
TECHNOLOGIA

CZĘŚĆ OPISOWA

1.	PRZEDMIOT I PODSTAWA OPRACOWANIA	3
2.	JAKOŚĆ WODY SUROWEJ	3
3.	ZAŁOŻENIA OGÓLNE PROJEKTU	10
4.	UJĘCIE WODY	12
4.1.	Studnie	12
4.2.	Obudowa studni głębinowych.....	16
4.3.	Zawór bezpieczeństwa.....	17
4.4.	Automatyka i sterowanie ujęciem wody surowej	17
5.	NAPOWIERZANIE WODY.....	18
5.1.	Mikser statyczny – 2 szt	18
5.2.	Zbiornik kontaktowy – aerator	19
5.3.	Sprężarka	21
5.4.	Zespół dystrybucji powietrza	21
6.	FILTRACJA WODY	22
6.1.	Filtry ciśnieniowe	22
6.2.	Sterowanie pracą filtrów	28
6.3.	Płukanie filtrów	29
6.3.1.	Płukanie filtrów powietrzem	30
6.3.2.	Płukanie filtrów wodą	31
7.	DEZYNFEKCJA	34
8.	RETENCJA WODY.....	35
9.	RUROCIĄGI WEWNĘTRZNE I ARMATURA	40
9.1.	Przepustnice.....	40
9.2.	Orurowanie	41
9.3.	Podpory	41
10.	GOSPODARKA POPŁUCZYNAMI	42
11.	ZABUDOWA KONTENEROWA.....	42

CZĘŚĆ RYSUNKOWA

Rys. nr 1T - SCHEMAT TECHNOLOGICZNY

Rys. nr 2T - KONTENER SUW TECHNOLOGIA – RZUT, PRZEKROJE skala 1:250

Rys. nr 3T - ZBIORNIK WODY CZYSTEJ – RZUT, PRZEKROJE skala 1:50

Rys. nr 4T - ZBIORNIK POPŁUCZYN – RZUT, PRZEKROJE skala 1:50

Rys. nr 5T – SCHEMAT OBUDOWY STUDNI

1. PRZEDMIOT I PODSTAWA OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest projekt budowy Stacji Uzdatniania Wody w miejscowości Huzele, która zaopatruje w wodę mieszkańców miejscowości Huzele. Z uwagi na brak systemu uzdatniania, możliwości kontroli oraz wyeksploatowanie technicznie dotychczasowego systemu poboru wody, Inwestor podjął decyzję o budowie stacji.

Podstawę opracowania stanowią:

- 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. 2015, poz. 1989.),
- decyzja pozwolenie wodnoprawne OS.6341.33.2017 z dnia 30.11.2017,
- badania jakości wody,
- badania geologiczne,
- wizja lokalna na obiekcie,
- ustalenia z Inwestorem

2. JAKOŚĆ WODY SUROWEJ

Na potrzeby opracowania dokumentacji badania wody surowej, zostały wykonane na wodzie pobranej z dwóch eksploatowanych studni głębinowych dwukrotnie. Badania zostały wykonane w październiku 2023 roku i styczniu 2025 roku. Wyniki badań wody surowej przedstawiają się następująco:

Tabela 1. Wyniki badań wody surowej pobranej ze studni nr H2, badania z dnia 25.10.2023 r. i 24.01.2025 r. (Sprawozdanie z badań nr L/0/10/2023/158/F/5 i 20/2025).

Badany parametr	Jednostka	Wymagania	Wynik	
			25.10.2023 r.	24.01.2025 r.
Azotany	mg/l	50	<0,89	<0,9
Azotyiny	mg/l	0,5	<0,066	0,029
Barwa	mg/l Pt	<5	<5	7,5
Chlorki	mg/l	250	9,7	16,3
Chloryny i chlorany	mg/l	0,7	<0,050	-
Indeks nadmanganianowy	mg/l O ₂	5,0	0,82	2,69
Jon amonowy	mg/l	0,5	0,44	1,33
Liczba progowa zapachu	TON	-	<1	akceptowalny
Mangan	µg/l	50	30	113
Mętność	NTU	1	2	3
Odczyn	pH	6,5-9,5	8,1	7,6
Przewodność elektryczna	µS/cm	2500	675	723
Siarczany	mg/l	250	35	43
Twardość	mg/l CaCO ₃	60-500	280	194
Żelazo	µg/l	200	100	320
Glin	µg/l	200	10	-

Tabela 2. Wyniki badań wody surowej pobranej ze studni nr H3, badania z dnia 25.10.2013 r. i 24.01.2015 r. (Sprawozdanie z badań nr L/0/10/2023/158/F/4 i 21/2025).

Badany parametr	Jednostka	Wymagania	Wynik	
			25.10.2023 r.	24.01.2025 r.
Azotany	mg/l	50	<0,89	<1,0
Azotyny	mg/l	0,5	<0,066	0,115
Barwa	mg/l Pt	<5	<5	60
Chlorki	mg/l	250	6,6	1,49
Chloryny i chlorany	mg/l	0,7	0,05	<0,05
Indeks nadmanganianowy	mg/l O ₂	5,0	1,1	3,1
Jon amonowy	mg/l	0,5	0,99	0,89
Liczba progowa zapachu	TON	-	<1	nieakceptowalny
Mangan	µg/l	50	26	153
Mętność	NTU	1	14	58
Odczyn	pH	6,5-9,5	8,3	7,9
Przewodność elektryczna	µS/cm	2500	615	571
Siarczany	mg/l	250	23	28
Twardość	mg/l CaCO ₃	60-500	170	85
Żelazo	µg/l	200	210	260
Glin	µg/l	200	150	-

Zgodnie z przedstawioną charakterystyką jakościową wody należy uznać, że wymagana jest redukcja następujących parametrów:

- żelazo,
- mangan,
- jon amonowy,
- mętność,
- barwa,
- zapach.

Stężenie żelaza w wodzie surowej waha się w przedziale 100 – 320 µg/l. Technologia uzdatniania wody powinna być ukierunkowana głównie na zmniejszenie zawartości związków tego pierwiastka w wodzie, do poziomu zgodnego z normą czyli poniżej 200 µg/l. Wysoka zawartość żelaza może również wpływać na podwyższony parametr mętności. Należy zakładać, że jest to mętność pozorna, której wartość zostanie zredukowana wraz z usunięciem żelaza.

Zawartość manganu waha się na poziomie 26 – 153 µg/l. Jest to wartość przekraczająca dopuszczenia normy, dlatego też dobór technologii powinien uwzględnić redukcję zawartości manganu w wodzie do wartości poniżej 50 µg/l.

Jon amonowy w wodzie występuje w stężeniu 0,44 – 1,33 mg/l. Jest to wartość przekraczająca dopuszczenia normy. Jego zawartość wymusza zastosowania wysokiego filtra biologicznego. Jednakże po ok. trzech miesiącach należy się spodziewać redukcji jonu amonowego po naturalnym wpracowaniu się górnej warstwy złoża filtracyjnego w zakresie bakterii nitryfikacyjnych.

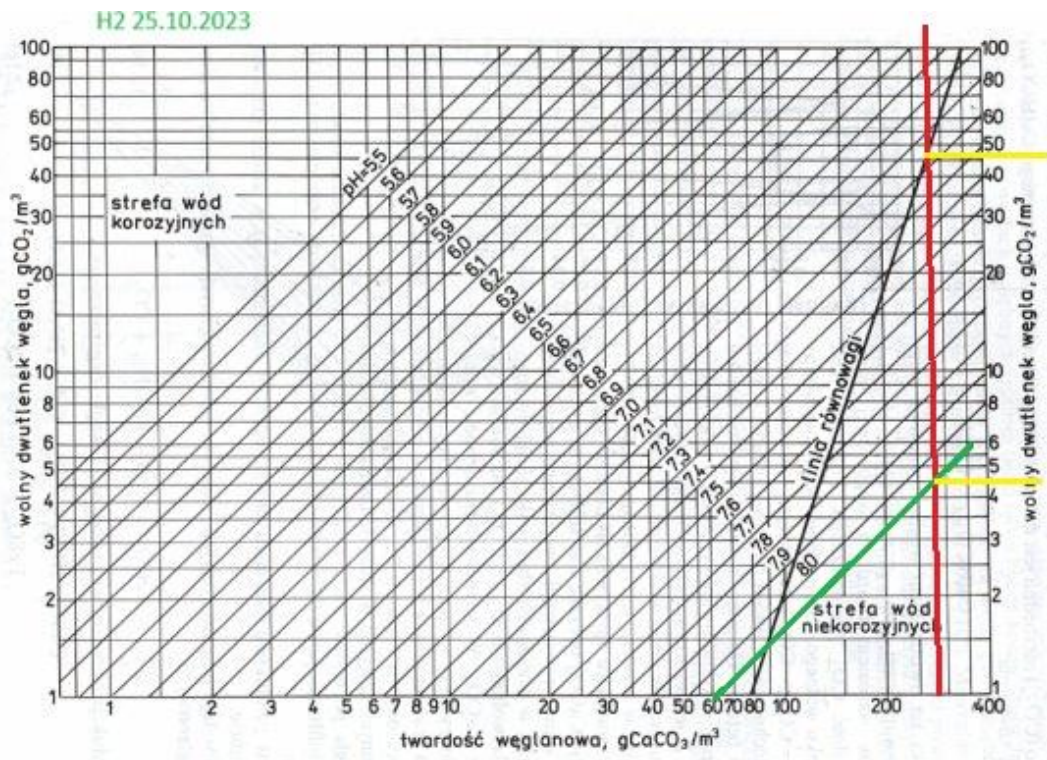
Odczyn wody znajduje się w przedziale 7,6 – 8,3, co jest wartością zgodną z obowiązującymi przepisami. Co więcej, pH będące w takim przedziale wspomaga proces usuwania manganu z wody. Nie jest zatem konieczna korekta pH.

Z odczynem wody wiąże się równowaga węglanowo-wapniowa. Wartość pH wpływa na zawartość dwutlenku węgla w wodzie, a tym samym na tendencję rozpuszczania lub wytrącania węglanów wapnia. Zmniejszenie zawartości dwutlenku węgla w wodzie spowoduje wydzielanie się osadów węglanu wapnia, które powodują powstawanie warstwy chroniącej powierzchnię przed korozją (charakter inkrustacyjny wody). Natomiast woda o skłonności do rozpuszczania osadu węglanu wapnia ma charakter agresywny i może powodować korodowanie konstrukcji metalowych i betonowych. W wąskim przedziale pomiędzy charakterem agresywnym a inkrustacyjnym znajduje się woda stabilna, która nie wykazuje skłonności ani do rozpuszczania, ani do wytrącania węglanu wapnia.

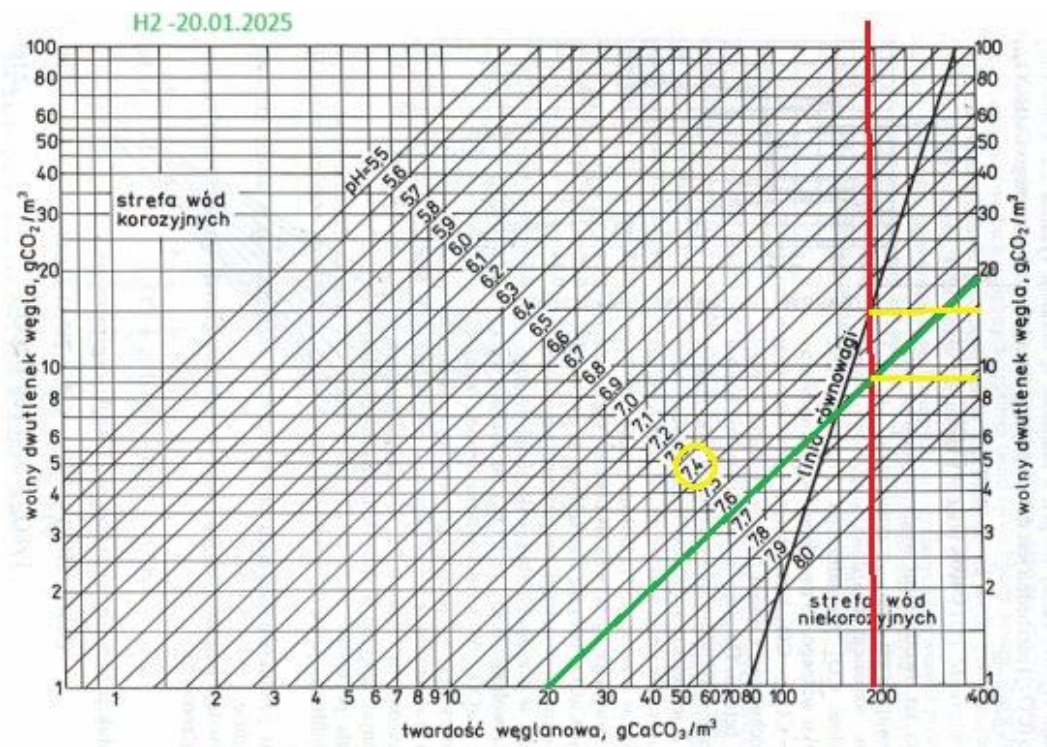
Wstępnego zaklasyfikowania wody do wód korozyjnych lub niekorozyjnych można dokonać na podstawie znajomości dwóch spośród trzech parametrów wody: zawartość wolnego dwutlenku węgla (kwasowości ogólnej wody), pH i twardości węglanowej wody (parametr ten dla większości wód może zostać zastąpiony zasadowością ogólną wody).

Na wykresie poniżej została przedstawiona zależność pomiędzy zasadowością (twardością) a odczynem wody surowej dla średnich wartości tych parametrów, wyznaczonych w oparciu o badania:

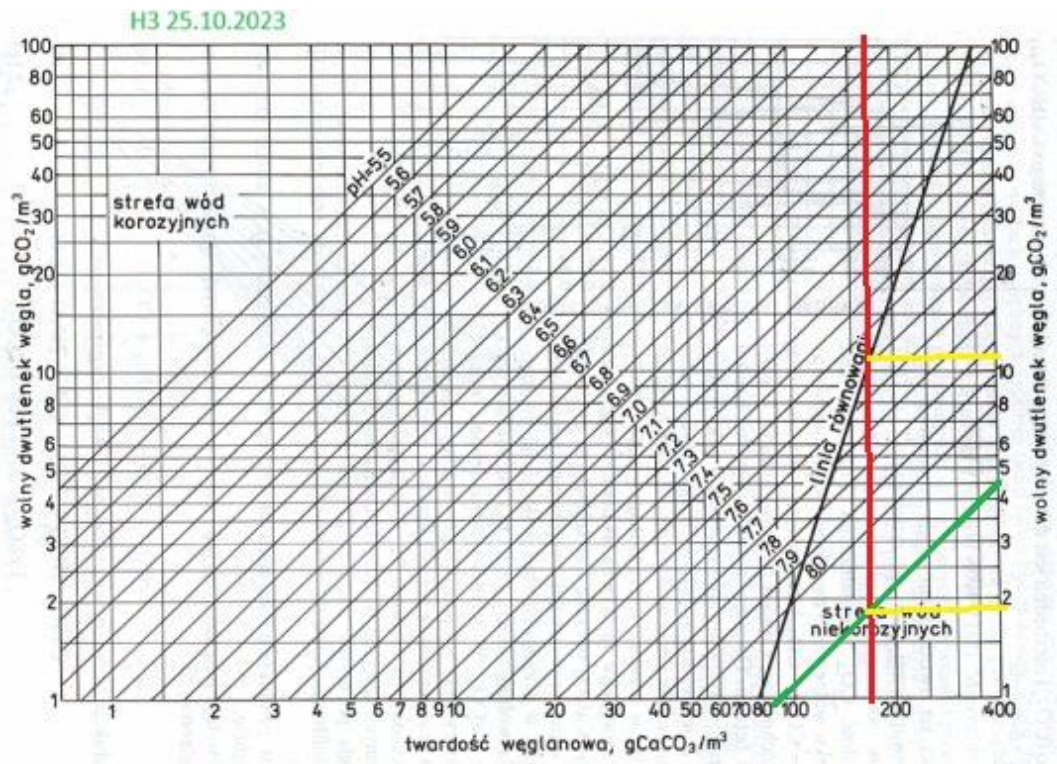
	Próbka 25.10.2023	Próbka 20.01.2025
St. H2	zasadowość wody: 280 mgCaCO ₃ /l, odczyn wody: 8,1 pH.	zasadowość wody: 194 mgCaCO ₃ /l, odczyn wody: 7,6 pH.
St. H3	zasadowość wody: 170 mgCaCO ₃ /l, odczyn wody: 8,3 pH.	zasadowość wody: 85 mgCaCO ₃ /l, odczyn wody: 7,9 pH



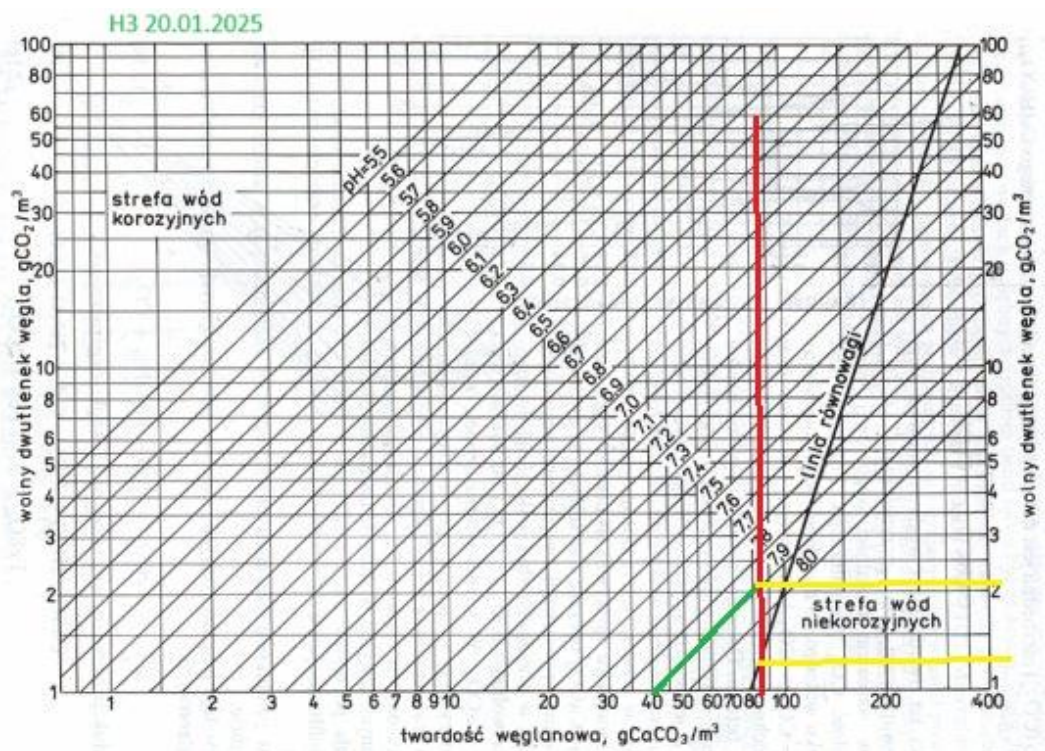
Wykres 1. Wykres równowagi węglanowo-wapniowej dla wody surowej – studnia H2_25.10.2023.



Wykres 2. Wykres równowagi węglanowo-wapniowej dla wody surowej – studnia H2_20.01.2025.



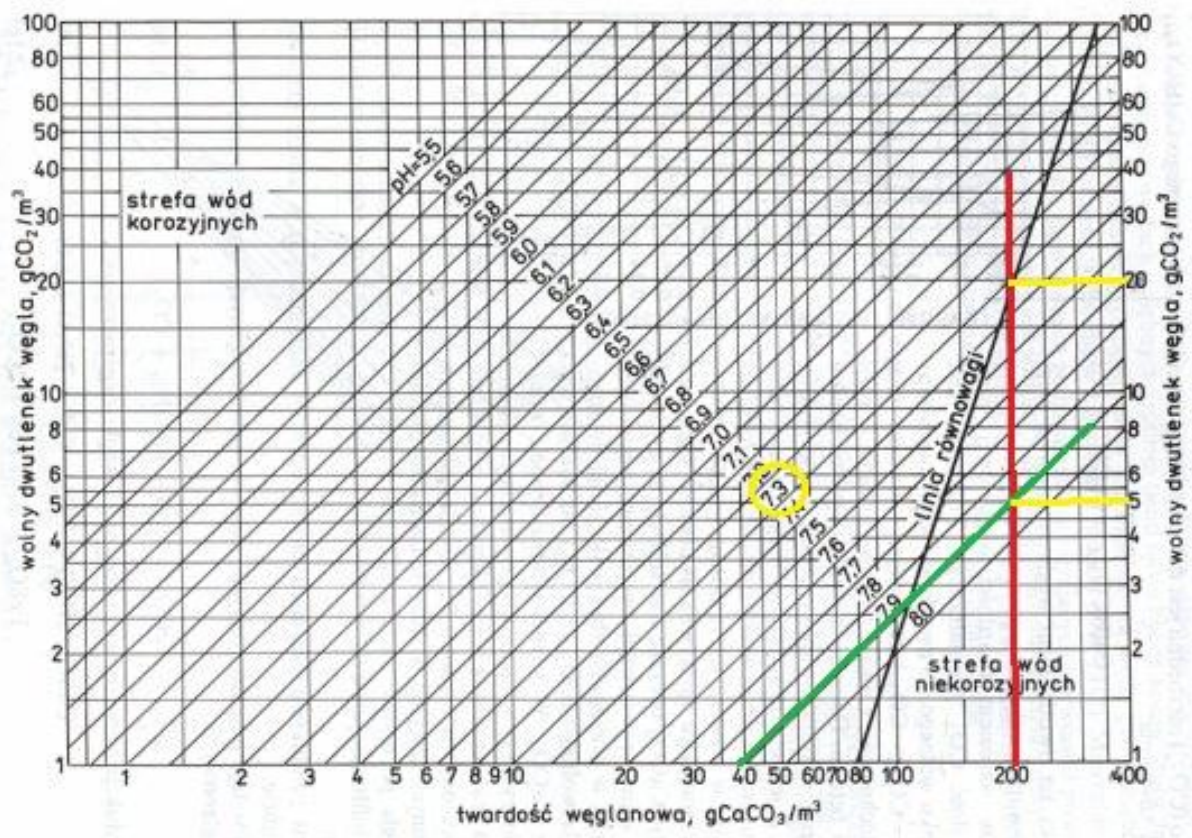
Wykres 3. Wykres równowagi węglanowo-wapniowej dla wody surowej – studnia H3_25.10.2023.



Wykres 4. Wykres równowagi węglanowo-wapniowej dla wody surowej – studnia H3_20.01.2025.

Charakterystyka wód dla wartości średnich z obydwu studni przy proporcjonalnym udziale ich wydajności.

- zasadowość wody: 198 mgCaCO₃/l,
- odczyn wody: 7,9 pH.



Wykres 5. Wykres równowagi węglanowo-wapniowej dla wody surowej – wartości średnie.

- dla danych średnich wartości zasadowości i odczynu wody surowej zawartość wolnego dwutlenku węgla w wodzie wynosi 5,0 mgCO₂/dm³,
- linia wyznaczająca średnią zasadowość wody przecina się z linią równowagi dla zawartości dwutlenku węgla w wodzie równej 20,0 mgCO₂/dm³,
- odczyn równowagowy wody dla zasadowości na poziomie 198 mgCaCO₃/l wynosi około 7,3.

Na podstawie powyższego zestawienia wyników badań oraz wykresów można stwierdzić, że woda wykazuje niewielką niestabilność składu.

Na podstawie wykresów równowagi węglanowo-wapniowej można ocenić, że woda surowa w studni H2 ma charakter wody jest przesycona węglanami i może mieć tendencję do ich wytrącania.

Natomiast woda w studni H3 może charakteryzować się okresowo właściwościami agresywnymi, a okresowo tendencją do wytrącania węglanów.

Dla dokładniejszej oceny własności agresywnych i korozyjnych wód dokonano analizy przy wykorzystaniu indeksów określających stan równowagi węglanowo-wapniowej. Opierają się one na porównaniu pH wody z odczynem, jaki woda miałaby po osiągnięciu stanu równowagi. Charakter wody określony został przy użyciu indeksu Langeliera oraz indeksu Ryznaera.

Indeks Langeliera

$$I_L = pH - pH_n$$

pH – wartość średniego odczynu wody surowej,

pH_n – wartość odczynu wody w stanie równowagi węglanowo-wapniowej.

W przypadku gdy:

- $I_L < 0$ – woda jest nienasycona w stosunku do CaCO_3 i ma własności agresywne,
- $I_L = 0$ – woda jest stabilna, tzn. nie ma charakteru agresywnego ani skłonności do wytwarzania ochronnych warstw CaCO_3 ,
- $I_L > 0$ – woda ma skłonności do wytwarzania osadów CaCO_3 , jest nieagresywna.

Dla wody surowej w miejscowości Huzele wartość indeksu Langeliera wynosi:

$$I_L = 7,9 - 7,3 = 0,6$$

Indeks Langeliera posiada wartość $I_L > 0$, zatem woda może mieć skłonność do wytwarzania osadów CaCO_3 , nie jest agresywna.

Indeks Ryznaera

$$I_R = 2pH_n - pH$$

pH – wartość średniego odczynu wody surowej,

pH_n – wartość odczynu wody w stanie równowagi węglanowo-wapniowej.

W przypadku gdy:

- $I_R < 5$ – woda charakteryzuje się silną tendencją do wytrącania osadu CaCO_3 ,
- $I_R = 5 - 6$ – woda charakteryzuje się słabą tendencją do wytrącania osadów CaCO_3 ,
- $I_R = 6 - 7$ – woda o niewielkiej tendencji do tworzenia osadów CaCO_3 , lub o niewielkiej agresywności
- $I_R = 7 - 7,5$ – woda o wyraźnej agresywności,
- $I_R > 7,5$ – woda o znacznej agresywności.

Dla wody surowej ze studni H2 i H3 w miejscowości Huzele wartość indeksu Ryznera wynosi:

$$I_R = 2 \cdot 7,3 - 7,9 = 6,7$$

Indeks Ryznera znajduje się w przedziale $I_R = 6 \div 7$. Zgodnie z wartością indeksu, woda o niewielkiej tendencji do tworzenia osadów CaCO_3 , lub o niewielkiej agresywności.

Na podstawie powyższych analiz przyjęto, że woda nie wymaga korekty w zakresie równowagi węglowo wapniowej. Jednakże ze względu na znaczne różnice wynikające w pobranych próbkach zaleca się okresową kontrolę stabilności wody.

3. ZAŁOŻENIA OGÓLNE PROJEKTU

Bilans wody:

Obliczenia wykonane zostały zgodnie z Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody.

Dane wyjściowe:

Mieszkańcy i turystyka: jednostkowe zapotrzebowanie wody – $q = 100 \text{ l/Md}$

- liczba mieszkańców miejscowości Huzele – 500 osób
- zakładana ilość turystów przebywających w miejscowości Huzele – 150 osób

Pozostali odbiorcy: jednostkowe zapotrzebowanie wody – $q = 80 \text{ l/Md}$

- Warsztaty Terapii Zajęciowej w Huzelach – 55 osób

N_d – współczynnik nierównomierności dobowej – 2

N_h – współczynnik nierównomierności godzinowej – 2,2

$$Q_{\text{sd}} = q \cdot M$$

$$Q_{\text{sd}} = 100 \text{ l/Md} \cdot (500 + 200) + 80 \text{ l/Md} \cdot 55 = 70\,000 \text{ l/d} + 4\,400 \text{ l/d} = 74\,400 \text{ l/d} = 74,4 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_{\text{maxd}} = Q_{\text{sd}} \cdot N_d$$

$$Q_{\max d} = 74,4 \text{ m}^3/\text{d} \cdot 2 = 148,8 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_{\max h} = Q_{\max d} \cdot Nh/24$$

$$Q_{\max h} = 148,8 \text{ m}^3/\text{d} \cdot 2,2/24 = 13,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Zgodnie decyzją pozwolenie wodnoprawne Starosty Leskiego z dn. 30.11.2017 r. - znak: OS.6341.33.2017r. zatwierdzone zasoby eksploatacyjne łącznie ze studni H2 i H3 wynoszą:

$$Q_h = 4,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_d = 110,4 \text{ m}^3/\text{d}$$

W porozumieniu z Inwestorem przyjęto następujące założenia ogólne do projektu:

- budowa stacji uzdatniania wody o wydajności godzinowej na poziomie 14 m³/h i 72 m³/d, przy założeniu możliwości osiągnięcia wydajności dobowej 110,4 m³/d, po podłączeniu studni H3
- wykorzystanie istniejących studni głębinowych, przy wymianie pomp głębinowych i montażu obudowy studziennej dla każdej pompy,
- ciśnieniowy system napowietrzania wody, przy użyciu miksera statycznego wraz z rozdzielaczem powietrza i zbiornikiem kontaktowym - aeratorem,
- zastosowanie dwustopniowego układu filtracji ciśnieniowej,
- dwuetapowe płukanie filtrów – płukanie powietrzem, a następnie wodą uzdatnioną,
- zastosowanie sprężarek i dmuchaw bezolejowych,
- podziemny zbiornik wód popłucznych, pełniący rolę zbiornika buforowego, odbierającego chwilowy napływ wód popłucznych przed dalszym ich odprowadzeniem do systemu kanalizacji,
- systemu dezynfekcji wody, oparty na lampie UV i dozowaniu podchlorynu sodu,
- naziemnego dwukomorowego żelbetowego zbiornika wody uzdatnionej o łącznej pojemności 100 m³
- zestawu pomp sieciowych, podających wodę do sieci wodociągowej o wydajności 14 m³/h i H = 45 mH₂O
- bezobsługowa praca stacji uzdatniania z pełnym monitoringiem pracy ujęcia, stacji oraz zbiornika wody uzdatnionej.

Dla wszystkich głównych urządzeń technologicznych mających mieć kontakt z uzdatnianą wodą wymaga się posiadania atestu PZH dopuszczającego dane urządzenie do kontaktu z wodą pitną przeznaczoną do spożycia przez ludzi.

4. UJĘCIE WODY

Ujęcie wody zostanie oparte o istniejące studnie głębinowe. Zgodnie z pozwoleniem wodnoprawnym wydanym przez Starostę Leskiego z dn. 30.11.2017 r. - znak: OS.6341.33.2017r. pobór wody odbywać się będzie za pomocą dwóch studni wierconych: studnia H2 o głębokości 60 m i wydajności eksploatacyjnej 3,0 m³/h przy depresji eksploatacyjnej $s = 17,9$ m i H3 o głębokości 51 m i wydajności eksploatacyjnej 1,6 m³/h przy depresji eksploatacyjnej $s = 29,8$. Zasoby eksploatacyjne ujęcia zostały zatwierdzone w ilości $Q = 4,6 \text{ m}^3/\text{h} = 110 \text{ m}^3/\text{d} = 40\,296 \text{ m}^3/\text{rok}$.

Wydajność stacji przy pracy tylko studni H2 wyniesie $Q = 3,0 \text{ m}^3/\text{h} = 72 \text{ m}^3/\text{d}$.

4.1. Studnie

Parametry studni i otworów studzienny z operatu wodnoprawnego na pobór wód podziemnych.

wyszczególnienie	Studnia H2	Studnia H3
Wydajność	3,0 m ³ /h	1,6 m ³ /h
Zwierciadło statyczne	2,0 ppt	0,0 ppt
Depresja eksploatacyjna	17,9 m	29,8 m
Zasięg leja depresji	96 m	83 m
Głębokość studni	60 m	51 m
Rura konduktorowa stalowa (osłonowa)	10 m ppt	10 m ppt
Kolumna rur filtrowych - średnica	PVC 160	PVC 160
Kolumna rur filtrowych - głębokość	60 m ppt	51 m ppt
Średnica czynnej części filtra	160 mm	160 mm
Długość i rodzaj czynnej części filtra	2x4 mb = 8,0 m ppt, PVC atestowane, perforowane poprzecznie 1,5- 2 mm (perforacja 10-15%)	2x4 mb = 8,0 m ppt, PVC atestowane, perforowane poprzecznie 1,5- 2 mm (perforacja 10-15%)
Obsypka żwirowa	3,16-8 mm	3,16-8 mm
Głębokość zawieszenia pompy	58 m ppt lub 52 – 54m ppt	50 m ppt lub 43 – 45m ppt
Max. depresja	46 m ppt	37 m ppt

Wymagane podnoszenie pomp:

	Studnia H2	Studnia H3
Rzędna terenu studni	3,0 m ³ /h	1,6 m ³ /h
Wysokość podnoszenia	2,0 ppt	0,0 ppt
Depresja eksploatacyjna	17,9 m	29,8 m
Różnica geometryczna (pomiędzy rzędną terenu studni i najwyższym punktem podniesienia)	5,67 m	1,34 m
Strata hydrauliczna na SUW	12,0 m	12,0 m
Strata hydrauliczna na kolektorze tłocznym	0,5 m	0,5 m
naddatek	1,0 m	1,0 m
Suma	39,1 m	44,6 m

Wymagane parametry pomp głębinowych:

	Studnia H2	Studnia H3
Wydatność studni	3,0 m ³ /h	1,6 m ³ /h
Wysokość podnoszenia	39,1 m	44,6 m

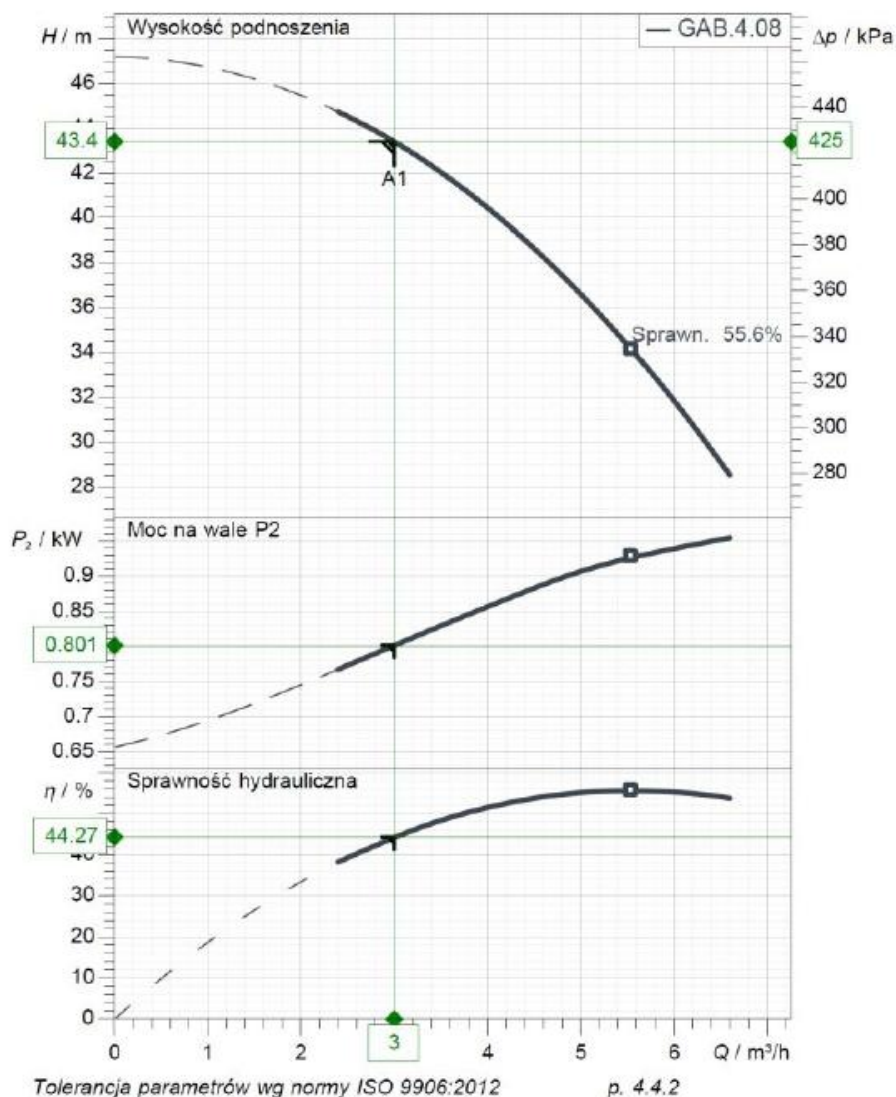
Parametry techniczne pompy głębinowej H2:

- typ pompy: pojedyncza pompa pionowa z zaworem zwrotnym i wirnikiem,
- medium: woda
- moc: 1,1 kW,
- zasilanie: 400 V
- przepływ pompy: 3,0 m³/h,
- wysokość podnoszenia: 43,4 m,
- sprawność hydrauliczna: nie mniejsza niż 68 %,
- moc na wale P2: 0,8 kW,
- średnica: 90÷95 mm
- liczba włączeń /h: 20
- stopień ochrony: min. IP 68
- prędkość obrotowa przy 50 Hz: 2830 r/min,
- zdalne i ręczne sterowanie pracą studni.

Wykonanie materiałowe:

- wał pompy: stal nierdzewna AISI 420 (1.4021)
- sprzęgło pompy: stal nierdzewna AISI 316 (1.4401)
- wirnik pompy: helikoidalny, wykonany ze staliwa stopowego o gatunku nie gorszym niż 1.4308,
- korpus pompy (ssawny i tłoczny): żeliwo szare EN-GJL-250+katforeza

Charakterystykę dobranej pompy głębinowej zamieszczono poniżej.



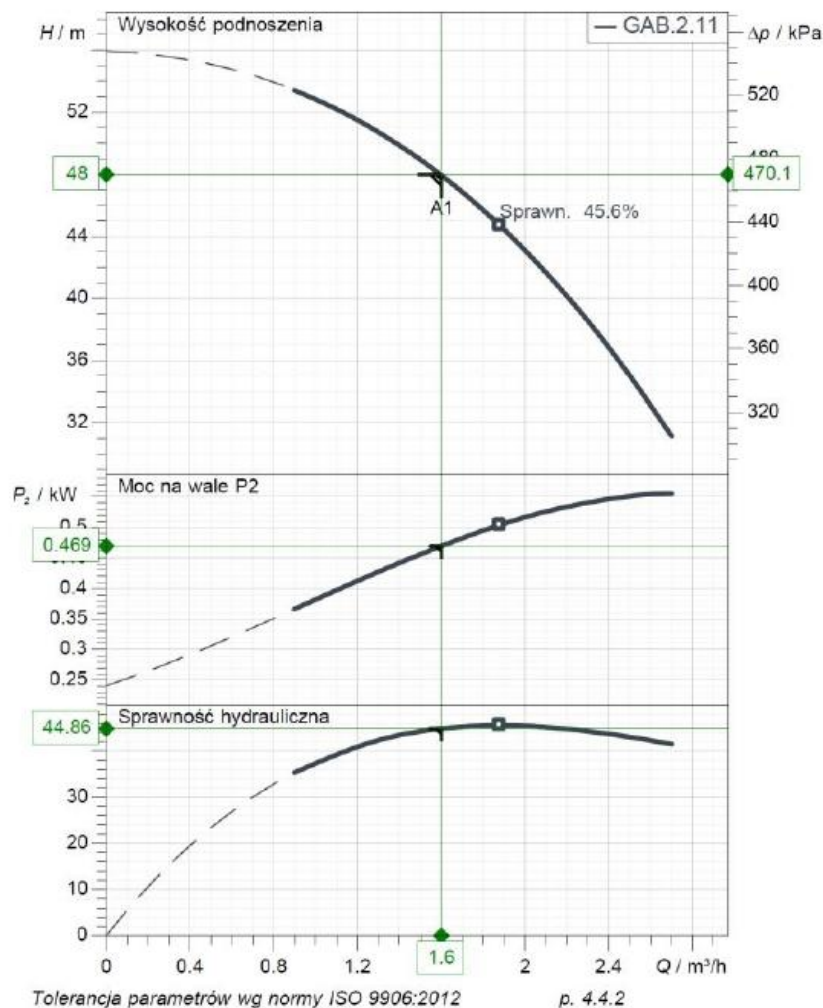
- Wykres 6. Charakterystyka pompy głębinowej dla studni H2

Parametry techniczne pompy głębinowej H3:

- typ pompy: pojedyncza pompa pionowa z zaworem zwrotnym i wirnikiem,
- medium: woda
- moc: 0,75 kW,
- zasilanie: 400 V
- przepływ pompy: 1,6 m³/h,
- wysokość podnoszenia: 48 m,
- sprawność hydrauliczna: nie mniejsza niż 64 %,
- moc na wale P2: 0,46 kW,
- średnica: 90÷95 mm
- liczba włączeń /h: 20
- stopień ochrony: min. IP 68
- prędkość obrotowa przy 50 Hz: 2800 r/min,

Wykonanie materiałowe:

- wał pompy: stal nierdzewna AISI 420 (1.4021)
- sprzęgło pompy: stal nierdzewna AISI 316 (1.4401)
- wirnik pompy: helikoidalny, wykonany ze staliwa stopowego o gatunku nie gorszym niż 1.4308,
- korpus pompy (ssawny i tłoczny): żeliwo szare EN-GJL-250+katodforeza



Wykres 7. Charakterystyka pompy głębinowej dla studni H3

Pompy głębinowe, jako kompletne urządzenie muszą posiadać aktualny atest PZH dopuszczający urządzenie do kontaktu z wodą przeznaczoną do spożycia przez ludzi.

Uwaga: Ponieważ dla wymaganych wydajności i deklarowanych średnic studni (160PVC _ Øwew 145 mm) prędkość przepływu (w obu przypadkach) jest mniejsza od granicznej $v = 0,2$ m/s (H2: $v = 0,074$ m/s_ H3: $v = 0,04$ m/s) zalecane jest zastosowanie płaszczy przyspieszających. Płaszcze montowane są w trakcie instalacji pomp w studniach. Płaszcz przyspieszający PPK wykonany z arkusza blachy nierdzewnej i montowany jest na pompie, za

pośrednictwem uszczelki i wkładek centrujących (zgodnie z instrukcją obsługi) w trakcie jej zabudowy w otworze studziennym. Płaszcz przeznaczony jest do pracy w pozycji pionowej. Jego zadaniem jest optymalizacja warunków chłodzenia silnika.

Pompa głębinowa jako kompletne, niezależne i w pełni autonomiczne urządzenie nie będące elementem składowym innego urządzenia lub zespołu musi posiadać aktualny atest PZH dopuszczający urządzenie do kontaktu z wodą przeznaczoną do spożycia przez ludzi.

Pompy zabezpieczone będą przed suchobiegiem sondami konduktometrycznymi i hydrostatycznymi. Kable zasilające pompę, przewody sterujące ze studni wyprowadzone zostaną do skrzynki elektrycznej pośredniej (dokładniejsze informacje w projekcie elektrycznym).

Wykonawca zobowiązany jest przed przystąpieniem do pracy do wykonania 24h pompowania z każdej studni w celu zbadania ewentualnych zmian w poziomach statycznego lustra wody oraz depresji. Wyniki muszą zostać przedstawione inspektorowi nadzoru inwestorskiego. Wykonawca w wypadku zmian w lustrach wody przeliczy i na nowo dobierze pompy głębinowe. Piony tłoczne wykonane ze stali nierdzewnej gat. 304 o połączeniach ZSM/flansze.

Średnica pionów tłocznych DN40. Zawieszenie pompy 3,0m poniżej zwierciadła dynamicznego.

Pompy głębinowe będą sterowane za pomocą falowników z filtrami RFI. Ze względu na zapotrzebowanie wody należy przewidzieć możliwość współpracy obu pomp głębinowych. W tym wypadku częstotliwość pomp należy uzależnić w zależności od pracy pojedynczo/zespołowych w celu osiągnięcia maksymalnych dopuszczalnych przez zatwierdzone zasoby wydajności.

4.2. Obudowa studni głębinowych

Parametry obudów zewnętrznych obu studni głębinowych przedstawione zostały poniżej:

- kompletna obudowa naziemna ze zbrojoną podstawą,
- podstawa z otworem dostosowanym do zewnętrznej rury studziennej o średnicy min. 600 mm,
- wykonana z tworzywa sztucznego lub kompozytu w kolorze białym lub szarym,
- izolowane termicznie (grubość ocieplenia min. 70 mm) z hermetyczną skrzynką elektryczną i sygnalizacją pracy ogrzewania,
- wyposażona w oświetlenie we wnętrzu obudowy,
- zawiasy i zamek wykonane ze stali nierdzewnej (min. AISI 304),
- głowica studni wykonana ze stali nierdzewnej gatunku AISI 304/304L,
- orurowanie wewnątrz obudowy o średnicy DN 40,

- rurociągi wznosne, wykonane ze stali nierdzewnej w gatunku AISI 304/304L, łączone kołnierzowo,
- przepustnica międzykołnierzowa z napędem ręcznym i zawór zwrotny międzykołnierzowy o średnicach DN 40,
- przepływomierz elektromagnetyczny lub wodomierz impulsowy DN 40,
- kurek probierczy ze stali nierdzewnej o średnicy G ½",
- króciec do czujnika ciśnienia GW ½",
- zestaw przyłączeniowy (kotwy do betonu, silikon itp.).

Rury osłonowe studni zostaną przedłużone do poziomu nasypu poprzez dopasowanie odpowiedniego odcinka. Istniejące obudowy należy zasypać piaskiem i zagęścić, a następnie wykonać obetonowanie rury osłonowej, zakończonej głowicą. Obetonowanie musi być monolityczne z płytą o głębokości minimum 1 metr, na której zostanie wykonana obudowa, zgodnie z wytycznymi producenta obudów oraz ze sztuką budowlaną. Wyniesiona rura będzie zwieńczona obudową.

Obudowa studzienna jako kompletne urządzenie musi posiadać aktualny atest PZH dopuszczający urządzenie do kontaktu z wodą przeznaczoną do spożycia przez ludzi.

4.3. Zawór bezpieczeństwa

Ze względu na maksymalną wysokość podnoszenia pomp głębinowych, w budynku SUW należy zamontować zawór bezpieczeństwa. Zawór musi być zamontowany na rurociągu wody surowej, w pierwszym możliwym miejscu przed pierwszym odcięciem (zasuwa lub przepustnica). Odprowadzenie nadmiaru wody z zaworu należy ukierunkować do rurociągu kanalizacyjnego.

Zawór bezpieczeństwa, jako kompletne urządzenie musi posiadać aktualny atest PZH dopuszczający urządzenie do kontaktu z wodą przeznaczoną do spożycia przez ludzi.

4.4. Automatyka i sterowanie ujęciem wody surowej

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 z wizualizacją,
- dodatkowe (oprócz sondy hydrostatycznej) zabezpieczenie przed suchobiegiem,
- sygnalizacja otwarcia obudowy studni,
- obudowy studni zamykane na podwójne kłódki antywłamaniowe wykonane ze stali nierdzewnej
- licznik czasu pracy pompy.

Sterowanie pracą studni:

- zdalne załączanie studni na podstawie poziomów wody w zbiorniku retencyjnym,
- ręcznie ze stacji uzdatniania wody, przez Operatora stacji.

Realizowane algorytmy w sterowaniu pracą pomp głębinowych:

- wyłączenie pomp głębinowych:
 - przy osiągnięciu poziomu suchobiegu,
 - po przekroczeniu maksymalnego poziomu w zbiorniku wody uzdatnionej,
- uruchomienie alarmu:
 - w przypadku stwierdzenia otwarcia obudowy studni głębinowej,
 - w przypadku stwierdzenia spadku temperatury wewnątrz obudowy poniżej zadanej wartości,
 - w przypadku spadku wydajności pompy o procent ustalony na rozruchu w stosunku do poziomu eksploatacyjnego.

Powyższe algorytmy stanowią podstawę dla projektu branży automatycznej i elektrycznej.

Należy zapewnić stały monitoring ujęcia za pomocą kamery z przesyłem obrazu do centralnej dyspozytorni.

5. NAPOWIETRZANIE WODY

Napowietrzanie wody odbywać się będzie w układzie składającym się z miksera statycznego znajdującego się przed zbiornikiem kontaktowym (aeratorem) oraz miksera statycznego przed II^o filtracji. Sprężone powietrze będzie dystrybuowane ze sprężarki do mikserów statycznych i aeratora przy wykorzystaniu zespołu dystrybucji powietrza.

5.1. Mikser statyczny – 2 szt

Mikser statyczny całkowicie miesza, rozprasza i umożliwia reakcję wody z powietrzem na krótkim odcinku rurociągu. Aby uzyskać taki rezultat, w mieszaczu wykorzystywana jest zasada radialnego przenoszenia pędu, rozdział strumieni i odwrócenie płaszczyzny przesunięcia. Jednoczesne zastosowanie tych zjawisk przenoszenia pozwoliło uniknąć skokowych zmian stężenia, szybkości i temperatury. Jego kształt jest zoptymalizowany w celu zwiększenia efektywności i szybkości mieszania.

Parametry techniczne dobranego urządzenia są następujące:

- ilość: 2 sztuki,
- średnica: DN 32,
- ciśnienie maksymalne: 6 bar,
- strata ciśnienia: 0,2 bar,
- przybliżona długość mieszacza: nie mniejsza niż 140 mm,

- długość wkładu mieszającego: nie mniejsza niż 700 mm,
- przepływ nominalny: ok. 6 m³/h,
- wykonanie miksera i wkładu mieszającego: stal nierdzewna AISI 304,
- wyjmowany wkład mieszający umożliwiający jego okresowe czyszczenie,
- dwa manometry z glicerynowym wypełnieniem i skalą do 4 bar do kontroli strat ciśnienia na mikserze.

Dla dobrego wymieszania powietrza z wodą, mieszacz statyczny powinien pracować z wydajnością nie mniejszą niż 75% projektowanej wydajności. Bezpośrednio przed i za mieszaczem powinny być zamontowane ręczne przepustnice odcinające. Przy każdym mikserze należy zamontować obejście awaryjne z odcięciem.

Mikser statyczny, jako kompletne urządzenie musi posiadać aktualny atest PZH dopuszczający urządzenie do kontaktu z wodą przeznaczoną do spożycia przez ludzi.

5.2. Zbiornik kontaktowy – aerator

Zastosowanie zbiornika kontaktowego (aeratora) ciśnieniowego ma na celu zapewnienie możliwie największej powierzchni kontaktu powietrza z wodą przy zachowaniu właściwego czasu kontaktu oraz zapewnieniu optymalnych warunków mieszania napowietrzanej wody. Aerator jest zbiornikiem ciśnieniowym, w którym woda kontaktuje się ze sprężonym powietrzem. Dodatkowo wewnątrz zbiornika znajduje się dodatkowy ruszt napowietrzający, wspomagający proces napowietrzenia wody surowej. Czas kontaktu wody z powietrzem wewnątrz aeratora powinien wynosić co najmniej 4 minuty. Do obliczeń przyjęto czas przetrzymania 6 minut. Objętość mieszacza wynosi zatem:

$$V = 4,6 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \frac{360 \text{ s}}{3600} = 0,46 \text{ m}^3$$

Urządzenie dobrano w oparciu o powyższe obliczenia, faktyczna ilość powietrza zostanie ustalona na etapie rozruchu stacji..

Parametry techniczne urządzenia:

- typ: aerator pionowy, ciśnieniowy,
- ilość: 1 sztuka,
- średnica nominalna: 600 mm,
- pojemności: $V_a = 0,46 \text{ m}^3$,
- wysokość całkowita: $H = 2350 \text{ mm}$,
- średnica króćców przyłączeniowych wody: DN 40,
- ilość dysz w układzie napowietrzania: nie mniej niż 12 sztuk,
- włącz rewizyjny boczny,
- odpowietrzenie zbiornika ręczne i automatyczne,

- automatyczny zawór odpowietrzający powinien być rozbieralny w celu jego okresowego czyszczenia bez konieczności jego demontażu ze zbiornika.

Sprawdzenie wymaganego czasu kontaktu w aeratorze:

$$t = \frac{V_a \cdot 3600}{Q} = \frac{0,460 \text{ m}^3 \cdot 3600}{4,6 \text{ m}^3/\text{h}} = 360 \text{ s}$$

Dobry aerator zapewni wymagany czas kontaktu wody z powietrzem.

Dobór króćców do aeratora

Dobór króćców wlotowych i wylotowych do aeratora przeprowadzono w oparciu o założenie, że prędkość przepływu wody nie powinna przekraczać $V = 1,5 \text{ m/s}$.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V \cdot 3600}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4,6 \text{ m}^3/\text{h}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s} \cdot 3600}} = 0,033 \text{ m} = 33 \text{ mm}$$

Dobrano króćce wlotowe i wylotowe wody o średnicy DN 40.

Sprawdzenie prędkości przepływu w rurociągach wody surowej i wody napowietrzonej:

$$V = \frac{Q}{P \cdot 3600} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2 \cdot 3600} = \frac{4 \cdot 4,6 \text{ m}^3/\text{h}}{\pi \cdot (0,04 \text{ m})^2 \cdot 3600} = 1,02 \text{ m/s}$$

Dobre średnice króćców przyłączeniowych zapewniają wymaganą prędkość przepływu wody. doprowadzenie

Aerator przeznaczony jest do współpracy z zespołem filtrów w instalacjach wody zimnej przy maksymalnym dopuszczalnym ciśnieniu PS = 6,0 bar oraz maksymalnej temperaturze dopuszczalnej TS = 20°C. Ciśnienie 6,0 bar nie może być przekroczone podczas eksploatacji mieszacza.

Aerator wyposażony będzie w odpowietrzenie ręczne. Odpowietrzenie ręczne powinno zostać podłączone bezpośrednio do przewodu kanalizacyjnego, względnie przewodu odprowadzającego wody spustowe z aeratora. Aerator należy dodatkowo wyposażyć w spust wody do kanalizacji (kanału odprowadzającego popłuczyny) realizowany przy użyciu przewodu o średnicy minimum DN 50, w dolnej części urządzenia. Na rurociągu doprowadzającym wodę surową do aeratora oraz odprowadzającym wodę napowietrzoną należy zamontować przepustnice z napędem ręcznym o średnicy DN 40.

Zbiornik kontaktowy (aerator) jako kompletne urządzenie musi posiadać aktualny atest PZH dopuszczający urządzenie do kontaktu z wodą przeznaczoną do spożycia przez ludzi.

5.3. Sprężarka

Do mieszacza statycznego oraz aeratora poprzez zespół dystrybucji powietrza należy doprowadzić sprężone powietrze pochodzące ze sprężarki. Ilość doprowadzanego sprężonego powietrza zależy od stężenia żelaza dwuwartościowego w uzdatnianej wodzie. Niezbędna ilość powietrza w stosunku do objętości uzdatnianej wody powinna wynosić 10%. Zatem dla maksymalnej wydajności SUW ilość sprężonego powietrza wyniesie:

$$Q_{pow} = 4,6 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 0,1 = 0,46 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dla celów napowietrzania wody zostanie wykorzystana sprężarka powietrza o następujących parametrach technicznych:

- typ: bezolejowa, spiralna,
- ilość: 2 sztuki,
- ciśnienie: 10 bar,
- wydajność przy ciśnieniu roboczym: 0,19 m³/min,
- moc znamionowa silnika: 1,5 kW,
- zbiornik sprężonego powietrza: 90 l,
- poziom hałasu: 82 dB,
- silnik 400V, 3 fazowy 50Hz

Sprężarka, jako kompletne urządzenie musi posiadać aktualny atest PZH dopuszczający urządzenie do kontaktu z wodą przeznaczoną do spożycia przez ludzi.

5.4. Zespół dystrybucji powietrza

Sprężone powietrze doprowadzane będzie od sprężarki do miksera statycznego i aeratora przy wykorzystaniu modułu dystrybucji powietrza. Podstawowym zadaniem jednostki jest regulacja, załączanie i pomiar przepływu powietrza. Na przewodzie doprowadzającym powietrze zostaną zamontowane reduktory ciśnienia, rotametry z pływakiem magnetycznym oraz zawory kulowe do regulacji strumienia powietrza. Wymagane jest, aby wszystkie elementy zostały zamontowane na jednym stelażu.

Dobrano następujące zespół dystrybucji powietrza:

- ciśnienie pracy na wejściu: max 8 bar,
- ilość sekcji: 3
- wydajność każdej z sekcji: 0,46 m³/h,
- pomiar przepływu każdej z sekcji: rotametr z magnetycznym pływakiem,
- na sekcji głównej dodatkowo powinien być zamontowany czujnik minimalnego przepływu zapewniający wyłączenie produkcji wody w przypadku braku dopływu powietrza w trakcie trwania procesu filtracji,

- każda z sekcji wyposażona w odrębny zawór regulacyjny, rotametr, zawór odcinający za rotametrem, by-pass z odcięciem dla każdego z rotametrów,
- objętość linii zasilającej powinna zapewniać buforowanie powietrza (akumulator powietrzny),
- zespół dystrybucji powietrza powinien posiadać także drugi obieg – obieg zasilania przepustnic zapewniający zasilenie w powietrze przepustnic z napędem pneumatycznym,
- obieg zasilania przepustnic powinien być wyposażony w odrębny zawór redukcji z manometrem.

6. FILTRACJA WODY

Filtracja wody będzie odbywać się przy wykorzystaniu klasycznej filtracji ciśnieniowej. Jako złoża filtracyjne zostanie wykorzystany masa katalityczna oraz złoża chalcedonitowe. Każdy z filtrów zostanie wyposażony w integralny układ sterowania. Płukanie filtrów będzie realizowane dwuetapowo: najpierw płukanie powietrzem, następnie płukanie wodą uzdatnioną.

6.1. Filtry ciśnieniowe

Przy ustalaniu ilości filtrów przyjęto następujące założenia:

- filtracja ciśnieniowa,
- filtracja dwustopniowa,
- prędkość filtracji – nie wyższa niż 6,0 m/h.

Dla maksymalnej godzinowej wydajności Stacji Uzdatniania Wody równej $Q = 4,6 \text{ m}^3/\text{h}$ oraz prędkości filtracji 6,0 m/h, powierzchnia filtracji wyniesie:

$$A_f = \frac{4,6 \text{ m}^3/\text{h}}{6,0 \text{ m/h}} = 0,77 \text{ m}^2$$

Przy zastosowaniu jednostek filtracyjnych o średnicy DN 1000 ($\varnothing = 1000 \text{ mm}$) rzeczywista prędkość filtracji dla wydajności Stacji Uzdatniania Wody, wynoszącej $Q = 4,6 \text{ m}^3/\text{h}$ wyniesie:

$$V_{f \text{ rzecz}} = \frac{Q}{A_{f \text{ rzecz}}} = \frac{4,6 \text{ m}^3/\text{h}}{0,77 \text{ m}^2} = 5,85 \text{ m/h}$$

Dane techniczne dobranych filtrów ciśnieniowych:

- ilość: 2 sztuki (filtr I° i filtr II°),
- średnica nominalna: 1000 mm,
- powierzchnia jednostkowa: $0,785 \text{ m}^2$,

- wysokość całkowita: około 2347 mm,
- wysokość części płaszczowej (między dennicowej): nie mniej niż 1500 mm,
- włazy rewizyjne:
 - zasypowy, górny, eliptyczny: 176/256 mm,
 - boczny: DN 400,
- średnica króćców wody: DN 80,
- średnica króćca powietrza do płukania: DN 65,
- zawór odpowietrzający: G 1¹/₄",
- wlot wody surowej: w płaszczu,
- wylot wody uzdatnionej: w płaszczu,
- wykonanie materiałowe: stal niskowęglowa,
- maksymalne dopuszczalne ciśnienie pracy: 6,0 bar,
- maksymalna dopuszczalna temperatura wody: 20°C,
- złożo filtracyjne: złożo chalcedonitowe, masa katalityczna.

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 z zamontowanym zaworem kulowym. Rurociągi odpowietrzające należy sprowadzić bezpośrednio do istniejącego kanału wód popłucznych i wód spustowych. Niezależnie od odpowietrzenia ręcznego należy zamontować odpowietrzniki automatyczne w postaci zaworów odpowietrzająco-napowietrzających (umożliwiających zasysanie powietrza przy spuszczeniu wody z nadłoża na pierwszej fazie płukania filtra). Automatyczny zawór odpowietrzający powinien być rozbieralny w celu jego okresowego czyszczenia bez konieczności jego demontażu ze zbiornika.

Na rurociągu wody uzdatnionej każdego z filtrów należy zastosować kurki pobiercze przystosowane do poboru prób zgodnie z normą DVGW W551. Kurki muszą posiadać możliwość opalania oraz dowolnej zabudowy poprzez regulowane usytuowanie wylewki w wykonaniu ze stali nierdzewnej z możliwością skracania. Przyłącze kurka DN 10, obsługa za pomocą klucza imbusowego.

Podsypkę i właściwe złożo filtracyjne będą stanowić:

- podsypka I: żwir filtracyjny o uziarnieniu 8,0 ÷ 16,0 mm i wysokości 0,10 m,
- podsypka II: żwir filtracyjny o uziarnieniu 4,0 ÷ 8,0 mm i wysokości 0,10 m,
- podsypka III: żwir filtracyjny o uziarnieniu 2,0 ÷ 4,0 mm i wysokości 0,10 m,
- strefa filtracyjna I: złożo katalityczne o uziarnieniu 1,0 ÷ 3,0 mm i wysokości 0,40 m,
- strefa filtracyjna II: złożo chalcedonitowe o uziarnieniu 0,8 ÷ 1,4 mm i wysokości 0,80 m.

Złoże filtracyjne	Uziarnienie	Wysokość złoża	Ciężar nasypowy	Objętość złoża	Objętość złoża całkowita	Masa złoża
	[mm]	[cm]	[t/m ³]	[m ³ /filtr]	[m ³]	[t]
żwir filtracyjny	8,0 ÷ 16,0	10	1,6	0,08	0,16	0,25
żwir filtracyjny	4,0 ÷ 8,0	10	1,6	0,08	0,16	0,25
żwir filtracyjny	2,0 ÷ 4,0	10	1,6	0,08	0,16	0,25
złoże katalityczne	1,0 ÷ 3,0	40	2	0,31	0,63	1,26
złoże chalcedonitowe	0,6 ÷ 1,6	80	1,1	0,63	1,26	1,38

Należy pamiętać, że podczas procesu płukania, złoże może być wynoszone o około 25% (zgodnie z wartością ekspansji).

Każdą z warstw zasypać i wyrównać na etapie produkcji SUW. Kolejność poszczególnych złóż filtracyjnych zgodna z powyższymi założeniami. Po zasypaniu filtrów należy je wypłukać oraz zdezynfekować, zgodnie z obowiązującymi procedurami.

Złoże katalityczne

Masa katalityczna to wysokosprawny naturalny materiał filtracyjny o ziarnistej strukturze. Nadaje się do procesu filtracji wody pitnej o dużej zawartości żelaza i manganu zarówno w pośpiesznych filtrach ciśnieniowych, jak i otwartych czy zamkniętych filtrach grawitacyjnych. Ziarna złoże posiadają nieregularny kształt, chropowatą powierzchnię i ostre krawędzie.

Złoże katalityczne działa jako nierozpuszczalny katalizator, przyspieszając reakcję utleniania związków manganu, podnosząc jego stopień utlenienia, co ułatwia wydzielenie go z wody w postaci nierozpuszczalnego dwutlenku manganu. Dzięki zwiększonej porowatości, złoże posiada większą powierzchnię właściwą, co skutkuje bardzo dobrym usuwaniem struktur koloidalnych powodujących mętność medium i wydłuża filtrocycl przynosząc korzyści ekonomiczne.

Złoże nie zużywa się, a jego regeneracji dokonuje się poprzez przeciwprądowe płukanie wodno-powietrzne, usuwając w ten sposób zawiesiny wytrącone na powierzchni ziaren złoże. Podczas właściwie prowadzonego płukania przeciwprądowego złoże katalityczne nie zostaje wymieszane z innym materiałem filtracyjnym w uwagi na różnice granulacji i gęstości.

Podstawowe parametry fizykochemiczne złoże katalitycznego są następujące:

- barwa: czarno-brązowa,
- gęstość nasypowa w stanie luźnym: 2,0 t/m³,
- gęstość objętościowa ziarna: 4,0 ÷ 4,2 t/m³,

- zawartość MnO₂: min 80%
- wilgotność: max 4%,
- zalecana prędkość filtracji: 7 ÷ 15 m/h
- zalecana prędkość płukania powietrzem: 60,0 m³/hm²,
- zalecana prędkość płukania wodą: 40,0 ÷ 60,0 m³/hm².

Złoże chalcedonitowe:

To specjalistyczny materiał filtracyjny wytworzony na bazie naturalnie występującego minerału – chalcedonitu. Porowate ziarna złoża pokryte są powłoką aktywną tlenków manganu, co eliminuje niedogodności związane z procesem wpracowania, tj. oczekiwanie na skuteczność technologiczną. Materiał jest przeznaczony do procesów usuwania żelaza, jonu amonowego oraz w szczególności manganu w technologiach filtracji wody. Chalcedonitowy materiał filtracyjny cechują następujące własności:

- wysoka pojemność masowa na zanieczyszczenia, pozwalająca na wydłużenie cykli filtracyjnych;
- niska gęstość nasypowa, pozwalająca zmniejszyć obciążenie dennicy filtrów, co ma istotne znaczenie szczególnie w filtrach ciśnieniowych;
- syntetyczna powłoka tlenków manganu na powierzchni ziaren złoża pozwala na efektywne usuwanie manganu już od samego początku pracy filtra.
- korzystna charakterystyka hydrauliczna (niskie opory złoża, tym także po filtracji zawiesin, pozwalające obniżyć ciśnienie pracy układu)

Podstawowe parametry fizykochemiczne złoża chalcedonitowego są następujące:

- Prędkość filtracji ≤ 15 m/h
- Potencjał usuwania żelaza ≤ 15 mg Fe/dm³
- Potencjał usuwania manganu ≤ 5,0 mg Mn/dm³
- Potencjał usuwania jonu amonowego ≤ 2,0* mg NH₄⁺ /dm³
- Zakres pH wody: 6,5 ÷ 9,5
- Przestrzeń nad złożem: 40 %
- Prędkość płukania powietrzem: 45,0 ÷ 60,0 m³/h·m²
- Prędkość płukania wodą: 43,0 ÷ 55,0 m³/h·m²
- Ekspansja złoża: 25 %

Orurowanie filtrów, założenia:

prędkość przepływu wody równa 1÷2 m/s – przy zachowaniu warunku prędkości minimalnej wynoszącej 0,3 m/s

prędkość przepływu powietrza do 10 m/s

wydajność stacji 4,6 m³/h

maksymalna intensywność płukania wodą $q_w = 50 \text{ m}^3/\text{hm}^2$

maksymalna intensywności płukania powietrzem $q_p = 60 \text{ m}^3/\text{hm}^2$

Dopływ wody surowej, odpływ wody uzdatnionej:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V \cdot 3600}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4,6 \text{ m}^3/\text{h}}{\pi \cdot 1,0 \text{ m/s} \cdot 3600}} = 0,04 \text{ m} = 40 \text{ mm}$$

Dobrano rurociąg o średnicy DN40. Sprawdzenie prędkości przepływu w rurociągach wody surowej i wody uzdatnionej:

$$V = \frac{Q}{P \cdot 3600} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2 \cdot 3600} = \frac{4 \cdot 4,6 \text{ m}^3/\text{h}}{\pi \cdot (0,04 \text{ m})^2 \cdot 3600} = 1,02 \text{ m/s}$$

Dopływ wody do płukania, odpływ popłuczyn:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V \cdot 3600}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 39,27 \text{ m}^3/\text{h}}{\pi \cdot 2,0 \text{ m/s} \cdot 3600}} = 0,08 \text{ m} = 80 \text{ mm}$$

Dobrano rurociąg o średnicy DN80. Sprawdzenie prędkości przepływu w rurociągach wody surowej i wody uzdatnionej:

$$V = \frac{Q}{P \cdot 3600} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2 \cdot 3600} = \frac{4 \cdot 39,27 \text{ m}^3/\text{h}}{\pi \cdot (0,08 \text{ m})^2 \cdot 3600} = 2,17 \text{ m/s}$$

	przepływ	prędkość zakładana	średnica zakładana	średnica dobrana	prędkość rzeczywista
jednostka	m ³ /h	m/s	m	mm	m/s
woda surowa, woda uzdatniona	4,60	1,00	0,04	40	1,02
woda do płukania, odpływ popłuczyn	39,27	2,00	0,08	80	2,17
powietrze do płukania	47,12	6,00	0,05	50	6,67

Dobre średnice rurociągów zapewniają wymaganą prędkość przepływu wody.

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 40 z napędem pneumatycznym dwustronnego działania (tryb zamknij/otwórz), z czasem zamykania i otwierania w zakresie $3,5 \pm 1,5 \text{ s}$,
- rurociąg odprowadzający wodę uzdatnioną – przepustnica z dyskiem ze stali nierdzewnej, międzykołnierzowa o średnicy DN 40 z napędem pneumatycznym

dwustronnego działania (tryb zamknij/otwórz), z czasem zamykania i otwierania w zakresie $3,5 \pm 1,5$ s, przepustnica międzykołnierzowa DN 80, zawór zwrotny, kurek probierczy $\frac{1}{2}$ ",

- rurociąg doprowadzający wodę do płukania – przepustnica z dyskiem ze stali nierdzewnej, międzykołnierzowa o średnicy DN 80 z napędem pneumatycznym dwustronnego działania (tryb zamknij/otwórz), z czasem zamykania i otwierania w zakresie $3,5 \pm 1,5$ s.
- rurociąg odprowadzający popłuczyny – przepustnica z dyskiem ze stali nierdzewnej, międzykołnierzowa o średnicy DN 80 z napędem pneumatycznym dwustronnego działania (tryb zamknij/otwórz), z czasem zamykania i otwierania w zakresie $3,5 \pm 1,5$ s.
- rurociąg spustu pierwszego filtratu – przepustnica z dyskiem ze stali nierdzewnej, międzykołnierzowa o średnicy DN 40 z napędem pneumatycznym dwustronnego działania (tryb zamknij/otwórz), z czasem zamykania i otwierania w zakresie $3,5 \pm 1,5$ s.
- rurociąg doprowadzający powietrze do płukania – przepustnica z dyskiem ze stali nierdzewnej, międzykołnierzowa o średnicy DN 50 z napędem pneumatycznym dwustronnego działania (tryb zamknij/otwórz), z czasem zamykania i otwierania w zakresie $3,5 \pm 1,5$ s, zawór zwrotny kulowy DN 50.

Napędy oraz samo sterowanie powinny zostać dobrane w taki sposób, aby nie następowało ich przesterowywanie w stanach awaryjnych, np. w przypadku braku zasilania czy też obniżeniu ciśnienia powietrza zasilającego układ napędowy. Każda z przepustnic sterowanych pneumatycznie musi posiadać wyłączniki krańcowe przesyłające sygnał o aktualnym położeniu do systemu sterowania.

Przewiduje się następujące opomiarowanie filtrów:

- kontrola ciśnienia wody: czujnik ciśnienia z manometrem (skala min. 1÷4 bar) zainstalowanym na każdym z filtrów (przed filtracją i po filtracji).

Dodatkowe parametry mierzone w trakcie pracy filtrów:

- czas pracy od ostatniego płukania,

Pomiar ciśnienia przed i po filtracji będzie podstawą do określenia całkowitych strat ciśnienia w układzie filtracji i na tej podstawie do oceny długości cyklu filtracyjnego oraz inicjacji procesu płukania filtrów ciśnieniowych. Ciśnienie na rurociągu wody surowej i uzdatnionej 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 na panelu operatorskim szafki sterowniczej.

Filtr ciśnieniowy, jako kompletne urządzenie musi posiadać aktualny atest PZH dopuszczający urządzenie do kontaktu z wodą przeznaczoną do spożycia przez ludzi.

6.2. Sterowanie pracą filtrów

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

- automatycznie: zgodnie z programem sterowania pracą filtrów i ich płukaniem,
- ręcznie: z poziomu napędów każdej z przepustnic.

Przejście na płukanie ręczne odbywać się będzie tylko na SUW.

Proces płukania będzie przebiegał zgodnie z następującym harmonogramem:

1. Inicjacja ręczna procesu płukania lub automatyczna (zgodnie z ustalonym harmonogramem płukania).
2. Przygotowanie do płukania filtra nr 1.
3. Sprawdzenie poziomu wody w zbiorniku wody czystej: poziom wody w zbiorniku wody czystej 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. Wówczas wyłączenie procedury płukania i konieczność ponownej inicjacji.
4. Po spełnieniu warunku – umożliwienie płukania filtrów.
5. Zamknięcie przepustnicy na rurociągu wody uzdatnionej filtra nr 1.
6. Zamknięcie przepustnicy na rurociągu wody napowietrzonej filtra nr 1.
7. Otwarcie przepustnicy na rurociągu wód popłucznych filtra nr 1.
8. Otwarcie przepustnicy na rurociągu spustu wody z filtra nr 1 (przepustnicy spustu I filtratu).
9. Spust wody znad złoża filtracyjnego w czasie dobranym na rozruchu (program musi mieć możliwość regulacji czasu spustu wody z filtra).
10. Zamknięcie przepustnicy na rurociągu spustu wody z filtra nr 1.
11. Otwarcie przepustnicy na rurociągu płukania filtra nr 1 powietrzem.
12. Załączenie dmuchawy do płukania filtrów.
13. Płukanie filtra nr 1 powietrzem (przez czas ustalony na rozruchu, zmieniany w trakcie eksploatacji w zależności od potrzeb) – wstępnie przyjęto 3 minuty.
14. Wyłączenie dmuchawy do płukania filtrów powietrzem.
15. Zamknięcie przepustnicy do płukania powietrzem.
16. Stabilizacja złoża (postój filtra, bez płukania) – przez czas około 5 minut, w trakcie którego zachodzi odgazowanie złoża, przed płukaniem wodą.
17. Otwarcie przepustnicy na rurociągu płukania filtrów wodą.
18. Załączenie pompy płuczającej.

19. Płukanie filtra wodą przez czas ustalony na rozruchu, korygowany w trakcie eksploatacji SUW (wstępnie przyjęto czas około 10 minut).
20. Wyłączenie pompy płuczającej po upływie czasu płukania.
21. Zamknięcie przepustnicy sterowanej automatycznie na rurociągu wody do płukania filtra nr 1.
22. Zamknięcie przepustnicy odprowadzenia popłuczyn.
23. Otwarcie przepustnicy doprowadzenia wody napowietrzonej na filtr na 1.
24. Otwarcie przepustnicy na rurociągu odprowadzenia I filtratu (rurociąg spustu pierwszego filtratu) do kanalizacji.
25. Spust pierwszego filtratu do kanalizacji przez czas określony na rozruchu z wydajnością do sterowaną przepustnicą ręczną.
26. Zamknięcie przepustnicy odprowadzającej pierwszy filtrat do odbiornika.
27. Otwarcie przepustnicy wody uzdatnionej.
28. Tryb filtracji.

6.3. Płukanie filtrów

Płukanie filtrów będzie inicjowane automatycznie, z możliwością ręcznego płukania filtrów. Szczegóły algorytmów zostaną ustalone na etapie implementacji programu sterowniczego. 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 (wizualizacja na panelu operatorskim szafki sterowniczej),
- strata ciśnienia liczona jako różnica pomiędzy odczytem ciśnienia na rurociągu wody uzdatnionej i rurociągu wody surowej.

Po analizie 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. Do jej wyznaczenia wykorzystano następujące dane:

- pojemność masowa złoża jakim jest złoże katalityczne i złoże chalcedonitowe: około 2200 g/m²,
- przyjęta zawartość żelaza w wodzie surowej (studnia H2 25.01.2025): 0,32 mg/l = 0,32 g/m³,
- powierzchnia filtra: 0,785 m²
- współczynnik przeliczeniowy żelaza rozpuszczonego na wytrącone: 1,9.

$$V = \frac{2200 \text{ g/m}^2 \cdot 0,785 \text{ m}^2}{0,32 \text{ g/m}^3 \cdot 1,9} = 2825 \text{ m}^3$$

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.

Czas pracy filtra:

$$T = \frac{2825 m^3 \cdot 1}{4,6 m^3/h} = 614 h$$

Zakładany wstępny czas płukania filtrów zostaje określony na 20 dni. Powyższe należy zweryfikować podczas rozruchu technologicznego stacji.

Filtry będą płukane naprzemiennie, na podstawie opracowanego harmonogramu. Zgodnie ze wstępnym programem sterującym, inicjacja procesu płukania odbywać się będzie ręcznie, ale samo płukanie już w trybie kaskadowym. Jeśli płukanie odbywać się będzie w automacie, wówczas inicjacja procesu płukania będzie się równała z płukaniem filtrów w określonej kolejności, zależnej od ustalonego programu sterującego całym procesem.

6.3.1. Płukanie filtrów powietrzem

Skuteczne płukanie złoża chalcedonitowego i katalitycznego uzyskuje się przy intensywności płukania powietrzem w granicach $13,0 \div 17,0 \text{ l/m}^2\text{s} = 46,8 \div 61,2 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$. Odpowiada to wydajności urządzenia na poziomie:

$$Q_{pow} = (46,8 \div 61,2) m^3/m^2h \cdot 0,785 m^2 = 36,8 \div 48,1 m^3/h$$

Do płukania dobrano dmuchawę o następujących parametrach technicznych:

- typ dmuchawy: wyporowa, bezolejowa,
- ilość: 1 sztuka,
- wydajność: $47,1 m^3/h$
- nadciśnienie tłoczenia za zaworem zwrotnym: 550 mbar,
- moc: 2,2 kW,
- wydajność dmuchawy okresowo regulowana manualnie przez obsługę za pomocą zmian nastaw falownika (po serwisowym pomiarze przepływu powietrza płuczącego przez serwis producenta),
- filtr powietrza z adsorpcyjnym tłumikiem hałasu na ssaniu,
- manometr ciśnienia tłoczenia.

Dmuchawa powietrza jako kompletne urządzenie musi posiadać aktualny atest PZH dopuszczający urządzenie do kontaktu z wodą przeznaczoną do spożycia przez ludzi.

Zgodnie ze wcześniejszymi wyliczeniami, należy zastosować rurociąg o średnicy DN 50, wykonany ze stali nierdzewnej w gatunku AISI 304. Będzie on wpięty do każdego filtra indywidualnie (osobnym króćcem w dennicy filtra) i odcięty przepustnicą DN 50 z napędem pneumatycznym, montowaną międzykołnierzowo. Dodatkowo przed każdym filtrem przewidziano kulowy zawór zwrotny DN 50.

Automatyzacja pracy dmuchawy obejmować będzie następujące elementy:

- praca dmuchawy w następujących stanach: postój, praca „na sztywno”, praca w automacie,
- pomiar stanu pracy dmuchawy oraz czasu pracy (licznik motogodzin),
- wszystkie wymienione parametry wizualizowane na panelu operatorskim szafki sterowniczej.

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

- Ilość: 1 szt.
- Średnica: DN 25
- Zakres pomiarowy: 3-120 Nm³/h
- Rodzaj medium: powietrze
- Montaż: kołnierzowy
- Dodatkowe wyposażenie: tłumik oscylacji pływaka (zabezpieczenie przed uszkodzeniem rotametu przy starcie dmuchawy)
- Materiał wykonania: stal nierdzewna AISI 316

Instalacja powietrza będzie składać się z następujących elementów:

- Zasyfonowanie rurociągu powietrza (zabezpieczenie przed zalaniem dmuchawy)
- Przepustnice odcinające DN 50 z napędem ręcznym - zamontowane przed i za rotametrem
- Obejście z przepustnicą odcinającą DN 50 z napędem ręcznym
- Zawór zwrotny DN 50
- Czujnik ciśnienia

6.3.2. Płukanie filtrów wodą

Skuteczne płukanie złoża chalcedonitowego wodą uzyskuje się przy intensywności płukania w granicach $12,0 \div 15,0 \text{ l/m}^2\text{s} = 43,0 \div 54,0 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$. Skuteczne płukanie złoża katalitycznego wodą uzyskuje się przy intensywności płukania w granicach $11,0 \div 17,0 \text{ l/m}^2\text{s} = 40,0 \div 60,0 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$. Zakres wspólny to $43,0 \div 54,0 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$

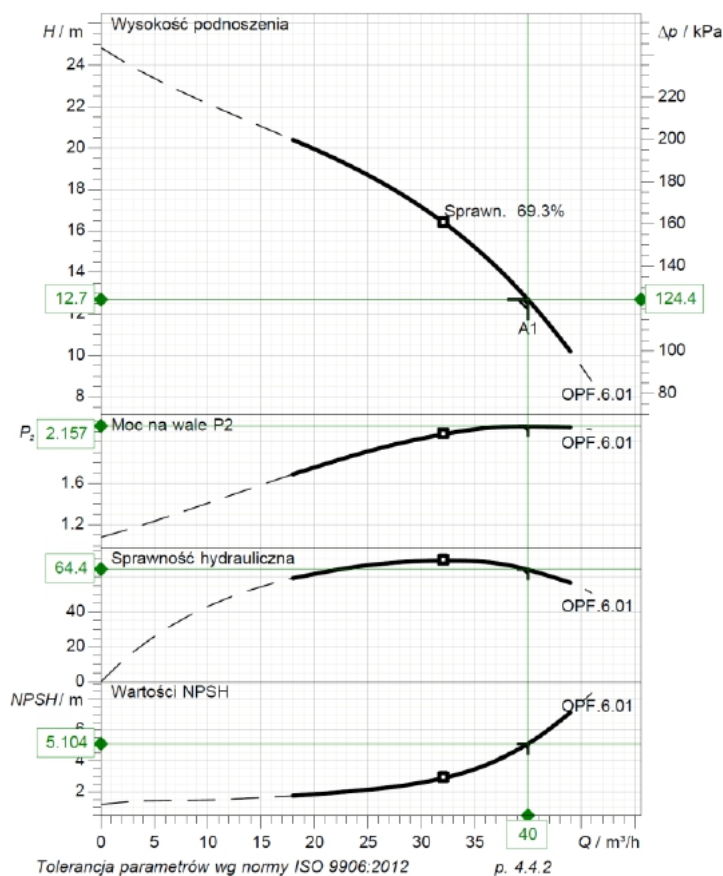
Odpowiada to wydajności pompy płuczącej na poziomie:

$$Q_{woda} = (43,0 \div 54,0) \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h} \cdot 0,785 \text{ m}^2 = 33,9 \div 42,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

Do płukania dobrano pompę o następujących parametrach technicznych:

- pompa pozioma,
- ilość pomp: 1 sztuka,
- nominalna moc: 2,2 kW,
- klasa: minimum IE3,
- częstotliwość: 50 Hz,
- wydajność pompy: 40 m³/h,
- wysokość podnoszenia: 12,7 mH₂O,
- sprawność hydrauliczna: 69%,
- króćce przyłączeniowe pompy: DN 65,
- sterowanie wydajnością pompy poprzez falownik na podstawie sygnału pochodzącego z przepływomierza zamontowanego na rurociągu tłocznym.

Charakterystykę dobranej pompy płuczącej zamieszczono poniżej.



Wykres 8. Charakterystyka pompy płuczącej

Pompa jako kompletne urządzenie musi posiadać aktualny atest PZH, dopuszczający urządzenie do pompowania wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.

Dodatkowa armatura pompy płuczącej:

- na rurociągu ssawnym pompy:
 - przepustnica międzykołnierzowa z napędem ręcznym,
 - łącznik amortyzacyjny, kołnierzowy przystosowany do pracy na ssaniu,
- na rurociągu tłocznym pompy:
 - zawór zwrotny kulowy, kołnierzowy,
 - łącznik amortyzacyjny kołnierzowy,
 - przepustnica międzykołnierzowa z napędem ręcznym,
 - przepływomierz elektromagnetyczny montowany kołnierzowo,
 - przetwornik ciśnienia.

Dane techniczne zastosowanych urządzeń pomiarowych.

Przetwornik ciśnienia:

- zakres pomiarowy: 0÷6 bar,
- wyjście prądowe: 4÷20 mA,
- przyłącze technologiczne: G ½".

Ciśnienie wizualizowane będzie bezpośrednio na Stacji Uzdatniania Wody, na panelu operatorskim szafki sterowniczej.

Prędkość przepływu wody dla instalacji płuczącej będzie wynosić 2,17 m/s. Zgodnie z wcześniejszymi obliczeniami dobrano rurociąg o średnicy DN 80 wykonany ze stali nierdzewnej w gatunku AISI 304/304L (grubość ścianki 2,0 mm).

Przyjęto, że płukanie odbywać się będzie poza godzinami maksymalnego rozbioru w sieci wodociągowej oraz poza stanami awaryjnymi (zwiększonego rozbioru).

Pompę należy posadowić na stelażu ze stali nierdzewnej w gatunku AISI 304/304L lub ocynkowanym ogniowo z podkładami antywibracyjnymi.

Parametry mierzone oraz wizualizowane na panelu operatorskim szafki sterowniczej w odniesieniu do pompy płuczącej:

- stan pracy pompy: postój, praca „na sztywno”, praca w automacie,
- czas pracy pompy (licznik motogodzin),
- przepływ wody,
- ciśnienie wody,

- pompa płuczająca za pomocą falownika będzie pracowała z ustaloną wydajnością na podstawie sygnału z przepływomierza.

7. DEZYNFEKCJA

Dezynfekcja wody zapewnia czystości mikrobiologicznej wody podawanej na sieć wodociągową. Poprzez dezynfekcję zostają zniszczone żywych i przetrwalnikowe formy organizmów patogennych.

Z uwagi na układ dwustopniowego pompowania wody zaprojektowano urządzenie do chlorownia wody mimo, iż pod względem bakteriologicznym istniejące zasoby wód podziemnych nie budzą zastrzeżeń. Do dezynfekcji wody zastosowany został podchloryn sodu. Dezynfekcja wody wykonywana będzie sporadycznie na wyraźne zalecenie SSE, lub w innych przypadkach tego wymagających za pomocą stacji dozującej podchloryn sodu. Dawkowany będzie roztwór podchlorynu sodu o zawartości 14,5% wolnego chloru.

Zakładane jest podawanie podchlorynu sodu :

- przewodu odprowadzającego wodę z bloku filtrów do zbiornika wyrównawczego wody
- bezpośrednio na sieć wodociągową

Projektuje się stację dozującą o parametrach:

- wydajność - od 0,0 do 6,0l/h,
- wysokość podnoszenia - 100,0 m sł. wody,
- nominalna moc silnika pompy - 14 W.
- pojemność zbiornika - 60l,

Dodatkowo do dezynfekcji ciągłej wody podawanej do instalacji projektuje się lampę UV.

Projektuje się lampę UV o parametrach:

- wydajność przy T10=95% - 21,0m³/h
- ilość promienników - 1szt.
- moc promiennika - 210W
- moc przyłącza - 0,21kW
- średnica przyłącza - DN80
- max. ciśnienie pracy - 10bar
- temp. czynnika - 0,5 ÷ 500C

Przed rozpoczęciem dezynfekcji wody, Wykonawca powinien sprawdzić zapotrzebowanie wody uzdatnionej na środek dezynfekujący. W tym celu powinny zostać wykonane badania, mające na celu wyznaczenie punktu przełamania.

Stacja dozująca zostanie ustawiona na wannie wychwytowej wykonanej z tworzywa sztucznego, odpornego na działanie substancji chemicznych.

Zespół dozujący podchloryn sodu oraz lampa UV jako kompletne urządzenia muszą posiadać aktualny atest PZH dopuszczający urządzenie do dezynfekcji wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.

Wytyczne techniczne dla pomieszczenia chlorowni

Nowa instalacja produkcji i dozowania dwutlenku chloru powinna być zamontowana w wyodrębnionym pomieszczeniu chlorowni. Pomieszczenie to powinno posiadać osobne zewnętrzne drzwi wejściowe oraz powinno być wyposażone w:

- wentylację grawitacyjną i mechaniczną, zapewniającą minimum pięciokrotną wymianę powietrza w pomieszczeniu, załączaną automatycznie,
- oczomyjka oraz prysznic bezpieczeństwa zamontowany na ścianie,
- wentylacja mechaniczna pomieszczenia uruchamiana będzie automatycznie w momencie otwarcia drzwi chlorowni
- Kanalizacja z pomieszczenia chlorowni zostanie wyprowadzona odrębnym przewodem do bezodpływowej studzienki neutralizującej.

8. RETENCJA WODY

Woda uzdatniona po procesie filtracji magazynowana będzie w nowym zbiorniku retencyjnym, którego zadaniem będzie buforowanie nierównomierności rozbiorów wody w sieci wodociągowej, wyrównanie pracy ujęcia wody. Konstrukcja zbiornika wody uzdatnionej stanowi odrębne opracowanie.

Zgodnie z projektem, do magazynowania wody uzdatnionej na Stacji Uzdatniania Wody w miejscowości Huzele, wybudowany zostanie nowy dwukomorowy zbiornik retencyjny, składający się z dwóch komór, o łącznej pojemności ok. 100 m³. Przewiduje się montaż rurociągów doprowadzających i odprowadzających czystą wodę w zbiorniku oraz rurociągi spustu i przelewu. Nie należy zastosować zasuwy na rurociągu wody przelewowej. Rurociąg wody spustowej należy spiąć z rurociągiem wody przelewowej, za zasuwą spustu wody ze zbiornika. Wodę ze spustu i przelewu ze zbiorników retencyjnych odprowadzać przez układ studzienek kanalizacyjnych do sieci kanalizacyjnej.

Opomiarowanie zbiornika retencyjnego:

- pomiar ciągły zwierciadła wody w zbiorniku: sonda hydrostatyczna,
- dodatkowe zabezpieczenie przed przelaniem (górne zabezpieczenie) oraz przed suchobiegiem pomp sieciowych (dolne zabezpieczenie): pływakowy sygnalizator poziomu.

Zbiornik retencyjny będzie stanowił równocześnie rezerwuuar wody uzdatnionej na pokrycie zapotrzebowania na wodę w czasie najwyższych rozbiorów, a także stanowił magazyn wody na cele technologiczne SUW (płukanie filtrów).

Pobór wody ze zbiornika odbywał się będzie z komór czerpnych w dnie zbiornika. Na każdym rurociągu ssawnym zamontowany zostanie zawór zwrotny i kosz ssawny.

Na schemacie technologicznym zbiornika zaproponowane zostały poziomy eksploatacyjne zbiornika. Wykonawca w porozumieniu z Inwestorem ustali rzeczywiste poziomy na etapie rozruchu technologicznego.

TŁOCZENIE WODY DO SIECI WODOCIĄGOWEJ

Woda ze zbiornika retencyjnego tłoczona będzie do sieci wodociągowej przez zestaw pompowy. Przyjęto wymaganą wysokość podnoszenia w punkcie pracy równą 45 mH₂O, przy wydajności zestawu pompowego równej 14,0 m³/h. Dodatkowo dla stanów wyjątkowych, zestaw pompowy winien zapewniać wydajność na poziomie 21 m³/h.

Parametry dobranego zestawu pomp sieciowych:

Wymagana wydajność: $Q = 3 \times 7,0$ [m³/h];

Wymagana wysokość podnoszenia: $\Delta H = 45$ mH₂O

Mn. ciśnienie przed zestawem (napływ ze zbiornika) $H_N = 1,0$ mH₂O

Ilość pomp w zestawie: $i = 3+1R$

Kolektory spinają poszczególne agregaty po stronie napływowej i tłocznej. Wykonane są jako konstrukcja spawana z rur i kołnierzy stalowych nierdzewnych (stal 1.4301). Kolektor napływowy DN100/PN10, kolektor tłoczny DN65/PN10. Na kolektorze napływowym zainstalowano dwa zbiorniki DE25 o pojemności 25 dm³ każdy.

Podłączenie pompy płuczającej skonfigurowane w taki sposób, aby była możliwość podłączenia jej z lewej lub prawej strony kolektora napływowego.

Sterowanie swobodnie programowalne

Sterownik swobodnie programowalny. Szafa sterownicza wyposażona jest w dotykowy panel operacyjny 7", wyposażona jest również w port RS485 z protokołem Modbus RTU. Regulacja za pośrednictwem indywidualnych, przemienników częstotliwości w zabudowie szafowej. Regulacja w zakresie $f = 37 \div 52$ [Hz].

Jednostką zarządzającą jest mikroprocesorowy regulator, będzie on realizował następujące funkcje:

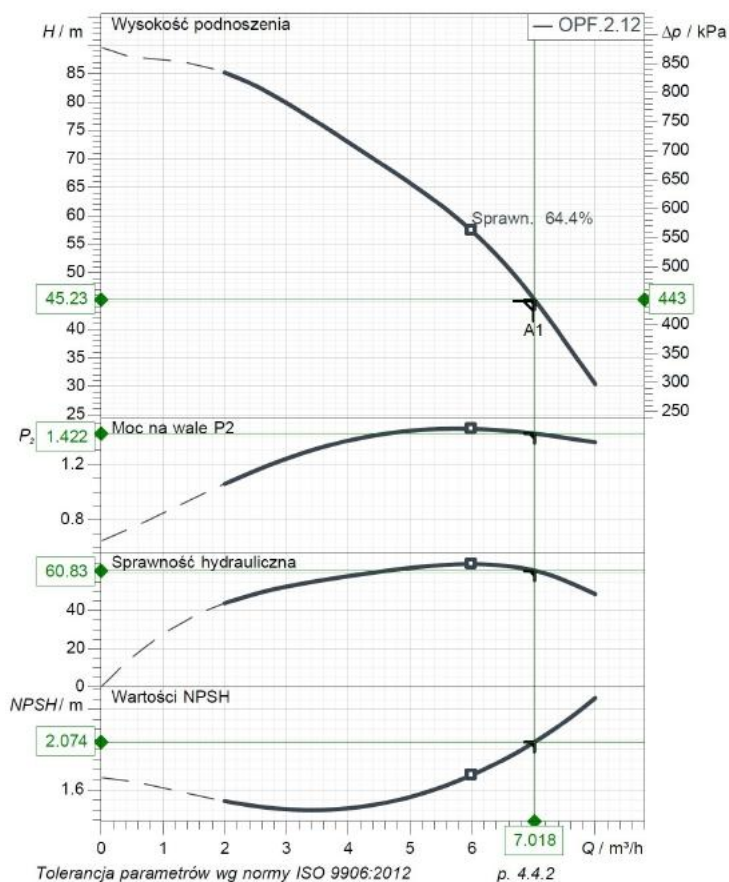
- utrzymywanie ciśnienia na określonym poziomie niezależnie od aktualnego rozbioru,
 - zabezpieczenie przed suchobiegiem,
 - bilansowanie czasu pracy poszczególnych agregatów (wydłużenie żywotności zestawu jako całości – równomierne zużycie poszczególnych agregatów),
 - każda z pomp uruchamiana jest za pośrednictwem przemiennika częstotliwości, w związku z czym zmiany ciśnienia w instalacji następują łagodnie i bez uderzeniowo, co ma wpływ na wydłużenie żywotności instalacji (brak uderzeń hydraulicznych) i pomp (brak uderzeń mechanicznych).
 - uniemożliwia jednoczesne załączenie więcej niż jednego zespołu pompowego i ograniczy ich ilość pracujących jednocześnie,
 - umożliwia automatyczną zmianę parametrów pracy zestawu w zadanych przedziałach czasowych,
 - szafa sterownicza wyposażona jest w gniazdo w standardzie RS-485, z protokołem Modbus RTU umożliwiającym przesył danych za pomocą dowolnego modemu obsługującego port RS-485 z protokołem Modbus RTU do urządzeń telemetrycznych,
 - umożliwia współpracę z przepływomierzem elektromagnetycznym.
-
- typ pomp: pionowa, wielostopniowa, in-line,
 - ilość pomp: 3 sztuki + 1 rezerwa,
 - moc znamionowa zestawu: 4,5+1,5 kW,
 - klasa sprawności silników: minimum IE3,
 - wydajność zestawu (stany normalne): 14,0 m³/h,
 - wydajność zestawu (stany wyjątkowe): 21,0 m³/h,
 - wysokość podnoszenia w punkcie pracy: 45,0 mH₂O,
 - sprawność w punkcie pracy: 64,4%,
 - przyłącza pompy: DN 80,
 - rurociąg ssawny zestawu: DN 65,
 - rurociąg tłoczny zestawu: DN 80,
 - częstotliwość: 50 Hz,
 - wyposażenie każdej z pomp: przetwornica częstotliwości, sterownik, przetwornik ciśnienia,
 - kolektor pompy: stal nierdzewna AISI 304.

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

Zestaw hydroforowy jako kompletne urządzenie musi posiadać aktualny atest PZH, dopuszczający urządzenie do pompowania wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.

W przypadku stwierdzenia pracy zestawu na minimalnych poziomach rozbioru o i związanego z tym częstego załączania i wyłączania pomp zaleca się montaż zbiornika hydroforowego na kolektorze tłoczącym do sieci. Proponuje się zbiornik o pojemności całkowitej 500l.

Charakterystykę pompy zestawu hydroforowego zamieszczono poniżej.



Wykres 9. Charakterystyka pompy dobranej do zestawu hydroforowego

Średnicę rurociągu ssawnego i tłocznego zestawu pompowego wyznaczono przy założeniu prędkości przepływu na poziomie:

- dla rurociągu ssawnego: 1,0 m/s,
- dla rurociągu tłocznego: 1,5 m/s:

Średnicę rurociągu ssawnego wyznaczono dla przepływu wody na poziomie maksymalnej wydajności zestawu pomp sieciowych ($Q = 21 \text{ m}^3/\text{h}$). Średnica rurociągu ssawnego (odpływu ze zbiornika retencyjnego) wyniesie zatem:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v \cdot 3600}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 21 \text{ m}^3/\text{h}}{\pi \cdot 1,0 \text{ m/s} \cdot 3600}} = 0,09 \text{ m} = 90 \text{ mm}$$

Dobrano rurociąg o średnicy DN 110, o grubości ścianki 10,0 mm, wykonany z PE SDR11 – średnica wewnętrzna 90mm. Na zewnątrz obiektu SUW oraz rurociąg ze stali nierdzewnej DN 100 w obrębie stacji.

Sprawdzenie prędkości przepływu w rurociągu ssawnym w obiekcie:

$$V = \frac{Q}{P \cdot 3600} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2 \cdot 3600} = \frac{4 \cdot 21 \text{ m}^3/\text{h}}{\pi \cdot (0,10\text{m})^2 \cdot 3600} = 0,74 \text{ m/s}$$

Sprawdzenie prędkości przepływu w rurociągu ssawnym w rurociągu międzyobiekowym:

$$V = \frac{Q}{P \cdot 3600} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2 \cdot 3600} = \frac{4 \cdot 21 \text{ m}^3/\text{h}}{\pi \cdot (0,09\text{m})^2 \cdot 3600} = 0,92 \text{ m/s}$$

Średnicę rurociągu tłocznego przyjęto na poziomie maksymalnej wydajności zestawu pomp sieciowych ($Q = 14 \text{ m}^3/\text{h}$).

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V \cdot 3600}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 14 \text{ m}^3/\text{h}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s} \cdot 3600}} = 0,065 \text{ m} = 65 \text{ mm}$$

Sprawdzenie prędkości przepływu w rurociągu tłocznym:

$$V = \frac{Q}{P \cdot 3600} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2 \cdot 3600} = \frac{4 \cdot 14 \text{ m}^3/\text{h}}{\pi \cdot (0,065\text{m})^2 \cdot 3600} = 1,17 \text{ m/s}$$

Na rurociągu tłocznym, przy wyjściu z SUW należy zamontować kurek probierczy do poboru prób.

Wytyczne dla automatyki i sterowania (wszystkie parametry należy zwizualizować na panelu operatorskim szafki sterowniczej):

- pomiar przepływu wody na sieci wodociągowej: przepływomierz elektromagnetyczny 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.

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).

Dane techniczne zastosowanych urządzeń pomiarowych:

Ciśnieniomierz:

- zakres pomiarowy: $0 \div 6$ bar,
- wyjście prądowe: $4 \div 20$ mA,
- przyłącze techniczne: G $\frac{1}{2}$ ".

Ciśnienie wizualizowane będzie bezpośrednio na Stacji Uzdatniania Wody, na panelu operatorskim szafki sterowniczej.

9. RUROCIĄGI WEWNĘTRZNE I ARMATURA

9.1. Przepustnice

Parametry techniczne przepustnic odcinających wykorzystanych na stacji uzdatniania wody:

- przyłącza do montażu między kołnierzowego zgodnie z PN-EN 1092-2:1999 PN 10,
- długość zabudowy według PN-EN 558-1:2001 szereg 20,
- kołnierz do montażu siłownika zgodny z ISO 5211,
- korpus wykonany z żeliwa sferoidalnego EN-GJS-400-15,
- kłapa umieszczona centrycznie wykonana ze stali nierdzewnej X5CrNi18-10,
- wkładka elastomerowa wymienna, zabezpieczona przed przesuwaniem osiowym, wykonana z EPDM, NBR lub FKM,
- wał pełny, niekołkowany – połączenie wielokarbowe (DN 50-DN 600), w części dolnej osadzony na korpusie w otworze ślepy, nieprzelotowy, wykonany ze stali nierdzewnej X20Cr13 ON-EN 10088-1:2007,
- 3 łożyska ślizgowe: PTFE lub brąz,
- przejście wału przez manszetę uszczelnioną poprzez odpowiednio ukształtowaną wykładzinę,
- dodatkowe uszczelnienie wału poprzez pierścienie typu o-ring z EPDM, NBR lub FKM,
- ochrona antykorozyjna: powłoka na bazie żywicy epoksydowej, minimum 250 μ m według normy DIN 30677,
- przepustnice przystosowane do montażu napędów pneumatycznych,
- dla przepustnic regulacyjnych przekładnia ślimakowa z kółkiem, umożliwiającą precyzyjną nastawę położenia,
- zawory zwrotne umiejscowione każdorazowo za pompą płuczną i dmuchawą oraz na odejściu wody uzdatnionej każdego z filtrów.

Przepustnice jako kompletne urządzenia muszą posiadać aktualny atest PZH dopuszczający urządzenia do kontaktu z wodą przeznaczoną do spożycia przez ludzi.

9.2. Orurowanie

Przyjęto, że orurowanie stacji uzdatniania wody zostanie wykonane ze stali nierdzewnej, przy zachowaniu następujących wytycznych:

- gatunek stali AISI 304/304L,
- wszystkie kołnierze połączeniowe wykonane ze stali nierdzewnej AISI 304L,
- wszystkie śruby, podkładki, wywijki wykonane ze stali nierdzewnej AISI 304L,
- owiercenie wszystkich kołnierzy armatury i kołnierzy orurowania według jednej normy i na jednakowe ciśnienie,
- ilość spawów na obiekcie ograniczona do minimum,
- rurociągi umieszczone na podporach montowanych do ścian lub podłoża,
- grubości ścianek rurociągów: 2,0 mm,

Rury i kształtki muszą posiadać aktualny atest PZH dopuszczający dane elementy do kontaktu z wodą przeznaczoną do spożycia przez ludzi.

We wskazanych miejscach układu technologicznego uzdatniania wody należy zastosować kurki probiercze przystosowane do poboru prób zgodnie z normą DVGW W551. Kurki muszą posiadać możliwość opalania oraz dowolnej zabudowy poprzez regulowane usytuowanie wylewki w wykonaniu ze stali nierdzewnej z możliwością skracania. Przyłącze kurka DN 10, obsługa za pomocą klucza imbusowego. Kurki należy usytuować na:

- rurociągu wody surowej,
- rurociągu wody napowietrzonej,
- rurociągu wody uzdatnionej po każdym filtrze,
- rurociągu wody uzdatnionej po zestawie pomp sieciowych.

9.3. Podpory

Wszystkie rurociągi będą podparte w odpowiednich miejscach, z wykorzystaniem rozwiązań o następującej charakterystyce technicznej:

- wykonanie materiałowe podpór i zawiesi: stal nierdzewna nie gorsza niż AISI 304/304L,
- obejmę pełną, zabezpieczającą przed przesuwaniem rurociągu,
- pomiędzy obejmą a rurociągiem musi znaleźć się gumowa wyściółka,
- wyściółki na podporach podpierających rurociągi wewnątrz zbiorników (zalanых wodą) dodatkowo muszą być odporne na pracę pod pełnym zanurzeniem,
- podpory montowane do posadzki lub ścian konstrukcyjnych z wykorzystaniem śrub w gatunku stali jak dla materiału podpory. Należy dążyć do zabudowy zblokowanej podpór, polegającej na umieszczeniu na jednej pionowej podporze kilku rurociągów biegnących bezpośrednio jeden nad drugim.

Przyjmuje się następujące miejsca montażu podpór:

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

10. GOSPODARKA POPŁUCZYNAMI

Wody popłuczne po płukaniu filtrów kierowane będą do dwóch nowych zbiorników wód popłucznych, które będą pełniły rolę zbiorników buforowych odbierających chwilowy napływ wód popłucznych przed dalszym ich odprowadzeniem do kanalizacji. Konstrukcja zbiorników stanowi odrębne opracowanie projektowe.

W trakcie jednego cyklu płukania szacunkowa ilość odprowadzanych wód wyniesie:

- objętość popłuczyn w trakcie jednego płukania przy założeniu 6 minut płukania wodą:

$$V = 40 \text{ m}^3/h \cdot \frac{6}{60} h = 4,0 \text{ m}^3$$

- objętość wody spuszczonej znad złoża filtracyjnego – przyjęto wysokość wody równą około 40 cm, co daje objętość:

$$V = \frac{40}{100} m \cdot 0,785 m^2 = 0,314 m^3$$

- objętość wody spuszczonej podczas spustu pierwszego filtratu, przy założeniu, że w filtrze znajduje się około 1,8 m wody:

$$V = 1,8 m \cdot 0,785 m^2 = 1,4 m^3$$

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

$$V_c = 4,0 m^3 + 0,31 m^3 + 1,4 m^3 = 5,71 m^3$$

W związku z powyższym, uwzględniając martwe strefy zbiornika oraz zapas w postaci dodatkowego buforu przyjmuje się, że każdy ze zbiorników będzie charakteryzował się pojemnością całkowitą nie mniejszą niż 13 m³.

11. ZABUDOWA KONTENEROWA

Zgodnie z ogólnymi założeniami projektu, do zabudowy SUW przyjęto typowe, modułowe rozwiązanie konstrukcyjne opierające się na gotowym kontenerze z płyty warstwowej.

ŚCIANY

Płyta warstwowa z rdzeniem poliuretanowym o grubości 100mm nierozprzestrzeniająca ognia o klasie odporności ogniowej REI20 i przenikalności termicznej $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$. Wysokość wewnętrzna 295cm ze spadkiem na 275cm.

DACH

Płyta warstwowa z rdzeniem poliuretanowym o grubości 100mm nierozprzestrzeniająca ognia o klasie odporności ogniowej REI20 i przenikalności termicznej $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Kontener należy zamówić jako gotową zabudowę z dostawą i montażem na placu budowy.

Projektant :

Magdalena Ślęzak
upr. nr PDK/0166/PWOS/11

CZĘŚĆ RYSUNKOWA

Rys. nr 1T - SCHEMAT TECHNOLOGICZNY

Rys. nr 2T - KONTENER SUW TECHNOLOGIA – RZUT, PRZEKROJE skala 1:250

Rys. nr 3T - ZBIORNIK WODY CZYSTEJ – RZUT, PRZEKROJE skala 1:50

Rys. nr 4T - ZBIORNIK POPŁUCZYN – RZUT, PRZEKROJE skala 1:50

Rys. nr 5T – SCHEMAT OBUDOWY STUDNI