie (w tym dławicowy) z elastomeru zasuw do zabudowy w komorach, z napędem ręcznym, powinny być wyposażone w przekładnię
- dla średnic DN > 500 zasuw powinny być w wersji z odciążeniem

9.2. Zasuwy nożowe

- zabudowa międzykołnierzowa
- zawieradło ze stali kwasoodpornej
- korpus żeliwo szare z pokryciem antykorozyjnym proszkowe epoxy (grubość: 175 pm) szczelność zasuw w obu kierunkach
- uszczelnienie obwodowe krawędziowe bez przestrzeni martwych, zamontowane w korpusie w sposób zabezpieczający przed wycieraniem przez przepływające medium odpowiednie ukształtowanie dolnej części płyty w celu utworzenia turbulencji medium: pod koniec zamykania zasuw wypłukuje się ewentualne osady
- uszczelnienie poprzeczne zasuw-wargowe (EPDM lub NBR) wewnątrz wypełnione sprasowaną masą uszczelniającą

9.3. Zawory zwrotne

- zawory zwrotne do zabudowy międzykołnierzowej
- korpus z żeliwa sferoidalnego GGG40
- tarcza i sprężyna ze stali nierdzewnej
- o-ring z elastomeru odpornego na działanie chloru

9.4. Przepustnice

- Wykonanie centryczne, dzielony wałek;
- Maksymalne ciśnienie robocze – 16 bar;
- Korpus: żeliwo GG25I
- Dysk: AISI316;
- Uszczelnienie: EPDM
- Grubość powłoki epoksydowej: min. 200 um
- RAL 5005;
- Szczelność : EN 12266-1 klasa A;
- Długość zabudowy: EN 558-1, seria 20
- Flansa pod napęd : ENISO 5211

9.5. Łączniki kołnierzowe i rurowe

- łączniki kołnierzowe i rurowe, z uszczelnieniem z elastomeru
- łączniki powinny posiadać oznakowanie CE, deklarację zgodności z Dyrektywami Unii Europejskiej, atest PZH

9.6. Napędy elektryczne regulacyjny

9.6.1. Napędy elektryczne regulacyjne (modulowany)

- Moment obrotowy: 100-20000 Nm;
- Kąt obrotu: 0-90°;
- Zasilanie: 230VAC;
- Częstotliwość: 50-60Hz;
- Sygnał sterujący: modulowany (4-20mA/2-10V/0-10V)
- Klasa izolacji/ stopień ochrony: F/IP67;
- Przyłącze elektryczne: dławik kablowy PG16;
- Przyłącze montażowe: flansa wg. ISO5211, kwadrat wg. DIN3337;
- Przesterowanie ręczne: wersja (H) kółko ręczne
- Materiał obudowy: korpus aluminiowy malowany proszkowo, śruby: stal nierdzewna,
- Wskaźnik położenia: wizualny wskaźnik położenia, 4 wyłączniki krańcowe;

9.6.2. Napędy elektryczne on/off

- Moment obrotowy: 100-20000 Nm;
- Kąt obrotu: 0-90°;
- Zasilanie: 230VAC;
- Częstotliwość: 50-60Hz;
- Sygnał sterujący: on/off
- Klasa izolacji/ stopień ochrony: F/IP67;
- Przyłącze elektryczne: dławik kablowy PG16;
- Przyłącze montażowe: flansa wg. ISO5211, kwadrat wg. DIN3337;
- Przesterowanie ręczne: wersja (H) kółko ręczne
- Materiał obudowy: korpus aluminiowy malowany proszkowo, śruby: stal nierdzewna,
- Wskaźnik położenia: wizualny wskaźnik położenia, 4 wyłączniki krańcowe;

10. Sterowanie pracą stacji

Stacja Uzdatniania Wody pracować ma całkowicie automatycznie. Pracą zarządzać będzie sterownik mikroprocesorowy swobodnie programowalny zapewniający automatyczne działanie procesów filtracji oraz płukania filtrów. Po przepompowaniu zadanej ilości wody ze studni głębinowych lub upłynięciu określonej liczby dni, sterownik realizuje automatycznie cały proces płukania ze wskazaniem na okres nocny.

Pracą pompy pierwszego stopnia sterują sondy hydrostatyczne zawieszone w zbiornikach retencyjnych.

Pracą pomp II° steruje inny odrębny sterownik mikroprocesorowy znajdujący się na wyposażeniu Zestawu Hydroforowego pomp II° i utrzymujący ciśnienie wody na wyjściu ze stacji na stałym poziomie. Pompy sterowane za pomocą przetwornic częstotliwości (indywidualna dla każdej pompy).

10.1. Praca stacji w trybie uzdatniania wody

Na podstawie poziomów wody dokonywane jest napełnianie zbiorników wody uzdatnionej pompami głębinowymi. Tłoczą one wodę ze studni głębinowych do budynku stacji poprzez mieszacze, aeratory, zespół filtrów do zbiorników wody uzdatnionej.

W zbiornikach znajdują się sygnalizatory poziomu wody odpowiedzialne za załączenie (bądź wyłączenie) pomp głębinowych (podstawowy sygnał z sondy hydrostatycznej). Podczas pracy pomp głębinowych dokonywany jest pomiar ilości przepompowanej wody.

Uzdatniona woda znajdująca się w zbiornikach pobierana jest przez pompy II stopnia w postaci zestawu hydroforowego i tłoczona jest bezpośrednio w sieć wodociągową.

10.2. Praca w trybie płukania

Proces płukania rozpoczyna się na podstawie ilości przefiltrowanej wody mierzonej przepływomierzami zamontowanymi na każdym filtrze. Za każdym przepływomierzem na rurociągu wody uzdatnionej zamontowana jest przepustnica regulacyjna utrzymująca stałą prędkość przepływu wody przez wszystkie filtry w zależności od oporów na złożu. W początkowej fazie napełniane są zbiorniki wody uzdatnionej do poziomu maksymalnego. W następnej kolejności układ przechodzi do spustu wody z pierwszego filtra. Po spuszczeniu wody następuje otwarcie odpowiednich przepustnic i rozpoczyna się płukanie (wzruszenie złoża) filtru powietrzem z dmuchawy, po czym filtr płukany jest wodą przy innym odpowiednim ustawieniu przepustnic. W następnej kolejności woda tłoczona jest poprzez filtr do odstojnika stabilizując złożo.

11. Planowane roboty budowlanych

Zamierzenie budowlane pn. „Rozbiórka, rozbudowa, przebudowa, nadbudowa i budowa obiektów stacji uzdatniania wody wraz z infrastrukturą towarzyszącą w ramach inwestycji pn. „Modernizacja Stacji Uzdatniania Wody w Nadolicach Wielkich, gm. Czernica” odbywać się będzie na obiekcie czynnym, dlatego wszystkie roboty należy zaplanować w taki sposób aby zachowana była ciągłość pracy Stacji Uzdatniania Wody, tzn. nieprzerwana dostawa wody pitnej dla przyłączonych odbiorców przy pełnej zdolności produkcyjnej (maksymalnym obciążeniu i zapewnieniu parametrów jakościowych wody uzdatnionej).

Obsługa SUW będzie realizowana przez pracowników ZGK Czernica, dlatego Wykonawca zobligowany jest do udostępnienia terenu budowy, zapewniając bezwzględne bezpieczeństwo pracownikom obsługi.

W związku z powyższym Wykonawca na czas prowadzenia robót wybuduje tymczasowe zaplecze socjalno – biurowego, sanitarne i magazynowe wraz z przyłączeniem niezbędnych mediów tj. woda, kanalizacja oraz zasilanie energetyczne, wg wytycznych branży architektoniczno – konstrukcyjnej.

Harmonogram robót należy uzgodnić z Zamawiającym oraz Nadzorem Inspektorskim, planując kolejność robót umożliwiającą bezproblemową eksploatację obiektu.

Z uwagi na zakres robót objęty przedmiotową dokumentacją projektową, rozbiórką poszczególnych obiektów SUW oraz budową nowych lub przebudową istniejących (wynikających z nowych uwarunkowań technicznych) roboty należy prowadzić wg poniższej kolejności:

- a) Budowa tymczasowego zaplecza biurowo – socjalnego z podłączeniem do wszystkich niezbędnych instalacji;

- b) Budowa nowego osadnika wód popłucznych wraz z budową nowych instalacji zasilających; Uruchomienie zbiornika wraz z podłączeniem do odbiornika wód nadosadowych;
- c) Rozbiórka istniejącego osadnika wód popłucznych;
- d) Rozbiórka istniejących stalowych zbiorników magazynowych wody uzdatnionej;
- e) Budowa nowych żelbetowych zbiorników magazynowych wody uzdatnionej;
- f) Budowa hali technologicznej filtrów pośpiesznych nr 2 wraz z wyposażeniem technologicznym, elektrycznym i AKPIA;
- g) Po uruchomieniu nowego systemu filtracji potwierdzonej wynikami jakościowymi wody wraz z układem płukania filtrów – przystąpić do demontażu istniejących urządzeń filtracyjnych w hali technologicznej nr 1 utrzymując układ dystrybucji wody do sieci;
- h) Montaż nowego systemu napowietrzania wody od wejścia wody surowej do hali nr 1, poprzez montaż mieszaczy statycznych rurowych i aeratorów wraz z włączeniem urządzeń w proces uzdatniania wody;
- i) Przebudowa i rozbudowa hali technologicznej nr 1;
- j) Przebudowa i nadbudowa części biurowo – socjalnej budynku SUW;
- k) Budowa międzyobiektowych instalacji wodociągowych, kanalizacyjnych i elektrycznych – sukcesywnie w zakresie niezbędnym do zasilania projektowanych urządzeń oraz utrzymania ciągłości dostaw wody dla odbiorców;
- l) Zagospodarowanie terenu

Montaż instalacji wewnętrznych (wodociągowych, kanalizacyjnych, wentylacyjny, osuszania, gazu itp. realizować etapowo wg harmonogramu robót ustalanego (aktualizowanego) na bieżąco zgodnie z planowaniem robót na dany okres prac.

Zakres robót dotyczący ujęć głębinowych jak i pompowni wody Kamieniec Wrocławski można realizować niezależnie od robót na terenie SUW Nadolice Wielkie w uzgodnieniu ze służbami Użytkownika.

Wykonawca może przedstawić Zamawiającemu oraz Nadzorowi własną szczegółowy harmonogram prac, planując kolejność robót wg własnych założeń i doświadczenia, jednakże winien bezwzględnie uwzględnić konieczność utrzymania ciągłości dostaw wody dla odbiorców

12. Uwagi końcowe

Wszystkie instalacje technologiczne należy wykonać zgodnie z projektem oraz przestrzegać zaleceń zawartych w DTR producentów rur, armatury, itp. Podczas wykonywania robót należy przestrzegać przepisów BHP. Przed przystąpieniem do wykonywania prac budowlanych należy skorygować rzędne wysokościowe wskazane w projekcie z rzędnymi rzeczywistymi.

IV. PROJEKT WYKONAWCZY – BRANŻA TECHNOLOGIA – CZĘŚĆ RYSUNKOWA

0_PZT.....	62
T1_Schemat technologiczny.....	63
T2.1_Budynek SUW_rzut.....	64
T2.2_Budynek SUW_przekrój A-A, B-B, C-C, D-D.....	65
T2.3_Budynek SUW_przekrój E-E.....	66
T2.4_Budynek SUW_przekrój F-F.....	67
T2.5_Przekrój filtra_warstwy złoża filtracyjnego	68
T3.1_Zbiornik retencyjny wody uzdatnionej nr 5	69
T3.2_Zbiornik retencyjny wody uzdatnionej nr 6	70
T4.1_Zbiornik wód popłucznych_rzut, przekrój A-A.....	71
T4.2_Zbiornik wód popłucznych_przekrój B-B, C-C, D-D, E-E.....	72
T5.1_Profill W1-W4, W1-W1.1, W5-W7	73
T5.2_Profill K1-K4.....	74
T5.3_Profill W8-W11.....	75
T5.4_PROFIL W9-W15, W12-W12.1, W14-W14.1, W15-W15.1.....	76
T5.5_PROFIL W16-W15	77
T5.6_PROFIL W20-W29	78
T5.7_PROFIL W20.1-W20, W21.1-W21, W23.1-W23, W24.1-W24, W26-W27.1, W31-W27..	79
T5.8_PROFIL W20-W34	80
T5.9_PROFIL K5-S2, K7.1-K7, K8.1-K8, K9.1-K9, K10.1-K10, K11.1-K11, K13-K12, K15.1-K15	81
T5.10_PROFIL K16-K17, K18-S4, K19-S5, K20-S5	82
T5.11_PROFIL K21-S10, K24-S9, K23-S8, K25-S12.....	83