



## **Spis treści**

1. PRZEDMIOT I PODSTAWA OPRACOWANIA.....	3
2. CHARAKTERYSTYKA STANU ISTNIEJĄCEGO.....	4
2.1. Ujęcie wody surowej.....	5
2.2. Stacja Uzdatniania Wody w m. Wolica Kozia.....	9
2.3. Jakość wody surowej.....	12
2.4. Aktualna produkcja SUW.....	16
3. PRZEBUDOWA STACJI UZDATNIANIA WODY W MIEJSCOWOŚCI WOLICA KOZIA.....	19
3.1. Założenia ogólne.....	19
3.2. Ujęcie wody.....	24
3.3. Napowietrzanie wody.....	31
3.4. Filtracja wody.....	35
3.5. Odstojnik i gospodarka popłuczynami.....	46
3.6. Retencja wody uzdatnionej.....	48
3.7. Dezynfekcja wody.....	49
3.8. Tłoczenie do sieci wodociągowej.....	53
4. CZĘŚĆ RYSUNKOWA.....	55

---

## **1. PRZEDMIOT I PODSTAWA OPRACOWANIA**

---

Przedmiotem opracowania jest projekt technologiczny pn.: Rozbudowa i modernizacja Stacji Uzdatniania Wody w miejscowości Wolica Kozia.

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

Podstawę opracowania stanowią:

- umowa między Gminą Nowe Miasto nad Wartą, a firmą Nentech S.C. Karol Szambelańczyk i Łukasz Weber z dnia 5 marca 2024 r,
- obowiązujące przepisy prawne, dotyczące jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi – Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2017, poz. 2294.),
- obowiązujące przepisy prawne, dotyczące jakości ścieków wprowadzanych do wody lub ziemi – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. 2014 poz. 1800),
- ustawa z dn. 20 lipca 2017 r. Prawo Wodne z późn. zm.,
- archiwalna dokumentacja przekazana przez Inwestora,
- 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. CHARAKTERYSTYKA STANU ISTNIEJĄCEGO

---

Stacja Uzdatniania Wody w Wolicy Koziej w gminie Nowe Miasto nad Wartą zlokalizowana jest na działkach o numerach ewidencyjnych: 219/11 i 219/13.

Ujęcie wody pracuje w oparciu o obowiązujące pozwolenie wodnoprawne na pobór wód z poziomu mioceńskiego i plejstocńskiego z dnia 8 listopada 2016 r. wydane przez Starostę Średzkiego. Łączne zasoby eksploatacyjne ujęcia z podanych powyżej utworów wynoszą  $Q = 20,0 \text{ m}^3/\text{h}$  przy depresji  $S = 39,0 \text{ m}$  (miocen) i  $Q = 60,0 \text{ m}^3/\text{h}$  przy depresji  $S = 3,25 \text{ m}$  (plejstocen).

Pozwolenie wodnoprawne wprowadza następujące limity:

- $Q_{maxh} = 20,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ,
- $Q_{dśr} = 204,1 \text{ m}^3/\text{d}$ ,
- $Q_{dop.r} = 74\,500,0 \text{ m}^3/\text{r}$ .

W tym z utworów:

- plejstocńskich:
  - $Q_{maxh} = 20,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ,
  - $Q_{dśr} = 105,05 \text{ m}^3/\text{d}$ ,
  - $Q_{dop.r} = 37\,250,0 \text{ m}^3/\text{r}$ ,
- mioceńskich:
  - $Q_{maxh} = 20,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ,
  - $Q_{dśr} = 105,05 \text{ m}^3/\text{d}$ ,
  - $Q_{dop.r} = 37\,250,0 \text{ m}^3/\text{r}$ .

## 2.1. Ujęcie wody surowej

Ujęcie wody dla Stacji Uzdatniania Wody w Wolicy Koziej składa się z dwóch studzien nr: 1, 2 oraz dodatkowej nowo wybudowanej studni nr 3. Studnie te znajdują się działkach numerach ewidencyjnych: 219/11, 219/13 oraz 218.

Łączne zasoby eksploatacyjne studni nr 1 i 2 wynoszą 20 m<sup>3</sup>/h. Studnia nr 3 na działce nr 218 eksploatowany będzie w ramach zasobów ustalonych na wartość 52 m<sup>3</sup>/h.

### Studnia nr 1

Studnia nr 1 została odwiercona w 1978 r. do głębokości 142,0 m p.p.t. Konstrukcja otworu wykonana jest:

- z rury podfiltrowej o średnicy 127 mm i długości 4,0 m,
- filtra z rury o średnicy 127 mm i długości 20,0 m,
- rury nadfiltrowej o średnicy 127 mm i długości 35,0 m.

Tabela 1. Profil geologiczny studni nr 1.

Głębokość [m p.p.t.]	Opis	Głębokość [m p.p.t.]	
0,0 ÷ 0,5	Gleba	65,0 ÷ 68,0	II ciemno stalowy
0,5 ÷ 2,5	Gлина piaszczysta brązowa	68,0 ÷ 70,0	Konkrecje margliste
2,5 ÷ 4,0	Piasek drobnoziarnisty żółty	70,0 ÷ 72,0	II stalowo szary
4,0 ÷ 8,0	Piasek średnioziarnisty żółty	72,0 ÷ 74,0	II silnie piaszczysty, zielono szary
8,0 ÷ 10,2	Piasek drobnoziarnisty żółty	74,0 ÷ 76,0	Konkrecje margliste
10,2 ÷ 13,0	Piasek średnioziarnisty szarożółty	76,0 ÷ 77,5	II ciemno stalowo szary
13,0 ÷ 14,0	Piasek średnioziarnisty szary	77,5 ÷ 78,0	Piasek drobnopylasty szary
14,0 ÷ 15,4	Piasek drobny gliniasty żółty	78,0 ÷ 80,0	II stalowoszary
15,4 ÷ 18,8	II pstry	80,0 ÷ 82,5	II szary
18,8 ÷ 20,9	Piasek pylasty zagliniony żółty	82,5 ÷ 85,5	Mulek piaszczysty brunatny
20,9 ÷ 21,5	II pstry ż. piaszczysty	85,5 ÷ 86,5	Piasek drobny mulasty brunatny
21,5 ÷ 23,0	II pstry	86,5 ÷ 89,0	Mulek piaszczysty szarobrunatny
23,0 ÷ 25,0	Piasek drobnoziarnisty pylasty żółty	89,0 ÷ 90,0	II szary
25,0 ÷ 27,0	Piasek drobnoziarnisty pylasty szary	90,0 ÷ 92,0	II brunatny
27,0 ÷ 38,0	II pstry	92,0 ÷ 93,6	II szarobrunatny
38,0 ÷ 40,0	II pstry z konkrecją węglanową	93,6 ÷ 95,0	II brunatny
40,0 ÷ 48,0	II pstry	95,0 ÷ 105,5	Węgiel brunatny
48,0 ÷ 50,0	Konkrecje węglanowe	105,5 ÷ 113,0	Piasek różnoziarnisty brunatny
50,0 ÷ 52,5	Margiel siwy	113,0 ÷ 117,0	Piasek średnioziarnisty brunatny
52,5 ÷ 54,0	II pstry	117,0 ÷ 132,0	Piasek drobnoziarnisty brązowoszary
54,0 ÷ 56,0	Margiel niebieskoszary	132,0 ÷ 138,5	Piasek drobnoziarnisty szary
56,0 ÷ 62,5	II pstry	138,5 ÷ 140,5	Piasek drobnoziarnisty szary z odcieniem zielonym
62,5 ÷ 65,0	Piasek drobnoziarnisty mulasty zielonoszary	140,5 ÷ 142,0	II szary

Stratygrafia studni: miocen

Zwierciadło wody nawiercone: 105,5 m p.p.t.

Zwierciadło wody ustabilizowane: 14,3 m p.p.t.

### Studnia nr 2

Studnia nr 2 została odwiercona w 1979 r. do głębokości 38,0 m p.p.t. Konstrukcja otworu wykonana jest:

- z rury podfiltrowej o średnicy 355 mm i długości 2,0 m,
- filtra z rury o średnicy 355 mm i długości 13,0 m,
- rury nadfiltrowej o średnicy 355 mm i długości 23,0 m.

Tabela 2. Profil geologiczny studni nr 2.

Głębokość [m p.p.t.]	Opis
0,0 ÷ 0,3	Gleba
0,3 ÷ 2,0	Gлина żółta
2,0 ÷ 20,0	Piasek średnioziarnisty szary z odc. żółtymi
20,0 ÷ 35,5	Piasek średnioziarnisty szary
35,5 ÷ 38	Il pstry

Stratygrafia: czwartorzęd

Zwierciadło wody nawiercone: 10,35 m p.p.t.

Zwierciadło wody ustabilizowane: 10,35 p.p.t.

### Studnia nr 3

Studnia nr 3 została odwiercona w 2022 r. do głębokości 38,0 m p.p.t. Poziom terenu otworu głębinowego wynosi 97,2 m n.p.m. Konstrukcja otworu wykonana jest:

- z rury podfiltrowej PVC  $\Phi$  200 PN16 i długości 2,2 m,
- filtra z rury PVC  $\Phi$  200 i długości 30,0 m,
- rury nadfiltrowej PVC  $\Phi$  200 i długości 20,4 m.

Tabela 3. Profil geologiczny studni nr 3.

Głębokość [m p.p.t.]	Opis
0,0 ÷ 0,3	gleba
0,3 ÷ 0,6	piasek pylasty, jasnożółty
0,6 ÷ 4,0	glina, brązowa
4,0 ÷ 7,0	piasek różnoziarnisty, jasnożółty
7,0 ÷ 15,8	piasek różnoziarnisty, szary
15,8 ÷ 20,5	ił pstry (neogen)
20,5 ÷ 23,0	ił piaszczysty, pstry
23,0 ÷ 25,0	ił pstry
25,0 ÷ 26,3	ił piaszczysty, pstry
26,3 ÷ 57,4	ił czarny, oliwkowy
57,4 ÷ 58,5	spieki ilaste, конкреcje węglanowe
58,5 ÷ 83,5	ił pstry, niebieski
83,5 ÷ 85,5	piasek drobnoziarnisty, zailony, niebieskoszary
85,5 ÷ 89,5	ił pstry, niebieski
89,5 ÷ 91,5	ił czarny
91,5 ÷ 105,5	węgiel brunatny, ziemisty
105,5 ÷ 111,0	piasek gruboziarnisty, brunatnoczarny
111,0 ÷ 119,0	piasek średnioziarnisty, brunatnoczarny
119,0 ÷ 120,0	piasek średnioziarnisty, ciemnoszary
120,0 ÷ 129,0	piasek drobnoziarnisty, ciemnoszary
129,0 ÷ 138,5	piasek pylasty, szary
138,5 ÷ 140,0	ił stalowoszary

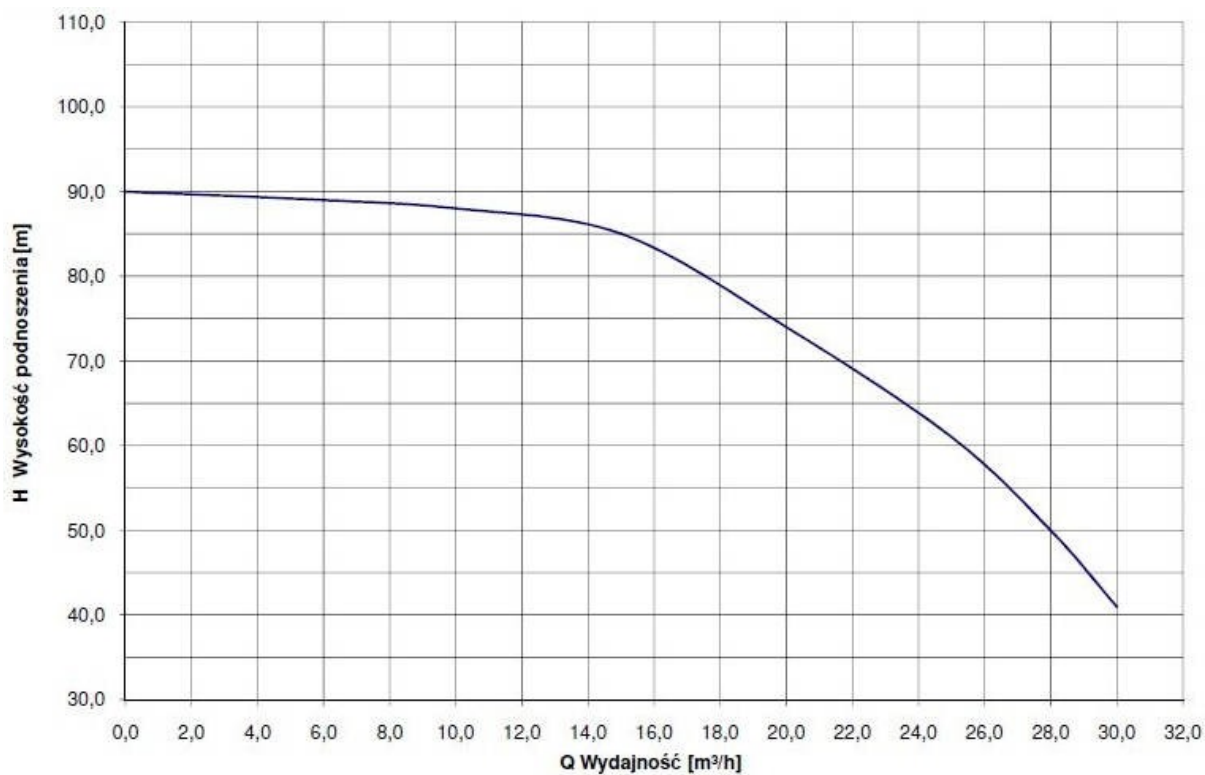
Stratygrafia: miocen

Zwierciadło wody nawiercone: 105,50 m p.p.t.

Zwierciadło wody ustabilizowane: 24,87 p.p.t.

W eksploatowanych studniach głębinowych nr 1 i 2 zamontowane są pompy typu GC.0.04.2.2110.4 o mocy 7,5 kW każda.

Wykres 1. Charakterystyka pompy GC.0.04.2.2110.4 firmy Hydro-Vacuum





## **2.2. Stacja Uzdatniania Wody w m. Wolica Kozia**

Woda z ujęcia kierowana jest na układ uzdatniania złożony z następujących procesów jednostkowych:

- napowietrzanie ciśnieniowe realizowane aeratorze ciśnieniowym f. Kotłorembud typ ARC2 o pojemności 1500 l,
- filtracji ciśnieniowej na trzech filtrach pionowych o średnicy 1500 mm,
- dezynfekcja wody uzdatnionej kierowanej na zbiorniki wody czystej z wykorzystaniem podchlorynu sodu,
- retencja wody uzdatnionej w zbiorniku wody czystej o objętości 100 m<sup>3</sup>,
- tłoczenia wody do sieci zestawem pompowym składającym się z 5 pomp typ: CR3-8 firmy Grundfos.

*Zdjęcie 1. Napowietrzanie ciśnieniowe*



*Zdjęcie 2. Filtry ciśnieniowe*



*Zdjęcie 3. Zestaw pomp sieciowych*



*Zdjęcie 4. Sprężarki i układ przygotowania powietrza*



### 2.3. Jakość wody surowej

Poniżej w tabeli zamieszczono wyniki analiz wody surowej dopływającej na obiekt SUW w Wolicy Koziej

Tabela 3. Jakość wody surowej ze studni nr 1, nr 2 i nr 3

		Studnia nr 1 (03.2024r.)	Studnia nr 2 (03.2024r.)	Studnia nr 3 (z okresu wiercenia)
pH		7,9	7,8	6,9
Przewodność	μS/cm	982	685	657
Mangan	μg/l	<15	23	17
Żelazo	μg/l	102	1386	1380
Siarczany	mg/l	124	<40	12,7
Chlorki	mg/l	65,6	8,56	6,19
Mętność	NTU	3,35	3,8	2,8
Barwa	mgPt/l	3	9	30/15
Jon amonowy	mg/l	<0,04	0,494	0,7
Azotyny	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05
Azotany	mg/l	49,9	<1,0	<0,10
Twardość ogólna	mgCaCO <sub>3</sub> /l	491	310	295
Zasadowość ogólna	mmol/l	4,6	6,8	3,7

Zgodnie z charakterystyką jakościową ujmowanej wody stwierdza się, że surowiec nie spełnia wymagań obowiązującego Rozporządzenia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, a redukcji wymagają przede wszystkim następujące parametry (wartości maksymalne z tabeli nr 3):

- żelazo: ~ 1,4 mg/l,
- jon amonowy: ~ 0,7 mg/l

Zawartość żelaza mieści się na poziomie około 1,4 mgFe/l, stężenie to należy ocenić jako średnio niskie, możliwe do usunięcia w toku filtracji ciśnieniowej 1 – stopniowej,

Woda z ujmowanych studni różni się między sobą zawartością jonu amonowego, w najgorszym przypadku to 0,7 mg/l. Należy pamiętać, że podwyższony wartość jonu amonowego, będzie mieć negatywne konsekwencje w przypadku chlorowania wody (tworząc np. chloraminy). Ponadto jon amonowy jest podstawowym wskaźnikiem „tlenochłonnym” - zużywającym największe ilości tlenu w procesie jego usuwania, tym samym zawartość jonu amonowego zazwyczaj determinuje również wybór odpowiedniego systemu napowietrzania wody.

Należy również zwrócić uwagę, że podwyższona mętność oraz barwa są najprawdopodobniej spowodowane ponadnormatywną zawartością żelaza w wodzie surowej. Usuwanie z wody żelazo, obniżona zostanie również jej mętność, jak i barwa.

Odczyn wody w studniach nr 1 i 2 jest na podobnym poziomie: 7,8 ~ 7,9. Nowo wybudowana studnia charakteryzuje się pH równym 6,9. Wartości te nie powinny stanowić ograniczenia technologicznego z punktu widzenia realizacji procesu usuwania żelaza.

## Teoretyczne warunki usuwania poszczególnych wskaźników z wody

### Żelazo

Jest to najczęstszy pierwiastek występujący w wodach podziemnych. Wody powierzchniowe z reguły nie zawierają żelaza bądź znajduje się ono w małych ilościach.

Obowiązujące przepisy określają, że zawartość żelaza w wodzie przeznaczonej do spożycia **nie może być większa niż 0,2 mgFe/L**.

Jest to stężenie żelaza na wyjściu ze Stacji Uzdatniania Wody i u odbiorców. Często bowiem się zdarza, że woda po filtrach (zbiornikach retencyjnych) przekracza wartość określoną w normie, a do konsumentów trafia odżelaziona. Jest to sprzeczne z przepisami i jednocześnie świadczy, jak łatwo żelazo odkłada się w rurach – tworząc twarde lub maziste osady, które odrywają się od ścianek rurociągów w trakcie awarii, zwiększonego przepływu, powodując efekt brudnej wody u odbiorców, zaraz po załączeniu odcinka rurociągu do ponownej pracy.

Żelazo w przekroczonych stężeniach ma bardzo duże znaczenie techniczne i organoleptyczne.

Duża ilość żelaza w wodzie do picia nadaje jej specyficzny zapach, posmak. Żelazo bardzo brudzi armaturę (wannę, umywalki itp.), pranie.

Osadza się w rurach, zmniejszając ich światło i powodując duże straty energii pomp tłoczących wodę przez takie zażelazione rury. Ponadto w odłożonych osadach w sieci rozwijają się najróżniejsze bakterie, które mogą wtórnie zanieczyszczać wodę (woda na wyjściu ze Stacji może spełniać normy bakteriologiczne, a u odbiorców już nie – mimo chlorowania).

Stężenie żelaza powyżej 1,0 mgFe/L w wodzie może powodować większe lub mniejsze problemy z uzdatnianiem wody – wiążące się z częstszym płukaniem filtrów, ich mocnym zapychaniem (kolmatacją), a także pojawianiem się trudności z usunięciem manganu z wody.

Żelazo występuje w wodzie podziemnej w formie dwuwartościowej. Żeby je usunąć, konieczne jest przeprowadzenie do formy nierozpuszczonej – utlenienie. Do utlenienia żelaza wystarczy zastosować tlen. Oczywiście takie związki jak nadmanganian potasu czy podchloryn sodu działają skuteczniej. Niemniej jednak sam tlen z powietrza ma wystarczającą efektywność technologiczną. To, ile żelaza zostanie wytrącone tlenem z powietrza, zależy przede wszystkim od czasu przetrzymania wody w układzie jej napowietrzania.

Zasadnicze usuwanie żelaza przebiega na złożu filtracyjnym w mechanizmach zależnych przede wszystkim od ilości wytrąconego tlenem żelaza:

- mechanizm I – żelazo utlenione (wytrącone) jest odcedzane na złożu filtracyjnym w górnej jej części (bardzo płytko, nawet w wysokości nie przekraczającej 0,1 ÷ 0,2 m wysokości złoża filtracyjnego o odpowiedniej granulacji),
- mechanizm II – żelazo nie utlenione (rozpuszczone w wodzie) osadza się na powierzchni pokrywających ziarna złoża filtracyjnego powłok katalitycznych, gdzie dalej jest utleniane tlenem wraz z dopływającą wodą surową.

Drugi z mechanizmów przebiega na znacznie większej wysokości złoża filtracyjnego. Innymi



słowy żelazo nierozpuszczone wnika głębiej w materiał filtracyjny (w złożu filtracyjnym), zanim zostanie usunięte.

Z technologicznego punktu widzenia, w przypadku filtracji jednostopniowej ważne jest usunięcie żelaza w możliwie jak najniższej warstwie filtracyjnej, by pozostała wysokość złoża filtracyjnego mogła zostać wpracowana do usuwania manganu czy też jonu amonowego.

Można to uzyskać albo poprzez zastosowania mniejszej granulacji materiału filtracyjnego, albo też poprzez zastosowanie innego niż kwarcowe złoża (np. keramzytowego, którego wysokość strefy odżelaziania jest niższa niż w przypadku piasku kwarcowego). Inną metodą jest szybkie utlenienie żelaza przed filtracją i jego cedzenie na złożu filtracyjnym (umożliwia to stosowanie chemicznych utleniaczy, takich jak wymieniowy wcześniej nadmanganian potasu czy też podchloryn sodu).

### Mangan

Zawartość manganu w wodzie **nie może przekraczać 0,05 mgMn/L**.

Podobnie jak w przypadku żelaza, negatywne skutki przekroczonej wartości manganu to głównie nieprzyjemny smak oraz zapach wody.

Mangan tworzy charakterystyczne czarne osady (wg niektórych określeń – smoliste), osadzające się w rurach, armaturze itp. Osady te są jeszcze bardziej uciążliwe niż w przypadku żelaza (jeszcze trudniej je usunąć), zwłaszcza jeśli zostanie zabrudzona armatura lub pranie. W osadach manganowych bardzo intensywnie rozwijają się różne bakterie.

Usunięcie manganu jest znacznie trudniejsze od żelaza. Mangan podobnie jak żelazo, występuje w wodzie podziemnej w formie rozpuszczonej. Istnieje konieczność utlenienia manganu do czterowartościowego, nierozpuszczalnego. Przede wszystkim jednak przy pH charakteryzującym wody naturalne, nie ma możliwości utlenienia manganu z dwu- do czterowartościowego z wykorzystaniem tlenu.

Jest to zbyt słaby utleniacz do tego celu. W technologii uzdatniania wody zawierającej jon manganowy wykorzystuje się:

- silne utleniacze (silniejsze od tlenu) takie jak nadmanganian potasu czy też podchloryn sodu,
- utlenianie tlenem, ale po korekcie odczynu (dopiero powyżej 9,0 pH),
- utlenianie metodą katalityczną (z wykorzystaniem katalitycznych własności dwutlenku manganu czy produktu reakcji utleniania).

Zdecydowanie korzystniejsze i częstsze jest zastosowanie metody trzeciej (warstwy katalitycznej).

Utlenianie katalityczne na powłokach dwutlenku manganu może być prowadzone w dwojaki sposób:

- poprzez naturalne wytworzenie na powierzchni materiału filtracyjnego powłoki z dwutlenku manganu (tzw. naturalne wpracowanie do usuwania manganu na złożu filtracyjnym),
- poprzez zastosowanie złoża już wpracowanego z innego wodociągu (pracującego na usuwanie manganu) bądź naturalnej rudy manganowej.

Na większości wodociągów stosuje się tę pierwszą metodę. W naturalnych warunkach (bez stosowania substancji chemicznych) bakterie zasiedlające złożu filtracyjne, wykorzystują do swoich procesów życiowych mangan zawarty w wodzie. Pod wpływem procesów biochemicznych mangan zostaje utleniony do dwutlenku manganu, który odkłada się na złożu filtracyjnym. Następnie wytrącony (odłożony dwutlenek manganu) sorbuje na swojej powierzchni mangan dwuwartościowy dopływający wraz z wodą surową do filtra.

Zaadsorbowany mangan dwuwartościowy (rozpuszczony) utlenia się do manganu trójwartościowego kosztem redukcji wytrąconego wcześniej dwutlenku manganu (manganu czterowartościowego). Powstałe produkty reakcji (trójwartościowy mangan) mogą być z powrotem utlenione do manganu czterowartościowego poprzez zastosowanie tlenu z powietrza. Mangan czterowartościowy sorbuje następnie ponownie mangan dwuwartościowy zawarty w wodzie surowej i proces się powtarza. Odkładający się cały czas mangan czterowartościowy tworzy powłokę katalityczną, realizującą proces odmanganiania wody.

Konsekwencją tego jest rozrost powłok pokrywających ziarna złoża, utrzymywanych na odpowiednim poziomie poprzez płukanie filtrów.

Podobny mechanizm, tylko bez wstępnego odłożenia powłoki katalitycznej, występuje w przypadku złoż zbudowanych już z aktywnego manganu czterowartościowego bądź wpracowanych na innym wodociągu. Czynnikiem, który komplikuje usuwanie manganu tą metodą, jest żelazo. Usuwanie manganu przebiega bowiem w dolnej części złoża, nawet w warstwach podtrzymujących. Jeśli żelazo zbyt głęboko przenika w złożo filtracyjne, wówczas zatrzymuje się na powierzchni aktywnego dwutlenku manganu kosztem manganu zawartego w wodzie surowej. Występuje wówczas rozładowanie powłoki katalitycznej, która jest trudna w regeneracji.

Warunki, jakie należy zapewnić w przypadku wykorzystania tej metody, to:

- natlenienie wody (tlen jest potrzebny w drugiej fazie procesu utleniania manganu),
- wstępne, bardzo efektywne usunięcie żelaza,
- wytworzenie odpowiedniej trwałości i grubości powłok katalitycznych (z dwutlenku manganu),
- eliminacja z procesu uzdatniania wody substancji dezynfekujących (w tym silnych utleniaczy, które powodują dezynfekcję złoża filtracyjnego ograniczającą efektywność technologiczną bakterii manganowych),
- zapewnienie optymalnego pH wody.

Przy zastosowaniu silnych utleniaczy problemy te wprawdzie odchodzą, ale metoda ta jest zdecydowanie droższa. Poza tym, jeśli w wodzie współwystępuje jon amonowy, wówczas następuje stabilizacja błony bakterii nitryfikacyjnych, uniemożliwiająca sprawne usunięcie tego wskaźnika.

Na podstawie monitorowanej przez Inwestora jakości wody surowej ujmowanej dla Stacji Uzdatniania Wody w miejscowości Wolica Kozia, do dalszych obliczeń technologicznych i doboru urządzeń przyjęto następujące parametry wody surowej:

- **żelazo: 1,4 mgFe/l,**
- **jon amonowy: 0,7 mgNH<sub>4</sub><sup>+</sup>/l.**

## 2.4. Aktualna produkcja SUW

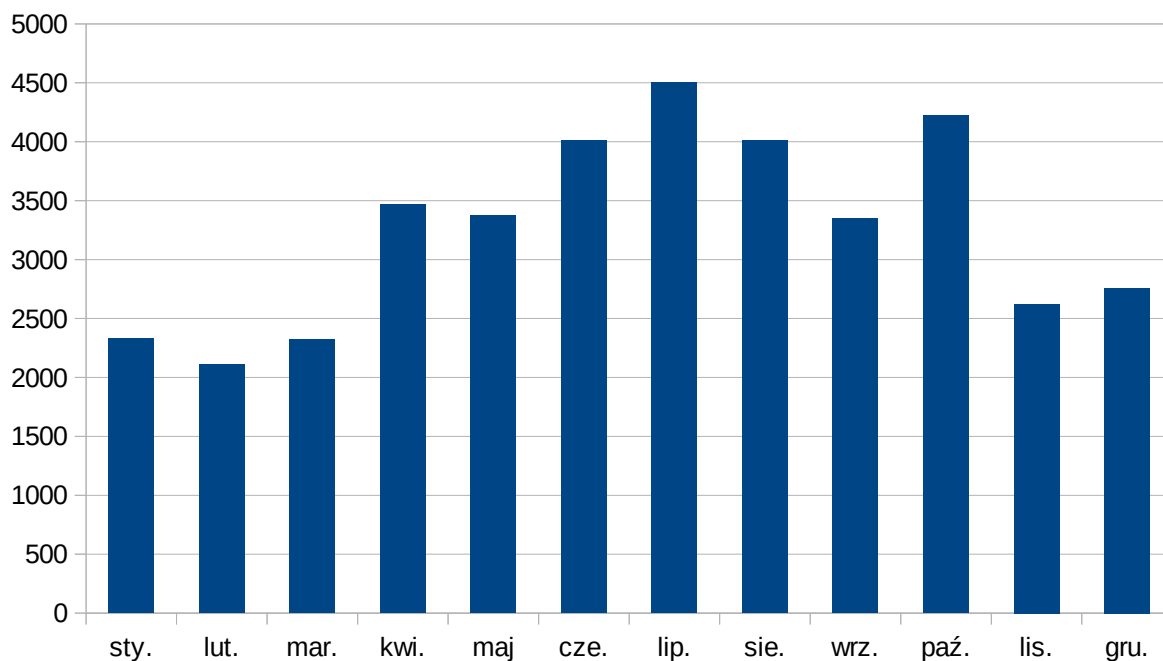
Poniżej przedstawiono ilość wody wtłoczonej do sieci na Stacji Uzdatniania Wody w miejscowości Wolica Kozia w roku 2023.

Tabela 5. Produkcja wody uzdatnionej w roku 2023

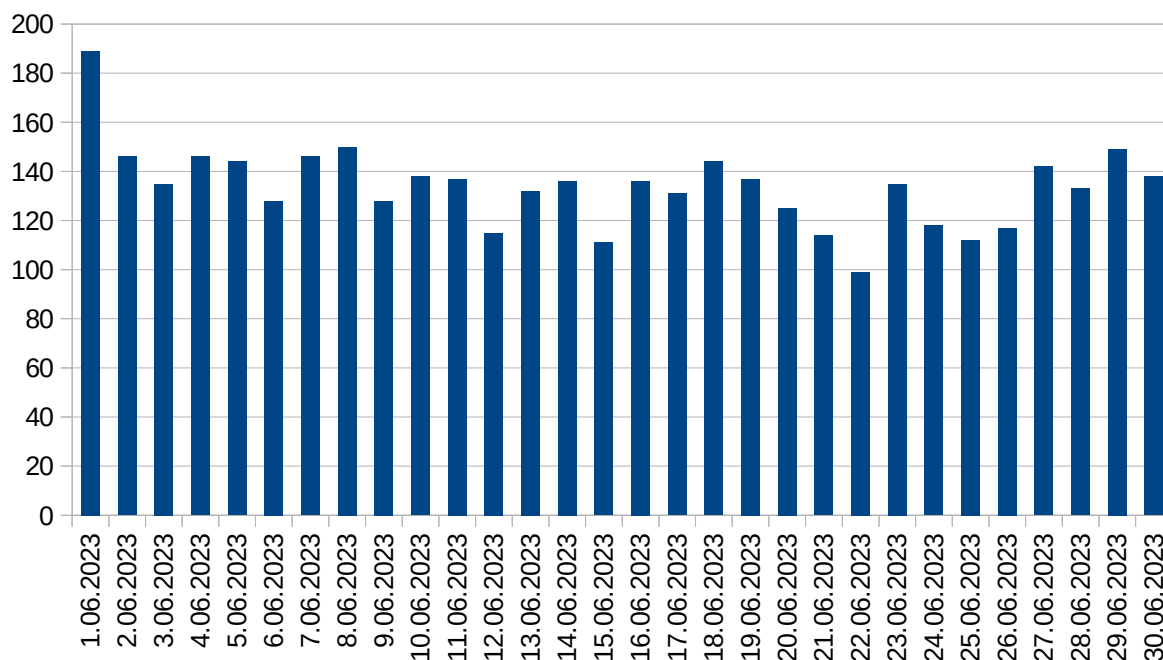
DZIEŃ	PRODUKCJA WODY UZDATNIONEJ W ROKU 2023 [m3/d]											
	St.	Lt.	Mrz.	Kw.	Mj.	Czrw.	Lp.	Sp.	Wrz.	Prn.	Lst.	Gr.
1	76	77	129	102	136	189	171	249	112	136	91	130
2	73	71	84	89	105	146	170	126	110	132	85	130
3	70	84	86	83	110	135	208	122	107	121	88	159
4	72	58	97	76	101	146	162	123	88	135	93	83
5	77	66	76	95	125	144	177	111	122	91	110	77
6	86	106	73	109	109	128	368	139	92	132	71	76
7	66	69	66	155	102	146	135	110	124	146	64	74
8	74	62	100	144	116	150	137	137	112	131	78	69
9	57	63	76	129	97	128	132	148	88	103	69	85
10	57	71	83	125	80	138	121	105	121	110	74	76
11	61	81	55	121	90	137	89	115	142	109	83	71
12	81	70	103	118	86	115	116	127	112	142	85	57
13	76	60	72	122	135	132	144	122	109	101	69	90
14	58	68	74	127	84	136	142	112	123	91	81	100
15	79	65	59	114	81	111	112	109	89	109	59	51
16	65	76	94	124	102	136	99	89	73	135	78	50
17	75	54	64	131	100	131	120	149	91	106	98	64
18	54	65	104	93	86	144	144	122	129	81	68	68
19	96	83	66	86	78	137	123	128	92	118	85	65
20	69	75	71	128	86	125	107	135	72	187	88	63
21	83	75	65	102	77	114	120	95	128	175	100	73
22	81	79	49	113	95	99	140	131	93	126	68	68
23	95	82	81	99	95	135	106	149	90	150	72	77
24	81	78	52	109	139	118	105	126	151	142	85	100
25	60	74	72	79	110	112	141	157	142	121	104	91
26	80	95	74	124	122	117	125	130	130	159	119	90
27	65	81	59	155	131	142	125	110	88	154	106	70
28	81	120	72	136	98	133	180	109	88	181	99	68
29	99		51	126	120	149	187	132	178	199	129	152
30	81		54	152	150	138	171	174	152	199	124	164
31	103		63		229		127	118		199		168
Razem	2331	2108	2324	3466	3375	4011	4504	4009	3348	4221	2623	2759



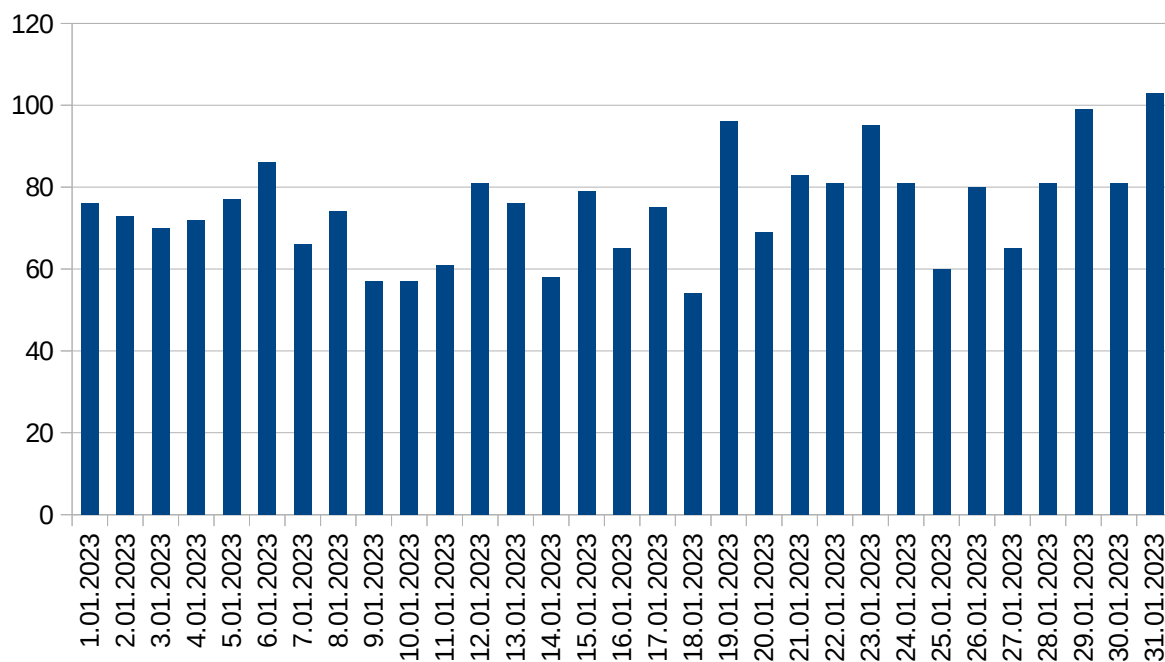
Wykres 2. Produkcja wody uzdatnionej [m³] w roku 2023



Wykres 3. Produkcja wody uzdatnionej [m³] w czerwcu 2023



Wykres 4. Produkcja wody uzdatnionej w styczniu 2023



### 3. PRZEBUDOWA STACJI UZDATNIANIA WODY W MIEJSCOWOŚCI WOLICA KOZIA

---

#### 3.1. Założenia ogólne

W porozumieniu z Inwestorem przyjęto następujące założenia ogólne do rozbudowy SUW w miejscowości Wolica Kozia:

- przyjęta wydajność godzinowa SUW – na którą wymiarowany będzie układ uzdatniania – **75 m<sup>3</sup>/h**, (wartość wynikająca z zasobów eksploatacyjnych studni nr 1 i 2 oraz nowo wybudowanej studni nr 3 na działce nr 218),
- wykonanie materiałowe (orutowanie, kołnierze, śruby itd.) - stal nierdzewna w gatunku AISI 316/316L,
- dobór nowych pomp głębinowych – pompowanie I stopnia,
- wymiana rurociągów wznosnych studzien głębinowych,
- wymiana obudów studzien głębinowych wraz z armaturą,
- projektowana technologia uzdatniania zostanie posadowiona w istniejącym budynku stacji,
- armatura i orurowanie w wykonaniu na ciśnienie PN 10 / PN 16,
- nowy układ napowietrzania ciśnieniowego,
- nowy układ filtracji jednostopniowej na piasku kwarcowym: usuwanie zawiesin, odżelazianie wody, usuwanie związków manganu, redukcja jonu amonowego,
- dezynfekcja wody przefiltrowanej z wykorzystaniem podchlorynu sodu,
- nowa pompownia sieciowa - tłoczenie do sieci wodociągowej,

#### **Założenia ogólne (orurowanie, armatura)**

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

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

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

- wykonanie materiałowe podpór i zawiesi: minimum stal AISI 304/304L,
- obejmy 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:

- 4-liniowy, podświetlany wyświetlacz ciekłokrystaliczny (LCD)
- zasilanie: uniwersalne, umożliwiające podłączenie napięcia 100-240VAC lub 24VAC/DC
- wbudowane narzędzie do diagnostyki czujnika oraz przetwornika,
- obsługa za pomocą przycisków optycznych oraz poprzez wbudowany serwer www,
- komunikacja zgodnie z projektem
- obudowa przetwornika wykonana z aluminium,
- temperatura otoczenia -20°C...+50°C
- wersja kompaktowa (łączna z czujnikiem) lub rozdzielna,
- stopień ochrony przetwornika min. IP66/67,
- 3 liczniki (w przód, w tył, bilans)

Czujnik:

- błąd pomiarowy do 0,5%,
- minimalna przewodność cieczy  $\geq 5 \mu\text{S}/\text{cm}$ ,
- detekcja niepełnego przepływu,
- możliwość pomiaru niezależnie od profilu przepływu,
- możliwość pracy bez odcinków prostych przed i za urządzeniem,
- elektryczne czyszczenie elektrod pomiarowych z osadów przewodzących zintegrowane w czujniku,
- brak wewnętrznego przewężenia rury pomiarowej (brak spadków ciśnienia),

- gwarantowana niepewność pomiarowa przy montażu bezpośrednio za przeszkodą „np. kolaniem” – potwierdzona przez zewnętrzną instytucję (nie będącą powiązaną z producentem urządzenia),
- przyłącze procesowe: kołnierze ze stali 1.4301 zgodne z EN1092-1, PN10,
- temperatura medium: -20°C...+50 °C,
- temperatura otoczenia -40°C...+60°C,
- elektrody stożkowe wykonane z 1.4435,
- stopień ochrony czujnika min. IP66/67.

### **Parametry techniczne – przepustnice**

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

### **Czujniki do pomiaru podstawowych parametrów fizykochemicznych wody**

#### **Pomiar mętności**

Kompletny zestaw pomiarowy z osprzętem:

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

Szczegółowa specyfikacja pomiaru mętności:

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

- Sonda:
  - pomiar mętności metodą światła rozproszonego pod kątem 90° zgodnie z ISO7027,
  - do połączenia z uniwersalnym przetwornikiem pomiarowym
  - zakres pomiarowy 0...4000 NTU,
  - element pomiarowy: szkło szafirowe,
  - limit detekcji 0,0015 FNU (przy pomiarze 0...10 FNU zgodnie z ISO 15839),
  - stopień ochrony: min. IP68,
  - ciśnienie: do 10 bar abs,
  - maksymalny błąd: 2 % wartości mierzonej,
  - brak części ruchomych (np. wycieraczka mechaniczna) podlegających wymianie,
  - atest PZH,

- Armatura procesowa:
  - do bezpośredniego montażu w rurociągu,
  - wykonanie ze stali k.o.,
  - dopuszczalne ciśnienie 10 bar,
  - przyłącze procesowe: kołnierz DN50, PN16 lub gwint G2",
  - atest PZH

Przewiduje się pomiar mętności w następujących miejscach procesu technologicznego:

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

### **Pomiar tlenu**

Projektuje się pomiar tlenu na rurociągu wody napowietrzonej, montowany online na rurociągu wody napowietrzonej kierowanej na filtry.

Specyfikacja sondy pomiarowej/czujnika:

- do połączenia z uniwersalnym przetwornikiem pomiarowym,
- rodzaj czujnika: optyczny,
- minimalny przepływ: niewymagany,
- zakres pomiarowy: 0 to 20 mg/l,
- maksymalny błąd pomiarowy: 0,01 mg/l lub  $\pm 1$  % odczytu pomiarowego dla  $< 12$  mg/l,
- ciśnienie pracy: max 10 bar,
- klasa ochrony IP68,
- atest PZH

### **Pomiar chloru wolnego**

Opcjonalnie sugeruje się pomiaru chloru wolnego zamontowany na rurociągu kierującego wodę uzdatnioną na sieć.

Specyfikacja sondy wolnego chloru:

- sonda amperometryczna,
- zakres pomiarowy:  $0 \div 5$  mg/l  $\text{ClO}_2$ ,
- błąd pomiarowy:  $\pm 2$  % wartości mierzonej,
- granica wykrywalności: 0,002 mg/l,
- trwałość elektrolitu: 2 lata,
- klasa ochrony IP 68.

### **Przetwornik uniwersalny do sond i czujników:**

- budowa modułowa umożliwiające łatwą rozbudowę lub zmianę konfiguracji,
- komunikacja z czujnikami w oparciu o cyfrowy, otwarty protokół stosowany przez więcej niż jednego producenta sond,
- indywidualny wyświetlacz o przekątnej min. 4,7" i rozdzielczości min. 240 x 160 pikseli,
- automatyczne rozpoznawanie podłączonych czujników wraz z pobieraniem danych kalibracyjnych,

- dostęp do funkcji umożliwiających ocenę stanu zużycia elektrody lub czujnika,
- funkcja sterowania czyszczeniem,
- zasilanie: 230 VAC,
- wejście: 1-4 czujników cyfrowych (zgodnie z projektem),
- praca w temperaturach: do +50<sup>o</sup> C,
- stopień ochrony: min. IP66/IP67,
- menu w języku polskim.

### 3.2. Ujęcie wody

Ujęcie wody pracować będzie w oparciu o trzy studnie głębinowe. Zgodnie z obowiązującym pozwoleniem wodnoprawnym, łączne zasoby eksploatacyjne dla studni nr 1 i 2 wynoszą 20 m<sup>3</sup>/h. Wydajność eksploatacyjna nowo odwierconej studni wynosi 52 m<sup>3</sup>/h. Stąd wydajność technologii uzdatniania dobrano dla wydajności:

$$Q \approx 75 \text{ m}^3/\text{h}$$

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

W odniesieniu do ujęcia SUW w Wolicy Koziej 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,
- wymiana rurociągów wody surowej od studzien głębinowych do budynku SUW.

#### Dobór pomp głębinowych

Wydajność nowych pomp głębinowych dla studzien nr 1 i 2 przyjęto w oparciu o obowiązujące pozwolenie wodnoprawne na pobór wód z ujęcia, tj:

- dla studni nr 1:  $Q_e = 20,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ,
- dla studni nr 2:  $Q_e = 20,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ,

Założenia do doboru pomp głębinowych:

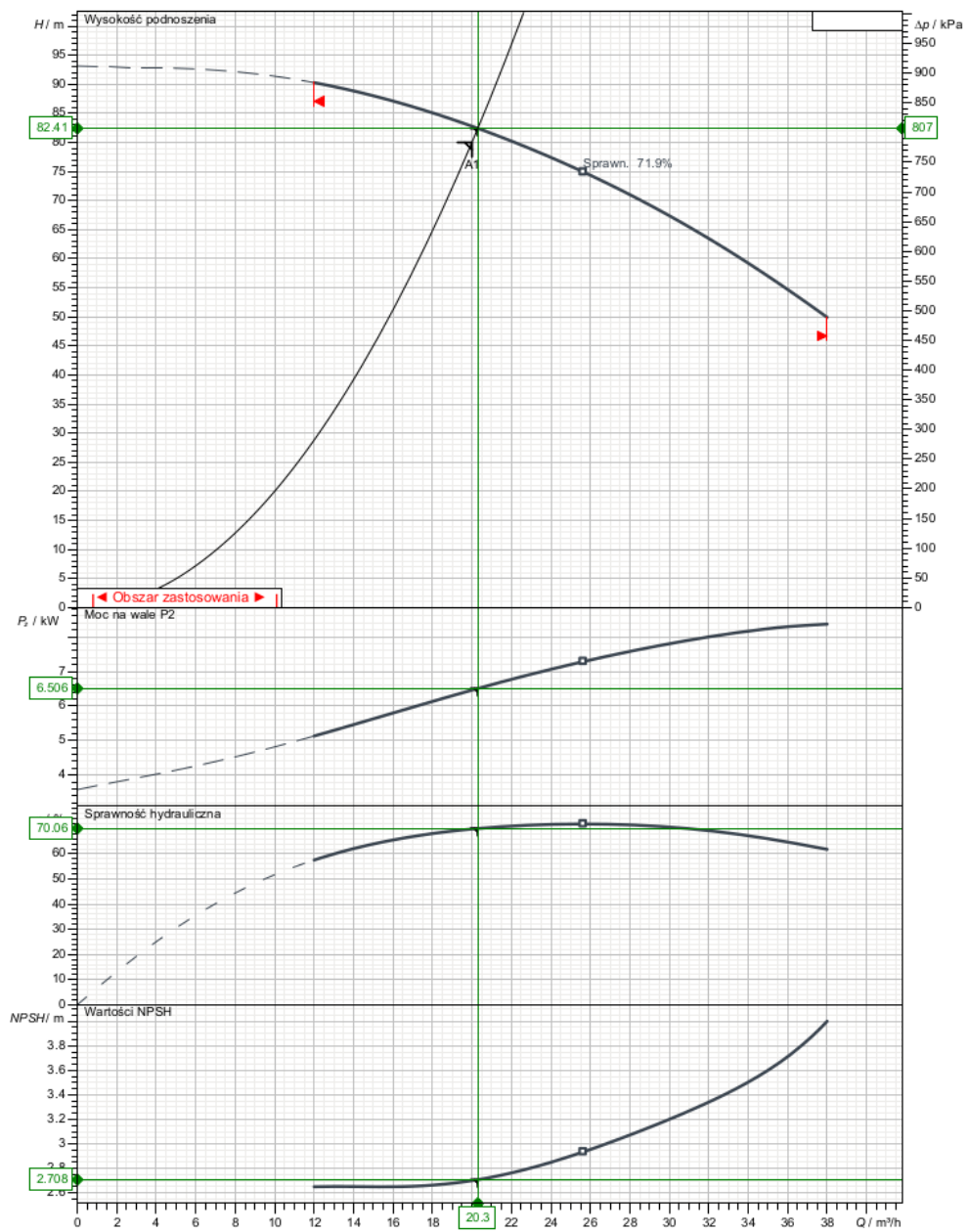
- straty naporu hydraulicznego na przepływie przez układ technologiczny: aerator i filtry ciśnieniowe: przyjęto 15mH<sub>2</sub>O,
- przyjęte straty na tłoczeniu dla każdej z pomp głębinowych: 10 mH<sub>2</sub>O,
- poziom zwierciadła dynamicznego:
  - studnia nr 1: 53,3 m p.p.t.,
  - studnia nr 2: 13,6 m p.p.t.,

Dobiera się nowe pompy głębinowe na następujące parametry:

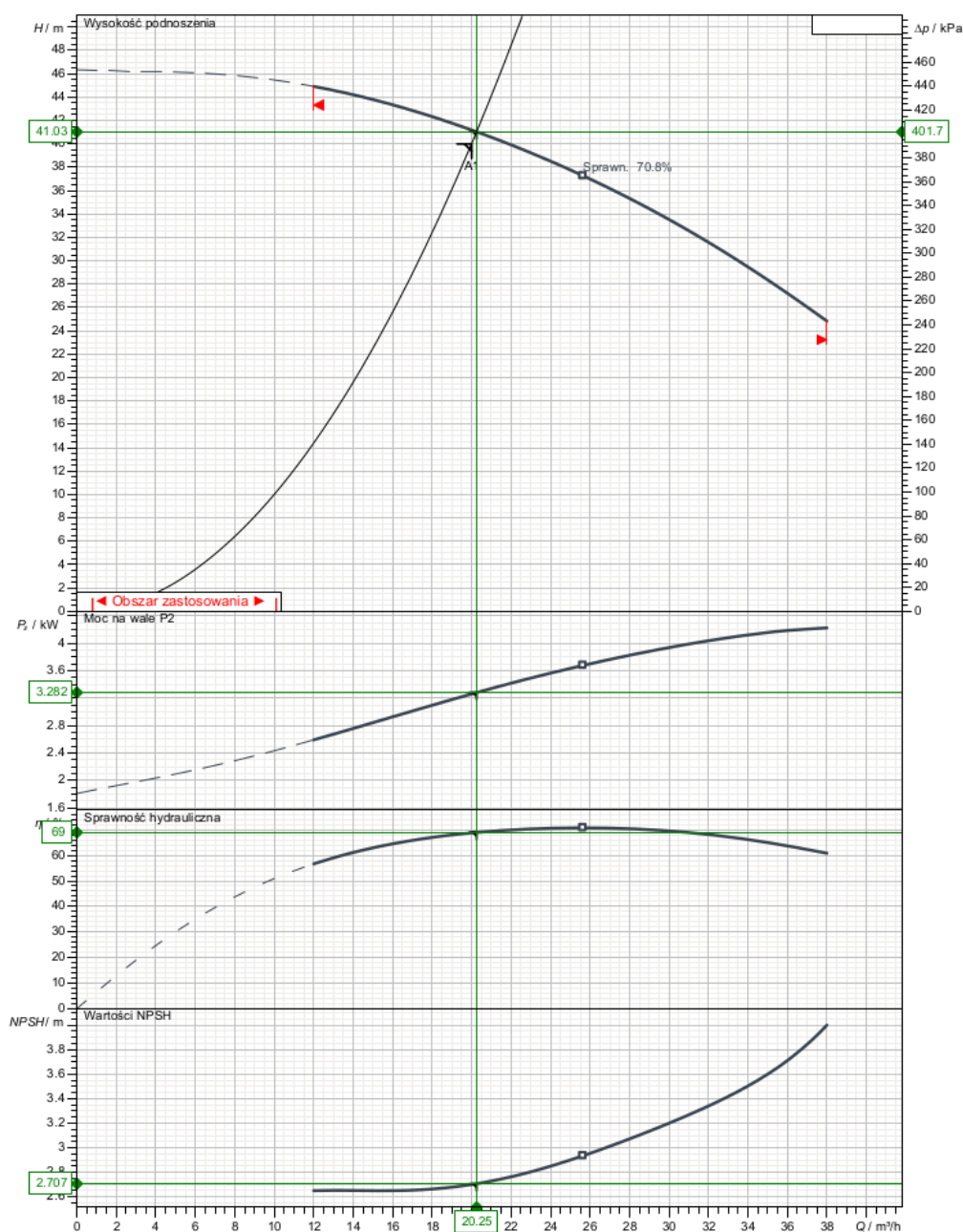
- a) S1: dobrano pompę o wydajności  $Q = 20 \text{ m}^3/\text{h}$  i  $h = 80 \text{ m H}_2\text{O}$ , i mocy do  $P = 9,2 \text{ kW}$
- b) S2: dobrano pompę o wydajności  $Q = 20 \text{ m}^3/\text{h}$  i  $h = 40 \text{ m H}_2\text{O}$ , i mocy do  $P = 5,5 \text{ kW}$



Wykres 5. Charakterystyka dobranej pompy dla studni nr 1.



Wykres 6. Charakterystyka dobranej pompy dla studni nr 2.



Pompę głębinową dla studni nr 3 dobrano w oparciu o następujące założenia:

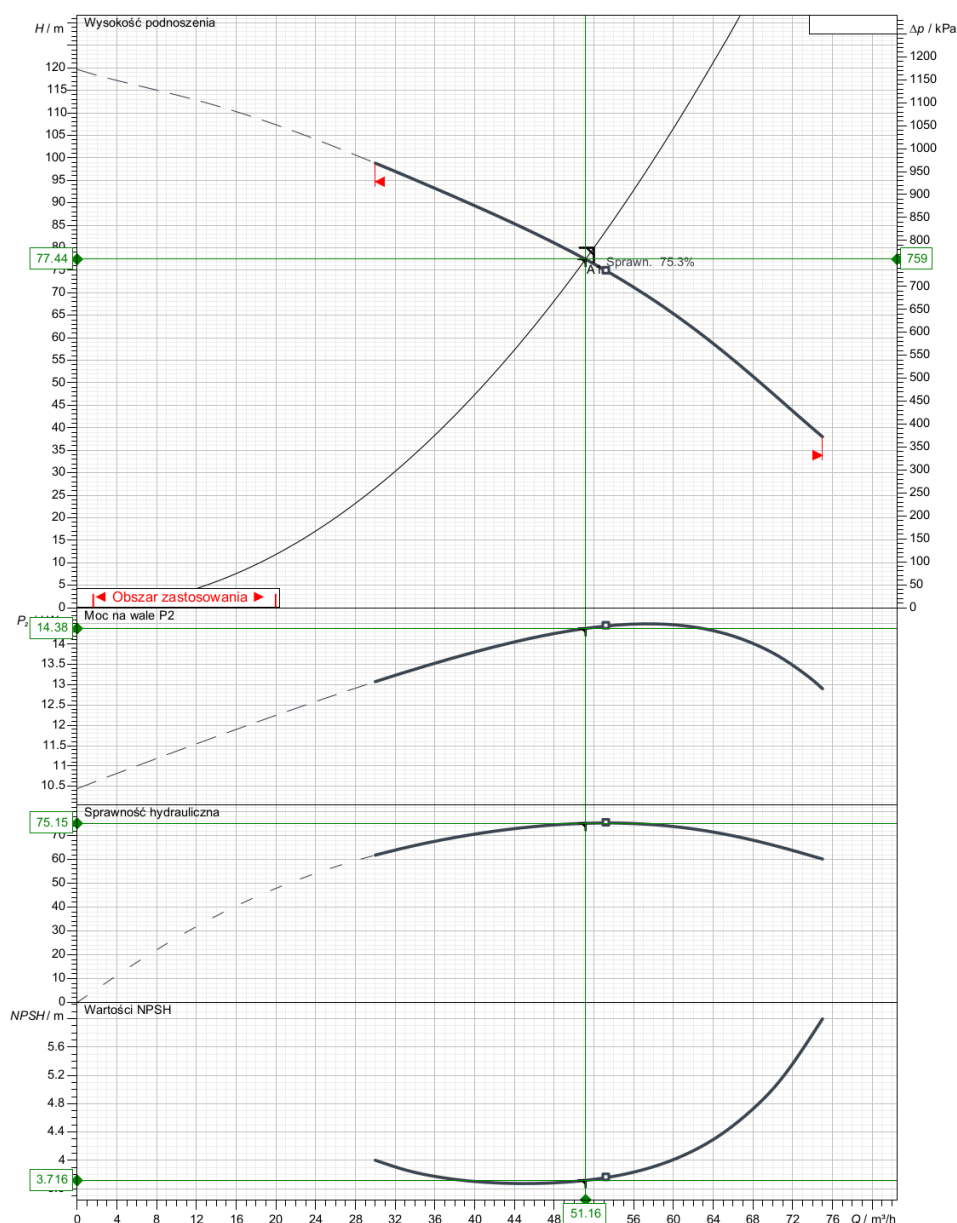
- wydajność pompy  $52 \text{ m}^3/\text{h}$ ,
- straty naporu hydraulicznego na przepływie przez układ technologiczny: aerator i filtry ciśnieniowe: przyjęto  $15 \text{ mH}_2\text{O}$ ,
- rzędna rurociągu wylotowego w zbiornikach wody czystej:  $\sim 8 \text{ m n.p.t.}$ ,
- straty naporu na rurociągu wody surowej doprowadzającej wodę surową z działki na której znajduje się studnia nr 3 do obiektu SUW: długość rurociągu  $\sim 1 \text{ km}$ , średnica rurociągu: PE 125, przyjęto stratę naporu równą  $\sim 20 \text{ mH}_2\text{O}$ ,

- poziom rzędnej terenu SUW ~ 95 m n.p.m.,
- poziom rzędnej terenu studni nr 3: 97,2 m n.p.m.,
- poziom zwierciadła dynamicznego:  $24,8 + 10,9 = 35,7$  m p.p.t.

Całkowite starty naporu przyjęte do doboru pompy głębinowej:  $\sim 80$  mH<sub>2</sub>O

Dobrano pompę głębinową o wydajności  $Q = 52\text{m}^3/\text{h}$ , wysokości podnoszenia  $H = 80$  mH<sub>2</sub>O i mocy równej 15kW.

Wykres 7. Charakterystyka dobranej pompy dla studni nr 3.



### **Obudowy studzien głębinowych**

Obudowy zewnętrzne studzien stanowią 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. 70 mm,
- 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 przyłącze 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 35mm<sup>2</sup>,
- 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,
- orurowanie wewnątrz obudowy o średnicy DN 80 – zgodnej z DN przyłącza pompy głębinowej,
- rurociągi wznosne, wykonane ze stali nierdzewnej w gatunku AISI 316/316 L, łączone kołnierzowo, o średnicy zgodnej z DN przyłącza pompy głębinowej,
- 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,

- kurek probierczy ze stali nierdzewnej o średnicy G ½",
- czujniki ciśnienia z manometrem do pomiaru ciśnienia tłoczenia wody.

Wytyczne dla automatyki i sterowania:

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

Sterowanie pracą studni:

- zdalne załączanie studni na podstawie poziomów wody w zbiornikach retencyjnych,
- 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 zasowy na tłoczeniu lub innej przyczynie niedrożności rurociągu),
- wyłączanie pompy po przekroczeniu maksymalnego poziomu w komorach reakcji,
- alarm – w przypadku stwierdzenia otwarcia obudowy studni głębinowej,
- alarm – w przypadku stwierdzenia spadku temperatury wewnątrz obudowy poniżej zadanej wartości,
- wyłączenie pompy przy przekroczeniu poziomu maksymalnego pobieranego prądu,
- alarm przy spadku wydajności pompy o x % (ustalony na rozruchu) w stosunku do poziomu eksploatacyjnego.

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

### **Zawór bezpieczeństwa**

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

Zawór bezpieczeństwa dobrano w oparciu o następujące dane wyjściowe:

- ciśnienie początku otwarcia:  $p_{p0} = 6$  bar,
- temperatura zrzutowa:  $t = 10$  stop. C,
- współczynnik przyrostu ciśnienia:  $b_1 = 10$  %,
- współczynnik wypływu:  $K_{dr} = 0,5$ ,
- przeciwcisnienie:  $p_b = 1$  bar,
- gęstość czynnika przy parametrach zrzutowych:  $\rho = 1000$  kg/m<sup>3</sup>,
- wydajność: ok. 30,0 m<sup>3</sup>/h,
- wymagana przepustowość zaworu: min. 29000 kg/h,
- objętość właściwa cieczy przy parametrach zrzutowych:  $v = 0,001$  m<sup>3</sup>/kg,

- współczynnik korekcyjny lepkości:  $K_v = 1$ ,
- lepkość dynamiczna:  $\mu = 0,00089 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ,
- ciśnienie zrzutowe:  $p_o = 6,6 \text{ bar}$ .

Obliczeniowy przekrój kanału dopływowego wynosi:

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

Przyjęto zawór bezpieczeństwa pełnoskokowy, sprężynowy, z dzwonem wspomagającym, kątowy, kołnierzowy, z membraną i uszczelnieniem miękkim o przekroju kanału dopływowego  $A_d = 804 \text{ mm}^2$ , średnicy montażowej DN 40, średnicy wylotowej DN 65 i przelocie siedliska  $d_o = 32 \text{ mm}$ . Owiercenie kołnierza wlotowego PN 16.

Zawór bezpieczeństwa należy zamontować na rurociągu wody surowej, doprowadzającym wodę do napowietrzania. Natomiast odprowadzenie wody z zaworu sprowadzić do rurociągu ścieków technologicznych.

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

### 3.3. Napowietrzanie wody

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

Napowietrzanie wody surowej odbywać się będzie w aeratorze ciśnieniowym o takiej konstrukcji, która zapewni możliwie największą powierzchnię kontaktu powietrza z wodą oraz optymalne warunki jednoczesnego mieszania obu mediów. Czas kontaktu wody z powietrzem wewnątrz aeratora powinien mieścić się w zakresie  $t = 120 \div 180$  s. Dobór układu napowietrzania przeprowadzono zakładając wydajność układu około 75 m<sup>3</sup>/h.

Objętość urządzenia wyniesie zatem:

$$V = [75 * (120 \div 180)] / 3600 = 2,5 \div 3,75 \text{ m}^3$$

Dobrano aerator statyczny o następujących parametrach technicznych:

- Średnica nominalna: 1400 mm,
- Pojemność: 3,15 m<sup>3</sup>,
- Wysokość całkowita: ok. 2850 mm,
- Liczba dysz w aeratorze: 10 szt.,
- Dopuszczalne ciśnienie: 6,0 bar,
- Dopuszczalna temp. wody: 50°C,
- Przyłącza wody: DN 150,
- Przyłącza powietrza: G 1",
- Odpowietrzenie: G 1"

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

$$t = (3,15 * 3600) / 75 = 151 \text{ s}$$

Średnica rurociągu doprowadzającego wodę do aeratora:

$$D = [(4 * 75) / (\pi * 1,0 * 3600)]^{0,5} = 163 \text{ mm}$$

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

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

- przepustnice międzykołnierzowe DN150 z napędem ręcznym,
- odpowietrzenie ręczne i automatyczne o średnicy G1" z zaworami kulowymi G1" z napędem ręcznym - odpływ wody z odpowietrzenia odprowadzić rurociągami

stalowymi, skręcanymi na gwint, do rurociągów spustu zerowego z aeratorów. Dopuszcza się także wykonanie odpowietrzenia z rurociągów z tworzywa sztucznego.

Dodatkowo przed aeratorem, na rurociągu wody surowej zamontowany zostanie rurowy mieszacz statyczny, wspomagający proces napowietrzania wody (intensyfikujący proces mieszania obu mediów). Mieszacz zamontowany na obejściu, z możliwością skierowania wody surowej bezpośrednio do aeratora ciśnieniowego. Parametry urządzenia:

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

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

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

- na utlenienie żelaza: ok. 0,20 mgO<sub>2</sub>/l,
- na utlenienie manganu: ok. 0,01 mgO<sub>2</sub>/l,
- na utlenienie jonu amonowego: ok. 3,15 mgO<sub>2</sub>/l.

Zgodnie z przeprowadzonymi obliczeniami maksymalne stechiometryczne zapotrzebowanie wody na tlen wynosi ok. 3,35 mgO<sub>2</sub>/l. Dodatkowo, zgodnie z praktyką należy założyć naddatek powietrza – który zwyczajowo przyjmuje się na poziomie ok. 2,0 ÷ 3,0 mg/l, choć nie jest to bezwzględnie wymagany parametr. Zatem oczekiwane natlenienie wody surowej (dla najgorszych stwierdzonych parametrów jakościowych) wyniesie ok. 6,0 mg/l tlenu w wodzie badanej po procesie napowietrzania.

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

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

$$Q_p = 0,1 * 75 = 7,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

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

- ilość: 2 szt. (1+1),
- typ: spiralna bezolejowa, przystosowana do pracy ciągłej,
- maks. nadciśnienie tłoczenia: do 10 bar,
- wydajność: do 12,0 m<sup>3</sup>/h dla 1,0 MPa,
- moc znamionowa silnika: do 2,2 kW,
- pojemność zbiornika: około 240 L,



- wyposażenie: zabudowana na zbiorniku sprężonego powietrza, obudowa dźwiękochłonna, przyłącze elastyczne, komplet filtrów (jako element dostawy sprężarki)

Powietrze ze sprężarek kierowane będzie do węzła rozdzielczego sprężonego powietrza przewodami elastycznymi, a następnie rurociągiem stalowym, skręcanym na gwint o średnicy G 1" doprowadzone zostanie do aeratora i mieszacza statycznego. Dodatkowo układ zostanie wyposażony w reduktor ciśnienia, rotametr oraz zawór kulowy do regulacji strumienia powietrza. W układzie należy utrzymywać ciśnienie powietrza min. 1,0 bar wyższe niż ciśnienie wody. Wstępnie zakłada się, że ciśnienie powietrza będzie wynosiło za reduktorem 2,0 atm. Wartość tę należy zweryfikować na etapie realizacji inwestycji.

Wstępnie dobrano następujący rotametr do pomiaru ilości powietrza:

- ilość: 2 szt.,
- Ciśnienie pracy: 2,0 bar,
- Wydajność:  $0,6 \div 6,0 \text{ Nm}^3/\text{h}$ , współczynnik przeliczeniowy 1,68,

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

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

Na rurociągu wody napowietrzanej odprowadzającej wodę z aeratora przewidziano:

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

Opomiarowanie układu napowietrzania:

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

Wytyczne dla automatyki i sterowania:

- otwarcie elektrozaworów na węźle sprężonego powietrza przy załączeniu pomp głębinowych,

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

### 3.4. Filtracja wody

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

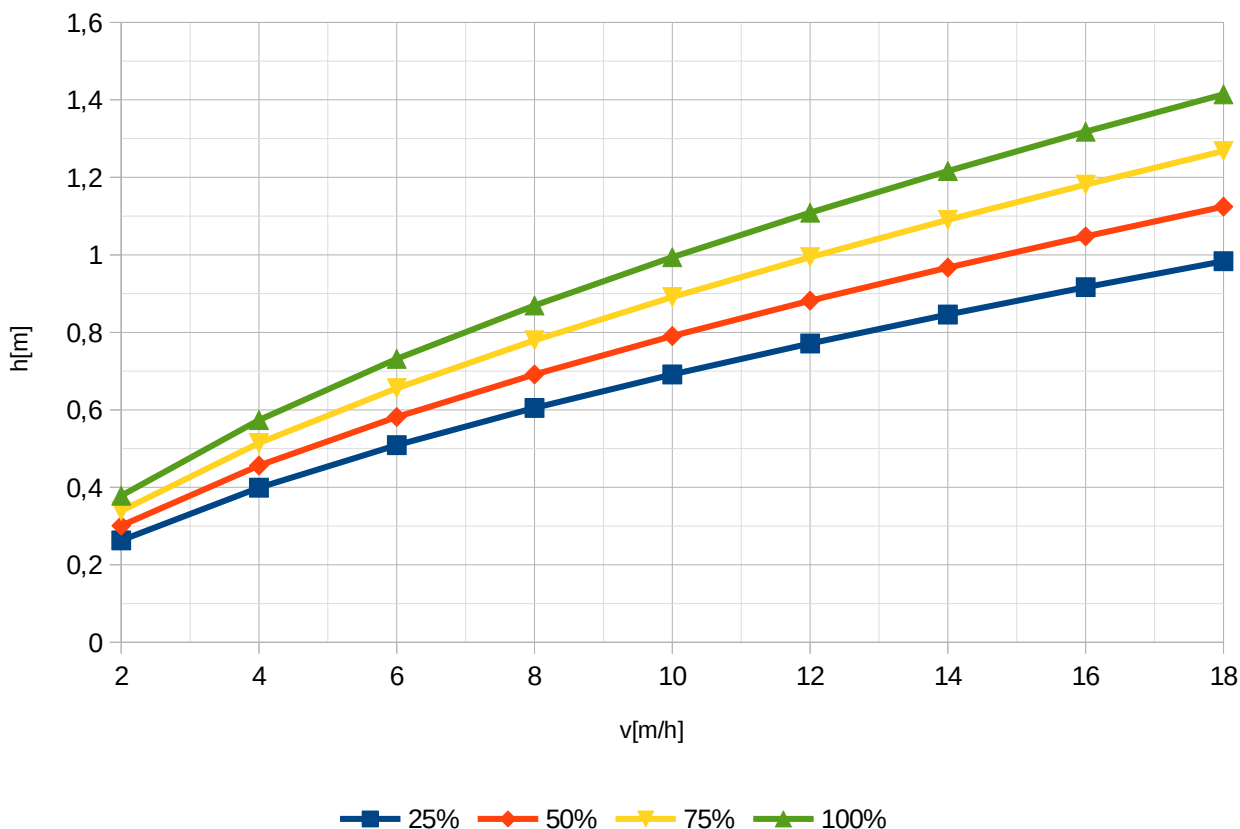
Zgodnie z założeniami ogólnymi do projektu, filtry wypełnione będą piaskiem kwarcowym. Przy ustalaniu wysokości złóż filtracyjnych wzięto pod uwagę wysokość niezbędną do usunięcia związków żelaza tzw. strefę odżelaziania.

Przyjęte parametry projektowe:

- stężenie żelaza – ok. 1,4 mgFe/L,
- prędkości filtracji około 6 m/h,
- filtr zasypany będzie złożem piaskowym o średnicy efektywnej ziaren równej  $d_e = 1,1$  mm,
- stopień utlenienia żelaza: dla wstępnej analizy założono 75%, 50%, 25% oraz 0%, do dalszych interpretacji przyjęto 50 %,
- dobór przeprowadzono dla wydajności równej 75 m<sup>3</sup>/h.

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

Wykres 6. Wysokość strefy odżelaziania dla SUW w miejscowości Wolica Kozia



Dla maksymalnej godzinowej wydajności SUW, równej  $Q = 75 \text{ m}^3/\text{h}$  oraz prędkości filtracji około  $6,0 \text{ m/h}$  powierzchnia filtracji wyniesie:

$$A_f = 75 / 6 = 12,5 \text{ m}^2$$

Przy zastosowaniu jednostek filtracyjnych o średnicy DN 2200 ilość filtrów wyniesie:

$$i_f = 12,5 / 3,8 \approx 3 \text{ szt.}$$

Rzeczywista powierzchnia filtracji przy zastosowaniu 3 sztuk filtrów wyniesie:

$$A_{f-rz} = 3,8 * 3 = 11,4 \text{ m}^2$$

Prędkość filtracji dla wydajności SUW, wynoszącej  $75 \text{ m}^3/\text{h}$  wyniesie:

$$v_{f-rz} = 75 / 11,4 = 6,6 \text{ m/h}$$

Dla wyznaczonej prędkości filtracji teoretyczna wysokość strefy odżelaziania wyniesie:

- dla utlenienia żelaza na poziomie 75 %:  $H_{Fe} = 0,54 \text{ m}$ ,
- dla utlenienia żelaza na poziomie 50 %:  $H_{Fe} = 0,61 \text{ m}$ ,
- dla utlenienia żelaza na poziomie 25 %:  $H_{Fe} = 0,69 \text{ m}$ ,
- dla utlenienia żelaza na poziomie 0,0 %:  $H_{Fe} = 0,77 \text{ m}$ .

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

Teoretyczna wysokość strefy odżelaziania dla maksymalnej docelowej wydajności SUW równej  $75,0 \text{ m}^3/\text{h}$  (i prędkości filtracji na poziomie  $6,6 \text{ m/h}$ ) wyniesie ok.  $0,61 \text{ m}$ . Należy zaznaczyć, iż wyznaczona wysokość strefy odżelaziania jest wartością teoretyczną, w przypadku zastosowania złoża keramzytowego rzeczywista strefa odżelaziania jest niższa od wartości wyliczonej ze wzorów.

W zakresie doboru złoża filtracyjnych przyjęto zatem:

- warstwę podtrzymującą I (piasek kwarcowy) o uziarnieniu  $4,0 \div 8,0 \text{ mm}$  o wysokości  **$0,10 \text{ m}$**
- warstwę podtrzymującą II (piasek kwarcowy) o uziarnieniu  $2,0 \div 4,0 \text{ mm}$  o wysokości  **$0,10 \text{ m}$**
- warstwę złoża właściwego – piasku kwarcowego o uziarnieniu  $0,8 \div 1,4 \text{ mm}$  i wysokości równej  **$1,00 \text{ m}$**  potrzebną do usunięcia jonu amonowego i żelaza.

Całkowita wysokość złoża wyniesie zatem:

$$H_C = 0,1 + 0,1 + 1,0 = 1,2 \text{ m}$$

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

**UWAGA! Wykonawca jest zobowiązany do pozostawienia z zasypu każdego filtra  $1,0 \text{ L}$  każdej zastosowanej warstwy filtracyjnej i przekazania jej Zamawiającemu!**

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

**Dane techniczne dobranych filtrów ciśnieniowych:**

- ilość: 3 szt.,
- średnica nominalna: 2200 mm,
- powierzchnia jednostkowa: 3,8 m<sup>2</sup>,
- wysokość części płaszczonej: 1500 mm
- wysokość całkowita: ok. 3309 mm,
- włazy rewizyjne:
  - zasypowy, górny: 320/420 mm,
  - boczny: DN 400 – na windzie,
  - dolny: DN 400 – na zawiasach,
- średnica króćców wody: DN 150,
- średnica króćca powietrza: DN 80,
- odpowietrzenie: G 1",
- wlot wody surowej: przez płaszczyk filtra,
- wylot wody uzdatnionej: w osi filtra,
- 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<sup>2</sup>), zaś powierzchnia sumaryczna szczelin powinna umożliwiać płukanie wodą przy oporach hydraulicznych nie większych niż 0,5 – 1,0 mH<sub>2</sub>O,
- 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**

$$D = [(4 * 25) / (\pi * 3600 * 1,0)]^{0,5} = 94,0 \text{ mm} - \text{dobrano DN 100}$$

Dobrano rurociąg o średnicy DN 100 (zew. 114,3 mm, gr. 2,0 mm) wykonany ze stali nierdzewnej w gatunku AISI 316/316L.

Dopływ wody do płukania i odpływ popłuczyn

Przyjęto wydajność płukania równą 160 m<sup>3</sup>/h na podstawie obliczeń w dalszej części opracowania.

$$D = [(4 * 160)/(\pi * 3600 * 2,0)]^{0,5} = 168,2 \text{ mm} - \text{dobrano DN 150}$$

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

Dopływ powietrza do płukania

Przyjęto wydajność płukania równą 200 m<sup>3</sup>/h na podstawie obliczeń w dalszej części opracowania.

$$D = [(4 * 200)/(\pi * 3600 * 10)]^{0,5} = 84,1 \text{ mm} - \text{dobrano DN 80}$$

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

Orurowanie pojedynczego filtra stanowić będą:

- rurociąg doprowadzający wodę napowietrzoną o średnicy DN 100 (zew. 114,3 mm, gr. 2,0 mm), PN10,
- rurociąg odprowadzający wodę uzdatnioną o średnicy DN 100 (zew. 114,3 mm, gr. 2,0 mm), PN10,
- rurociąg doprowadzający wodę do płukania o średnicy DN 150 (zew. 168,3 mm, gr. 2,0 mm, wew. 165,3 mm), PN10,
- rurociąg doprowadzający powietrze do płukania o średnicy DN 80 (zew. 88,9 mm, gr. 2,0 mm, wew. 86,9 mm), PN10,
- rurociąg odprowadzający popłuczyny o średnicy DN 150 (zew. 168,3 mm, gr. 2,0 mm, wew. 165,3 mm), PN10,
- spust pierwszego filtratu o średnicy DN 100 (zew. 114,3 mm, gr. 2,0 mm), PN10,
- rurociąg odpowietrzający (ręczne odpowietrzenie filtrów) o średnicy G 1",
- rurociąg spustu zerowego z filtra realizowany na rurociągu spustu pierwszego filtratu średnicy DN 100 (zew. 114,3 mm, gr. 2,0 mm), PN10.

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

- rurociąg doprowadzający wodę do filtracji: przepustnica z dyskiem ze stali nierdzewnej, międzykołnierzowa o średnicy DN 100 z napędem pneumatycznym dwustronnego działania (tryb zamknij/otwórz), z czasem zamykania i otwierania min. 2 sek.,
- rurociąg odprowadzający wodę przefiltrowaną: przepustnica z dyskiem ze stali nierdzewnej, międzykołnierzowa o średnicy DN 100 z napędem elektrycznym regulacyjnym, przepływomierz elektromagnetyczny DN 65 (z przesyłem danych drogą kablową i wizualizacją), kurek probierczy ½",

- rurociąg doprowadzający wodę do płukania: przepustnica z dyskiem ze stali nierdzewnej międzykołnierzowa o średnicy DN 150 z napędem pneumatycznym dwustronnego działania (tryb zamknij/otwórz), z czasem zamykania i otwierania min. 2 sek.,
- rurociąg odprowadzający popłuczyny: przepustnica z dyskiem ze stali nierdzewnej, międzykołnierzowa DN 150 z napędem pneumatycznym dwustronnego działania (tryb zamknij/otwórz), z czasem zamykania i otwierania min. 2 sek.,
- rurociąg spustu I filtratu i spustu zerowego: przepustnica międzykołnierzowa DN 100 z napędem pneumatycznym dwustronnego działania (tryb zamknij/otwórz), z czasem zamykania i otwierania min. 2 sek., przepustnica międzykołnierzowa DN 100 z przekładnią ręczną ślimakową,
- rurociąg doprowadzający powietrze do płukania: przepustnica międzykołnierzowa DN 80 z napędem pneumatycznym dwustronnego działania (tryb zamknij/otwórz), z czasem zamykania i otwierania min. 2 sek. i zawór zwrotny kulowy DN 80.

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).

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

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

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

Wariantowo dopuszcza się instalację poboru prób do analizy:

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

W ten sposób należy podłączyć przede wszystkim:

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

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

### **Opomiarowanie filtrów w trakcie pracy oraz sterowanie filtrów**

Przewiduje się następujące opomiarowanie układu filtracji:

- przepływu wody uzdatnionej po każdym filtrze – przepływomierz elektromagnetyczny DN 65 z przesyłem i wizualizacją danych w Centralnej Dyspozytorni (3 szt.),
- ciśnienia wody – czujnik ciśnienia z manometrem zamontowany na wspólnych rurociągach wody przed filtracją i po filtracji (wspólny pomiar przed wszystkimi filtrami po wszystkich filtrach) (2 szt.),
- mętności wody uzdatnionej kierowanej do zbiorników retencyjnych (1 szt.).

Dodatkowe parametry mierzone w trakcie pracy filtrów:

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

### **Pomiar ciśnienia wody w układzie filtracji**

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

Pomiar ciśnienia przed i po filtracji będzie podstawą do określenia całkowitych strat ciśnienia w układzie filtracji i wytyczną wspomagającą do oceny długości cyklu filtracyjnego oraz inicjacji procesu płukania filtrów ciśnieniowych. Ciśnienie, przetworzone na impuls prądowy, będzie podawane do układu kontrolno – sterującego, przetwarzane na wartość ciśnienia podawanego w  $\text{mH}_2\text{O}$  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.

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 utraty zasilania elektrycznego SUW. Ponadto napędy pneumatyczne winny być wyposażone w system kontroli skrajnych położen napędu (potwierdzenie otwarcia/zamknięcia przepustnicy za pomocą wyłączników krańcowych).**

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

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

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

### **Płukanie filtrów**

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

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

- czas pracy od ostatniego płukania,
- ilość m<sup>3</sup> wody przefiltrowanej przez poszczególne filtry: zgodnie z odczytem na podstawie zamontowanych przepływomierzy po poszczególnych filtrach, ustalony szczegółowo na etapie rozruchu technologicznego Stacji Uzdatniania Wody – parametr decydujący,
- strata ciśnienia liczona jako różnica pomiędzy odczytem ciśnienia na rurociągu wody uzdatnionej oraz rurociągu wody surowej.

Wszystkie te parametry powinien uwzględniać sterownik sterujący pracą filtrów.

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

Parametrem technologicznym, limitującym długość cyklu filtracyjnego będzie:

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

Do wyznaczenia długości cyklu filtracji wykorzystano następujące dane:

- pojemność masowa złoża piaskowego: ok. 2200 g/m<sup>2</sup>,
- zawartość żelaza w wodzie surowej: ok. 1,4 mgFe/L,

— powierzchnia filtra:  $3,8 \text{ m}^2$

$$V = (2200 * 3,8) / (1,4 * 1,9) = \text{ok. } 3144 \text{ m}^3$$

Wyznaczona objętość wody jest bezpośrednią wytyczną wspomagającą inicjację ręczną procesu płukania filtra, odpowiada ona mniej więcej ilości wody przefiltrowanej przez filtr o wydajności  $25,0 \text{ m}^3/\text{h}$  pracujący 126h non stop. Objętość ta będzie stanowiła podstawę do podjęcia decyzji o płukaniu filtra. Zgodnie z doświadczeniami eksploatacyjnymi, w układach filtracji jednostopniowej nie należy wydłużać cyklu filtracyjnego powyżej 7 dni.

Powyższe założenia należy zweryfikować na etapie rozruchu i eksploatacji SUW.

### **Płukanie powietrzem**

Skuteczne płukanie złoża kwarcowego uzyskuje się przy intensywności płukania powietrzem w granicach  $13,0 \div 17,0 \text{ L/m}^2\text{s}$ . Dla analizowanej SUW odpowiada to wydajności urządzenia na poziomie:

$$Q_p = (13,0 \div 17,0) * 3,8 * 3,6 = 177,8 \div 232,6 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Do płukania dobrano dmuchawę o następujących parametrach technicznych:

- Ilość: 1 szt,
- Typ dmuchawy: sucha łopatkowa, walcowa lub śrubowa,
- Nominalna moc silnika: max. ok  $10,0 \text{ kW}$ ,
- Wymagany spręż: ok.  $750 \sim 1000 \text{ mbar}$
- Wydajność przy wymaganym sprężu: min.  $200 \text{ m}^3/\text{h}$
- Średnica przyłącza: DN 65
- 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  $200,0 \text{ m}^3/\text{h}$  rzeczywista intensywność płukania powietrzem wyniesie:

$$irz = 200 / (3,80 * 3,6) = 14,6 \text{ L/s} * \text{m}^2$$

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

$$D = [(4 * 200) / (\pi * 3600 * 10)]^{0,5} = 84,1 \text{ mm} - \text{dobrano DN 80}$$

Dobrano rurociąg o średnicy DN 80 (zew.  $88,9 \text{ mm}$ , gr.  $2,0 \text{ mm}$ ) wykonany ze stali nierdzewnej w gatunku AISI 316/316L. Będzie on wpięty do każdego filtra indywidualnie (osobnym króćcem w dennicy filtra) i odcięty przepustnicą DN 80 z napędem pneumatycznym, montowaną międzykołnierzowo. Dodatkowo przed każdym filtrem przewidziano kulowy zawór zwrotny DN 80 montowany kołnierzowo.

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

- Ilość: 1 szt.,
- Średnica: DN 50 lub DN65,
- Zakres pomiarowy: 24 – 240 Nm<sup>3</sup>/h,
- Przystosowany do pomiaru powietrza, montowany kołnierzowo, wyposażony w tłumik oscylacji pływaka (zabezpieczenie przed uszkodzeniem rotametrów 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 80 z napędem ręcznym przed i za rotametrem,
- Obejścia z przepustnicą odcinającą DN 80 z napędem ręcznym,
- Zaworu zwrotnego DN 80,
- Czujnika ciśnienia,
- Zaworu odwadniającego ½".

Automatyzacja pracy dmuchawy obejmować będzie następujące elementy:

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

### **Płukanie wodą**

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

$$Q_w = (10 \div 15) * 3,80 * 3,6 = 136,8 \div 205,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

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

- Ilość pomp: 2 szt. (1 pracująca i 1 rezerwa czynna),
- Typ pompy: pozioma,
- Nominalna moc: 11,0 kW,
- Częstotliwość: 50 Hz,
- Wydajność pompy: 162,2 m<sup>3</sup>/h,
- Wysokość podnoszenia: ok. 17,9 mH<sub>2</sub>O,
- Króciec ssawny pompy: DN 125,
- Króciec tłoczny pompy: DN 100,
- Rurociąg ssawny zestawu: DN 250,
- Rurociąg tłoczny zestawu: DN 150,
- Pompy zamontowane na stelażu ze stali nierdzewnej (min. 304) z podkładami antywibracyjnymi, rurociąg ssawny i tłoczny ze stali nierdzewnej AISI 316,
- Pompy z zewnętrzną przetwornicą częstotliwości.

Dodatkowa armatura pomp płuczących:

- na rurociągu ssawnym pompy:
  - przepustnica międzykołnierzowa DN 200 z napędem ręcznym,
- na rurociągu tłocznym pompy:
  - zawór zwrotny kulowy, kołnierzowy DN 150,
  - łącznik amortyzacyjny kołnierzowy DN 150,
  - przepustnica międzykołnierzowa DN 150 z napędem ręcznym,
- na rurociągu tłocznym zestawu dwóch pomp płucznych:
  - przepływomierz elektromagnetyczny DN 150 montowany kołnierzowo,
  - czujnik ciśnienia wraz z manometrem,
  - zawór napowietrzająco-odpowietrzający G1”.

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

**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 płuczących:

- pomiar wydajności pompowni – przepływomierz elektromagnetyczny DN 150 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 płuczącej,
- 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.

### 3.5. Odstojnik i gospodarka popłuczynami

Wody popłuczne po płukaniu filtrów kierowane będą do istniejącego odstojnika wód popłucznych, a następnie odprowadzane do kanalizacji sanitarnej. Podłączenie odstojnika do kanalizacji sanitarnej wykonane zostanie zgodnie z odrębną dokumentacją projektową zleconą przez Inwestora.

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:  $V = 160 \text{ m}^3/\text{h} * (10/60) = 26,7 \text{ m}^3$ ,
- objętość wody spuszczonej z dna złoża filtracyjnego: przyjęto wysokość wody równą ok. 40 cm, co daje objętość:  $V = 0,4 * 3,14 \approx 1,5 \text{ m}^3$ ,
- objętość wody spuszczonej podczas spustu pierwszego filtratu odpowiadająca objętości złoża w filtrze:  $V = 1,2 * 3,8 \approx 4,6 \text{ m}^3$ .

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

$$V_c = 26,7 + 1,5 + 4,6 = 32,8 \text{ m}^3$$

Objętość wód popłucznych z płukania wszystkich filtrów:

$$V_c = 32,8 * 3 = 98,4 \text{ m}^3$$

W branży budowlanej przedstawiono zakres prac naprawczych istniejącego zbiornika popłuczyn.

Podczas napełnienia zbiornika buforowego, uruchomiona zostanie pompa ścieków technologicznych i rozpocznie się faza przepompowywania osadów ściekowych z dna odstojnika. Ścieki technologiczne odprowadzane będą dalej do istniejącej sieci kanalizacji sanitarnej.

Parametry techniczne dobranej pompy ścieków technologicznych:

- Ilość pomp: 1 szt.,
- Typ pompy: zatapialna, przystosowana do przetłaczania ścieków technologicznych zawierających zawiesiny żelazowe,
- Wydajność pompy: ok. 20 m<sup>3</sup>/h,
- Wysokość podnoszenia: ok. 5,0 mH<sub>2</sub>O,
- Moc: do 0,9 kW,
- Króciec tłoczny pompy: DN 65,
- Rurociąg odpływowy: DN 100.

Pompę ściekową należy zamontować tuż ponad dnem zbiornika popłuczyn w miejscu o jego największym zagłębieniu. Na rurociągu tłocznym za pompą projektuje się zawór zwrotny kulowy DN100, zabezpieczający przed cofnięciem się ścieków technologicznych.

Ponadto należy przewidzieć odpowiedni osprzęt do montażu i demontażu pomp (prowadnice ze stali nierdzewnej, łańcuchy ze stali nierdzewnej, żuraw o odpowiednim udźwigu).

Wytyczne dla automatyki i sterowania:

- sonda hydrostatyczna do pomiaru zwierciadła wraz z przesylem danych drogą

- kablową oraz ich wizualizacją w centralnej dyspozytorni,
- załączanie: automatyczne lub ręcznie,
- wyłączenie automatyczne – sygnalizacja przez sondę hydrostatyczną oraz pływak.

### **3.6. Retencja wody uzdatnionej**

Aktualnie na Stacji Uzdatniania Wody w miejscowości Wolica Kozia wykorzystywany jest jeden zbiorniki wody czystej o objętości równej: 100 m<sup>3</sup>.

Istniejąca retencja to zbiornik pionowy, naziemny, cylindryczny o objętości 100 m<sup>3</sup>.

Projektuje się jeszcze jeden zbiornik o następujących parametrach:

- typ zbiornika: stalowy, pionowy, naziemny,
- objętość zbiornika: 200 m<sup>3</sup>,
- wysokość części cylindrycznej dopasowana do wysokości istniejącego zbiornika by nie ograniczać sumarycznej objętości retencji,
- grubość izolacji: 100 mm,
- orurowanie zbiornika:
  - rurociąg tłoczny na zbiornik: PE 200,
  - rurociąg ssawny ze zbiornika: PE 280,
  - rurociąg spustowy: PE 200,
  - rurociąg przelewowy: PE 200.

Obydwa rurociągi wody uzdatnionej wychodzące ze stacji uzdatniania, rurociąg PE 200 tłoczny po filtracji jak i rurociąg PE 280 ssawny zestawu sieciowego ułożyć zgodnie z planem technologicznym, a zagłębienie rurociągów dowiązać do rur istniejącego zbiornika wody czystej.

Przelew projektowanego zbiornika rurociągiem PE 200 doprowadzić do rurociągu wody spustowej z istniejącego zbiornika wody czystej. Miejsce spięcia rurociągów wykonać z użyciem studzienki kanalizacyjnej DN1000 posadowionej kinetą wzdłuż istniejącego rurociągu, nowy podłączyć do studzienki i zabezpieczyć klapą zwrotną płaską.

Szczegóły podłączenia zbiornika oraz jego rozmieszczenie w terenie pokazano na rysunkach technicznych.



### 3.7. Dezynfekcja wody

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

Obecnie dezynfekcja na SUW w miejscowości Wolica Kozia realizowana jest okresowo, przy użyciu podchlorynu sodu. Także w modernizowanym układzie nie przewiduje się ciągłego przechowywania podchlorynu sodu na miejscu, a jedynie jego dawkowanie w sytuacjach awaryjnych.

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

Dodatkowo, w celu multibarierowego zabezpieczenia układu przewiduje się także dezynfekcję promieniami UV.

Dezynfekcja wody na SUW prowadzona będzie zatem dwuetapowo:

- metodami chemicznymi poprzez dozowanie podchlorynu sodu – w sytuacjach awaryjnych,
- metodami fizycznymi poprzez promieniowanie UV

#### **Dezynfekcja podchlorynem sodu**

Przyjęto następujące punkty dozowania podchlorynu:

- przed zbiornikiem wody czystej – na wyjściu rurociągu z budynku SUW (główny punkt dozowania),
- wariantowo po zestawie pomp sieciowych (i po systemie UV),
- wariantowo do wody surowej.

Zestaw urządzeń do chlorowania wody (pompy, zbiornik z kompletnym osprzętem) zlokalizowany zostanie w istniejącym, odpowiednio zaadaptowanym pomieszczeniu chlorowni.

Przyjęto dawkę chloru w zakresie 0,4 – 1,5 g/m<sup>3</sup>, zatem dla maksymalnej, godzinowej wydajności produkcji wody na SUW, godzinowa dawka wyniesie:

$$D = (0,4 \div 1,5) * 75 = 30 \div 112,5 \text{ gCl}_2/\text{h}$$

Ilość zużytego podchlorynu sodu w ciągu godziny wyniesie zatem:

$$V = (30 \div 112,5) / 145 = 0,21 \div 0,78 \text{ l/h}$$

Dobowe zużycie podchlorynu przy przyjętym zakresie dawek i pracy ujęcia dla maksymalnych rozbiorów dobowych (założono 160 m<sup>3</sup>/d), wyniesie ok. 0,44 – 1,65 l/d.

Do dozowania wodnego roztworu NaOCl dobrano pompę dozującą o następujących

parametrach technicznych:

- Ilość: 1 szt.,
- Zakres nastaw:  $0,0060 \div 6,0$  l/h,
- Maksymalne ciśnienie pracy: 10 bar,
- Częstotliwość: 50 Hz,
- pobór mocy: ok. 22 W,
- błąd powtarzalności dawki: do  $\pm 1$  %,
- klasa ochrony: min. IP 65,
- warianty sterowania: obsługa ręczna, dozowanie proporcjonalne (sygnał impulsowy lub analogowy), sterowanie impulsowe w ml/impuls, sterowanie analogowe 4-20mA, impulsowe sterowanie dawką, kontrola ciśnienia min/maks,
- wejścia: zewnętrzne sterowanie wł./wył., sygnał impulsowy, sygnał analogowy,
- wyjścia: alarm/ostrzeżenie/praca/sygnał skoku,
- napięcie zasilania: 1 x 110 – 240 VAC, przewód 1,5 m z wtykiem EU z zestykiem ochronnym.

Dobrano następujący osprzęt:

- zbiornik cylindryczny z tworzywa sztucznego (LLDPE, stabilizowane-UV), o pojemności 100 L, 1 szt.,
- wyposażone w zakręcane wieko, zawór spustowy  $\frac{3}{4}$ " i śrubę zaślepiającą,
- wanna ochronna dla zbiornika 1 szt. (pojemność 120 L),
- lanca ssąca z czujnikiem poziomu,
- zawór wielofunkcyjny,
- przewód elastyczny PE 4/6,
- zawór dozujący,
- zawór zwrotny,
- zawór odcinający,
- mieszadło ręczne.

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

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

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

Przewód tłoczny wprowadzić do wskazanych miejsc, poprzez dysze dozujące z zaworami zwrotnymi i zaworem kulowym odcinającym. Przewody z podchlorynem należy umieścić w korytkach osłonowych (podobne jak w przypadku instalacji elektrycznej). Na rurociągu

łocznym podchlorynu należy umieścić zaworki przełączeniowe, pozwalające doprowadzić podchloryn zarówno do zbiorników retencyjnych, wody surowej, jak i rurociągu łocznego na sieć wodociągową.

W zakresie automatyzacji systemu dozowania dezynfektanta przewiduje się:

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

Przełączanie pomiędzy poszczególnymi wariantami dozowania podchlorynu – ręcznie.

### **Dezynfekcja promieniami UV**

Woda na wyjściu z SUW (do sieci wodociągowej) będzie poddawana dezynfekcji z wykorzystaniem systemu UV. Wybrane rozwiązanie powinno spełniać parametry:

- montaż na bypassie,
- promienniki niskociśnieniowe amalgamatowe o żywotności min. 16 000 h,
- urządzenie, zapewniające dawkę min. 400 J/m<sup>2</sup>, 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 do 120 m<sup>3</sup>/h,
- kompletne opomiarowanie, szafa sterownicza w zestawie.

#### **UWAGA!**

**Dobór szczegółowy lampy UV należy zweryfikować i przeanalizować szczegółowo na etapie prac realizacji SUW! Przed ostatecznym doborem systemu UV należy dokonać pomiarów transmitancji wody pozwalających precyzyjnie dobrać urządzenie do faktycznych warunków technologicznych! Optymalnym byłoby działanie, gdyby dobór lampy odbył się na etapie rozruchu technologicznego, kiedy ustalona zostanie ostateczna transmitancja wody poddanej uzdatnianiu.**

Dobre urządzenie należy zamontować na bypassie i wyposażyć w przepustnicę odcinającą DN 200 z napędem ręcznym, zgodnie z rysunkami technicznymi. Przed i za systemem UV oraz na obejściu przewiduje się kurki probiercze ½".

Parametry techniczne dobranego systemu:

- promienniki niskociśnieniowe, amalgamatowe o żywotności min. 16.000 h,
- całkowita moc urządzenia: 1,2 / 1,6 kW,
- maksymalny przepływ wody: około 120,0 m<sup>3</sup>/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: 3/4 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

### 3.8. Tłoczenie do sieci wodociągowej

Woda ze zbiorników retencyjnych tłoczona będzie do sieci wodociągowej przez zestaw pomp III stopnia – zestaw pomp sieciowych.

Zgodnie z wytycznymi Inwestora przyjęto wymaganą wysokość podnoszenia zestawu w granicach **4,0 bar** i wydajność maksymalna zestawu pompowego równą ok. **100 m<sup>3</sup>/h**.

Parametry dobranego zestawu pomp sieciowych:

- typ pomp: pionowa, wielostopniowa, wirowa, in-line,
- ilość pomp w zestawie: 5 szt,
- moc pompy: do 4 kW
- klasa: min. IE 3,
- wydajność zestawu (punkt doboru): ok. 100 m<sup>3</sup>/h,
- wydajność 1 pompy (znamionowa): ok. 20.5 m<sup>3</sup>/h,
- wysokość podnoszenia (punkt doboru): ok. 40 mH<sub>2</sub>O,
- rurociąg ssawny zestawu: DN 250,
- rurociąg tłoczny zestawu: DN 200,
- częstotliwość: 50 Hz,
- wyposażenie zestawu:
  - każda pompa wyposażona w indywidualny falownik z możliwością ręcznej regulacji,
  - armatura na rurociągu ssawnym pompy:
    - przepustnica międzykołnierzowa z napędem ręcznym,
  - armatura na rurociągu tłocznym pompy:
    - zawór zwrotny kulowy, kołnierzowy,
    - przepustnica międzykołnierzowa z napędem ręcznym,
  - na kolektorze ssawnym zestawu:
    - czujnik obecności wody wraz z manometrem,
  - na kolektorze tłocznym zestawu:
    - łącznik amortyzacyjny kołnierzowy DN 200,
    - czujnik ciśnienia wraz z manometrem,
    - zbiornik membranowy (2 szt).

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

Pompy należy posadzić na stelażu ze stali nierdzewnej w gatunku min. AISI 304/304L oraz odpowiednio wyposażyć w układ amortyzacji drgań (wibroizolatory, podkłady antywibracyjne).

Ostateczne parametry stelaża należy określić na etapie realizacji inwestycji, po uwzględnieniu warunków montażowych zestawu.

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

- 1,0 m/s – dla rurociągu ssawnego,
- 1,2 m/s – dla rurociągu tłocznego.

Dobrano następujące średnice rurociągów:

- rurociąg ssawny zestawu pompowego: DN 250,
- rurociąg tłoczny zestawu pompowego: DN 200

Na rurociągu tłocznym wody do sieci wodociągowej należy przewidzieć:

- system UV (opisany wcześniej) wraz z przepustnicami odcinającymi DN 200,
- obejście systemu UV z przepustnicą odcinającą DN 200,
- punkt dozowania podchlorynu (za systemem UV),
- kurki probiercze 1/2" (przed i za systemem UV)
- czujnik ciśnienia z manometrem,
- pomiar chloru wolnego na wyjściu z SUW,
- dwa przepływomierze elektromagnetyczne DN 125 oraz DN 100, na każdym z dwóch rurociągów tłoczących wodę do odbiorców.

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

- pomiar przepływu wody na sieć wodociągową – 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,
- pobierany prąd,
- pomiar stężenia chloru.

Algorytmy sterowania pracą układu:

- sterowanie pracą pomp względem zadanego ciśnienia na rurociągu sieciowym,
- pompy sieciowe załączane będą automatycznie, kolejno na podstawie czasu pracy (wyrównywanie czasu pracy poszczególnych pomp),
- wyłączenie zestawu w przypadku przekroczenia zadanej wartości ciśnienia,
- wyłączenie zestawu w przypadku spadku ciśnienia na kolektorze ssawnym poniżej zadanego poziomu (suchobiegi).

#### **4. CZĘŚĆ RYSUNKOWA**

<b>Nr rysunku</b>	<b>Tytuł rysunku</b>
T.01	Plan technologiczny
T.02	Schemat technologiczny
T.03	Rzut i przekroje A, B, C, D, E hali technologicznej budynku SUW
T.04	Rzut izometryczne A, B, C hali technologicznej budynku SUW
T.05	Zbiornik wody czystej
T.06	Węzeł powietrza
T.07	Schemat obudowy studzien głębinowych: S1, S2