

Zamawiający	Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. ul. Lipowa 76A, 64-100 Leszno
Obiekt/Zadanie	BUDOWA STACJI UZDATNIANIA WODY W LIPNIE WRAZ Z DWOMA ZBIORNIKAMI RETENCYJNYMI I ODSJOJNIKIEM WÓD POPŁUCZNYCH ORAZ ROZBIÓRKĄ ISTNIEJĄCYCH BUDYNKÓW I OBIEKTÓW TECHNOLOGICZNYCH (KAT. XXX)
Adres inwestycji	Stacja Uzdatniania Wody w Lipnie, ul. Ogrodowa 1; 64-111 Lipno dz. ew. nr 112/9 obręb 0006 Lipno
Stadium	PROJEKT WYKONAWCZY
Nr	TOM 2 / 2
Branża	TECHNOLOGICZNA
Branża	SANITARNA
Branża	ELEKTRYCZNA I AKPiA
Branża	INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA

CZĘŚĆ TECHNOLOGICZNA

Zamawiający	Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. ul. Lipowa 76A, 64-100 Leszno	
Obiekt/Zadanie	BUDOWA STACJI UZDATNIANIA WODY W LIPNIE WRAZ Z DWOMA ZBIORNIKAMI RETENCYJNYMI I ODSOJNIKIEM WÓD POPŁUCZNYCH ORAZ ROZBIÓRKĄ ISTNIEJĄCYCH BUDYNKÓW I OBIEKTÓW TECHNOLOGICZNYCH (KAT. XXX)	
Adres inwestycji	Stacja Uzdatniania Wody w Lipnie, ul. Ogrodowa 1; 64-111 Lipno dz. ew. nr 112/9 obręb 0006 Lipno	
Stadium	PROJEKT WYKONAWCZY	
Branża	TECHNOLOGICZNA	
Opracowujący	dr inż. Łukasz WEBER	
Opracowujący	mgr inż. Karol SZAMBELAŃCZYK	
Opracowujący	mgr inż. Piotr SAMELAK	
Opracowujący	mgr inż. Michalina JĘDRASZAK	
Projektant	inż. Ryszard SZAMBELAŃCZYK nr upr. 373/PW/90 w spec. instal.	
Projektant	mgr inż. Tomasz PRZEPIÓRA nr upr. WKP/0158/PWOS/11 w spec. instal.	

Spis treści

1. PRZEDMIOT I PODSTAWA OPRACOWANIA.....	2
2. BUDOWA STACJI UZDATNIANIA WODY W LIPNIE.....	3
2.1. Założenia ogólne.....	3
2.2. Parametry techniczne orurowania i armatury.....	3
2.3. Ujęcie wody.....	8
2.4. Napowietrzanie wody.....	13
2.5. Filtracja wody.....	16
2.6. Odstojnik i gospodarka popłuczynami.....	27
2.7. Dezynfekcja.....	28
2.8. Retencja wody.....	32
2.9. Tłoczenie wody do sieci wodociągowej.....	33
2.10. Sieci zewnętrzne.....	35
3. CZĘŚĆ RYSUNKOWA.....	39

1. PRZEDMIOT I PODSTAWA OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy budowy Stacji Uzdatniania Wody w miejscowości Lipno, gmina Lipno.

Celem opracowania jest uszczegółowienie rozwiązań technicznych zawartych w projekcie budowlanym oraz określenie zakresu robót ujętych w poszczególnych etapach realizacji przedmiotowej inwestycji.

Podstawę opracowania stanowią:

- umowa między Miejskim Przedsiębiorstwem Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. a firmą Nentech s.c. Karol Szambelańczyk i Łukasz Weber,
- Projekt budowlany pn. *„Budowa stacji uzdatniania wody w Lipnie wraz z dwoma zbiornikami retencyjnymi i odстойnikiem wód popłucznych oraz rozbiórką istniejących budynków i obiektów technologicznych”*
- Kompleksowa analiza układu zaopatrzenia w wodę gminy Lipno z 2017 r. opracowana przez firmę Nentech s.c. Karol Szambelańczyk i Łukasz Weber,
- obowiązujące przepisy prawne, dotyczące jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi – Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2017, poz. 2294.),
- obowiązujące przepisy prawne, dotyczące jakości ścieków wprowadzanych do wody lub ziemi – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. 2014 poz. 1800),
- ustawa z dn. 20 lipca 2017 r. Prawo Wodne z późn. zm.,
- ustawa z dn. 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane z późn. zm.
- archiwalna dokumentacja przekazana przez Inwestora,
- badania jakości wody przekazane przez Inwestora,
- wizje lokalne na obiekcie
- inne.

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

2. BUDOWA STACJI UZDATNIANIA WODY W LIPNIE

2.1. Założenia ogólne

Przyjęto następujące założenia ogólne do koncepcji budowy SUW w Lipnie:

- realizacja prac z zachowaniem ciągłości dostaw wody do odbiorców,
- przyjęta wydajność godzinowa SUW, na którą wymiarowany będzie układ uzdatniania – **150,0 m³/h** (maks. **30,0 m³/h** z ujęcia **Lipno**, min. **120,0 m³/h** z ujęcia **Symczyna**),
- dwuetapowa budowa obiektu SUW Lipno:
 - etap I: budowa obiektu SUW, przystosowanego do uzdatniania wody trzeciorzędowej i czwartorzędowej o wydajności 150 m³/h, wraz z budową technologii uzdatniania wody trzeciorzędowej o wydajności 30 m³/h,
 - etap II: rozbudowa technologii uzdatniania wody dla docelowej wydajności 150 m³/h (woda zmieszana z ujęć Lipno i Symczyna)
- technologia uzdatniania oparta na następujących procesach jednostkowych:
 - napowietrzanie wody w układzie ciśnieniowym (w aeratorach i mieszaczach statycznych),
 - filtracja ciśnieniowa na złożach keramzytowych i katalitycznych,
 - etap I – filtracja w układzie dwustopniowym z międzystopniowym napowietrzaniem ciśnieniowym,
 - etap II – filtracja w układzie jednostopniowym,
 - retencja wody w nadziemnych zbiornikach żelbetowych,
 - dezynfekcja wody uzdatnionej z wykorzystaniem podchlorynu sodu i promieniowania UV,
 - dwuetapowe płukanie filtrów (oddzielnie powietrzem i wodą uzdatnioną ze zbiorników retencyjnych),
 - buforowanie wód popłucznych w odстойniku popłuczyn,
 - tłoczenie wody do sieci wodociągowej z wykorzystaniem zestawu pomp pionowych,
- pełna automatyzacja pracy SUW (obiekt bezobsługowy)
- opomiarowanie układu w zakresie podstawowych parametrów technologicznych i przesył danych do Centralnej Dyspozytorii MPWiK.

2.2. Parametry techniczne orurowania i armatury

Założenia ogólne (orurowanie, armatura)

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

- gatunek stali AISI 316/316L,
- wszystkie kołnierze połączeniowe wykonane ze stali nierdzewnej AISI 316/316L,
- wszystkie śruby, nakrętki, podkładki, wywijki ze stali nierdzewnej AISI 316/316L,
- należy zastosować kołnierze pełne,
- owiercenie kołnierzy armatury i kołnierzy orurowania wg jednej normy i na jednakowe ciśnienie,
- ilość spawów na obiekcie należy ograniczyć do minimum; miejsca połączeń rurociągów na obiekcie wykonywać jako skręcane (kołnierzowe)
- wszystkie elementy należy spawać maszynowo w warsztacie, zaś na obiekcie przewiduje się jedynie montaż całości (dopuszcza się jedynie wykonywanie na obiekcie tzw. spawów zamykających – długich odcinków),

- rurociągi umieszczane na podporach wykonanych ze stali nierdzewnej min. AISI 304/304L, montowanych do ścian lub podłoża (stosować podpory systemowe),
- przyjęto następujące grubości ścianek rurociągów:
 - dla średnic DN 200 i poniżej: 2,0mm,
 - dla średnicy DN 250: 3,0mm,
 - dla średnicy DN 300: 3,0mm.

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

- wykonanie materiałowe podpór i zawiesi: minimum stal AISI 304/304L,
- obejmmy pełne, zabezpieczające przed przesuwaniem rurociągu,
- między obejmą, a rurociągiem wyściółka gumowa z materiału posiadającego atest PZH ,
- wyściółki na podporach podpierających rurociągi wewnątrz zbiorników (zalaných wodą) dodatkowo odporne na pracę pod pełnym zanurzeniem,
- podpory montowane do posadzki lub ścian konstrukcyjnych (w zależności od przyjętego systemu) – preferowany montaż do posadzki,
- dobór szczegółowy podpór przez wyspecjalizowaną firmę zajmującą się podparciami, przeprowadzony na etapie montażu rurociągów,
- podpory montowane do posadzki lub ścian, z wykorzystaniem śrub w gatunku stali jak dla materiału podpory.

Miejsca montażu podpór przyjmuje się następujące:

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

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

Parametry techniczne - przepływomierze

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

Przetwornik:

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

Czujnik:

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

- elektrody stożkowe wykonane z 1.4435
- stopień ochrony czujnika min. IP66/67

Parametry techniczne – przepustnice

- Centrycznie łożyskowany dysk
- Długość zabudowy wg EN 558-1 szereg 20 (dawniej DIN 3202, K1)
- Dowolna pozycja zabudowy i kierunek przepływu
- Dysk ze stali nierdzewnej 1.4401/ AISI 316
- Korpus z żeliwa sferoidalnego EN-JS 1030 (GGG-40)
- Pokrycie antykorozyjne – malowanie epoksydowe min. 120µm
- Połączenie dysku z wałkiem napędowym za pomocą kołków poprzecznych z materiału 1.4401
- Uszczelnienie wałków za pomocą o-ringów
- Wałki ze stali nierdzewnej – materiał 1.4021
- Wewnętrzna manszeta nawulkanizowana na pierścieniu nośnym, wymienna
- Szczelność dla próżni do 1 Torr (podciśnienie do 90%)
- Przepustnice przystosowane do napędu ręcznego (dźwignia ręczna z zapadką, przekładnia ślimakowa z kółkiem) i napędów pneumatycznych (dwustronnego działania i regulacyjnych),
- Atest PZH do kontaktu z wodą pitną.

Parametry techniczne – zasuwy

- Zasuwa klinowa miękkouszczelniana, wg EN 1171 (DIN 3352-4A)
- Przyłącza kołnierzowe wg EN 1092-2
- Długość zabudowy wg EN 558-1, szereg 14 (DIN 3202, F4)
- Korpus, klin i pokrywa z żeliwa sferoidalnego EN-JS 1030 (GGG-40)
- Klin całkowicie gumowany (wewnątrz i zewnątrz) – elastomerem EPDM
- Klin prowadzony na całej długości za pomocą elementów z tworzywa sztucznego
- Wrzeciono ze stali nierdzewnej o zawartości min. 13% Cr
- Tuleja uszczelniająca z mosiądzu
- Uszczelnienie wrzeciona w tulei za pomocą min. trzech o-ringów
- Możliwość wymiany uszczelek w tulei pod pełnym ciśnieniem roboczym
- Nakrętka wrzeciona z mosiądzu, wewnętrzna, wymienna
- Powierzchnie oporowe wrzeciona z tworzywa sztucznego
- Śruby pokrywy ze stali nierdzewnej, gniazda śrub zabezpieczone przed zanieczyszczeniem
- Wewnątrz i zewnątrz pokrycie epoksydowe-proszkowe wg wymagań GSK
- Szczelność dla próżni do 1 Torr (podciśnienie do 90%)
- Atest PZH do kontaktu z wodą pitną.

Parametry techniczne – zawory zwrotne (kulowe)

- Wg EN 12334
- Niezawężony przelot, odporny na zapychanie
- Niewielkie opory przepływu
- Odporny na zużycie / bezobsługowy
- Długość zabudowy wg EN 558-1, szereg 48 (DIN 3202, F6)
- Wymiary kołnierzy wg EN 1092-2
- Korpus i pokrywa z żeliwa sferoidalnego EN-JS 1030 (GGG-40)
- Kula z aluminium, gumowana NBR
- Śruby pokrywy i nakrętki ze stali nierdzewnej
- Wewnątrz i zewnątrz pokrycie epoksydowe
- Atest PZH do kontaktu z wodą pitną

Czujniki do pomiaru podstawowych parametrów fizykochemicznych wody

Pomiar tlenu

- cyfrowa sonda do pomiaru tlenu
- zakres 0,05-20 mg/l
- metoda pomiaru luminescencyjna niebieska
- źródło światła diody LED: niebieska (pomiarowa), czerwona (referencyjna)
- obudowa ze stali nierdzewnej
- stopień ochrony IP 68
- kalibracja fabryczna 3D bez konieczności kalibracji na obiekcie brak dryfu pomiarowego
- podłączenie do uniwersalnych przetworników pomiarowych
- pamięć wyników i ustawień z graficznym przedstawieniem na wykresie
- zintegrowany przewód 10m (w razie konieczności możliwość przedłużenia przy pomocy kabli przedłużających)
- podłączenie do przetwornika - szybkozłaczne
- menu w języku polskim
- armatura bypass

Lokalizacja pomiaru tlenu:

- woda uzdatniona kierowana do zbiorników retencyjnych

Pomiar mętności

- zasada pomiaru: nefelometryczna detekcja światła rozproszonego pod kątem 90° w stosunku do światła padającego we wszystkich kierunkach (360°) wokół fiolki z próbką
- podstawowa norma zgodności: ISO 7027
- montaż: naścienny
- źródło światła: laser klasy 1, 850nm
- przyłącze próbki: dopływ i odpływ szybkozłaczka ¼ cala OD
- zakres pomiarowy: 0-1000 NTU/FNU
- limit detekcji: 0,002 FNU
- dokładność: $\pm 2\%$ lub $\pm 0,01$ FNU (większa wartość) od 0 do 40 FNU; $\pm 10\%$ odczytu w zakresie od 40 do 1000 FNU
- rozdzielczość: 0,0001 FNU
- kompensacja pęcherzyków powietrza fizyczna i matematyczna
- natężenie przepływu 100-1000ml/min
- weryfikacja wskazań przez porównanie do wartości pomiarów laboratoryjnych z użyciem RFID
- funkcja automatycznej kontroli stanu kuwety
- automatyczna jednostka czyszcząca z wycieraczką
- w zestawie przepływomierz
- podłączenie do uniwersalnego przetwornika pomiarowego
- menu w języku polskim

Lokalizacja pomiaru mętności:

- woda uzdatniona kierowana do zbiorników retencyjnych

Pomiar chloru wolnego

- zasada pomiaru: kolorymetryczna
- źródło światła: dioda LED 510 nm
- zakres pomiarowy: 0,04 - 10 mg/l
- limit detekcji: 0,04 mg/l (ppm)
- dokładność: $\pm 5\%$ lub $\pm 0,04$ mg/l od 0 do 5mg/l Cl₂, którakolwiek jest większa; $\pm 10\%$ od 5 do 10mg/l Cl₂
- interwał pomiarowy: 2,5 min

- zgodność z pomiarami laboratoryjnymi - metoda DPD (obowiązująca norma)
- poprawne wyniki niezależnie od wahań wartości pH
- kontrolki sygnalizujące stan analizatora i cykl pomiaru
- mieszadło w komorze próbki – bezobsługowe, samoczyszczące
- kalibracja: analizator jest fabrycznie skalibrowany z elektroniczną krzywą kalibracji wstępnie zaprogramowaną w pamięci urządzenia. Nie wymaga ponownej kalibracji.
- zasilanie: 230V
- zużycie odczynników: 0,5l buforu i 0,5l wskaźnika na 31 dni
- możliwość przestawienia pracy analizatora na chlor całkowity (zmiana odczynników)
- ciśnienie na wlocie: 0,31 do 5,17 bar doprowadzone do filtra skośnego siatkowego; 0,1 do 0,34 bar do analizatora
- prędkość przepływu: 60 - 200 ml/min
- temperatura próbki: 5 – 40°C
- stopień ochrony: IP66
- sposób montażu: Montaż naścienny
- podłączenie do uniwersalnego przetwornika pomiarowego
- menu w języku polskim

Lokalizacja pomiaru chloru wolnego

- woda uzdatniona kierowana do sieci wodociągowej

2.3. Ujęcie wody

Ujęcie wody na potrzeby SUW Lipno oparte zostanie o ujęcie trzeciorzędowe – Lipno (3 istniejące studnie głębinowe o łącznej wydajności do 30,0 m³/h) oraz ujęcie czwartorzędowe - Smyczyna (o docelowej wydajności do 150 m³/h).

Zgodnie z założeniami ogólnymi i wytycznymi Inwestora, docelowa wydajność, na którą wymiarowany będzie układ uzdatniania wyniesie:

$$Q_{HMAX} = 150,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

przy czym SUW Lipno, w etapie I pracować będzie na ujęciu trzeciorzędowym z wydajnością $Q_{hmax} = 30 \text{ m}^3/\text{h}$, a w etapie II na wodzie zmieszanej z ujęć trzeciorzędowych i czwartorzędowych z wydajnością $Q_{hmax} = 150 \text{ m}^3/\text{h}$.

UWAGA! Niniejszy projekt nie obejmuje zakresem prac związanych z ujęciem Smyczyna (ułożenia rurociągów przesyłowych wody surowej, montażu pomp głębinowych, obudów studzien głębinowych itd.). Prace te projektowane będą w zakresie odrębnego opracowania.

W odniesieniu do ujęcia Lipno przewiduje się następujący zakres prac:

- wymiana pomp głębinowych w istniejących studniach głębinowych,
- wymiana rurociągów wznoszących pomp głębinowych,
- wymiana obudów studziennych, wraz z armaturą i opomiarowaniem,
- ułożenie nowych rurociągów wody surowej w zakresie działki SUW i doprowadzenie wody do projektowanego budynku SUW.

Dobór pompy głębinowej

Wydajność nowych pomp głębinowych przyjęto w oparciu o obowiązujące pozwolenie wodnoprawne na pobór wód z ujęcia Lipno tj:

- dla studni nr 2: $Q_{max} = 21,05 \text{ m}^3/\text{h}$
- dla studni nr 3: $Q_{max} = 29,00 \text{ m}^3/\text{h}$
- dla studni nr 4: $Q_{max} = 30,00 \text{ m}^3/\text{h}$

Wymaganą wysokość podnoszenia pomp głębinowych wyznaczono z zależności:

$$H = zw \text{ stat} + Se + zab. \text{ Such.} + H_{geom} + \Delta h_{str1} + \Delta h_{str2} + \Delta h_{str3} + \text{zapas} [mH_2O]$$

gdzie:

H – wymagana wysokość podnoszenia pompy głębinowej [m],

$zw \text{ stat}$ – rzędna zwierciadła statycznego [m],

Se – depresja eksploatacyjna – odniesiona do dobranej wydajności pompy [m],

$zab. \text{ such.}$ – zabezpieczenie pompy przed suchobiegiem (na wypadek wzrostu depresji) [m],

H_{geom} – geometryczna różnica wysokości (między rzędną wlotu wody uzdatnionej do zbiorników retencyjnych, a rzędną terenu dla danej studni) [m],

Δh_{str1} – straty ciśnienia na tłoczeniu do SUW [m],

Δh_{str2} – straty ciśnienia na orurowaniu i armaturze [m],

Δh_{str3} – straty ciśnienia na złożu (zakolmatowanym) [m],

$zapas$ – 10% wymaganej wysokości podnoszenia [m].

Dobór wymaganych parametrów pomp przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 7. Dobór pomp głębinowych dla SUW Lipno

	Studnia 2	Studnia 3	Studnia 4
Rzędna terenu istniejącego [m n.p.m.]	113,64	113,52	113,3
Rzędna zwierciadła statycznego [m p.p.t.]	40,2	41,0	45,8
Depresja eksploatacyjna [m]	18,9	25,0	15,0
Zabezpieczenie przed suchobiegiem [m]	5,0		
Rzędna wlotu do zbiornika retencyjnego [m n.p.m.]	ok. 120,00		
Geometryczna różnica wysokości [m]	ok. 6,36	ok. 6,48	ok. 6,70
Głębokość zawieszenia pompy [m p.p.t.]	70,0	79,0	70,0
Przyłącze pompy	DN 80	DN 100	DN 100
Rurociąg tłoczny: - odcinek wznosny - rurociąg tłoczny	DN 80 (70m) PE 110 (PN16) (2m) PE 125 (PN16) (13m)	DN 100 (79m) PE 125 (PN16) (10m)	DN 100 (70m) PE 125 (PN16) (46m)
Straty ciśnienia tłoczeniu do SUW Δh_{str1} [m]	ok. 5,0	ok. 5,0	ok. 6,0
Straty ciśnienia orurowaniu i armaturze Δh_{str2} [m]	5,0		
Straty ciśnienia na złożu filtracyjnym (I i II stopień filtracji) Δh_{str3} [m]	10,0		
Zapas [m]	9,0	9,7	9,4
Wydajność pompy głębinowej [m³/h]	21,0	29,0	30,0
Wymagana wysokość podnoszenia pompy głębinowej H [m]	ok. 99,5	ok. 107,5	ok. 102,9
Moc silnika [kW]	do 11,0	do 15,0	do 15,0
Rurociągi wznosne (łączone kołnierzowo, stal nierdzewna AISI 316/316L)	DN 80	DN 100	DN 100

Dane techniczne dobranych pomp głębinowych:

- wydajność, wysokość podnoszenia i moc – zgodnie z Tabelą 7,
- każda pompa sterowana indywidualnym falownikiem

Parametry techniczne pomp głębinowych:

- Wał Stal nierdzewna AISI 420 (1.4021)
- Sprzęgło Stal kwasoodporna AISI 321 (1.4541)
- Wirnik Lexan
- Kierownica Lexan
- Korpus ssawny Mosiądz CC761S (MK80)
- Korpus tłoczny Mosiądz CC761S (MK80)

- Korpus środkowy	Stal kwasoodporna AISI 304 (1.4301)
- Taśmy łączące	Stal kwasoodporna AISI 304 (1.4301)
- Korpus łożyskowy	Mosiądz CC761S (MK80)
- Zawór zwrotny	Mosiądz CC761S (MK80)
- Korpus zaworu	Mosiądz CC761S (MK80)
- Osłona przeciwpiaškowa	Mosiądz CC761S (MK80)
- Blacha sitowa	Stal kwasoodporna AISI 304 (1.4301)
- Osłona kabla	Stal kwasoodporna AISI 304 (1.4301)
- Łożyska	guma/stal nierdzewna
- Połączenie	Przyłącze gwintowane G 3 "

Wypośaenie:

- Silnik na napięciu 3x400V / 50Hz. Przyłącze NEMA 6". Silnik wypełniony mieszaniną wody i glikolu.
- Uszczelnienie wału silnika: węglík krzemu / ceramika.
- Łożyska o profilu ośmiokątnym z odrzutnikami przeciwpiaškowymi.
- Korpus ssawny pompy wyposażony w blachę sitową.

Pompa:

- osłony przeciwpiaškowe łożysk ślizgowych pompy,
- zintegrowany zawór zwrotny z możliwością jego powieszenia /zablokowania w pozycji otwartej,
- wirniki z lexanu,
- możliwość pompowania wody z ilością piasku rzędu 100 g/ m3,
- pompa wyposażona w płaszczy przyspieszający,

Silnik:

- silnik przewajany,
- łożysko wzdłużne wielosegmentowe, wahlwe,
- silnik wypełniony mieszaniną wody i glikolu (zabezpieczenie przed zamarznięciem w warunkach transportu i magazynowania),

Wydajność pomp głębinowych należy doregulować do wymagań technologicznych przez zastosowanie i regulację falownikiem według wytycznych branży elektrycznej i AKPiA.

Obudowy studzien głębinowych

Obudowy zewnętrzne studzien stanowiąc będą kompletne obudowy naziemne o parametrach przedstawionych poniżej:

- kompletna obudowa naziemna, z podstawą,
- wykonana z tworzywa sztucznego w kolorze białym (powierzchnia obudowy nie może być pokryta farbami),
- kopuła górna i podstawa obudowy wypełniona kompozytem o zwiększonej współczynnika odporności cieplnej,
- grubość izolacji termicznej min. 70mm,
- górna kopuła wypukła ze spadkami na 2 dłuższe boki nie powodująca zalegania wody i śniegu

- armatura, elementy wyposażenia, zamek obudowy, zawiasy, śruby, nakrętki, podkładki, wewnętrzne ograniczniki kąta otwarcia obudowy wykonane ze stali odpornej na korozję - X5CrNi18-10 (1.4301, AISI 304) zgodne z PN-EN10088 – 1,
- otulina ocieplająca przyłączy wodociągowe o grubości min. 100mm, o chłonięciu wilgoci 3%
- rozstaw osi między głowicą, a podejściem wodociągowym 625mm,
- ogrzewanie radiatorowe o mocy min. 250W z automatycznym ogranicznikiem temperatury,
- uchwyt do podnoszenia obudowy,
- odbojniki zabezpieczające przed uszkodzeniem przy niekontrolowanym opuszczeniu kopuły,
- podwójne zabezpieczenie obudowy przed niepowołanym otwarciem, wraz z czujnikiem aktywującym alarm,
- zawiasy wspomagane sprężynami gazowymi o mocy 1400N,
- układ grzewczy ze skrzynką elektryczną i przyłączem elektrycznym 5 x 35mm²
- oświetlenie ledowe,
- atest higieniczny Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego PZH oraz certyfikat CE

Wyposażenie wewnątrz obudowy:

- głowica studni wykonana ze stali nierdzewnej gatunku AISI 316/316L z kołnierzem obrotowym u góry głowicy, głowica studni z króćcem do pompy głębinowej oraz przejściem DN32 dla osadzenia sondy hydrostatycznej, czujnika konduktometrycznego oraz awaryjnego,
- orurowanie wewnątrz obudowy o średnicy DN 80 (studnia nr 2) lub DN 100 (studnia nr 3 i 4) ,
- rurociągi wznosne, wykonane ze stali nierdzewnej w gatunku AISI 316/316 L, łączone kołnierzowo (poszczególne odcinki zgodnie z tabelą 7),
- rura osłonowa DN32 do montażu sondy hydrostatycznej wewnątrz studni, rura sprowadzona od poziomu głowicy do głębokości zawieszenia pompy w studni,
- wypływ wodny DN 50 z zaworem odcinającym i złączem strażackim GZ 52 do odpompowania studni,
- przepustnica międzykołnierzowa z przekładnią ręczną i zawór zwrotny międzykołnierzowy o średnicach DN 80 lub DN 100 (w zależności od studni),
- przepływomierz elektromagnetyczny z przesyłem danych drogą kablową przystosowany do wody surowej (o podwyższonej twardości) o średnicy DN 80 lub DN 100,
- kurek probierczy ze stali nierdzewnej o średnicy G ½”,
- czujniki ciśnienia z manometrem do pomiaru ciśnienia tłoczenia wody,
- dodatkowo rurociąg tłoczny za pierwszym kołnierzem od strony pompy wyposażony zostanie w urządzenie centrujące ze stali nierdzewnej,

Istniejące rury osłonowe studzien zostaną przedłużone do poziomu terenu poprzez dopasowanie odpowiedniego odcinka (długości ok. 1 ÷ 2 m). Istniejące obudowy należy zasypać piaskiem (uprzednio częściowo zdemontować) i zagęścić, a następnie wykonać obetonowanie rury osłonowej, zakończonej głowicą, monolityczne z płytą, na której zostanie wykonana obudowa – zgodnie z wytycznymi producenta obudów oraz ze sztuką budowlaną. Wyniesiona rura będzie zwieńczona obudową. Wokół należy wykonać utwardzenie z kostki betonowej wraz z wykończeniem krawężnikami (zgodnie ze sztuką budowlaną i wytycznymi w zakresie zagospodarowania terenu).

Wytyczne dla automatyki i sterowania:

- sonda hydrostatyczna do pomiaru zwierciadła dynamicznego i statycznego wraz z przesyłem danych drogą kablową oraz ich wizualizacją w centralnej dyspozytorni,
- przepływomierz wraz z przesyłem danych drogą kablową oraz ich wizualizacją,
- pomiar natężenia i napięcia pobieranego przez pompę,
- pomiar ciśnienia tłoczenia wody surowej wraz z przesyłem danych i ich wizualizacją,
- dodatkowe (oprócz sondy hydrostatycznej) zabezpieczenie przed suchobiegiem,
- sygnalizacja otwarcia obudowy studni,

- pomiar temperatury wewnątrz obudowy studni,
- czujnik zalania (rozszerzenia) obudowy studni
- licznik czasu pracy pompy.

Sterowanie pracą studni:

- zdalne załączanie studni na podstawie poziomów wody w zbiorniku retencyjnym,
- ręcznie z SUW – przez operatora Stacji: praca w trzech trybach 1, 0, A,

Realizowane algorytmy w sterowaniu pracą pomp głębinowych:

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

Powyższe algorytmy stanowią podstawę dla projektu branży automatycznej i elektrycznej.

Woda surowa z poszczególnych studzien tłoczona będzie do budynku SUW nowym systemem rurociągów, zgodnie z wytycznymi określonymi na PZT.

Przewiduje się 2 oddzielne wejścia wody surowej do budynku SUW: woda z ujęcia Lipno (rurociąg DN 100) oraz woda z ujęcia Smyczyna (rurociąg DN 200, wyprowadzony z budynku i zaślepiony do czasu wykonania rurociągu przesyłowego z planowanego ujęcia Smyczyna). Oba strumienie mieszane będą we wspólnym kolektorze i kierowane na układ napowietrzania zgodnie z rysunkami technicznymi.

Na rurociągach wody surowej z obu ujęć przewiduje się montaż przepustnic odcinających (DN 100 lub DN 200 w zależności od rurociągu) oraz kurków probierczych 1/2” przystosowanych do poboru prób do badań mikrobiologicznych (oddzielnie na rurociągach wody z ujęć Lipno i Smyczyna oraz na wodzie zmieszanej).

Na wspólnym kolektorze wody surowej projektuje się także przepływomierz elektromagnetyczny DN200 do pomiaru zbiorczego strumienia wody z obu ujęć oraz króciec odwadniający DN 50 wyposażony w zasuwę kołnierзовą DN50 z napędem ręcznym oraz złączem strażackim pod wąż.

Zawór bezpieczeństwa

Z uwagi na maksymalne wysokości podnoszenia dobranych pomp głębinowych oraz dopuszczalne ciśnienia urządzeń i instalacji, układ technologiczny należy zabezpieczyć przed nadmiernym wzrostem ciśnienia poprzez zastosowanie na rurociągu wody surowej pełnoskokowego, sprężynowego zaworu bezpieczeństwa.

Zawór bezpieczeństwa dobrano w oparciu o następujące dane wyjściowe:

- ciśnienie początku otwarcia: $p_{po} = 6 \text{ bar}$,
- temperatura zrzutowa: $t = 10 \text{ stop. C}$,
- współczynnik przyrostu ciśnienia: $b_1 = 10 \%$,
- współczynnik wypływu: $K_{dr} = 0,5$,
- przeciwcisnienie: $p_b = 1 \text{ bar}$,
- gęstość czynnika przy parametrach zrzutowych: $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$,
- wydajność: $20 \text{ m}^3/\text{h}$,
- wymagana przepustowość zaworu: min. 20000 kg/h ,

- objętość właściwa cieczy przy parametrach zrzutowych: $v = 0,001 \text{ m}^3/\text{kg}$,
- współczynnik korekcyjny lepkości: $K_v = 1$,
- lepkość dynamiczna: $\mu = 0,00089 \text{ Pa}\cdot\text{s}$,
- ciśnienie zrzutowe: $p_0 = 7,6 \text{ bar}$.

Obliczeniowy przekrój kanału dopływowego wynosi:

$$A_0 = 305,82 \text{ mm}^2.$$

Przyjęto zawór bezpieczeństwa pełnoskokowy, sprężynowy, z dzwonem wspomagającym, kątowy, kołnierzowy, z membraną i uszczelnieniem miękkim o przekroju kanału dopływowego $A_d = 491 \text{ mm}^2$, średnicy montażowej DN 32, średnicy wylotowej DN 50 i przelocie siedliska $d_0 = 25 \text{ mm}$. Owiercenie zaworu PN 16.

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

UWAGA! Przedstawione obliczenia należy bezwzględnie zweryfikować w oparciu o rzeczywiste parametry przyjętych, nowych pomp głębinowych!

UWAGA! Dobór zaworu bezpieczeństwa należy bezwzględnie zweryfikować po docelowym przyłączeniu wody surowej z ujęcia Smyczyna!

2.4. Napowietrzanie wody

Ujmowana woda surowa (po zmieszaniu) kierowana będzie na układ napowietrzania ciśnieniowego rurociągiem o średnicy DN 200 wykonanym ze stali nierdzewnej w gatunku AISI 316/316L. Na rurociągu, w miejscu wskazanym na rysunkach technicznych zamontowany zostanie kurek probierczy o średnicy 1/2" do poboru prób zmieszanej wody surowej.

Napowietrzanie wody surowej odbywać się będzie w aeratorach ciśnieniowych o takiej konstrukcji, która zapewni możliwie największą powierzchnię kontaktu powietrza z wodą oraz optymalne warunki jednoczesnego mieszania napowietrzanej wody. Aeratory do napowietrzania ciśnieniowego są zbiornikami ciśnieniowymi, w których odkwaszana woda kontaktuje się ze sprężonym powietrzem. Minimalny czas kontaktu wody z powietrzem wewnątrz aeratora powinien mieścić się w zakresie $t = 120 \div 180 \text{ s}$. Dla docelowej wydajności SUW objętość mieszaczy wyniesie zatem:

$$V = [150 \cdot (120 \div 180)] / 3600 = 5,0 \div 7,5 \text{ m}^3$$

Dobrano aerator statyczny o następujących parametrach technicznych:

- Ilość: 2 szt.
- Średnica nominalna: 1800 mm,
- Pojemność: $5,50 \text{ m}^3$,
- Wysokość całkowita: ok. 3100 mm,
- Dopuszczalne ciśnienie: 6,0 bar,
- Dopuszczalna temp. wody: 50°C ,
- Przyłącza wody: DN 150,
- Przyłącza powietrza: G 1",
- Odpowietrzenie: G 1",
- Ilość dysz wewnątrz aeratora: min. 12 szt.
- Wykonanie: stal węglowa, z zabezpieczeniem antykorozyjnym wewnątrz i na zewnątrz.

Rzeczywisty czas przetrzymania w projektowanym układzie napowietrzania wyniesie:

$$t = (2 * 5,50 * 3600) / 150 = 264 \text{ s}$$

Średnica rurociągu doprowadzającego wodę do aeratora:

$$D = [(4 * (150 / 2)) / (\pi * 1,0 * 3600)]^{0,5} = 162,9 \text{ mm}$$

Przyjęto rurociąg o średnicy DN150 (zew. 168,3mm, gr. ścianki 2,0mm, wew. 164,3mm).

Woda surowa wprowadzana będzie od góry aeratora, a na rurociągach wody surowej doprowadzającej wodę do aeratorów zamontowane zostaną:

- przepustnice międzykołnierzowe DN150 z napędem ręcznym,
- odpowietrzenia ręczne i automatyczne o średnicy G1" z zaworami kulowymi G1" z napędem ręcznym - odpływ wody z odpowietrzenia odprowadzić rurociągami stalowymi, skręcanymi na gwint, do rurociągów spustu zerowego z aeratorów (lub bezpośrednio kanału odwadniającego).

Aerator wyposażony zostanie w spust zerowy wody (wpięty w rurociąg wody napowietrzanej) realizowany przy użyciu przewodu o średnicy DN 50 z przepustnicą międzykołnierzową DN 50 z napędem ręcznym. Odpływ wody z rurociągów spustowych należy odprowadzić do kanału odwadniającego.

Ponadto przewiduje się spięcia hydrauliczne, pozwalające na przekierowanie wody surowej zarówno od góry, jak i od dołu aeratora.

Przed aeratorami, na zbiorczym kolektorze wody surowej zamontowane zostaną rurowe mieszacze statyczne, wspomagające proces mieszania i napowietrzania wody. Parametry urządzenia:

- Ilość: 2 szt.,
- Średnica nominalna: DN 100,
- Długość mieszacza: ok. 1127 mm,
- Przyłącze powietrza: G 1",
- Wykonanie: stal nierdzewna AISI 316/316L,
- Montowany kołnierzowo, wyposażony w 2 manometry z zaworami kulowymi.

Uwaga!

W etapie I przewiduje się montaż ww. urządzeń w następujących punktach układu technologicznego (zgodnie z rysunkami technicznymi):

- Mieszacz 1: na rurociągu wody surowej (zmieszanej) przed aeratorami centralnymi,
- Mieszacz 2: na rurociągu wody przefiltrowanej po I st. filtracji (napowietrzanie II stopnia).

W etapie II (po przejściu na układ filtracji jednostopniowej), przewiduje się przełożenie Mieszacza 2 na rurociąg wody surowej zgodnie z rysunkami technicznymi.

Powietrze do aeratorów i mieszaczy statycznych doprowadzane będzie z wężła sprężonego powietrza, z wykorzystaniem przewodów stalowych o średnicy G1" skręcanych na gwint.

Ilość powietrza kierowana do napowietrzania wyniesie ok. 10-20% objętości uzdatnianej wody. Dla maksymalnej wydajności SUW wyniesie ona zatem:

$$Q_p = (0,1-0,2) * 150 = 15,0 - 30 \text{ m}^3/\text{h}$$

Do celów napowietrzania wody oraz zasilania napędów pneumatycznych zostanie wykorzystana sprężarka o następujących parametrach technicznych:

- Ilość: 2 szt. (1 pracująca i 1 rezerwowa),
- Typ: spiralna, bezolejowa, przystosowana do pracy ciągłej
- Nadciśnienie robocze: do 10 bar,
- Wydajność przy nadciśnieniu roboczym: $0,35 \text{ m}^3/\text{min.} = 21,0 \text{ m}^3/\text{h}$,
- Moc znamionowa silnika: do 4,0 kW,
- Pojemność zbiornika: min. 270 L,
- Przyłącze pneumatyczne: G 1/2",
- Przyłącze elektryczne: 400V / 3 / 50 Hz
- Wyposażenie: obudowa dźwiękochłonna, zabudowana na zbiorniku sprężonego powietrza, komplet filtrów i przyłączy, opomiarowanie układu.

Powietrze ze sprężarek kierowane będzie do węzła rozdzielczego sprężonego powietrza przewodami elastycznymi o średnicy G 1/2". Następnie oddzielnymi rurociągami stalowymi, skręcanymi na gwint o średnicy G 1" doprowadzone zostaną do aeratorów i mieszaczy statycznych. Na każdej nitce zamontowany zostanie reduktor ciśnienia, rotametr oraz zawory kulowe do regulacji strumienia powietrza. W układzie należy utrzymywać ciśnienie powietrza min. 1,0 atm. wyższe niż ciśnienie wody. Wstępnie zakłada się, że ciśnienie powietrza będzie wynosiło za reduktorem 4,0 atm. Wartość tę należy zweryfikować na etapie realizacji inwestycji.

Wstępnie dobrano następujące rotametry do pomiaru ilości powietrza:

- Ilość: 4 szt.,
- Ciśnienie pracy: 4,0 bar,
- Wydajność: $0,7 \div 7,0 \text{ Nm}^3/\text{h}$,
- Przyłącze: G 1"
- Długość: 400 mm.

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

Ponadto z projektowanego węzła sprężarkowego należy zasilić napędy pneumatyczne sterujące pracą filtrów ciśnieniowych. Powietrze kierowane do napędów należy uprzednio przygotować (filtracja, osuszanie) zgodnie z wytycznymi producenta napędów pneumatycznych.

Woda napowietrzona po aeratorze odpływać będzie rurociągiem DN 150 ze stali nierdzewnej AISI 316/316L do wspólnego kolektora o średnicy DN 200, zgodnie z rysunkami technicznymi. Na wspólnym kolektorze należy zamontować automatyczny zawór odpowietrzający z zaworem kulowym.

Na rurociągach wody napowietrzanej odprowadzającej wodę z aeratorów przewidziano:

- przepustnice międzykołnierzowe DN150 z napędem ręcznym,
- manometr do pomiaru ciśnienia,
- kurki probiercze 1/2" przystosowane do poboru prób do badań mikrobiologicznych.

Opomiarowanie układu napowietrzania:

- pomiar ciśnienia wody surowej (na zbiorczym rurociągu wody surowej) – czujnik ciśnienia z manometrem (1 szt.),
- pomiar ciśnienia wody surowej - straty na mieszaczu statycznym – manometry w komplecie z mieszaczami statycznymi (4 szt.),
- pomiar ciśnienia wody napowietrzanej – manometry na rurociągach wody napowietrzanej z każdego aeratora (2 szt),

- pomiar ciśnienia wody napowietrzonej (równy pomiarowi ciśnienia wody przed filtracją) na zbiorczym rurociągu wody napowietrzonej – czujnik ciśnienia z manometrem (1 szt.),
- pomiar przepływu sprężonego powietrza do napowietrzania (rotametry, 4 szt.)

Wytyczne dla automatyki i sterowania:

- otwarcie elektrozaworów na węźle sprężonego powietrza przy załączeniu pomp głębinowych,
- wyłączanie pomp po osiągnięciu nadmiernego ciśnienia wskazanego przez czujnik ciśnienia,
- alarm w przypadku stwierdzenia spadku ciśnienia na węźle sprężonego powietrza,
- stan i czas pracy poszczególnych sprężarek.

2.5. Filtracja wody

Natleniona woda kierowana będzie rurociągiem stalowym DN 200 na układ filtracji ciśnieniowej, którego zadaniem będzie zatrzymanie związków żelaza, manganu, jonu amonowego, a także redukcja barwy i mętności.

Zgodnie z założeniami ogólnymi do projektu, w zakresie układu filtracji przewiduje się realizację prac w 2 etapach:

- etap I – filtracja w układzie dwustopniowym z międzystopniowym napowietrzaniem ciśnieniowym; woda tylko z ujęcia Lipno w ilości ok. 30 m³/h
- etap II – filtracja w układzie jednostopniowym; woda zmieszana z ujęć Lipno i Smyczyna w ilości ok. 150 m³/h

Przyjęto, że układ filtracji złożony będzie z 6 szt. filtrów ciśnieniowych, każdy o średnicy 2400mm i powierzchni filtracyjnej 4,52 m². Prędkości filtracji dla poszczególnych etapów wyniosą:

ETAP I $V_{f-EI} = 30 / 4,52 = 6,6 \text{ m/h}$.

ETAP II $V_{f-EII} = 150 / (6 \cdot 4,52) = 5,5 \text{ m/h}$.

W zakresie doboru złożeń filtracyjnych przyjęto (od dołu filtra):

ETAP I

A. Filtr I stopnia (1 szt.):

- warstwę podtrzymującą I (piasek kwarcowy) o uziarnieniu 4,0 ÷ 8,0mm o wysokości **0,10 m**
- warstwę podtrzymującą II (piasek kwarcowy) o uziarnieniu 2,0 ÷ 4,0mm o wysokości **0,10 m**
- warstwę złoża keramzytowego o uziarnieniu 0,8 ÷ 1,6 mm i wysokości równej **1,90 m**

B. Filtr II stopnia (1 szt.):

- warstwę podtrzymującą I (piasek kwarcowy) o uziarnieniu 4,0 ÷ 8,0mm o wysokości **0,10 m**
- warstwę podtrzymującą II (piasek kwarcowy) o uziarnieniu 2,0 ÷ 4,0mm o wysokości **0,10 m**
- warstwę złoża katalitycznego o uziarnieniu 1 ÷ 3 mm, równą **0,50 m**
- warstwę złoża keramzytowego o uziarnieniu 0,8 ÷ 1,6 mm i wysokości równej **1,40 m**

ETAP II (6 szt.)

- warstwę podtrzymującą I (piasek kwarcowy) o uziarnieniu 4,0 ÷ 8,0mm o wysokości **0,10 m**
- warstwę podtrzymującą II (piasek kwarcowy) o uziarnieniu 2,0 ÷ 4,0mm o wysokości **0,10 m**

- warstwę złoża katalitycznego o uziarnieniu $1 \div 3$ mm, równą **0,50 m**
- warstwę złoża keramzytowego o uziarnieniu $0,8 \div 1,6$ mm i wysokości równej **1,40 m**

Całkowita wysokość złoża w filtrze wyniesie zatem: **2,10 m**.

Parametry dobranych złóż filtracyjnych

Keramzyt – warstwa filtracyjna:

- rodzaj materiału: ekspandowana glina, kruszywo łamane,
- gęstość właściwa: 1700 kg/m^3 ,
- gęstość nasypowa: 850 kg/m^3 ,
- podstawowy związek tworzący złożo: SiO_2
- uziarnienie: $0,8 - 1,6$ mm
- zawartość podziarnia i nadziarnia w złożu nie powinna być większa niż 5 % (suma).

Złożo katalityczne – warstwa filtracyjna:

- gęstość właściwa: 4100 kg/m^3 ,
- gęstość nasypowa: 2100 kg/m^3 ,
- zawartość dwutlenku manganu: min. 82 %,
- zawartość żelaza (jako tlenek żelaza): 3,2 %,
- zalecane odczyn pracy: $6,5 \div 9,0$ pH,
- opakowanie: 25/50 kg,
- uziarnienie: $1,0 - 3,0$ mm
- zawartość podziarnia i nadziarnia w złożu nie powinna być większa niż 5 % (suma).

Złożo kwarcowe – warstwa podtrzymująca

- gęstość właściwa: 2600 kg/m^3 ,
- gęstość nasypowa: 1600 kg/m^3 ,
- podstawowy związek tworzący złożo: SiO_2
- uziarnienie: $2,0 - 4,0$ mm lub $4,0 - 8,0$ mm (w zależności od warstwy)
- zawartość podziarnia i nadziarnia w złożu nie powinna być większa niż 5 % (suma).

Ponadto:

- wraz z materiałem filtracyjnym należy dostarczyć deklaracje zgodności, kartę charakterystyki materiałów, atesty PZH, krzywą przesiewu,
- materiał powinien być suchy, zapakowany w worki z kartą informacyjną na każdym worku, z nazwą dostawcy, uziarnieniem materiału filtracyjnego,
- w przypadku złoża katalitycznego należy dodatkowo dostarczyć deklarację producenta co do ilości dwutlenku manganu, jaką zawiera złożo,
- dodatkowo należy dostarczyć oddzielnie próbkę materiału, przechowywaną przez cały okres budowy i rozruchu SUW,
- warstwę podtrzymującą należy zasypywać ręcznie. Złożo zasypywać na mokro, zalewając wodą i wyrównując poziom złoża filtracyjnego względem podanych założeń. Po zasypaniu każdej z warstw filtracyjnych należy je wypłukać oraz zdezynfekować, zgodnie z procedurami obowiązującymi w Zakładzie,
- **UWAGA! Wykonawca jest zobowiązany do pozostawienia z zasypu każdego filtra 1,0 L każdej zastosowanej warstwy filtracyjnej i przekazania jej Zamawiającemu!**

Dane techniczne dobranych filtrów ciśnieniowych:

- ilość: 6 szt.,
- średnica nominalna: 2400 mm,
- powierzchnia jednostkowa: $4,52 \text{ m}^2$,

- wysokość części płaszczowej: min. 2500 mm
- wysokość całkowita: ok. 4660 mm,
- włazy rewizyjne:
 - zasypowy, górny: 320/420 mm,
 - boczny: DN 400 – na windzie,
 - dolny: DN 400 – na zawiasach,
- średnica króćców wody: DN 200,
- średnica króćca powietrza: DN 100,
- odpowietrzenie: G 1",
- wlot wody surowej: w płaszczu, na wys. ok. 3780 mm,
- wylot wody uzdatnionej: w osi, na wys. ok. 600 mm,
- wykonanie materiałowe: stal niskowęglowa, atestowana,
- dopuszczalne ciśnienie pracy: 6,0 bar,
- dopuszczalna temp. wody: 50°C,
- dno drenażowe: płaskie, grzybkowe – grzybki z długą nóżką, ze szczeliną podłużną, pozwalającą równomiernie rozprowadzić medium płuczące po całym dnie drenażowym; nie dopuszcza się zmian na inny typ konstrukcji dna drenażowego (optymalnie – wzmacniane), dysze z tworzywa sztucznego (PP) ze szczeliną filtracyjną o szerokości $s = 0,5$ mm. UWAGA! Ilość grzybków winna zapewniać odpowiednie warunki płukania filtrów (nie niższa niż 60 sztuk na m^2), zaś powierzchnia sumaryczna szczelin powinna umożliwiać płukanie wodą przy oporach hydraulicznych nie większych niż $0,5 - 1,0$ mH_2O ,
- filtr zabezpieczony antykorozyjnie od wewnątrz żywicą poliestrową z atestem PZH na kontakt z wodą pitną, na zewnątrz uniwersalną farbą do ochrony czasowej,
- filtr z zabezpieczeniem farbą chlorokauczukową lub poliwinylową w kolorze niebieskim lub białym,
- podpory pod dennicą filtra – rozstaw i wielkość zgodnie z wytycznymi producenta urządzenia.

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

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

$$D = [(4 * 25,0)/(\pi * 3600 * 1,0)]^{0,5} = 94,0 \text{ mm} - \text{dobrano DN 80.}$$

Dobrano rurociąg o średnicy DN 80 (88,9x2,0mm) wykonany ze stali nierdzewnej w gatunku AISI 316/316L.

Dopływ wody do płukania i odpływ popłuczyn

$$D = [(4 * 240)/(\pi * 3600 * 2,0)]^{0,5} = 206,0 \text{ mm} - \text{dobrano DN 200.}$$

Dobrano rurociąg o średnicy DN 200 (219,1x2,0mm) wykonany ze stali nierdzewnej w gatunku AISI 316/316L.

Dopływ powietrza do płukania:

$$D = [(4 * 240)/(\pi * 3600 * 10)]^{0,5} = 92 \text{ mm} - \text{dobrano DN 100}$$

Dobrano rurociąg o średnicy DN 100 (114,3x2,0mm) wykonany ze stali nierdzewnej w gatunku AISI

316/316L.

Orurowanie pojedynczego filtra stanowić będą:

- rurociąg doprowadzający wodę napowietrzoną o średnicy DN 80 (88,9x2,0mm), PN10,
- rurociąg odprowadzający wodę uzdatnioną o średnicy DN 80 (88,9x2,0mm), PN10,
- rurociąg doprowadzający wodę do płukania o średnicy DN 200 (219,1x2,0mm), PN10,
- rurociąg doprowadzający powietrze do płukania o średnicy DN 100 (114,3x2,0mm), PN10,
- rurociąg odprowadzający popłuczyny o średnicy DN 200 (219,1x2,0mm), PN10,
- spust pierwszego filtratu o średnicy DN 80 (88,9x2,0mm), PN10,
- rurociąg odpowietrzający (ręczne odpowietrzenie filtrów) o średnicy G 1”,
- rurociąg spustu zerowego z filtra o średnicy DN 50 (60,3x2,0mm), PN10.

Poszczególne odcinki orurowania międzyfiltrowego wody surowej i uzdatnionej należy stopniować (zmieniać ich średnice) w miejscu wskazanym na rysunkach.

Dla etapu II przewiduje się następujące średnice rurociągów zbiorczych:

- dopływ wody do filtracji:
 - na 6 filtrów – DN 200
 - na 5 filtrów – DN 200
 - na 4 filtry – DN 200
 - na 3 filtry – DN 150
 - na 2 filtry – DN 125
- odpływ wody przefiltrowanej:
 - z 2 filtrów – DN 125
 - z 3 filtrów – DN 150
 - z 4 filtrów – DN 200
 - z 5 filtrów – DN 200
 - z 6 filtrów – DN 200

W etapie I, instalacje technologiczne należy przygotować w sposób umożliwiający realizację prac w etapie II z zachowaniem ciągłości dostaw wody do odbiorców. Etapowanie prac instalacyjnych w zakresie układu filtracji przedstawiono na rysunkach technicznych załączonych do opracowania.

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

- rurociąg doprowadzający wodę do filtracji: przepustnica z dyskiem ze stali nierdzewnej, międzykołnierzowa o średnicy DN 80 z napędem **pneumatycznym** dwustronnego działania (**tryb zamknij/otwórz**), z czasem zamykania i otwierania ok. 2 ÷ 5 sek.,
- rurociąg odprowadzający wodę przefiltrowaną: przepustnica z dyskiem ze stali nierdzewnej, międzykołnierzowa o średnicy DN 80 z napędem **regulacyjnym (pneumatycznym lub elektrycznym)**, przepływomierz elektromagnetyczny DN 80 (z przesyłem danych drogą kablową i wizualizacją), przepustnica międzykołnierzowa DN 80 z przekładnią **ręczną** ślimakową, kurek probierczy 1/2",
- rurociąg doprowadzający wodę do płukania: przepustnica z dyskiem ze stali nierdzewnej, międzykołnierzowa o średnicy DN 200 z napędem **pneumatycznym** dwustronnego działania (**tryb zamknij/otwórz**), z czasem zamykania i otwierania ok. 2 ÷ 5 sek.,
- rurociąg odprowadzający popłuczyny: przepustnica z dyskiem ze stali nierdzewnej, międzykołnierzowa DN 200 z napędem **pneumatycznym** dwustronnego działania (**tryb zamknij/otwórz**), z czasem zamykania i otwierania ok. 2 ÷ 5 sek.,
- rurociąg spustu I filtratu: przepustnica międzykołnierzowa DN 80 z napędem **pneumatycznym** dwustronnego działania (**tryb zamknij/otwórz**), z czasem zamykania i otwierania ok. 2 ÷ 5 sek., przepustnica międzykołnierzowa DN 80 z przekładnią **ręczną** ślimakową,
- rurociąg doprowadzający powietrze do płukania: przepustnica międzykołnierzowa DN 100 z napędem **pneumatycznym** dwustronnego działania (**tryb zamknij/otwórz**), z czasem

- zamykania i otwierania ok. 2 ÷ 5 sek. i zawór zwrotny kulowy DN 100,
- rurociąg spustu zerowego: przepustnica międzykołnierzowa DN 50 z przekładnią **ręczną** ślimakową.

Napędy oraz samo sterowanie powinny zostać dobrane w ten sposób, by nie następowało ich przesterowywanie w stanach awaryjnych – tj. np. w przypadku braku (lub powrocie) zasilania czy też obniżeniu ciśnienia powietrza zasilającego układ napędowy.

Napędy pneumatyczne winny być wyposażone w system kontroli skrajnych położeń napędu (potwierdzenie otwarcia/zamknięcia przepustnicy za pomocą wyłączników krańcowych).

Dodatkowe wyposażenie filtra stanowić będzie odpowietrzenie ręczne, które będzie uchylane w razie konieczności oraz kontrolnie w celu sprawdzenia stopnia zapowietrzenia filtrów. Odpowietrzenie ręczne stanowić będzie rurociąg ze stali nierdzewnej o średnicy G 1” z zamontowanym zaworem kulowym o średnicy G 1”. Rurociągi odpowietrzające należy sprowadzić do rurociągu spustu zerowego (z przerwą powietrzną i lejkiem zbiorczym) lub bezpośrednio do istniejącego kanału wód popłucznych i spustowych.

Niezależnie od odpowietrzenia ręcznego należy zamontować odpowietrzniki automatyczne – w postaci zaworów odpowietrzająco – napowietrzających (umożliwiających zasysanie powietrza przy spuszczeniu wody znad złoza w pierwszej fazie płukania filtra). Przewiduje się montaż zaworów napowietrzająco – odpowietrzających o następujących parametrach:

- średnica przyłączeniowa: min. G 1”
- obudowa: stal szlachetna 316,
- części wewnętrzne: stal szlachetna 316,
- pływak: stal szlachetna 316,
- siedzisko: FPM,
- uszczelnienie: EPDM.

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

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

Wariantowo dopuszcza się instalację poboru prób do analizy:

- wszystkie miejsca, z których pobierane będą próby do analizy, wyprowadzić przewodami o średnicy ½” do jednego wspólnego miejsca probierczego, zlokalizowanego na ścianie filtrowni, na której zostanie zamontowany również zlew,
- wyprowadzenie rurkami o średnicy ½” zakończonymi kurkami probierczymi o średnicy ½” do wymienionego zlewu.

W ten sposób należy podłączyć przede wszystkim:

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

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

Uwaga!

W etapie I realizacji prac, w odniesieniu do układu filtracji przewiduje się:

- montaż 6 szt. filtrów ciśnieniowych,
- zasyp 2 szt. filtrów ciśnieniowych (zgodnie z podanym wcześniej schematem zasypowym),

- pozostałe filtry odpowiednio zabezpieczyć,
- montaż orurowania w zakresie 2 filtrów ciśnieniowych,
- przygotowanie instalacji technologicznych do dalszej rozbudowy – etap II.

W etapie II realizacji prac, przewiduje się:

- zasyp 4 pozostałych filtrów ciśnieniowych ((zgodnie ze schematem zasypowym)
- częściową wymianę złoża w filtrze 1 (zasyp warstwy złoża katalitycznego),
- montaż orurowania w zakresie 4 filtrów ciśnieniowych.

Opomiarowanie filtrów w trakcie pracy oraz sterowanie filtrów

Przewiduje się następujące opomiarowanie układu filtracji (układ docelowy w etapie II):

- przepływu wody uzdatnionej po każdym filtrze – przepływomierz elektromagnetyczny DN 80 z przesylem i wizualizacją danych w Centralnej Dyspozytorii (6 szt.),
- ciśnienia wody – czujnik ciśnienia z manometrem zamontowany na wspólnych rurociągach wody przed filtracją i po filtracji (wspólny pomiar przed wszystkimi filtrami po wszystkich filtrach) (2 szt.),
- mętności wody uzdatnionej kierowanej do zbiorników retencyjnych (1 szt.),
- stężenia tlenu w wodzie uzdatnionej kierowanej do zbiorników retencyjnych (1 szt.).

Dodatkowe parametry mierzone w trakcie pracy filtrów:

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

Odczyt przepływu będzie widniał na tablicy skrzynki, sterującej przepustnicami, montowanej tuż przy filtrach.

Pomiar ciśnienia wody w układzie filtracji

Ze względu na fakt, że projektowany układ filtrów stanowi zestaw pracujący równolegle (w etapie II), pomiar ciśnienia ograniczony zostanie do punktu przed i po filtracji. Do pomiaru ciśnienia wykorzystane zostaną następujące czujniki:

- ilość: 2 szt.
- zakres pomiarowy: 0 ÷ 6 atm.,
- wyjście prądowe: 4 ÷ 20 mA,
- przyłącze technologiczne: 1/2”.

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

Sterowanie pracą filtrów

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

Sterowanie poszczególnymi przepustnicami

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

- automatycznie: zgodnie z programem sterowania pracą filtrów i ich płukaniem,
- ręcznie: z wysp zaworowych/skrzynek sterowniczych, w sytuacji awaryjnej związanej z

indywidualną pracą każdego z filtrów ciśnieniowych, zlokalizowanych tuż przy każdym filtrze ciśnieniowym.

Przejście na płukanie ręczne odbywać się będzie tylko na SUW.

Każda z przepustnic musi mieć możliwość sterowania ręcznego i automatycznego. Nastawa sposobu pracy przepustnicy – na wyspach zaworowych/skrzynkach sterujących, zlokalizowanych bezpośrednio przy każdym z filtrów ciśnieniowych. Na skrzynkach znajdzie się również odczyt przepływomierza, umożliwiający bezpośrednią nastawę filtrów (zgodnie z przedstawionymi wcześniej informacjami).

UWAGA!

Na etapie opracowania projektu realizacyjnego automatyzacji SUW przez Wykonawcę należy dobrać napędy i sposób ich sterowania, przy założeniu, że napędy nie powinny zmieniać położenia przepustnic w sytuacji spadku ciśnienia (napędy pneumatyczne) czy też zasilania elektrycznego SUW. Ponadto napędy pneumatyczne winny być wyposażone w system kontroli skrajnych położenia napędu (potwierdzenie otwarcia/zamknięcia przepustnicy za pomocą wyłączników krańcowych).

Płukanie filtrów

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

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

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

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

Parametrem technologicznym, limitującym długość cyklu filtracyjnego będzie:

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

Do wyznaczenia długości cyklu filtracji wykorzystano następujące dane:

- pojemność masowa złoża keramzytowego: ok. 2200 g/m²,
- zawartość żelaza w wodzie surowej: do 3,0 mgFe/L,
- powierzchnia filtra: 4,52 m²

$$V = (2200 * 4,52) / (3,0 * 1,9) = \text{ok. } 1\,740 \text{ m}^3$$

Wyznaczona objętość wody jest bezpośrednią wytyczną inicjującą lub wspomagającą inicjację ręczną procesu płukania filtra. Objętość ta będzie stanowiła podstawę do podjęcia decyzji o płukaniu filtra. Powyższe założenia należy zweryfikować na etapie rozruchu i eksploatacji SUW.

Przy założeniu pracy SUW z dobową produkcją na poziomie ok. 2000 - 2600 m³/d (w układzie docelowym), długość cyklu filtracyjnego powinna wynosić ok. 4 – 5 dni.

Płukanie powietrzem

Założona intensywność płukania filtrów powietrzem powinna mieścić w granicach $13,0 \div 17,0 \text{ L/m}^2\text{s}$. Odpowiada to wydajności urządzenia na poziomie:

$$Q_p = (13,0 \div 17,0) * 4,52 * 3,6 = 211,5 \div 276,6 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Do płukania dobrano dmuchawę o następujących parametrach technicznych:

- Ilość: 1 szt,
- Nominalna moc silnika: do 11 kW,
- Wymagany spręż: ok. 750 mbar
- Wydajność przy wymaganym sprężu: min. 240 m³/h
- Średnica przyłącza: DN 65
- Częstotliwość: 50Hz,
- Wyposażenie: softstart, obudowa dźwiękochłonna, amortyzacja drgań, zintegrowany filtr wlotowy, zawór bezpieczeństwa ciśnienia.

Dobrano 1 urządzenie, gdyż w razie awarii dmuchawa może być chwilowo zastąpiona poprzez samo płukanie wodą, nie dłużej jednak niż przez trzy kolejne cykle płukania.

Przy wydajności dmuchawy równej 240,0 m³/h rzeczywista intensywność płukania powietrzem wyniesie:

$$irz = 240 / (4,52 * 3,6) = 14,7 \text{ L/s} * \text{m}^2$$

Średnica rurociągu do płukania filtrów powietrzem została dobrana przy założeniu prędkości przepływu powietrza nie przekraczającej 10 m/s, stąd średnica ta wyniesie:

$$D = [(4 * 240) / (\pi * 3600 * 10)]^{0,5} = 92 \text{ mm} - \text{dobrano DN 100}.$$

Dobrano rurociąg o średnicy DN 100 (zew. 114,3 mm, gr. 2,0 mm) wykonany ze stali nierdzewnej w gatunku AISI 316/316L. Będzie on wpięty do każdego filtra indywidualnie (osobnym króćcem w dennicy filtra) i odcięty przepustnicą międzykołnierzową DN 100 z napędem pneumatycznym. Dodatkowo przed każdym filtrem przewidziano kulowy zawór zwrotny kulowy DN 100 montowany kołnierzowo.

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

- Ilość: 1 szt.,
- Średnica: DN 50,
- Zakres pomiarowy: 29 – 290 Nm³/h,
- Przystosowany do pomiaru powietrza, montowany kołnierzowo, wyposażony w tłumik oscylacji pływaka (zabezpieczenie przed uszkodzeniem rotametu przy starcie dmuchawy), wykonany ze stali nierdzewnej AISI 316,
- Wejścia/Wyjścia: 4 – 20 mA.

Instalacja powietrza złożona będzie z następujących elementów:

- Zasyfonowanie rurociągu powietrza (zabezpieczenie przed zalaniem dmuchawy),
- Przepustnic odcinających DN 100 z napędem ręcznym przed i za rotametrem,

- Obejścia z przepustnicą odcinającą DN 100 z napędem ręcznym,
- Zaworu zwrotnego DN 100,
- Czujnika ciśnienia z manometrem,
- Króćca spustowego DN25.

Automatyzacja pracy dmuchawy obejmować będzie następujące elementy:

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

Płukanie wodą

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

$$Q_w = (10 \div 15) * 4,52 * 3,6 = 162,7 \div 244,1 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Do płukania wodą wykorzystana będzie woda uzdatniona zgromadzona w zbiornikach retencyjnych. Do płukania dobrano pompę o następujących parametrach technicznych:

- Ilość pomp: 2 szt. (1 pracująca i 1 rezerwa czynna),
- Typ pompy: pozioma,
- Nominalna moc: do 11,0 kW,
- Częstotliwość: 50 Hz,
- Wydajność pompy: ok. 220,0 m³/h,
- Wysokość podnoszenia: ok. 13,0 mH₂O,
- Króciec ssawny pompy: DN 150,
- Króciec tłoczny pompy: DN 125,
- Rurociąg ssawny zestawu: DN 300,
- Rurociąg tłoczny zestawu: DN 200,
- Pompy zamontowane na stelażu ze stali nierdzewnej (min. 304) z podkładami antywibracyjnymi, rurociąg ssawny i tłoczny ze stali nierdzewnej AISI 316,
- Każda pompa wyposażona w indywidualny falownik.

Dodatkowa armatura pomp płuczących:

- na rurociągu ssawnym pompy:
 - przepustnica międzykołnierzowa DN 250 z napędem ręcznym,
- na rurociągu tłocznym pompy:
 - zawór zwrotny kulowy, kołnierzowy DN 200,
 - łącznik amortyzacyjny kołnierzowy DN 200,
 - przepustnica międzykołnierzowa DN 200 z napędem ręcznym,
- na rurociągu tłocznym zestawu (na wspólnym rurociągu tłocznym):
 - przepływomierz elektromagnetyczny DN 200 montowany kołnierzowo,
 - czujnik ciśnienia wraz z manometrem,

- zawór napowietrzająco-odpowietrzający G1”

Prędkość przepływu wody dla instalacji płuczającej nie powinna przekraczać 2,0 m/s. Zgodnie z wcześniejszymi obliczeniami dobrano rurociąg o średnicy DN 200 wykonany ze stali nierdzewnej w gatunku AISI 316/316L (zew. 219,1 mm, gr. 2,0 mm, wew. 215,1 mm).

Przyjęto, że płukanie odbywać się będzie poza godzinami maksymalnego rozbioru w sieci wodociągowej.

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

Pompy należy posadowić na stelażu ze stali nierdzewnej w gatunku AISI 304/304L z podkładami antywibracyjnymi. Ostateczne parametry stelaża należy określić na etapie realizacji inwestycji po wyborze producenta pomp i uwzględnieniu warunków montażowych zestawu.

Opomiarowanie układu pomp płuczających:

- pomiar wydajności pompowni – przepływomierz elektromagnetyczny DN 200 na rurociągu tłocznym zestawu pomp (1 szt.),
- pomiar ciśnienia wody – czujnik ciśnienia z manometrem na rurociągu tłocznym zestawu (1szt),

Wytyczne dla automatyki i sterowania (wszystkie parametry należy zwizualizować w centralnej dyspozytorni):

- regulacja wydajności pomp w zależności od zadanego przepływu wody płuczającej,
- wyrównywanie czasu pracy poszczególnych pomp w zestawie (automatyczne, naprzemienne załączanie pomp na podstawie czasu ich pracy),
- stan pracy poszczególnych pomp (postój, praca, praca w automacie),
- częstotliwość pracy / prędkość obrotowa,
- ciśnienie tłoczenia,
- czas pracy poszczególnych pomp,
- pobierany prąd,
- automatyczne zatrzymanie pracy pompy w przypadku spadku zwierciadła wody w zbiorniku retencyjnym poniżej zadanej wartości,
- automatyczne zatrzymanie pracy pompy w przypadku wzrostu ciśnienia powyżej zadanej wartości.

Algorytm płukania filtrów

Szczegółowy algorytm płukania filtrów należy opracować na etapie implementacji programu sterowniczego. Poniżej przedstawiono główne założenia algorytmu płukania filtrów.

1. Inicjacja automatyczna na podstawie ilości przefiltrowanej wody lub ręczna przez Operatora.
2. Przygotowanie do płukania filtra nr 1.
3. Sprawdzenie poziomu wody w zbiorniku retencyjnym: poziom wody w zbiorniku wody uzdatnionej musi być wyższy niż poziom zabezpieczenia przed suchobiegiem. Jeśli nie będzie wyższy, wówczas informacja do dyspozytorni, że płukanie nie jest możliwe ze względu na zbyt niski poziom wody w zbiorniku retencyjnym. Ponowne automatyczne sprawdzenie tego warunku – co godzinę, aż do spełnienia. Za każdym razem informacja w dyspozytorni o zainicjowaniu płukania lub jego odłożeniu.
4. Sprawdzenie poziomu wody w zbiorniku buforowym wód popłucznych – zbiornik powinien być pusty.
5. Po spełnieniu obu warunków – umożliwienie płukania filtra.

6. Zamknięcie przepustnicy na rurociągu wody uzdatnionej filtra nr 1.
7. Zamknięcie przepustnicy na rurociągu wody napowietrzanej filtra nr 1.
8. Otwarcie przepustnicy na rurociągu wód popłucznych filtra nr 1.
9. Otwarcie przepustnicy na rurociągu spustu wody z filtra nr 1 (przepustnica równa przepustnicy spustu I filtratu).
10. Spust wody znad złoża filtracyjnego w czasie dobranym na rozruchu (program musi mieć możliwość regulacji czasu spustu wody z filtra).
11. Zamknięcie przepustnicy na rurociągu spustu wody z filtra nr 1.
12. Otwarcie przepustnicy na rurociągu płukania filtra nr 1 powietrzem.
13. Załączenie dmuchawy do płukania filtrów.
14. Płukanie filtra nr 1 powietrzem (przez czas ustalony na rozruchu, zmieniany w trakcie eksploatacji w zależności od potrzeb) – wstępnie przyjęto 3 min.
15. Wyłączenie dmuchawy do płukania filtrów powietrzem.
16. Zamknięcie przepustnicy do płukania powietrzem.
17. Stabilizacja złoża (postój filtra, bez płukania) – przez czas ok. 5 min., w trakcie którego zachodzi odgazowanie złoża, przed płukaniem wodą.
18. Otwarcie przepustnicy na rurociągu płukania filtrów wodą.
19. Załączenie pompy płuczającej.
20. Płukanie filtra wodą przez czas ustalony na rozruchu, korygowany w trakcie eksploatacji SUW (wstępnie przyjęto czas ok. 8 min.).
21. Wyłączenie pompy płuczającej po upływie czasu płukania, względnie po osiągnięciu poziomu maksymalnego w zbiorniku wód popłucznych jako warunku bezwzględnego.
22. Zamknięcie przepustnicy sterowanej automatycznie na rurociągu wody do płukania filtra nr 1.
23. Zamknięcie przepustnicy odprowadzenia popłuczyn.
24. Otwarcie przepustnicy doprowadzenia wody napowietrzanej na filtr nr 1.
25. Otwarcie przepustnicy na rurociągu odprowadzenia I filtratu (rurociągu spustu pierwszego filtratu) do odstoju.
26. Spust pierwszego filtratu do odstoju przez czas określony na rozruchu z wydajnością doregulowaną przepustnicą ręczną.
27. Zamknięcie przepustnicy odprowadzającej pierwszy filtrat do odbiornika.
28. Otwarcie przepustnicy wody uzdatnionej.
29. Tryb filtracji.
30. Przejście do płukania kolejnego filtra.
31. Algorytm od punktu nr 3.
32. Po zakończeniu płukania ostatniego filtra – sygnał o wypłukaniu wszystkich filtrów.
33. Po wypłukaniu każdego filtra zerowanie zegara czasu pracy od ostatniego płukania oraz zegara objętości wody przefiltrowanej od ostatniego płukania.

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

2.6. Odstojnik i gospodarka popłuczynami

Wody popłuczne po płukaniu filtrów kierowane będą do systemu ich zagospodarowania złożonego ze zbiornika buforowego wód popłucznych wraz z pompownią ścieków technologicznych.

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

- objętość popłuczyn w trakcie jednego płukania: $V = 220 \text{ m}^3/\text{h} * (10/60) = 37 \text{ m}^3$,
- objętość wody spuszczonej z nad złoża filtracyjnego: przyjęto wysokość wody równą ok. 40 cm, co daje objętość $V = 0,4 * 4,52 = 1,8 \text{ m}^3$,
- objętość wody spuszczonej podczas spustu pierwszego filtratu: ok. $V = 2,1 * 4,52 = 9,5 \text{ m}^3$.

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

$$V_c = 37 + 1,8 + 9,5 = \text{ok. } 48,3 \text{ m}^3$$

Po uwzględnieniu przewidywanej długości cyklu filtracyjnego oraz warunków zrzutu wód popłucznych (odprowadzanie do istniejącej sieci kanalizacji sanitarnej w punkcie wskazanym przez Inwestora, przyjęto czas odpompowania ścieków technologicznych ok. 3 - 5 h), pojemność czynna projektowanego zbiornika wód popłucznych powinna wynosić min. $50,0 \text{ m}^3$.

Projektuje się zatem odstojnik wód popłucznych o następujących parametrach:

- Ilość: 1 szt.,
- Typ: podziemny, żelbetowy, z kieszenią osadową i profilowanym dnem,
- Wymiary wewnętrzne: min. $3,5 \times 7,5 \times 3,0 \text{ m}$
- Pojemność całkowita: min. $78,75 \text{ m}^3$
- Pojemność użytkowa: min. 60 m^3
- Rurociąg dopływowy: PE 250,
- Rurociąg przelewowy: PE 200,
- Rurociąg tłoczny pomp: DN 80 (wpięcie do rurociągu przelewowego),
- Wyposażenie odstojnika: właz montażowy (do montażu pompowni nadosadowej) ze stali nierdzewnej AISI 304/304L, właz zejściowy o wymiarach $100 \times 100 \text{ cm}$ ze stali nierdzewnej AISI 304/304L, drabinka ze stali nierdzewnej AISI 304/304L, kominy wentylacyjne DN 100 min. 2 szt. wykonane ze stali nierdzewnej AISI 304/304L.

Szczegółowe rozwiązania odstojnika popłuczyn przedstawione zostały na rysunkach w części technologicznej i konstrukcyjno – budowlanej.

Po napełnieniu zbiornika buforowego (odstojnika) do określonego poziomu, uruchomiona zostanie pompownia ścieków technologicznych (naprzemienna praca pomp zatapialnych) i rozpocznie się faza jego opróżniania. Ścieki technologiczne odprowadzane będą do istniejącej sieci kanalizacji sanitarnej zgodnie z rysunkami technicznymi.

Parametry techniczne dobranej pompowni ścieków technologicznych:

- Ilość pomp: 2 szt. (1+1R; praca naprzemienna),
- Typ pompy: zatapialna, przystosowana do przetłaczania ścieków technologicznych zawierających zawiesiny żelazowe,
- Wydajność pompy: min. $12,5 \text{ m}^3/\text{h}$
- Wysokość podnoszenia ok. $5\text{-}6 \text{ mH}_2\text{O}$
- Moc: do $1,0\text{-}1,5 \text{ kW}$
- Rurociąg odpływowy: DN 80.

Ponadto należy przewidzieć odpowiedni osprzęt do montażu i demontażu pomp (łańcuch, żuraw o odpowiednim udźwigu).

Wytyczne dla automatyki i sterowania:

- sonda hydrostatyczna do pomiaru zwierciadła wraz z przesyłem danych drogą kablową oraz ich wizualizacją w centralnej dyspozytorni,
- załączanie: automatyczne (po osiągnięciu zadanego poziomu załączenia) lub ręcznie,
- wyłączenie automatyczne – sygnalizacja przez sondę hydrostatyczną oraz pływak.

Pompa przetłaczać będzie ścieki technologiczne do kolektora zbiorczego i przelewowego DN 200. Na ww. kolektorze, w miejscu wskazanym na rysunkach należy zamontować klapę zwrotną DN 200. Rurociąg odpływowy ścieków technologicznych ze zbiornika należy ułożyć ze spadkiem (min. 0,5 %) w kierunku studzienki odpływowej.

2.7. Dezynfekcja

System dezynfekcji na SUW Lipno oparty będzie na 2 metodach dezynfekcji – fizycznej (promieniowanie UV) i chemicznej (dozowanie podchlorynu sodu).

Dezynfekcja podchlorynem sodu

Podchloryn sodu dozowany będzie wariantowo w następujących punktach układu technologicznego:

- do rurociągu wody surowej (tylko w przypadkach awaryjnych np. skażenia),
- do rurociągu wody uzdatnionej po filtrach, przed zbiornikami retencyjnymi (główny punkt dezynfekcji),
- do rurociągu wody uzdatnionej do sieci wodociągowej, za systemem UV (w celu zabezpieczenia sieci wodociągowej).

Przyjęto, że podchloryn sodu dozowany będzie z produktu handlowego o zawartości aktywnego chloru min. 145,0 gCl₂/L (oraz zawartości NaOH ok. 70,0 ÷ 90,0 g/L). Założony zakres dawek chloru ok. 0,3 – 1,5 g/m³.

Dla maksymalnej wydajności wody surowej dla SUW Lipno, godzinowa dawka wyniesie zatem:

$$D = (0,3 \div 1,5) \cdot 150 = 45 \div 225 \text{ gCl}_2/\text{h}$$

Ilość zużytego podchlorynu sodu w ciągu godziny wyniesie zatem:

$$V = (45 \div 225) / 145 = 0,31 \div 1,55 \text{ L/h}$$

Maksymalne dobowe zużycie chloru (dla maksymalnej dawki do wody surowej i dobowej produkcji SUW równej ok. 2600 m³/d) wyniesie w tej sytuacji ok. 28 L. Przy założeniu, że roztwór podchlorynu sodu nie powinien być przechowywany zbyt długo, projektuje się maksymalnie dwie beczki na podchloryn sodu (do bezpośredniego chlorowania) o pojemności ok. 100 L każda.

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

- Ilość: 3 szt. (1 pompa – dozowanie przed ZR, 2 pompa – dozowanie na sieć, 3 pompa - rezerwa),
- Zakres nastaw: ok. 0,0025 ÷ 7,5 L/h,
- Maksymalne ciśnienie pracy: 16 bar,
- Częstotliwość: 50 Hz,
- maksymalny pobór mocy: ok. 24 W,
- klasa ochrony: min. IP 65

- sterowanie impulsowe w ml/impuls, sterowanie analogowe 4-20mA, impulsowe sterowanie dawką, kontrola ciśnienia min/maks, pomiar przepływu, tryb pracy (ręczny/impulsowy).

Dobrano następujący osprzęt:

- zbiorniki cylindryczne z tworzywa sztucznego (LLDPE, stabilizowane-UV), o pojemności 100 L, 2 szt.
- wyposażone w zakręcane wieko, zawór spustowy $\frac{3}{4}$ " i śrubę zaślepiającą.
- wanna ochronna dla zbiornika 2 szt. (pojemność 120 L),
- lanca ssąca z czujnikiem poziomu,
- zawór wielofunkcyjny,
- przewód elastyczny PE 4/6,
- zawór dozujący,
- zawór zwrotny,
- zawór odcinający,
- mieszadło ręczne.

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

Pompy należy zamontować na wspólnym panelu dozującym i odpowiednio oznaczyć wszystkie elementy instalacji (pompy, zawory, rurociągi itp). Każda z pomp powinna mieć możliwość nastawy pracy w automacie – dozowanie do rurociągu wody przefiltrowanej lub do sieci wodociągowej oraz w trybie ręcznym.

Sterowanie ilością podchlorynu dozowanego do wody odbywać się będzie poprzez sprzężenie pompki dozującej z układem przepływomierzy na rurociągach wody uzdatnionej po filtrach lub przepływomierza na sieć wodociągową. 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 zbiorników retencyjnych, wody surowej, jak i rurociągu tłoczego na sieć wodociągową.

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

W zakresie automatyzacji systemu dozowania dezynfektanta przewiduje się:

- korelację dawki podchlorynu sodu względem ilości podawanej wody surowej, przefiltrowanej lub uzdatnionej tłoczonyj do sieci wodociągowej – w zależności od miejsca dozowania, mierzonej poszczególnymi przepływomierzami na ww. rurociągach, sterowanie dawką podchlorynu odbywać się będzie na zasadzie przydzielenia odpowiedniej ilości impulsów (skoków pompki dozującej) na stałą objętość wody, zmiana nastawy tej dawki odbywać się będzie ręcznie bezpośrednio na wodociągu,
- sygnalizacja stanu pracy pompki dozującej w zakresie trzech podstawowych położeń (z transmisją tych danych do centralnej sterowni): praca, postój, praca w automacie,
- sygnalizacja minimalnego poziomu podchlorynu sodu w beczce retencyjnej (z przesyłem tej informacji do sterowni),
- pomiar przepływu dezynfektanta z przesyłem do centralnej sterowni.

Przełączanie pomiędzy poszczególnymi wariantami dozowania podchlorynu – ręcznie.

Wytyczne techniczne (budowlane) dla pomieszczenia chlorowni

Układ dozowania podchlorynu sodu (zbiorniki, pompki dozujące itd.) zamontowany zostanie w wydzielonym pomieszczeniu chlorowni, zgodnie z rysunkami technicznymi.

Wymagania dotyczące pomieszczenia chlorowni:

- oddzielne wejście z zewnątrz,
- montaż wentylacji grawitacyjnej i mechanicznej zapewniającej min. pięciokrotną wymianę powietrza w pomieszczeniu, załączaną automatycznie
- montaż oczomyjki o parametrach:
 - oczomyjka montowana na ścianie,
 - średnica przyłącza: 1/2",
 - zabezpieczenie antykorozyjne z poliamidu.

Szczegółowe rozwiązania przedstawiono w części architektoniczno – budowlanej i sanitarnej projektu.

System UV

Woda na wyjściu z SUW będzie poddawana dezynfekcji z wykorzystaniem systemu UV. Wybrane rozwiązanie powinno spełniać parametry:

- montaż na bypasse,
- promienniki niskociśnieniowe amalgamatowe o żywotności min. 16 000 h,
- urządzenie, zapewniające dawkę min. 400 J/m², liczoną na koniec żywotności promienników,
- reaktor ze stali AISI 316L,
- system winien zapewniać ciągłą dezynfekcję UV z uwzględnieniem nierównomierności rozbiorów wody w sieci wodociągowej,
- wydajność systemu
 - ETAP I: do min. 80 m³/h,
 - ETAP II: do min. 200 m³/h,
- kompletne opomiarowanie, szafa sterownicza w zestawie.

ETAP I

Zgodnie z przyjętym sposobem realizacji robót technologicznych, w etapie I przewiduje się dobór i montaż systemu UV o wydajności do 80 m³/h (dla wody trzeciorzędowej, z ujęcia SUW Lipno – wstępny pomiar transmisji wody uzdatnionej: 75%)

UWAGA!

Przed ostatecznym doбором systemu UV Wykonawca zobowiązany jest do ponownego dokonania pomiaru transmisji wody!

Parametry techniczne dobranego systemu UV (etap I):

- promienniki niskociśnieniowe, amalgamatowe o żywotności min. 16.000 h,
- całkowita moc urządzenia: 2 150 W,
- maksymalny przepływ wody: 80,0 m³/h,
- wyposażenie: szafa zasilająca – kontrolna, monitoring promieniowania UV (czujnik + wyświetlacz), automatyczny system czyszczący, czujnik temperatury reaktora UV, sterownik PLC z wyświetlaczem,
- reaktor UV:
 - konfiguracja reaktora: L,
 - materiał: stal nierdzewna AISI 316L, polerowana,
 - przyłącza kołnierzowe (PN10): DN 200,
 - stopień ochrony elektrycznej: IP 65,
 - ciśnienie robocze maks. 10 bar,
 - liczba promienników UV: 5 szt (każdy o mocy 400 W),

- automatyczny system czyszczący
 - materiał: AISI 316L, PTFE,
 - napęd: silnik elektryczny z przekładnią i sprzęgłem,
 - sterowanie poprzez sterownik PLC w szafie zasilającej,
 - wskazanie stanu pracy, możliwość ustawiania cykli czyszczenia
- szafa sterownicza:
 - obudowa: blacha emaliowana,
 - sterownik z panelem operatorskim dotykowym (stany pracy: praca normalna, ostrzeżenie, awaria / uszkodzenie promiennika, alarm w przypadku spadku natężenia UV, inne stany alarmowe),
 - monitoring UV, licznik godzin pracy, wskaźnik optyczny pracy promiennika, wskaźnik pracy urządzenia, balasty elektroniczne, wyłącznik główny
 - stopień ochrony (szafa): IP 54

ETAP II

Zgodnie z przyjętym sposobem realizacji robót technologicznych, w etapie II przewiduje się wymianę zamontowanego urządzenia na urządzenie większe (o wydajności do 200 m³/h), dostosowane do jakości (transmisji) uzdatnionej, zmieszanej wody z ujęcia Lipno oraz Smyczyna!

Wstępnie, dla etapu II dobrano urządzenie o następującej charakterystyce:

- promienniki niskociśnieniowe, amalgamatowe o żywotności min. 16.000 h,
- całkowita moc urządzenia: 3 300 W,
- maksymalny przepływ wody: 200,0 m³/h,
- wyposażenie: szafa zasilająco – kontrolna, monitoring promieniowania UV (czujnik + wyświetlacz), automatyczny system czyszczący, czujnik temperatury reaktora UV, sterownik PLC z wyświetlaczem,
- reaktor UV:
 - konfiguracja reaktora: L,
 - materiał: stal nierdzewna AISI 316L, polerowana,
 - przyłącza kołnierzowe (PN10): DN 200,
 - stopień ochrony elektrycznej: IP 65,
 - ciśnienie robocze maks. 10 bar,
 - liczba promienników UV: 8 szt (każdy o mocy 400 W),
- automatyczny system czyszczący
 - materiał: AISI 316L, PTFE,
 - napęd: silnik elektryczny z przekładnią i sprzęgłem,
 - sterowanie poprzez sterownik PLC w szafie zasilającej,
 - wskazanie stanu pracy, możliwość ustawiania cykli czyszczenia
- szafa sterownicza:
 - obudowa: blacha emaliowana,
 - sterownik z panelem operatorskim dotykowym (stany pracy: praca normalna, ostrzeżenie, awaria / uszkodzenie promiennika, alarm w przypadku spadku natężenia UV, inne stany

- alarmowe),
- monitoring UV, licznik godzin pracy, wskaźnik optyczny pracy promiennika, wskaźnik pracy urządzenia, balasty elektroniczne, wyłącznik główny
- stopień ochrony (szafa): IP 54

UWAGA!

Dobór lampy UV w etapie II należy zweryfikować i przeanalizować szczegółowo po wykonaniu rurociągu przesyłowego wody z ujęcia Smyczyna oraz dokonaniu pomiarów transmisji uzdatnionej wody zmieszanej pozwalających precyzyjnie dobrać urządzenie do faktycznych warunków technologicznych! Optymalnym byłoby działanie, gdyby dobór lampy odbył się na etapie rozruchu technologicznego etapu II.

Dobre urządzenie należy zamontować na bypassie i wyposażyć w przepustnice odcinające DN 200 z napędem ręcznym, zgodnie z rysunkami technicznymi. Przed i za systemem UV oraz na obojętności przewiduje się kurki probiercze 1/2" przystosowane do poboru prób do badań mikrobiologicznych (opalenie kurka).

2.8. Retencja wody

Woda uzdatniona po procesie filtracji kierowana będzie do zbiorników retencyjnych, których zadaniem będzie buforowanie nierównomierności rozbiórów wody, wyrównanie pracy ujęcia oraz magazynowanie wody dla potrzeb płukania filtrów.

Zgodnie z założeniami ogólnymi, projektuje się 2 żelbetowe, jednokomorowe zbiorniki wody czystej o pojemności całkowitej ok. 500 m³ każdy.

Parametry techniczne projektowanego zbiornika retencyjnego:

- liczba zbiorników: 2 szt.,
- typ: żelbetowy, naziemny, pionowy, jednokomorowy, w kształcie walca, ocieplony warstwą izolacyjną od zewnątrz, wyprawiony od wewnątrz wyprawą z atestem PZH,
- średnica wewnętrzna zbiornika: 12 m,
- wysokość czynna zbiornika: 4,65 m,
- objętość zbiornika: ok. 525 m³,
- orurowanie wewnętrzne zbiornika – stal nierdzewna AISI 316/316L
 - dopływ wody do zbiornika: DN 200, zakończony dyfuzorem DN 300 / DN 200,
 - odpływ wody ze zbiornika: DN 300, zakończony koszem ssawnym DN 300,
 - przelew ze zbiornika: DN 200, zakończony dyfuzorem DN 300 / DN 200,
 - spust zerowy: DN 150,
- przejścia rurociągów przez ściany zbiornika wykonane jako przejścia szczelne z uszczelnieniem łańcuchowym,
- wyposażenie zbiornika:
 - kominki wentylacyjne (4 szt. na zbiornik) zabezpieczone (np. filtrem, siatką) przed przedostaniem się zanieczyszczeń (owadów, pyłów itd.), wpływami atmosferycznymi, w wykonaniu antywłamaniowym, wykonane ze stali nierdzewnej w gat. min. AISI 304/304L,
 - właz rewizyjny w dachu 150 x 150 cm, wykonany ze stali nierdzewnej w gat. min. AISI 304/304L,
 - wewnętrzną i zewnętrzną drabinę z kabłąkiem, wykonaną ze stali nierdzewnej AISI 304/304L.

Szczegóły techniczne zbiornika przedstawiono na rysunkach technicznych oraz poszczególnych opracowaniach branżowych.

W zakresie opomiarowania układu retencji przewiduje się:

- sondy hydrostatyczne do pomiaru poziomu wody w zbiornikach retencyjnych (2 szt.),
- pływakowe sygnalizatory poziomu (2 szt.),
- wodowskazy (2 szt.),
- sygnalizację otwarcia włazu wraz z przesyłem do centralnej dyspozytorni (alarm w przypadku otwarcia włazu) (2 szt.).

Uwaga!

W etapie I przewiduje się budowę 1 zbiornika retencyjnego (ZR1) oraz wykonanie prac demontażowych istniejącego systemu retencji!

Rurociągi dopływowe i odpływowe wody uzdatnionej ze zbiornika ZR1 należy w odpowiednich miejscach zaślepić zgodnie z rysunkami technicznymi. Sieci technologiczne należy przygotować w sposób umożliwiający sprawne podłączenie zbiornika ZR2 w etapie II.

W etapie II przewiduje się budowę 1 zbiornika retencyjnego (ZR2) oraz wykonanie niezbędnych prac instalacyjnych w zakresie jego podłączenia.

2.9. Tłoczenie wody do sieci wodociągowej

Woda ze zbiorników retencyjnych tłoczona będzie do sieci wodociągowej przez zestaw pompowy.

Zgodnie z wytycznymi Inwestora przyjęto wymaganą wysokość podnoszenia min. 5,0 bar i docelową wydajność zestawu pompowego równą ok. 200,0 m³/h.

Parametry dobranego zestawu pomp sieciowych (wariant docelowy):

- typ pomp: pionowa, wielostopniowa, wirowa, in-line,
- ilość pomp w zestawie: 6 szt.,
 - pompy dzienne 4 szt.,
 - pompy nocne 2 szt.,
- wydajność całkowita zestawu: ok. 200,0 m³/h,
 - wydajność pompy dziennej ok. 40,0 m³/h,
 - wydajność pompy nocnej ok. 20,0 m³/h,
- min. wysokość podnoszenia pomp: ok. 55,0 mH₂O
- moc pomp:
 - moc pompy dziennej do 11,0 kW
 - moc pompy nocnej do 5,5 kW
- kolektor ssawny zestawu: DN 300,
- kolektor tłoczny zestawu: DN 200,
- przyłącza pomp:
 - pompy dzienne: DN 80,
 - pompy nocne: DN 50,
- częstotliwość: 50 Hz,
- każda pompa wyposażona w indywidualny falownik (falowniki zabudowane w oddzielnej szafie sterowniczej),
- pompy zamontowane na stelażu ze stali nierdzewnej w gatunku min. AISI 304/304L, wyposażonym w układ amortyzacji drgań,
- armatura na przyłączach ssawnych pomp:
 - przepustnica lub zawór odcinający DN50 lub DN80 (w zależności od pompy)

- armatura na przyłączach tłocznych pomp:
 - przepustnica lub zawór odcinający DN50 lub DN80 (w zależności od pompy),
 - zawór zwrotny DN50 lub DN80 (w zależności od pompy),
- armatura na kolektorze ssawnym zestawu pomp:
 - czujnik obecności wody / czujnik ciśnienia,
 - manometr,
 - odpowietrznik w postaci zaworu kulowego 1/2”,
 - króciec spustowy z zaworem kulowym,
- armatura na kolektorze tłocznym zestawu pomp:
 - łącznik amortyzacyjny kołnierzowy DN200,
 - czujnik ciśnienia,
 - manometr,
 - zbiornik przeponowy 25l,
 - odpowietrznik w postaci zaworu kulowego 1/2”,
 - króciec spustowy z zaworem kulowym.

Ponadto na kolektorze tłocznym zestawu pomp sieciowych należy przewidzieć:

- przepływomierz elektromagnetyczny DN150 w wersji kompaktowej,
- kurek probierczy 1/2” przystosowany do poboru prób do badań mikrobiologicznych (przed i za lampą UV oraz przed wyjściem na sieć),
- punkt dozowania podchlorynu sodu,
- punkt pomiaru chloru wolnego w wodzie tłoczzonej do sieci wodociągowej.

Rurociągi zestawu pompowego należy wykonać ze stali nierdzewnej w gatunku AISI 316/316L, jako spawane maszynowo w zakładzie produkcyjnym.

Pompy należy posadowić na stelażu ze stali nierdzewnej w gatunku min. AISI 304/304L z podkładami antywibracyjnymi. Ostateczne parametry stelaża należy określić na etapie realizacji inwestycji po wyborze producenta pomp i uwzględnieniu warunków montażowych zestawu.

Uwaga!

W etapie I realizacji prac przewiduje się następujący zakres prac:

- montaż zestawu pompowego o łącznej wydajności 80,0 m³/h przystosowanego do rozbudowy do 200,0 m³/h (pozostawienie miejsca do montażu dodatkowych 3 pomp dziennych),
- montaż 1 pompy dziennej (Q=40m³/h) oraz 2 pomp nocnych (Q=2x20m³/h),

W etapie II realizacji prac:

- montaż 3 pomp dziennych (Q=3x40m³/h) wraz z niezbędnym osprzętem sterującym.

Średnicę rurociągu tłoczego przyjęto dla maksymalnego przepływu wody równego ok. 200 m³/h

$$D = [(4 * 200) / (\pi * 3600 * 1,2)]^{0,5} = 242,8 \text{ mm} - \text{dobrano DN 200.}$$

Dobrano rurociąg DN 200 (219,1 x 2,0mm, wew. 215,1 mm) wykonany ze stali nierdzewnej w gatunku AISI 316/316L.

Maksymalna prędkość przepływu w rurociągu dla etapu I wyniesie:

$$v = (4 * 80) / (\pi * 0,2151^2 * 3600) = 0,61 \text{ m/s}$$

Maksymalna prędkość przepływu w rurociągu dla etapu II wyniesie:

$$v = (4 * 200) / (\pi * 0,2151^2 * 3600) = 1,5 \text{ m/s}$$

W miejscu wskazanym na rysunkach przewiduje się zmianę materiału na rurociąg wykonany z PE o średnicy 250 mm (PN10, SDR 17). Rurociąg wpięty do istniejącego rurociągu wody uzdatnionej do sieci wodociągowej zgodnie z załącznikami graficznymi do opracowania.

Wytyczne dla automatyki i sterowania (wszystkie parametry należy zwizualizować w Centralnej Dyspozytorni):

- pomiar przepływu wody na sieć wodociągową – przepływomierz elektromagnetyczny DN 150 z przesyłem danych drogą kablową i wizualizacją danych,
- ciśnienie tłoczenia wody do sieci wodociągowej (czujnik ciśnienia z manometrem) z przesyłem danych drogą kablową i wizualizacją danych,
- stan pracy poszczególnych pomp sieciowych,
- częstotliwość pracy / prędkość obrotową,
- czas pracy poszczególnych pomp,
- pobierany prąd.

Algorytmy sterowania pracą układu:

- sterowanie pracą pomp względem ciśnienia tłoczenia na sieć,
- pompy sieciowe załączane będą automatycznie, kolejno na podstawie czasu pracy (wyrównywanie czasu pracy poszczególnych pomp).

2.10. Sieci zewnętrzne

Trasy rurociągów zewnętrznych określone zostały na rysunkach załączonych do opracowania. Wykonanie materiałowe sieci zewnętrznych stanowić będą:

- rurociągi i kształtki PE 100 (PN 10 lub PN 16),
- rurociągi ze stali nierdzewnej AISI 316 / 316L,
- dopuszcza się wykonanie rurociągów kanalizacji z rurociągów PVC (klasa sztywności min. SN8) łączonych kielichowo, z uszczelką z elastomeru,
- trójniki i kolana z PE 100 lub kołnierze z żeliwa sferoidalnego z zewnętrzną i wewnętrzną powłoką epoksydowaną,
- wszystkie kołnierze połączeniowe (w tym dociskowe), wywijki, śruby, nakrętki, podkładki wykonane ze stali nierdzewnej AISI 316/316L.

Wykonanie materiałowe studzienek kanalizacyjnych:

- studzienki betonowe, prefabrykowane, z kręgów,
- elementy studzienek łączone za pomocą uszczeltek elastomerowych,
- włazy studzienek – żeliwne.

Uwaga!

Przed przystąpieniem do prac ziemnych należy dodatkowo zweryfikować w terenie zależności wysokościowe oraz odległości określone na rysunkach. Z uwagi na brak szczegółowych informacji dotyczących przebiegu wszystkich tras oraz rzędnych istniejących rurociągów zewnętrznych, Wykonawca zobowiązany jest dostosować nowe rurociągi do istniejących warunków budowlanych, zgodnie ze sztuką budowlaną, względnie skonsultować z autorem opracowania na etapie realizacji prac.

Rurociągi wody surowej (od studni S4 do SUW):

- wpięcie do rurociągu wody surowej DN 100 ze studni głębinowej S4 – tuleja kołnierzowa PE

- 125 z kołnierzem dociskowym DN 100 (PN 16),
- 2 x łuk 90° PE 125 (PN 16),
- węzeł W2:
 - tuleja kołnierzowa PE125 z kołnierzem dociskowym DN 100 (PN 16),
 - zasuw kołnierzowa krótka DN 100 z przeniesieniem napędu za pomocą wrzeciona teleskopowego i wyniesieniem trzpienia do poziomu gruntu, przystosowanego do napędu pod klucz, ze skrzynką uliczną (PN 16),
 - trójnik równoprzelotowy żeliwny DN 100 (PN 16),
 - dopływ wody ze studni S2:
 - zasuw kołnierzowa krótka DN 100 z przeniesieniem napędu za pomocą wrzeciona teleskopowego i wyniesieniem trzpienia do poziomu gruntu, przystosowanego do napędu pod klucz, ze skrzynką uliczną (PN 16),
 - tuleja kołnierzowa PE110 z kołnierzem dociskowym DN 100 (PN 16),
 - wpięcie do rurociągu wody surowej DN 100 ze studni głębinowej S2 - tuleja kołnierzowa PE110 z kołnierzem dociskowym DN 100 (PN 16),
 - tuleja kołnierzowa PE125 z kołnierzem dociskowym DN 100 (PN 16),
- węzeł W3:
 - tuleja kołnierzowa PE125 z kołnierzem dociskowym DN 100 (PN 16),
 - trójnik równoprzelotowy żeliwny DN 100 (PN 16),
 - dopływ wody ze studni S3:
 - zasuw kołnierzowa krótka DN 100 z przeniesieniem napędu za pomocą wrzeciona teleskopowego i wyniesieniem trzpienia do poziomu gruntu, przystosowanego do napędu pod klucz, ze skrzynką uliczną (PN 16),
 - tuleja kołnierzowa PE125 z kołnierzem dociskowym DN 100 (PN 16),
 - łuk 90° PE 125 (PN 16),
 - wpięcie do rurociągu wody surowej DN 100 ze studni głębinowej S3 - tuleja kołnierzowa PE125 z kołnierzem dociskowym DN 100 (PN 16),
 - tuleja kołnierzowa PE125 z kołnierzem dociskowym DN 100 (PN 16),
- wpięcie do rurociągu wody surowej DN 100 z budynku SUW - tuleja kołnierzowa PE 125 z kołnierzem dociskowym DN 100 (PN 16).

Rurociągi wody surowej (dopływ wody surowej ze Smyczyny):

- wpięcie do rurociągu wody surowej z budynku SUW – tuleja kołnierzowa PE 250 z kołnierzem dociskowym DN 200 (PN 16),
- łuk 90° PE 250 (PN 16),
- tuleja kołnierzowa PE 250 z kołnierzem dociskowym DN 250 (PN 16),
- kołnierz zaślepiający stalowy DN 250 (PN16).

Rurociągi wody uzdatnionej (woda z SUW do ZR):

- wpięcie do rurociągu wody uzdatnionej wychodzącego z budynku SUW – tuleja kołnierzowa PE 250 z kołnierzem dociskowym DN 250,
- trójnik równoprzelotowy PE 250,
 - odejście do zbiornika ZR2:
 - tuleja kołnierzowa PE 250 z kołnierzem dociskowym DN 250,
 - kołnierz zaślepiający stalowy DN 250
 - odejście do zbiornika ZR1:
 - 2 x tuleja kołnierzowa PE 250 z kołnierzem dociskowym DN 250,
 - łuk 90° PE 250,
 - tuleja kołnierzowa PE 250 z kołnierzem dociskowym DN 250,
 - kołnierz z wywijką stalowy DN 250,
 - redukcja symetryczna stalowa DN 250 / DN 200,
 - kołnierz z wywijką stalowy DN 250,
 - zasuw kołnierzowa krótka DN 200 z przeniesieniem napędu za pomocą wrzeciona teleskopowego i wyniesieniem trzpienia do poziomu gruntu, przystosowanego do napędu pod klucz, ze skrzynką uliczną – wpięcie do króćca dopływu wody uzdatnionej do ZR1.

Rurociągi wody uzdatnionej (woda z ZR do SUW):

- wpięcie do króćca odpływowego wody uzdatnionej DN 300 wychodzącego z ZR2 – zasuwą kołnierza krótką DN 300 z przeniesieniem napędu za pomocą wrzeciona teleskopowego i wyniesieniem trzpienia do poziomu gruntu, przystosowanego do napędu pod klucz, ze skrzynką uliczną,
- kołnierz z wywijką stalowy DN 300,
- redukcja symetryczna stalowa DN 350 / DN 300,
- kołnierz z wywijką stalowy DN 350,
- tuleja kołnierza PE 355 z kołnierzem dociskowym DN 350,
- łuk 90° PE 355,
- 2 x tuleja PE 355 z kołnierzem dociskowym DN 350,
- trójnik równoprzelotowy PE 355:
 - odejście do zbiornika ZR2:
 - tuleja kołnierza PE 355 z kołnierzem dociskowym DN 350,
 - kołnierz zaślepiający DN 350
 - odejście do SUW:
 - tuleja kołnierza PE 355 z kołnierzem dociskowym DN 350 – wpięcie do rurociągu wody uzdatnionej (rurociągu ssawnego zestawu pomp sieciowych i płuczających) wychodzącego z budynku SUW

Rurociągi wody uzdatnionej (woda z SUW do sieci wodociągowej):

- wpięcie do rurociągu wody uzdatnionej do sieci wodociągowej wychodzącego z budynku SUW – tuleja kołnierza PE 250 z kołnierzem dociskowym DN 250,
- łuk 90° PE 250,
- węzeł W1:
 - tuleja kołnierza PE 250 z kołnierzem dociskowym DN 250,
 - zasuwą kołnierza krótką DN 250 z przeniesieniem napędu za pomocą wrzeciona teleskopowego i wyniesieniem trzpienia do poziomu gruntu, przystosowanego do napędu pod klucz, ze skrzynką uliczną,
 - trójnik równoprzelotowy żeliwny DN 250,
 - kołnierz zaślepiający stalowy DN 250,
 - redukcja symetryczna żeliwna DN 250 / DN 150,
 - zasuwą kołnierza krótką DN 150 z przeniesieniem napędu za pomocą wrzeciona teleskopowego i wyniesieniem trzpienia do poziomu gruntu, przystosowanego do napędu pod klucz, ze skrzynką uliczną,
 - kołnierz specjalny do rur stalowych DN 150 – wpięcie do istniejącego rurociągu wody uzdatnionej do sieci wodociągowej.

Rurociągi wody przelewowej, spustowej i popłucznej (spust i przelew z ZR1 do ODS):

- wpięcie do króćca przelewowego wody z ZR1 – kołnierz z wywijką stalowy DN 200,
- trójnik redukcyjny stalowy DN 200 / DN 150
 - wpięcie rurociągu wód spustowych z ZR1:
 - kolano 90° stalowe DN 150,
 - kołnierz z wywijką stalowy DN 150,
 - zasuwą kołnierza krótką DN 150 z przeniesieniem napędu za pomocą wrzeciona teleskopowego i wyniesieniem trzpienia do poziomu gruntu, przystosowanego do napędu pod klucz, ze skrzynką uliczną,
 - 2 x kołnierz z wywijką stalowy DN 150 – wpięcie do rurociągu spustowego wody ze zbiornika retencyjnego ZR1
 - studzienka k1
 - kłapa zwrotna końcowa DN 200 – wejście rurociągu wód przelewowych i spustowych z ZR1,
 - odpływ do studzienki k2 – rurociąg PE 250 (dopuszcza się wykonanie odcinka z rur PVC)
- studzienka k2
 - dopływ ze studzienki k1 – rurociąg PE 250 (dopuszcza się wykonanie odcinka z rur PVC),

- odpływ do studzienki k3 – rurociąg PE 250 (dopuszcza się wykonanie odcinka z rur PVC),
- studzienka k3
 - dopływ ze studzienki k2 – rurociąg PE 250 (dopuszcza się wykonanie odcinka z rur PVC),
 - odpływ do studzienki k4 – rurociąg PE 250 (dopuszcza się wykonanie odcinka z rur PVC),
- studzienka k4
 - dopływ ze studzienki k3 – rurociąg PE 250 (dopuszcza się wykonanie odcinka z rur PVC),
 - odpływ do studzienki k5 – rurociąg PE 250 (dopuszcza się wykonanie odcinka z rur PVC),
- studzienka k5
 - dopływ ze studzienki k4
 - rurociąg PE 250 (dopuszcza się wykonanie odcinka z rur PVC),
 - kłapa zwrotna końcowa DN 250
 - dopływ wód popłucznych z SUW
 - rurociąg PE 250 (dopuszcza się wykonanie odcinka z rur PVC),
 - kłapa zwrotna końcowa DN 250
 - odpływ do studzienki k6 – rurociąg PE 250 (dopuszcza się wykonanie odcinka z rur PVC),
- studzienka k6
 - dopływ ze studzienki k5 – rurociąg PE 250 (dopuszcza się wykonanie odcinka z rur PVC),
 - odpływ do ODS
 - rurociąg PE 250 (dopuszcza się wykonanie odcinka z rur PVC),
 - kłapa zwrotna końcowa DN 250.

Rurociągi ścieków technologicznych (z ODS do studzienki k7):

- wpięcie do rurociągu ścieków technologicznych ze zbiornika buforowego – tuleja kołnierzowa PE 200 z kołnierzem dociskowym DN 200,
- łuk 30° PE 200,
- studzienka k7
 - dopływ z ODS:
 - rurociąg PE 200 (dopuszcza się wykonanie odcinka z rur PVC),
 - kłapa zwrotna końcowa DN 200,
 - odpływ do istniejącej sieci kanalizacyjnej:
 - rurociąg PVC 160