



**REIN s.j. A.Cebulak J.Cebulak**  
**Pracownia Projektowa**  
**ul. Staromiejska 75, 36-240 Rzeszów**

**Remont stacji uzdatniania wody wodociągu gminnego w  
Borowej.**

**faza: projekt wykonawczy**

**tom: technologia SUW**

**Inwestor: Gmina Borowa, 39-305 Borowa 223**

**Zespół projektowy:**

**mgr inż. Witold Chmura nr upr. 5/96**  
**mgr inż. Paweł Serafin nr upr. S-96/02**  
**mgr inż. Marek Bigolas**  
**mgr inż. Andrzej Zając**  
**mgr inż. Dariusz Nowicki**

Rzeszów, kwiecień 2009 r.

<b>1. TECHNOLOGIA UZDATNIANIA WODY .....</b>	<b>4</b>
1..1 <i>Przedmiot opracowania .....</i>	<i>4</i>
1..2 <i>Zapotrzebowanie na wodę.....</i>	<i>4</i>
1..3 <i>Ujęcie wody.....</i>	<i>4</i>
1..4 <i>Stan istniejący.....</i>	<i>6</i>
1..5 <i>Opis przyjętych rozwiązań. ....</i>	<i>8</i>
1.5.1 <i>Ścieki. ....</i>	<i>12</i>
1.5.2 <i>Rurociągi i armatura. ....</i>	<i>12</i>
1.5.3 <i>Warunki techniczne wykonania i odbioru. ....</i>	<i>12</i>
1.5.4 <i>Wytyczne zabezpieczeń antykorozyjnych. ....</i>	<i>13</i>
1.5.5 <i>Izolacje cieplochronne .....</i>	<i>13</i>
1.5.6 <i>Opis procesów technologicznych. ....</i>	<i>13</i>
1.5.7 <i>Filtr ciśnieniowy do filtracji pośpiesznej. ....</i>	<i>16</i>
1.5.8 <i>Dobór złoża wielowarstwowego. ....</i>	<i>16</i>
1..6 <i>Obliczenia technologiczne i dobór urządzeń .....</i>	<i>17</i>
1..7 <i>Rurociągi i kształtki. ....</i>	<i>25</i>
<b>2 WEWNĘTRZNE INSTALACJE SANITARNE.....</b>	<b>29</b>
2.1 INSTALACJA WODY ZIMNEJ I C.W.U. ....	29
2.1.1 <i>Obliczenie zapotrzebowania wody i dobór wodomierza.....</i>	<i>29</i>
2.1.2 <i>Instalacja wody zimnej.....</i>	<i>30</i>
2.1.3 <i>Instalacja c.w.u. ....</i>	<i>30</i>
2.1.4 <i>Zestawienie materiałów instalacji .....</i>	<i>31</i>
2.2. WEWNĘTRZNA KANALIZACJA SANITARNA .....	31
2.2.1 <i>Opis instalacji.....</i>	<i>31</i>
2.3 ODPROWADZENIE POPŁUCZYN.....	31
2.3.1 <i>Opis rozwiązania .....</i>	<i>31</i>
2.3.2 <i>Zestawienie materiałów .....</i>	<i>32</i>
2.4.2 <i>Osuszanie powietrza .....</i>	<i>32</i>
2.4.3 <i>Wentylacja .....</i>	<i>32</i>
2.4.4 <i>Zestawienie materiałów i urządzeń .....</i>	<i>32</i>
<b>3 WYTYCZNE BIOZ.....</b>	<b>33</b>

## 6. SPIS RYSUNKÓW

INWENTARYZACJA .....	RYS.1
SCHEMAT TECHNOLOGICZNY.....	RYS.2
RZUT HALI FILTRÓW.....	RYS.3
RZUT POMIESZCZEŃ POMOCNICZYCH STACJI WODOCIĄGOWEJ.....	RYS.4
PRZEKRÓJ A-A.....	RYS.5
PRZEKRÓJ B-B.....	RYS.6
PRZEKRÓJ C-C.....	RYS.7
PRZEKRÓJ D-D.....	RYS.8
PRZEKRÓJ E-E.....	RYS.9
SZCZEGÓŁ A - ROZDZIELNIA SPRĘŻONEGO POWIETRZA.....	RYS.10
INSTALACJA ODPROWADZAJĄCA POPŁUCZYNY.....	RYS.11
INSTALACJA ODPROWADZAJĄCA POPŁUCZYNY - PROFIL.....	RYS.12
AKSONOMETRIA INSTALACJI WODOCIĄGOWEJ.....	RYS 13

## **1. TECHNOLOGIA UZDATNIANIA WODY**

### **1.1 Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest wykonanie dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót, przedmiaru robót oraz kosztorysu inwestorskiego przedsięwzięcia pn. „Remont stacji uzdatniania wody wodociągu gminnego w Borowej” w zakresie modernizacji urządzeń uzdatniających i sterowniczych oraz niezbędnego remontu obiektu stacji, wynikającego ze zmian technologicznych.

W skład niniejszego opracowania wchodzi:

- projekt technologiczny,
- kosztorys inwestorski,
- przedmiar robót,
- specyfikacja techniczna.

### **1.2 Zapotrzebowanie na wodę.**

Wodociąg komunalny o długości ok. 73 km zaopatruje w wodę ok 5.500 osób. Rozbiór dobowy wody wynosi ok. 450, 00 m<sup>3</sup>/d.

Zapotrzebowanie na wodę dla odbiorców korzystających z wodociągu komunalnego przyjęto według ustaleń z inwestorem w wysokości maksymalnej

$$Q_{\max d} = 1.160 \text{ m}^3/\text{d},$$

$$Q_{\max h} = 80 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Wymagane ciśnienie robocze wody podawanej do sieci  $p_r = 5 \text{ bar}$

Godzinowy przepływ obliczeniowy, dla doboru urządzeń technologicznych, przy założeniu 20 godzinnej pracy stacji uzdatniania, przyjęto w wysokości  $Q_{\text{obl}} = 58,0 \text{ m}^3/\text{h}$ .

### **1.3 Ujęcie wody.**

Stacja zasilana jest z ujęcia składającego się z pięciu studni głębinowych oznaczonych symbolami S-1 bis, S-2, S-3, S-4 i S-5.

Studnie S-1 bis, S-2 i S-3 są studniami eksploatowanymi od kilkunastu lat. Ich wydajności określono w pozwoleniu wodnoprawnym nr OŚ-II-6223-43/05 z dnia 17.10.2005 odpowiednio na 44,0 m<sup>3</sup>/h, 42,0 m<sup>3</sup>/h i 42,0 m<sup>3</sup>/h.

Dwie pierwsze studnie nie są eksploatowane ze względu na zły stan techniczny oraz znaczne przekroczenia zawartości żelaza i manganu.

W roku 2006 odwiercono studnie oznaczone symbolami S-4 i S-5, mające zastąpić wymienione wyżej studnie. Wydajność eksploatacyjna każdej z nich wynosi 40 m<sup>3</sup>/h.

Obecnie eksploatowane są studnie oznaczone jako S-3, S-4 i S-5. Eksploatator wodociągu tj Gminny Zakład Gospodarki Komunalnej w Borowej posiada pozwolenie wodnoprawne nr OŚ-II-62223-1/07 z dnia 2007.02.28 na pobór wody z ujęcia w ilości:

$$Q_{\max h} = 122,0 \text{ m}^3/\text{h},$$

$$Q_{\text{śrd}} = 597 \text{ m}^3/\text{d},$$

$$Q_{\max d} = 1500 \text{ m}^3/\text{d}.$$

### 1.3.1 Jakość wody surowej

Woda surowa dostarczana do stacji ze studni **S-1bis** ma parametry określone na podstawie analiz wykonanych przez Laboratorium PSSE w Mielcu.

lp	wskaźnik	jednostka	1994.07.20	1994.07.22	2003.11.17
1	mętność	mg/dm <sup>3</sup>	25	33	10
2	barwa	mg/dm <sup>3</sup>	5	5	20
3	odczyn	pH			6,2
4	żelazo	mg/dm <sup>3</sup>	4,2	6,9	11,0
5	mangan	mg/dm <sup>3</sup>	0,53	0,32	2,05
6	amoniak	mg/dm <sup>3</sup>	1,5	1,9	1,15
7	azotyny	mg/dm <sup>3</sup>	0,04	0,06	0,26
8	azotany	mg/dm <sup>3</sup>	0,79	0,79	2,45
9	twardość ogólna	mg/dm <sup>3</sup>			355
10	zasadowość ogólna	mg/dm <sup>3</sup>	95	90	110
11	utlenialność	mg/dm <sup>3</sup>	2,7	2,1	17,0

Jakość wody ze studni S-4 i S-5 zestawiono poniżej:

#### S-4

lp	wskaźnik	jednostka	2006.03.22	2006.03.24	2007
1	mętność	NTU			1,81
2	barwa	mg/dm <sup>3</sup>	5	50	15
3	odczyn	pH	6,4	6,1	6,7
4	żelazo	mg/dm <sup>3</sup>	6,77	6,25	6,59
5	mangan	mg/dm <sup>3</sup>	1,83	1,67	0,51
6	amoniak	mg/dm <sup>3</sup>	0,9	2,4	1,37
7	azotyny	mg/dm <sup>3</sup>	<0,04	0,04	<0,04

8	azotany	mg/dm <sup>3</sup>	6,2	2,1	6,25
9	przewodność	μS/cm			623

## S-5

lp	wskaźnik	jednostka	2006.04.05	2006.04.07	2007
1	mętność	NTU	2,0	4,0	3,47
2	barwa	mg/dm <sup>3</sup>	20	20	20
3	odczyn	pH	6,8	7,0	6,7
4	żelazo	mg/dm <sup>3</sup>	6,29	7,18	8,23
5	mangan	mg/dm <sup>3</sup>	1,5	1,55	2,03
6	amoniak	mg/dm <sup>3</sup>	0,8	0,64	1,89
7	azotyny	mg/dm <sup>3</sup>	0,08	0,08	<0,04
8	azotany	mg/dm <sup>3</sup>	2,2	1,9	2,23
9	twardość ogólna	mg/dm <sup>3</sup>	237	245	
10	zasadowość ogólna	mg/dm <sup>3</sup>	180	165	

Przedstawione wyniki pokazują, że w wodzie surowej pochodzącej ze wszystkich studni występuje znaczne przekroczenie dopuszczalnych wartości dla żelaza, manganu, amoniaku oraz mętności i barwy. Dodatkowym utrudnieniem przy usuwaniu manganu może być dość niski odczyn ujmowanych wód.

Wyniki bakteriologiczne ujmowanych wód są zadowalające.

Konieczne jest uzdatnianie wody przed wykorzystaniem jej do zaopatrzenia wodociągu gminnego.

Technologia uzdatniania wody została przyjęta na podstawie „**Analizy technologicznej wody podziemnej ze studni w miejscowości Borowa**” opracowanej przez firmę REIN.

### 1..4 Stan istniejący.

Stacja uzdatniania wody znajduje się w budynku murowanym wolnostojącym zlokalizowanym w Borowej. Budynek stacji posiada wyodrębnione pomieszczenia:

1. hala filtrów	236,31 m <sup>2</sup>
2. rozdzielnia elektryczna	8,78 m <sup>2</sup>
3. chlorownia	7,98 m <sup>2</sup>
4. kotłownia c.o.	13,12 m <sup>2</sup>
5. skład opału	3,43 m <sup>2</sup>
6. korytarz I	3,51 m <sup>2</sup>
7. korytarz II	18,89 m <sup>2</sup>

8. korytarz III	19,88 m <sup>2</sup>
9. magazyn	15,04 m <sup>2</sup>
10. warsztat	21,06 m <sup>2</sup>
11. sanitariat	14,64 m <sup>2</sup>
12. laboratorium	10,14 m <sup>2</sup>
13. dyżurka	13,38 m <sup>2</sup>
14. magazyn	9,13 m <sup>2</sup>
15. pomieszczenie na agregat	21,99 m <sup>2</sup>

Kubatura budynku SUW wynosi ok. 1.754 m<sup>3</sup>, zaś powierzchnia całkowita ok. 421 m<sup>2</sup>.

Budynek jest w dobrym stanie technicznym. Wymaga sprawdzenia stanu izolacji pionowych i ewentualnie ich wykonania. Natomiast zły jest stan stolarki drzwiowej i okiennej, wymagają one wymiany. Należy wykonać nowe pokrycie dachu z jego dociepleniem oraz docieplić budynek SUW.

Budynek ogrzewany jest z własnej kotłowni. Kotłownia wyposażona jest w nowy kocioł na miał węglowy typu SAS. Instalacja co wykonana jest z rur stalowych z grzejnikami typu FAWIR i wymaga wymiany.

W ciągu technologicznym zainstalowane są następujące urządzenia:

- pompy głębinowe SP46/4 z silnikami 7,5 kW – 2 szt,
- filtry I st stalowe Ø 1800 – 4 szt,
- aeratory I st typu M6 – 4 szt,
- filtry II st stalowe Ø 1800 – 4 szt,
- aeratory II st. typu M6 – 4 szt,
- zestaw dozujący C52 do dezynfekcji i dozowania chemikalów – 3 szt,
- węzeł sprężonego powietrza zbudowany z 2 szt sprężarek WAN-ES na zbiornikach 400 dm<sup>3</sup>, z silnikami 3 kW oraz dodatkowego stalowego zbiornika sprężonego powietrza o pojemności 2,5 m<sup>3</sup>,

Powyższe urządzenia oraz rurociągi wewnętrzne żeliwne są w złym stanie technicznym. Powierzchnie zbiorników ciśnieniowych są skorodowane i przeciekają.

Uzdatniona woda gromadzona jest w dwóch zbiornikach betonowych o pojemności 300 m<sup>3</sup> każdy, zlokalizowanych w pobliżu budynku SUW. Stan techniczny zbiorników jest dobry. Rurociągi tłoczny i ssawny, łączące SUW ze zbiornikami są w bardzo złym stanie technicznym. Nie są one wprowadzone objęte

zakresem niniejszego projektu tym niemniej należy w trybie pilnym należy je wymienić na nowe.

Woda do sieci podawana jest przez zestaw pompowy zbudowany z pięciu pomp CR15-5 z silnikami 4 kW sterowany przetwornicą częstotliwości. W celu ochrony przed uderzeniami hydraulicznymi zestaw współpracuje z układem trzech zbiorników hydroforowych o pojemności  $6,3 \text{ m}^3$  każdy.

Zestaw jest nowy, posiada wg oświadczenia eksploatatora wystarczającą wydajność i dobór nowego nie jest przedmiotem niniejszego projektu.

Płukanie filtrów odbywa się przy pomocy wody uzdatnionej podawanej z zestawu pompowego.

Wody popłuczne odprowadzane są przez osadnik do potoku, natomiast ścieki sanitarne do szamba betonowego, opróżnianego okresowo wozem asenizacyjnym.

Do pomiaru ilości wody służy wodomierz MZ-150 zamontowany na rurociągu tłoczącym wodę do sieci oraz dodatkowy wodomierz MZ-100 mierzący ilość wody używanej do płukania filtrów.

### **1..5 Opis przyjętych rozwiązań.**

W celu uzyskania wody odpowiadającej Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r, w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 61 poz 417) należy wodę surową poddać procesowi uzdatniania.

Projektuje się układ technologiczny składający się z następujących elementów:

- ujmowanie wody za pomocą istniejących studni głębinowych,
- napowietrzanie wody w mieszaczu statycznym,
- filtracja I stopnia na złożu kwarcowym z maksymalną prędkością liniową  $v_{\max} = 4,0 \text{ m/h}$ ,
- filtracja II stopnia na złożu kompozytowym z maksymalną prędkością liniową  $v_{\max} = 4,0 \text{ m/h}$ ,
- gromadzenie wody uzdatnionej w istniejących zbiornikach o pojemności  $2 \times 300 \text{ m}^3$ ,
- pompowanie wody do sieci za pomocą zestawu pomp drugiego stopnia,
- dezynfekcja wody ciągła promieniami UV oraz okresowo podchlorynem sodu,

- płukanie filtrów wodą uzdatnioną za pomocą wydzielonej pompy płucznej i dmuchawy.

Do napowietrzania wody zastosowano mieszacz statyczny zasilany ze sprężarki z układem oczyszczania powietrza.

Do płukania filtrów wykorzystywana będzie uzdatniona woda podawana przez niezależną pompę oraz powietrze z dmuchawy.

Filtry płukane są cyklicznie i każde płukanie składa się z następujących faz:

dekompresja  
płukanie powietrzne,  
płukanie wodne,  
stabilizacja złoża.

Czas pełnego cyklu płukania każdego filtra wyniesie ok. 20 min i będzie zużyte ok. 16 m<sup>3</sup> wody.

Powyższa technologia realizowana będzie przy zastosowaniu poniższych urządzeń:

- aerator statyczny
- 3 filtry odżelaziające ciśnieniowe
- 3 filtry odmanganiające ciśnieniowe
- 1 sprężarka powietrza dla aeracji i dla potrzeb AKPiA
- 1 dmuchawa do spulchniania złoża filtracyjnego
- 1 pompa wody płucznej
- 1 zestaw dezynfekcji wody
- 2 zbiorniki wody uzdatnionej V = 300 m<sup>3</sup>
- 1 istniejący zestaw pompowy dla wysyłki wody do sieci

Ponadto stacja posiada następujące rodzaje rurociągów w obrębie budynku

- rurociągi wody surowej
- rurociągi wody przefiltrowanej
- rurociągi wody płucznej
- rurociągi ścieków
- rurociągi powietrza z dmuchawy
- rurociągi sprężonego powietrza

Remontowana stacja uzdatniania wody jest projektowana na wydajność  $Q_{obl}=58 \text{ m}^3/\text{h}$  ( $Q_{dmax}=1160 \text{ m}^3/\text{d}$ ).

Dalsze zwiększanie wydajności wymagać będzie zainstalowania dodatkowego ciągu filtrów. Pozostałe urządzenia tj układ napowietrzania i płukania nie będą wymagały wymiany urządzeń. Maksymalna wydajność technologii po zamontowaniu dodatkowego ciągu wyniesie  $Q_n=77 \text{ m}^3/\text{h}$  ( $Q_{dmax}=1540 \text{ m}^3/\text{d}$ ).

Woda surowa doprowadzana jest do budynku SUW istniejącym rurociągiem  $\varnothing 250$ .

Woda surowa będzie napowietrzana w mieszaczu statycznym  $\varnothing 250$  o długości  $L=1000\text{mm}$ . Do mieszacza w dolnej części doprowadzone będzie sprężone powietrze o ciśnieniu ok. 0,5 bar powyżej ciśnienia wody w danym miejscu.

Woda po napowietrzaniu w mieszaczu będzie kolektorem rozprowadzana do trzech filtrów odżelaziających np. typu **TFB 75** (lub równoważnych) o średnicy  $D=2500 \text{ mm}$  wypełnionych złożem filtracyjnym do wysokości  $H_w = 1,10 \text{ m}$ .

Filtry będą pracowały z przepływem z góry na dół, a płukanie będzie w kierunku odwrotnym z dołu do góry. Szybkość filtracji przy maksymalnej wydajności stacji będzie wynosiła  $v_f = 3,95 \text{ m/h}$ .

Całkowity czas płukania filtra ok 20 min, a ilość popłuczyn  $V = 16,3 \text{ m}^3/\text{cykl}$ .

Woda po filtrach odżelaziających kierowana jest na filtry odmanganiające i redukujące jon amonowy - również np. typu **TFB 75** (lub równoważnych).

Filtry tworzą układ trzech niezależnych ciągów technologicznych. Na wejściu do każdego ciągu należy zainstalować rotametr mierzący przepływ wody przez dany ciąg oraz zawór membranowy umożliwiający regulowanie tego przepływu.

W hali filtrów przewidziano miejsce na dodatkowy, czwarty ciąg technologiczny.

Praca filtrów jest w pełni zautomatyzowana, wymaga jedynie dozoru.

Do każdego filtra tak odżelaziającego jak i odmanganiającego dodatkowo doprowadzane jest sprężone powietrze dla wytworzenia w każdym z nich poduszki powietrznej wspomagającej proces uzdatniania. Przed każdym punktem dozowania powietrza należy zainstalować rotametr z zaworem membranowym w celu dokładnej regulacji ilości dozowanego powietrza.

Uzdatniona woda tłoczona do sieci będzie dezynfekowana przy użyciu sterylizatora ultrafioletowego np **AM 3** (lub równoważnego), zainstalowanego na rurociągu tłoczącym wodę do sieci.

Okresowo przewiduje się ręcznie uruchamianą dezynfekcję studni, zbiorników i sieci podchlorynem sodu dozowanym za pomocą przenośnego zestawu dozującego **MAGDOS LT10** lub o równoważnych parametrach pracy.

Woda uzdatniona będzie ekspediowana do sieci wodociągowej za pomocą istniejącego zestawu pompowego zbudowanego pięciu pomp **CR15-5** z silnikami o mocy 4 kW każda lub innych o podobnych parametrach. Praca zestawu pompowego jest sterowana przetwornicą częstotliwości.

Sprężone powietrze dla potrzeb napowietrzania będzie wytwarzane przez sprężarkę spiralną np. typu **SF2-8** z silnikiem 2,2 kW (lub równoważną) ze **zbiornikiem** o pojemności 500 dm<sup>3</sup> oraz z układem filtracji i automatycznego spustu wody ze zbiornika.

Na instalacji napowietrzającej wodę należy zainstalować reduktor z odwadniaczem umożliwiającym dokładne ustawienie ciśnienia powietrza. Przed każdym punktem dozowania powietrza należy zamontować rotametr w celu dokładnego ustawienia ilości dozowanego powietrza.

Ta sama sprężarka będzie dostarczała powietrze dla potrzeb AKPiA o ciśnieniu ok. 6 barów.

Do płukania filtrów będzie używane powietrze z dmuchawy bocznokanałowej np typu **SC40C** z silnikiem 5,5 kW (lub równoważnej) oraz woda podawana przez pompę płuczną np. typu **3M 65-160/7,5** z silnikiem o mocy 7,5 kW (lub równoważnej).

Powietrze nawiewane do pomieszczenia SUW w okresie lata (przy wysokich temperaturach i wilgotności) będzie wymagało osuszania – obniżenia punktu rosy, tak aby na urządzeniach i rurociągach z zimną wodą o temperaturze ~ 10-11°C nie następowało wykraplanie się wilgoci. Do tego celu dobrano dwa osuszacze **DHK-28** prod. DST lub inne o równoważnych parametrach pracy.

#### **1.5.1 Ścieki.**

Do odprowadzenia ścieków sanitarnych wykorzystane będą istniejące kanały kanalizacji sanitarnej zbierające ścieki sanitarne ze stacji uzdatniania wody.

Popłuczyny odprowadzane będą również przy wykorzystaniu istniejącego systemu odbioru popłuczyn.

#### **1.5.2 Rurociągi i armatura.**

Wszystkie rurociągi i kształtki wody surowej, uzdatnionej, płucznej oraz sprężonego powietrza wykonać z PCV-U (kształtki wg katalogu firmy NPI), połączenia przez klejenie.

Rurociągi mocowane są za pomocą półobojm lub uchwytów do wsporników.

Wsporniki należy mocować do ścian, posadzki lub innych miejsc w zależności od możliwości. Na rysunkach w niniejszej dokumentacji pokazano orientacyjne miejsca mocowania rurociągów. Dokładną ich lokalizację oraz ilość podparć należy ustalić przy montażu.

Jako armaturę w przeważającej większości przewiduje się przepustnice i zawory kulowe żeliwne.

Dokładny wykaz zastosowanej armatury znajduje się w dalszej części opracowania.

#### **1.5.3 Warunki techniczne wykonania i odbioru.**

Montaż, próby i odbiory należy przeprowadzić zgodnie z:

- Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Robót Budowlano – Montażowych Tom II Instalacje Sanitarne i Przemysłowe

- Polskimi Normami
- zaleceniami producentów urządzeń, armatury i rurociągów

#### **1.5.4 Wytyczne zabezpieczeń antykorozyjnych.**

Rurociągi nie wymagają zabezpieczeń antykorozyjnych.

Podparcia rurociągów należy malować antykorozyjne zgodnie z PN-EN ISO 12944 w kolorach uzgodnionych z Użytkownikiem.

#### **1.5.5 Izolacje cieplochronne**

Nie przewiduje się izolacji termicznej rurociągów.

#### **1.5.6 Opis procesów technologicznych.**

Zawartość żelaza w wodach podziemnych waha się od zawartości śladowych do kilkudziesięciu mg Fe/dm<sup>3</sup>. Może ono występować jako: rozpuszczone i bezbarwne żelazo dwuwartościowe lub jako utlenione, wytrącające się w postaci barwnego (od czerwonego do czarnego) osadu, żelazo trójwartościowe.

Mangan występuje w ilościach znacznie mniejszych i zwykle jego zawartość w wodzie nie przekracza kilku mg Mn/dm<sup>3</sup>. Pierwiastki te są rozpuszczone w wodzie w postaci różnych związków chemicznych. Obecność soli żelaza i manganu w wodach podziemnych powoduje dużą uciążliwość przy wykorzystywaniu tych wód do celów komunalnych i przemysłowych i dlatego w większości przypadków eksploatowane ujęcia wody wymagają odżelaziania oraz odmanganiania.

Proces technologiczny usuwania związków żelaza i manganu składa się z:

- napowietrzania wody surowej za pomocą sprężarki lub inżektora,
- korekty pH wody, gdy zachodzi taka potrzeba,
- filtracji z wykorzystaniem odpowiednich złóż.

Pomimo, że sole żelaza i manganu występują w wodzie w takich samych połączeniach (najczęściej jako węglany i siarczany), to usuwanie ich przebiega w sposób nieco odmienny.

### **Odżelazianie.**

Odżelazianie polega na zamianie występujących w wodzie związków żelaza w postaci rozpuszczonej w związki nierozpuszczalne, które są zatrzymywane na złożu filtracyjnym. Warunkiem koniecznym, aby to osiągnąć jest napowietrzanie wody. W wyniku napowietrzenia usuwamy z wody dwutlenek węgla, dzięki czemu podwyższa się odczyn pH tej wody.

### **Odmanganianie.**

Rozpuszczone w wodzie sole manganu są trwalsze i nie hydrolizują tak łatwo jak sole żelaza, do ich usunięcia niezbędne są odpowiednie katalizatory. Skuteczność odmanganiania zależy ponadto od odczynu pH wody. Najkorzystniej przebiega ono przy  $\text{pH} > 10$ , przy którym związki manganu hydrolizują na  $\text{Mn}(\text{OH})_2$ . Po napowietrzeniu wodorotlenki te wytrącają się w postaci nierozpuszczalnych  $\text{Mn}(\text{OH})_3$ .

Przy niższych wartościach pH odmanganianie jest możliwe tylko w obecności katalizująco działających tlenków manganu, które osadzając się na złożu w filtrze ciśnieniowym sorbuje mangan w postaci wodorotlenków.

Osiągnięcie pełnej sprawności procesu jest więc możliwe po "wpracowaniu się filtra", tzn. po wytworzeniu się warstwy tlenków.

W celu usprawnienia procesu usuwania manganu przewidziano możliwość alkalizowania wody wodorotlenkiem wapnia.

Punkty dozowania wodorotlenku umieszczone są na każdym ciągu między pierwszym i drugim stopniem filtracji.

Złożoność reakcji zachodzących przy odmanganianiu sprawia, że poprawne i optymalne ustawienie procesu wymaga dużego doświadczenia obsługi oraz starannej kontroli. Należy również zwrócić uwagę na zakłócenia w procesie odmanganiania, jakie mogą spowodować związki azotu znajdujące się w wodzie, a w szczególności amoniak. W tej sytuacji tlen, dostarczany w czasie napowietrzania, zużywany jest do ich utleniania, a nie do utleniania wodorotlenków manganu. Zachodzi wówczas potrzeba odpowiedniego zwiększenia ilości dostarczanego powietrza.

### **Usuwanie amoniaku.**

Podstawą usuwania amoniaku jest biologiczna nitryfikacja oraz w mniejszym stopniu odgazowanie jako uboczny efekt utleniania żelaza. Czas potrzebny na wytworzenie się błony biologicznej zawierającej kultury *Nitrosomonas* wynosi 2 – 4 tygodnie. W ciągu następnych 5 – 7 tygodni następuje rozwój kultur *Nitrobacter*. Efektem pracy tych bakterii jest pełna nitryfikacja amoniaku. W procesie nitryfikacji uwalniana jest energia, którą bakterie autotroficzne wykorzystują do budowy nowych komórek.

Biologiczne utlenianie jonu amonowego odbywa się w toku dwuetapowej nitryfikacji.

W pierwszym etapie bakterie *Nitrosomonas* utleniają jon amonowy do jonu azotynowego  $\text{NO}_2^-$ . W drugim natomiast bakterie *Nitrobacter* utleniają powstałe w pierwszym etapie azotyny do azotanów. Oba gatunki bakterii wykorzystują do przebiegu wspomnianych procesów tlen oraz dwutlenek węgla jako źródło węgla.

Biochemiczna metoda utleniania jonów amonowych przy udziale bakterii *Nitrobacter* i *Nitrosomonas* zachodzi w złożach filtracyjnych. Efektywność procesu zależy od zastosowanego złoża oraz warunków technicznych i hydraulicznych procesu filtracji. Konieczne jest wpracowanie złoża filtracyjnego do usuwania azotu amonowego w procesie nitryfikacji.

Przez wpracowanie złoża rozumie się proces zasiedlania powierzchni i porów wewnętrznych ziaren materiału filtracyjnego przez bakterie nitryfikacyjne, żyjące lub występujące w formie przetrwalnikowej w warstwie wodonośnej i wydobywane na powierzchnię ziemi wraz z wodą surową. Naturalne wpracowanie złóż przebiega w bardzo różnym czasie. Znane są przypadki uzyskania aktywności nitryfikacyjnej złoża, filtrującego wodę podziemną w ciągu kilkunastu dni. Niekiedy jednak proces ten trwa znacznie dłużej, przekraczając nawet pół roku.

Jednym z czynników, który może przyspieszyć wpracowanie złóż do procesu nitryfikacji jest stosowanie złóż o wysokiej porowatości wewnętrznej. Do takich złóż należy węgiel aktywny oraz złoża chalcedonitowe. Chalcedonit stosuje się w klasycznych układach jednoczesnego usuwania z wody podziemnej żelaza, manganu i azotu amonowego. Chalcedonit cechuje porowatość w zakresie porów wewnętrznych (mikro- i mezo- porów) na poziomie około 15 - 30 %. W związku z powyższym złoża te posiada bardzo dobre warunki do zasiedlania i rozwoju bakterii nitryfikacyjnych.

### **1.5.7 Filtr ciśnieniowy do filtracji pośpiesznej.**

Dane techniczne:

- wysokość montażowa – 2840 mm,
- średnica zbiornika – 2500 mm,
- powierzchnia filtracyjna – 4,90 m<sup>2</sup>,
- średnica przyłączy – 150 mm,
- max prędkość filtracji – 15 m/h,
- przepływ max – 75 m<sup>3</sup>/h,
- ciśnienie max – 3,7 bar.
- powierzchnia wewnętrzna utwardzona bez powłoki.

Woda napowietrzana jest w mieszaczu statycznym. Aeracja w połączeniu z odpowiednio dobranym złożem katalitycznym umożliwia usunięcie założonych pierwiastków i związków chemicznych. Filtry płukane są cyklicznie i każde płukanie składa się z następujących faz:

dekompresja

płukanie powietrzne,

płukanie wodne,

stabilizacja złoża.

Praca filtrów sterowana jest automatycznie..

### **1.5.8 Dobór złoża wielowarstwowego.**

Przy doborze ilości złoża kierowano się wymogiem uzyskania parametrów wody pitnej zgodnej z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r, w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 61 poz 417), danymi producentów mas katalitycznych oraz praktyką wynikającą z doświadczenia w ich stosowaniu.

Podstawowe kryteria doboru:

- prędkość filtracji wody nie powinna przekraczać 4 m/h,
- wysokość warstwy podtrzymującej – łącznie 20 cm,
- wysokość warstwy czynnej powinna wynosić min. 100 cm

Na podstawie powyższych kryteriów, badań technologicznych przeprowadzonych w zakładowej pracowni technologicznej oraz posiadanej wiedzy i doświadczenia dobrano następujące złoża dla poszczególnych stopni filtracji.

Podsypka w obydwu stopniach filtracji będzie taka sama i zbudowana będzie z warstw (zawsze w kolejności od dołu filtra):

- żwir kwarcowy granulacja 4-8 mm – 10 cm
- żwir kwarcowy granulacja 2-4 mm – 10 cm

warstwy filtracyjne w filtrze odżelaziającym

- newtraco granulacja 0,8-2 mm – 100 cm

warstwy filtracyjne w filtrze odmanganiającym

- piasek kwarcowy granulacja 0,8-1,6 mm – 70 cm
- G-1 granulacja 0,8-2,0 mm – 30 cm

## 1..6 Obliczenia technologiczne i dobór urządzeń

Do obliczeń technologicznych przyjmuję, że stacja będzie pracowała z wydajnością 58 m<sup>3</sup>/h w ciągu 20 godzin na dobę. Zatem maksymalna wydajność dobową stacji wyniesie 1.160 m<sup>3</sup>, co zapewni pokrycie zapotrzebowania uzgodnionego z inwestorem.

### 1..6.1 Obliczenia wymaganej powierzchni filtracyjnej filtrów I stopnia.

Ze względu na skład fizykochemiczny wody prędkość filtracji nie powinna przekroczyć 4 m/h.

$$F = \frac{Q}{v_f} [m^2]$$

gdzie: F – całkowita powierzchnia filtracyjna [m<sup>2</sup>],

Q – przepływ obliczeniowy [m<sup>3</sup>/h],

v<sub>f</sub> – prędkość filtracji, przyjęto: v<sub>f</sub> = 4,0 [m/h].

$$F = \frac{58,0}{4,0} = 14,5 m^2.$$

### 1..6.2 Obliczenie powierzchni filtracyjnej jednego filtra.

$$f = \frac{F}{n} [\text{m}^2],$$

gdzie:  $f$  – powierzchnia jednego filtra  $[\text{m}^2]$ ,

$n$  – zakładana ilość filtrów, przyjmuję  $n = 3$ .

$$f = \frac{14,5}{3} = 4,833 \text{ m}^2.$$

Przyjmuję trzy **filtry TFB 75** o średnicy  $\varnothing 2500$  i powierzchni filtracji  $4,90 \text{ m}^2$  lub równoważne.

### 1..6.3 Sprawdzenie prędkości filtracyjnej.

$$v_f = \frac{Q}{f \times n} [\text{m/h}],$$

gdzie:  $Q = 58 \text{ m}^3/\text{h}$  - przepływ obliczeniowy,

$f = 4,90 \text{ m}^2$  – pole przekroju przyjętego filtra,

$n = 3$  - ilość filtrów.

Zatem prędkość filtracji wyniesie:

$$v_f = \frac{58,0}{4,90 \times 3} = 3,95 \text{ m/h}.$$

Uzyskana prędkość spełnia przyjęte wcześniej założenia.

### 1..6.4 Wymiarowanie przewodu głównego doprowadzającego wodę

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times v}} [\text{m}],$$

gdzie:  $d_p$  – średnica przewodu  $[\text{m}]$ ,

$Q = 58,0 \text{ m}^3/\text{h} = 0,01611 \text{ m}^3/\text{s}$ ,

$v$  - prędkość przepływu wody w przewodach doprowadzających powinna wynosić:  $v = 1,5 - 2,5 \text{ m/s}$ , przyjęto:  $v = 1,5 \text{ m/s}$ .

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \times 0,01611}{\pi \times 1,5}} = 0,117 \text{ m}$$

Średnica rurociągu głównego nie może być mniejsza niż 117 mm.  
Przyjąłem 150 mm.

#### 1..6.5 Płukanie filtrów.

Filtry płukane są automatycznie.

Cykl pracy obliczono wg wzoru:

$$T = \frac{5 \times M_d}{M \times v_f} [\text{h}],$$

gdzie:  $M_d$  – dopuszczalne zanieczyszczenie złoża osadami wodorotlenku żelaza i manganu, przyjęto  $M_d = 1100 \text{ g/m}^3$

$$M = 1,91 \times ([\text{Fe}] + [\text{Mn}]),$$

$[\text{Fe}]$  – stężenie żelaza w wodzie (najgorszy wynik -11,0 mg/dm<sup>3</sup>),

$[\text{Mn}]$  – stężenie manganu w wodzie (najgorszy wynik -2,05 mg/dm<sup>3</sup>),

$v_f$  – prędkość filtracji, wyliczono  $v_f = 3,95 \text{ m/h}$ .

$$T_I = \frac{5 \times 1100}{1,91 \times 11 \times 3,95} = 66,3 \text{ h.}$$

Przyjęto płukanie filtrów I stopnia raz na trzy dni (zakładając pracę filtra przez 20 godzin na dobę).

Dla filtrów II stopnia  $M = 580 \text{ g/m}^3$

$$T_{II} = \frac{5 \times 580}{1,91 \times 2,05 \times 3,95} = 187,5 \text{ h.}$$

Przyjęto płukanie filtrów II stopnia raz na dziewięć dni.

**Uwaga:** Szczegółową instrukcję dot. częstotliwości i długości cykli płukania należy opracować w trakcie rozruchu technologicznego stacji.

#### 1..6.6 Natężenie przepływu wody do płukania.

$$Q_{pt} = f \times v_{pt} [\text{m}^3/\text{h}],$$

gdzie:  $Q_{pt}$  – natężenie przepływu wody płuczającej,

$v_{pt}$  – prędkość przepływu wody płuczającej, przyjęto  $v_{pt} = 25 \text{ m/h}$ .

$$Q_{pt} = 4,90 \times 25 = 122,5 \text{ m}^3/\text{h.}$$

### 1..6.7 Zużycie wody do płukania.

$$V = \frac{Q_{pl} \times t_{pl}}{60} [m^3]$$

gdzie:  $t_{pl}$  – czas płukania [min], przyjęto 8 min.

$$V = \frac{122,5 \times 8}{60} = 16,3 m^3$$

### 1..6.8 Dobór pompy płucznej.

Przyjmuje się następujące parametry do doboru pompy

- wydajność pompy 122,5 m<sup>3</sup>/h
- wysokość podnoszenia 15 m H<sub>2</sub>O.

Dobrano pompę **3MHS 65-160/7,5** z silnikiem o mocy 7,5 kW lub równoważną.

### 1..6.9 Dobór dmuchawy.

Prędkość przepływu powietrza przyjęto w wysokości  $v = 60$  m/h. Stąd wydajność dmuchawy powinna wynosić 294 m<sup>3</sup>/h.

Wymagane ciśnienie powietrza 300 mbar.

Dobrano dmuchawę bocznokanałową **SC40C** z silnikiem 5,5 kW lub równoważną.

### 1..6.10 Napowietrzanie wody.

Proces napowietrzania będzie realizowany w mieszaczu statycznym. Dodatkowo powietrze będzie doprowadzone do każdego filtra w celu utrzymania w nim poduszki powietrza.

Ze względu na konieczność napowietrzania wody w celu utlenienia związków żelaza przyjęto napowietrzanie w stosunku 10% powietrza do ilości uzdatnionej wody.

$$Q_p = Q \times 10 \% \text{ dm}^3/\text{min}.$$

Zatem:

$$Q_p = 58 \times 10 \% = 5,8 m^3/h = 97 \text{ dm}^3/\text{min}.$$

Do napowietrzania dobrano sprężarkę **SF2-8** z silnikiem 2,2 kW lub równoważną ze zbiornikiem 500 dm<sup>3</sup> oraz z układem filtracji i odwadniania powietrza.

Zawór bezpieczeństwa stanowi standartowe wyposażenie sprężarki.

Przed zbiornikiem powietrza należy zainstalować odwadniacz, np. **STH -1** z automatycznym spustem typu **HD** prod. Airpol lub równoważny.

Na instalacji napowietrzającej należy zainstalować reduktor ciśnienia umożliwiający dokładne ustawienie ciśnienia powietrza. Przed każdym filtrem oraz przed mieszaczem statycznym należy zamontować rotametry w celu dokładnego ustawienia ilości dozowanego powietrza.

Filtry są odpowietrzane przez układ napowietrzająco – odpowietrzający stanowiący standardowe wyposażenie filtra.

#### 1..6.11 Sprawdzenie pojemności zbiorników wody uzdatnionej.

Wymaganą objętość zbiornika obliczam na podstawie wzoru:

$$V = V_u + V_{ppoz} + V_w,$$

gdzie:

$V_u$  – objętość użyteczna zbiornika

$V_{ppoz}$  – objętość wody przeznaczona na cele przeciwpożarowe,

$V_w$  – objętość wody przeznaczona na cele technologiczne.

Przyjęto 20 godzinną pracę stacji uzdatniania wody.

godzina	dopływa		odpływa		pozostaje
	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0 – 1	-		0,50	5,8	46,4
1 – 2	-		0,50	5,8	40,6
2 – 3	-		0,50	5,8	34,8
3 – 4	5,0	58,0	1,00	11,6	81,2
4 – 5	5,0	58,0	2,00	23,2	116,0
5 – 6	5,0	58,0	3,00	34,8	<b>139,2</b>
6 – 7	5,0	58,0	7,00	81,2	116,0
7 – 8	5,0	58,0	6,00	69,6	104,4
8 – 9	5,0	58,0	6,00	69,6	92,8
9 – 10	5,0	58,0	4,00	46,4	104,4
10 – 11	5,0	58,0	3,00	34,8	127,6
11 – 12	5,0	58,0	4,00	46,4	<b>139,2</b>
12 – 13	5,0	58,0	7,00	81,2	116,0
13 – 14	5,0	58,0	8,00	92,8	81,2
14 – 15	5,0	58,0	7,00	81,2	58,0
15 – 16	5,0	58,0	6,00	69,6	46,4
16 – 17	5,0	58,0	6,00	69,6	34,8
17 – 18	5,0	58,0	3,00	34,8	58,0
18 – 19	5,0	58,0	5,00	58,0	58,0
19 – 20	5,0	58,0	8,00	92,8	23,2
20 – 21	5,0	58,0	7,00	81,2	0,0
21 – 22	5,0	58,0	2,50	29,0	29,0
22 – 23	5,0	58,0	2,00	23,2	63,8

23 – 0	-		1,00	11,6	52,2
	100,00	1.160,00	100,00	1.160,00	-

Zużycie wody do płukania filtrów wyniesie, przy założeniu, że płukane będą dwa filtry na dobę,  $V_w = 2 \times 16,3 \text{ m}^3 = 32,6 \text{ m}^3$ , natomiast zapas wody pożarowej powinien wynosić  $V_{\text{poż}} = 2 \times 36 \text{ m}^3 = 72 \text{ m}^3$ . Stąd całkowita pojemność zbiornika  $V = 139,2,0 + 72,0 + 32,6 = 243,8 \text{ m}^3$ .

Istniejące zbiorniki o pojemności  $2 \times 300 \text{ m}^3$  są za duże w stosunku do przewidywanego zużycia wody. Należy dostosować pojemność zbiorników do faktycznego zużycia przy pomocy odpowiedniego ustawienia czujników poziomu wody sterujących pracą technologii lub zrezygnować z eksploatacji jednego zbiornika.

#### 1..6.12 Dobór pomp sieciowych.

Woda będzie tłoczona do sieci przez istniejący zestaw pompowy.

#### 1..6.13 Obliczenie zaworu bezpieczeństwa.

Na rurociągu tłoczącym wodę do sieci wodociągowej należy zainstalować zawór bezpieczeństwa zabezpieczający sieć przed nadmiernym wzrostem ciśnienia.

Obliczenia przeprowadzono wg PN-82/M-74101.

Teoretyczna przepustowość zaworu bezpieczeństwa  $q_m$ :

$$q_m = 1414,5 \sqrt{(p_1 - p_2) \times g}, \text{ gdzie:}$$

$p_1$  – max ciśnienie dopływu – 80 m sł. wody = 0,8 MPa,

$p_2$  – max ciśnienie odpływu – 0 MPa,

$g$  – gęstość wody –  $1000 \text{ kg/m}^3$ .

$$q_m = 1414,5 \sqrt{(0,8 - 0) \times 1000} = 40.008 \text{ dm}^3/\text{m}^2\text{s}$$

Średnica wypływu zaworu bezpieczeństwa  $d$ :

$$d = \sqrt{\frac{4 \times F}{\pi}},$$

gdzie:

$$F = \frac{Q}{a \times q_m},$$

$a$  – współczynnik wypływu,  $a = 0,35$ ,

$Q$  – wydajność pomp sieciowych,  $Q = 139,0 \text{ m}^3/\text{h} = 38,6 \text{ dm}^3/\text{s}$ ,

$$F = \frac{38,6}{0,35 \times 40.008} = 0,00333 \text{ m}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 0,00333}{\pi}} = 0,0651 \text{ m} = 65,2 \text{ mm}$$

Dobieram tzw „szybki zawór” typu **SV 300** produkcji firmy Honeywell o średnicy Ø 65 lub równoważny.

Obliczenia sprawdzające w oparciu o przepisy UDT.

Przepustowość zaworu m

$$m = 5,03 \cdot a_c \cdot A \cdot \sqrt{(p_1 - p_2) \times g}$$

gdzie

$a_c$  - współczynnik wypływu,  $a_c = 0,30$ ,

$A$  – powierzchnia wypływu,  $A = 3215 \text{ mm}^2$

$$m = 5,03 \cdot 0,30 \cdot 3215 \cdot \sqrt{(6 - 0) \times 1000} = 375.790,5 \text{ dm}^3/\text{h}$$

$$m = 104,39 \text{ dm}^3/\text{s}$$

$$\underline{m > Q}$$

#### 1..6.14 Pomiar wody

W celu pomiaru ilości wody uzdatnionej podawanej do sieci należy zainstalować wodomierz MWN-100 Nubis na rurociągu tłocznym wody sieciowej oraz dodatkowo na rurociągu tłocznym wody płucznej wodomierz MWN-50 Nubis do pomiaru ilości wody zużywanej do płukania filtrów.

Obydwa wodomierze powinny być w wersji NK umożliwiającej włączenie ich w system wizualizacji pracy stacji.

Dane techniczne wodomierzy:

	MWN-100	MWN-50
średnica nominalna [mm]	100	50
maksymalny roboczy strumień objętości [m <sup>3</sup> /h]	250	50
minimalny strumień objętości [m <sup>3</sup> /h]	0,6	0,35
próg rozruchu [m <sup>3</sup> /h]	0,25	0,15

#### 1..6.15 Ciągła dezynfekcja wody.

Ciągła dezynfekcja wody będzie prowadzona za pomocą sterylizatora ultrafioletowego **AM 3** producent TMA lub równoważnego, zainstalowanego na rurociągu tłoczącym wodę do sieci.

Parametry sterylizatora:

- Średnica przyłącza – Ø100,
- Moc przyłącza – 480 W,
- Moc promieniowania UV przy 254nm – 156 W,
- Przepływ nominalny przy transmisji  $T_{10}=95\%$ , dawce  $400\text{J/m}^2$  –  $66,0\text{ m}^3/\text{h}$ ,
- Wymiary –  $317 \times 220 \times 1110\text{ mm}$ .

#### 1..6.16 Okresowa dezynfekcja wody.

Okresowo przewiduje się dezynfekcję studni, zbiorników i sieci podchlorynem sodu za pomocą zestawu dozującego Zestaw umieszczony będzie w pomieszczeniu chlorowni, natomiast podchloryn dostarczany będzie w miarę potrzeb.

Wydajność pompki dozującej obliczam wg wzoru:

$$q = \frac{10 \times Q \times p}{n \times r} [\text{dm}^3/\text{h}]$$

gdzie

$r = 2\%$  stężenie roboczego roztworu podchlorynu sodu.

$n = 12\%$  zawartość chloru czynnego w podchlorynie sodu

$p = 0,3\text{ mg/dm}^3$  stężenie chloru w wodzie.

$Q = 58\text{ m}^3/\text{h}$  przepływ obliczeniowy

Zatem wymagana wydajność pompki dozującej:

$$q = \frac{10 \times 58 \times 0,3}{12 \times 2} = 7,25\text{ dm}^3/\text{h}$$

Dobieram zestaw dozujący **MAGDOS LT 10** na zbiorniku o pojemności  $100\text{ dm}^3$  wyposażony w kompletną linię ssącą zabezpieczaną czujnikiem braku roztworu, punkt dozowania, oraz przystosowany do pracy automatycznej - producent JESCO lub równoważny.

#### 1..6.17 Dozowanie innych środków.

Dla wspomżenia procesu usuwania manganu w sytuacjach awaryjnych może być konieczna korekta odczynu wody lub dozowanie roztworu nadmanganianu potasu przed odmanganiaczami.

Dobór pomp dozujących przeprowadzam dla korekty odczynu bowiem dla dozowania nadmanganianu wymagana wydajność pomp będzie wówczas z pewnością wystarczająca.

Korekta odczynu prowadzona będzie za pomocą wodorotlenku sodu. W tym celu należy zainstalować punkty dozowania usytuowane na każdym ciągu przed drugim stopniem filtracji oraz zestaw dozujący.

Wymaganą wydajność pompki dozujące wyliczam wg wzoru:

$$q = \frac{Q \times p}{100 \times r} \text{ [dm}^3\text{/h]}$$

gdzie:

- $r = 1,0 \%$  - stężenie roztworu NaOH
- $Q = 19,3 \text{ m}^3\text{/h}$  - przepływ godzinowy przez jeden ciąg filtracyjny
- $p = [\text{Fe}] + 2 \times [\text{Mn}] + 1 = 11,0 + 2 \times 2,05 + 1 = 16,1 \text{ mg/dm}^3$  - wymagana dawka NaOH

zatem:

$$q = \frac{19,3 \times 16,1}{100 \times 1} = 3,11 \text{ dm}^3\text{/h}$$

Dobieram trzy zestawy zbudowane z pompy **MAGDOS LT6** lub równoważne z wyposażeniem jak wyżej dla każdego ciągu filtracyjnego oddzielnie.

### 1.7 Rurociągi i kształtki.

Wszystkie rurociągi i kształtki wody surowej, uzdatnionej, płucznej oraz dawkovania podchlorynu sodu wykonać z PCV-U (kształtki wg katalogu firmy NPI), połączenia przez klejenie.

Do wykonania połączeń klejonych należy użyć kleju na bazie THF (tetrahydrofuran). Zaleca się stosowanie kleju TANGIT. Trasy prowadzenia rurociągów zostały szczegółowo pokazane w części rysunkowej opracowania.

### 1..7.1 Wykonywanie połączeń klejonych.

Przy wykonywaniu połączeń klejonych należy przestrzegać następujących zasad:

- usunąć zanieczyszczenia z końca rury i złączki przy pomocy szmatki,

- starannie natrzeć powierzchnię zewnętrzną końca rury i wewnętrzną złączki papierem chłonnym nawilżonym płynem oczyszczającym TANGIT. Przed nałożeniem kleju oczyszczone powierzchnie powinny być suche (ewentualne zawilgocenia należy usunąć). Rury PCV-U mogą wykazywać woskową powierzchnię, dlatego czyszczenie należy powtarzać aż do zmatowienia powierzchni. Przy temperaturach zbliżonych do punktu zamarzania, koniec rury oraz kształtkę należy podgrzać do temperatury pokojowej. Sklejone połączenie należy przetrzymać przez co najmniej 10 minut w temperaturze 20 – 30 0C. W okresie letnim chronić klejone elementy przed bezpośrednim działaniem promieni słonecznych. Jeżeli okaże się to konieczne schłodzić łączone elementy wodą. Klej i płyn czyszczący należy przechowywać w temperaturze pokojowej.

- W pierwszej kolejności należy nanieść normalną warstwę kleju na powierzchnię złączki i nieco grubszą warstwę na powierzchnię rury, wcierając klej, przy pomocy pędzla, wzdłuż osi rury lub złączki. Połączenia klejone do Ø 90 mm może wykonywać jedna osoba, powyżej tej średnicy dwie osoby. Połączenie należy wykonywać w czasie plastyczności kleju. W temperaturze 25<sup>0</sup>C klej jest plastyczny przez 4 min, natomiast w temperaturze 40<sup>0</sup>C przez 2 min.

- Rurę należy wprowadzić do złączki (bez jej przekręcania) natychmiast po nałożeniu kleju i przytrzymać do chwili wiązania. Rurę wprowadzić do mufy na pełną głębokość. Nadmiar kleju usunąć natychmiast po wsunięciu rury do złączki, przy pomocy papieru chłonnego.

### 1..7.2 Próba ciśnieniowa.

Czas schnięcia umożliwiające wykonanie próby ciśnieniowej zależy od temperatury otoczenia i tolerancji na jaką zostało dobrane połączenie. Zasadniczo należy przyjąć 15 godzin od wykonania ostatniego połączenia, jeżeli ciśnienie próbne wynosi do 15 bar i 24 godziny dla ciśnienia próbnego 21 bar. Przed przystąpieniem do próby ciśnieniowej rurociągi należy odpowietrzyć.

### 1..7.3 Kolorystyka rurociągów technologicznych.

Przewody w SUW powinny być oznakowane następującymi kolorami:

- woda surowa - zielona,
- woda uzdatniona – niebieski,
- woda do płukania – ciemno zielony,
- powietrze – błękitny,
- popłuczyny – jasnobrązowy.

### 1..7.4 Zestawienie elementów instalacji

Wszystkie kształtki i rury PCV-U według katalogu firmy NPI. Oznaczenia według rysunków wykonawczych.

nr na rysunku	opis elementu	ilość
1	Kołnierz luźny Ø 250	5
2	Tuleja kołnierzowa Ø 250	5
3	Kolano Ø 250	3
4	Redukcja krótka Ø 250 x 160	5
5	Kołnierz luźny Ø 160	32
6	Tuleja kołnierzowa Ø 160	32
7	Kolano Ø 160	9
8	Trójnik Ø 160	8
9	Redukcja krótka Ø 160 x 110	38
10	Zaślepka Ø 110	3
11	Redukcja krótka Ø 160 x 90	1
12	Kołnierz luźny Ø 90	5
13	Tuleja kołnierzowa Ø 90	5
14	Kołnierz luźny Ø 75	2
15	Tuleja kołnierzowa Ø 75	2
16	Kolano Ø 75	7
17	Redukcja krótka Ø 110 x 75	2

18	Kołnierz luźny Ø 110	2
19	Tuleja kołnierzowa Ø 110	2
20	Mufa Ø 160	2
21	Kolano Ø 110	2
22	Trójnik Ø 110	56
23	Czwórnik Ø 110	2
24	Kołnierz luźny Ø 225	1
25	Tuleja kołnierzowa Ø 225	1
26	Kolano Ø 225	1
27	Redukcja krótka Ø 225 x 160	1
28	Redukcja krótka Ø 110 x 90	6
29	Mufa Ø 110	3
30	Kolano Ø 32	30
31	Trójnik Ø 32	6
32	Przejście klej/gz Ø 32 x 1"	26
33	Kolano Ø 25	41
34	Trójnik Ø 25	11
35	Przejście klej/gz Ø 25 x 3/4"	38
36	Przejście klej/gz Ø 75 x 2 1/2"	2
37	Czwórnik Ø 25	2
38	Kolano Ø 75 - 45 <sup>0</sup>	41
	Rura Ø 250	1 m
	Rura Ø 220	0,5 m
	Rura Ø 160	21 m
	Rura Ø 110	98 m
	Rura Ø 90	6 m
	Rura Ø 75	6 m
	Rura Ø 32	42 m
	Rura Ø 25	133 m
	Wężyk Ø 6x1	121 m

#### Zestawienie urządzeń

nr na rysunku	opis urządzenia	ilość
U1	Przepustnica międzykołnierzowa Ø 160	5
U2	Mieszacz statyczny Ø 250	1
U3	Zawór membranowy Ø 80	3
U4	Rotametr klapkowy Ø 80 - woda	3
U5	Zawór membranowy Ø 20	7
U6	Rotametr Ø 20 - powietrze	7
U7	Filtr TFB 75	3
U8	Filtr TFB 75	3
U9	Elektrozawór normalnie zamknięty Ø 25	7
U10	Zawór zwrotny Ø 20	6
U11	Przepustnica Ø 80 z siłownikiem elektr.	1
U12	Zawór zwrotny międzykołnierzowy Ø 80	1
U13	Pompa płuczna 3 MHS 65-160/7,5	1
U14	Łącznik amortyzacyjny Ø 150	2
U15	Przepustnica międzykołnierzowa Ø 100	2
U16	Lampa dezynfekcyjna AM 3	1

U17	Sterownik lampy dezynfekcyjnej	1
U18	Istniejący zestaw pompowy	
U19	Dmuchawa SC40C 5	1
U20	Przepustnica międzykołnierzowa Ø 65	1
U21	Zawór zwrotny bezsprężynowy Ø 65	1
U22	Sprężarka SF 2-8,	1
U23	Odwadniacz automatyczny	1
U24	Zbiornik na spr. powietrze 500 dm <sup>3</sup>	1
U25	Reduktor ciśnienia	1
U26	Zawór kulowy Ø 20	6
U27	Punkt dozowania	5
U28	Zestaw dozujący MAGDOS LT 10	3
U29	Zestaw dozujący MAGDOS LT 6	1
U30	Osuszacz DHK 28	2
U31	Rozdzielacz spr. powietrza 6 x Ø6x1	1
U32	Zawór bezpieczeństwa SV 300 Ø 65	1

## **2 WEWNĘTRZNE INSTALACJE SANITARNE**

### **2.1 Instalacja wody zimnej i c.w.u.**

#### **2.1.1 Obliczenie zapotrzebowania wody i dobór wodomierza**

Obliczenie zapotrzebowania wody i dobór wodomierza przeprowadzono w oparciu o normę PN-92/B-01706 „Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu.”

Przewiduje się zamontowanie następujących urządzeń:

Umywalki	2 szt	$q_n = 0,14$ l/s
Zlewozmywak	1 szt	$q_n = 0,20$ l/s
Płuczki ustępowe	2 szt	$q_n = 0,13$ l/s
Pisuary	1 szt	$q_n = 0,13$ l/s
Natryski	2 szt	$q_n = 0,30$ l/s
Zawór ze złączką	4 szt.	$q_n = 0,30$ l/s

$q_n$  – normatywny wypływ z punktów czerpalnych (wartości przyjęto zgodnie z PN-92/B-01706)

Zapotrzebowanie na wodę obliczam z zależności:

$$q = 0,4 (\sum q_n)^{0,54} + 0,48$$

$$\sum q_n = 2 \times 0,14 + 0,20 + 2 \times 0,13 + 0,13 + 2 \times 0,30 + 4 \times 0,30 = 2,67 \text{ l/s}$$

$$q = 0,4 \times (2,67)^{0,54} + 0,48$$

$$q = 1,38 \text{ l/s} = 1,16 \text{ m}^3/\text{h}$$

Umowny przepływ obliczeniowy dla wodomierza

$$q_w = 2 q$$

$$q_w = 2 \times 1,16 = 2,32 \text{ m}^3/\text{h}$$

Do pomiaru zużycia wody dobieram wodomierz skrzydełkowy typ **Js-1,5** o średnicy Ø 20.

### 2.1.2 Instalacja wody zimnej

Instalacja wody zimnej zaopatrywać będzie budynek do celów higieniczno – sanitarnych.

Woda pobierana będzie z głównego rurociągu tłocznego PCV-U Dz 160 tłoczącego uzdatnioną wodę na sieć wodociągową. Pomiar zużycia wody odbywać się będzie za pomocą węzła wodomierzowego zlokalizowanego na ścianie budynku tuż za punktem włączenia się do w/w rurociągu. Przewiduje się zastosowanie wodomierza skrzydełkowego typ **Js-1,5**. Przed wodomierzem należy zamontować zawór antyskażeniowy typ **SOCLA EA211 Ø 3/4"**.

Prowadzenie przewodów pokazano na rzucie budynku i na rozwinięciu aksonometrycznym instalacji wodociągowej.

Główny poziom wody zimnej rozprowadzony jest na wysokości ok. 2,20 m, pod stropem budynku. Od tych poziomów projektuje się podejścia do zaworu czerpalnego na wysokości 0,50 m nad posadzką oraz do przyborów

Instalację należy prowadzić na po ścianach oraz w bruzdach ściennych. Przewody wody zimnej należy zaizolować izolacją z pianki polietylenowej zabezpieczającą przewody wody zimnej przed poceniem. Instalację wody zimnej należy wykonać z rur stalowych ocynkowanych do połączeń gwintowanych typ. S-OC-10 Bx wg. PN-74/H-74200.

### 2.1.3 Instalacja c.w.u.

Budynek zasilany będzie w ciepłą wodę użytkową przygotowaną miejscowo w elektrycznym, pojemnościowym podgrzewaczu ciepłej wody typ **SI 80 ARISTON** lub równoważny.

Po wykonaniu instalację należy wypłukać oraz wykonać próbę szczelności dwukrotnie: raz na 0,9 MPa przy napełnieniu wodą zimną, drugi raz wodą o temperaturze + 55 ° C na ciśnienie wodociągowe bez spadków ciśnienia – zgodnie z Warunkami Technicznymi

## 2.1.4 Zestawienie materiałów instalacji

### 2.1.4.1 Armatura i kształtki

- bateria umywalkowa stojąca	szt 2
- zawór kątowy do dolnopłuka Ø15 mm	szt 1
- zawór ze złączką do węża Ø15 mm	szt 6
- zawór kątowy ćwierćobrotowy Ø15	szt 6
- zawór kulowy Ø20	szt 1
- wężyki podłączeniowe zbrojone Ø15	szt 6
- zawór antyskażeniowy Socla EA251 Ø3/4 "	szt 1
- trójnik Ø 15	szt 4
- redukcja Ø 20/15	szt 6
- kolano Ø 15	szt 14
- trójnik Ø 20	szt 5
- kolano Ø 20	szt 3

### 2.1.4.2 Urządzenia

- wodomierz skrzydełkowy typ Js-1,5	szt.1
- elektryczny podgrzewacz wody SI 80 ARISTON	szt 1

### 2.1.4.3 Rurociągi

- rura stalowa Ø 1/2"	L = 22,5 mb
- rura stalowa Ø 3/4"	L = 24,5 mb

## 2.2. Wewnętrzna kanalizacja sanitarna

### 2.2.1 Opis instalacji

Istniejąca instalacja odprowadzać będzie ścieki z sanitariatów i umywalni.

## 2.3 Odprowadzenie popłuczyn

### 2.3.1 Opis rozwiązania

Ze względu na konieczność okresowego płukania filtrów pośpiesznych projektuje się instalację odprowadzającą popłuczyny. W miejscach pokazanych

na rysunkach wykonać należy wpusty w podłozie Ø300. Wpusty połączyć ze zbiorczą rurą odprowadzającą za pomocą rur kanalizacyjnych Ø250 łączonych na kielichy.

Odprowadzenie popłuczyn włączyć do istniejącego kanału betonowego Ø300.

Trasy prowadzenia kanalizacji oraz spadki wykonać zgodnie z rysunkami.

Popłuczyny odprowadzane będą poprzez studzienkę Ø 400 do istniejącego zbiornika popłuczyn, a następnie istniejącym kanałem do rzeki Stary Breń. Na odprowadzenie popłuczyn w ilości 36,3 m<sup>3</sup>/d, GZGK w Borowej posiada pozwolenie wodnoprawne nr OŚ-II-6223-43/05 z dnia 2005.10.17 wydane przez Starostę Powiatu mieleckiego.

### 2.3.2 Zestawienie materiałów

– rura PVC-U kl. N (SDR 41) Ø250	36,1 mb
– kolano 45° Ø 250	18 szt
– kolano 90° Ø 250	8 szt
– trójnik Ø 250	6 szt
– wpusty Ø300 (wyk. indywidualne)	8 szt

### 2.4.2 Osuszanie powietrza

W celu obniżenia wilgotności, a co za tym idzie zmniejszenia korozji urządzeń i konstrukcji oraz poprawy warunków pracy elementów elektrycznych stacji, w pomieszczeniach (hali filtrów) stacji uzdatniania wody należy zainstalować osuszacz powietrza. Dobrano dwa osuszacze **DHK-28** prod. DST lub równoważne.

### 2.4.3 Wentylacja

W pomieszczeniu chlorowni należy zainstalować wentylator dachowy np. Rufino uruchamiany 30 sekund przed zwolnieniem blokady drzwi wejściowych

### 2.4.4 Zestawienie materiałów i urządzeń

– osuszacz powietrza DHK-28 DST	szt 2
– wentylator Rufino SP-16	szt 1

### **3 WYTYCZNE BIOZ.**

Roboty budowlane prowadzić zgodnie z obowiązującymi przepisami, normami i zarządzeniami. Pracowników przeszkolić w zakresie zasad BHP przy wykonywaniu w/w prac. Przepisy BHP dla pracowników zatrudnionych przy robotach wod - kan podano w załączniku do zarządzenia Nr.6 MGR z dn. 28.01.1967r. (Dz. U. Nr 3/67 Min. Bud. i Przem. Mat. Budowlanych).

WSZYSTKIE NIŻEJ WYMIENIONE ZAGROŻENIA MOGĄ POWSTAĆ NA WSKUTEK:

- braku zachowania uwagi,
- niewłaściwej organizacji pracy,
- nie dostosowanie się do przepisów BHP,
- nie przeszkolenia lub niewystarczającego przeszkolenia pracownika pod względem BHP,
- nie zastosowania lub nienależytego zastosowania środków technicznych i organizacyjnych zapobiegających niebezpieczeństwu,
- braku nadzoru nad pracownikami.

**WSKAZANIA SPOSOBU PROWADZENIA INSTRUKTAŻU PRACOWNIKÓW PRZED PRZYSTĄPIENIEM DO REALIZACJI ROBÓT NIEBEZPIECZNYCH:**

- opracowanie instrukcji bezpieczeństwa robót i zaznajomienie z nią pracowników,
- ekipę budowlaną należy odpowiednio przeszkolić i zwrócić szczególną uwagę na zagrożenia jakie mogą wystąpić na miejscu budowy,
- kierownictwo powinno środkami technicznymi i organizacyjnymi stworzyć warunki zapobiegające niebezpieczeństwom.

**ZAKRES ROBÓT:**

- przygotowanie miejsca budowy,
- roboty demontażowe,
- roboty montażowe,
- roboty instalacyjne,

**WSKAZANIA DOTYCZĄCE PRZEWIDYWANYCH ZAGROŻEŃ WYSTĘPUJĄCYCH PODCZAS REALIZACJI ROBÓT BUDOWLANYCH**

## **OKREŚLAJĄCE SKALĘ I RODZAJE ZAGROŻEŃ ORAZ MIEJSCE ICH WYSTĘPOWANIA:**

### **PRZEWIDYWANE ZAGROŻENIA:**

- możliwość porażenia elektrycznego przy demontażu i montażu instalacji elektrycznych i podłączaniu urządzeń (napięcie 400V),
- zagrożenie spowodowane niedostosowaniem się do wymogów BHP podczas robót montażowych (szczególnie przy montażu zbiorników filtracyjnych),

### **WSKAZANIA ŚRODKÓW TECHNICZNYCH I ORGANIZACYJNYCH ZAPOBIEGAJĄCYCH NIEBEZPIECZEŃSTWOM WYNIKAJĄCYCH Z WYKONYWANIA ROBÓT BUDOWLANYCH:**

- zorganizowanie placu budowy (w tym przypadku wydzielenie terenu i oznakowanie go taśmą ostrzegawczą),
- stałe utrzymanie drożności dróg ewakuacyjnych, stworzenie dojazdu do miejsca wykonywania robót,
- wyposażenie osób wykonujących prace niebezpieczne w osobiste środki ochronne i zabezpieczające, adekwatne do charakteru robót i rodzaju niebezpieczeństwa,
- odpowiednia organizacja pracy i stosowanie sprawnego sprzętu umożliwiającego transport i montaż elementów ciężkich (pompy, filtry, zbiorniki, itp.),
- prowadzenie robót elektrycznych w stanie „bez napięcia” przez pracowników z odpowiednimi kwalifikacjami.