


WYKONAWCA:	 <div> KRZYSZTOF WILMAŃSKI Adres: Ul. Wystouchów 44/71, 30-611 Kraków NIP: 679-198-86-42, Regon: 350898872 Tel.: 12 6543177, M.: 601 365723 e-mail: kwilma@o2.pl </div>		
INWESTOR:	ZAKŁAD USŁUG KOMUNALNYCH Sp. z o. o. ul. Wyzwolenia 15, 62-070 Dopiewo		
NAZWA PRACY:	Modernizacja Stacji Uzdatniania Wody „Joanka” w Gminie Dopiewo		
LOKALIZACJA:	Stacja Uzdatniania Wody „Joanka” 62-070 Dopiewo, Joanka 1		
TOM:	Etap I. Uproszczona koncepcja technologiczna modernizacji SUW „Joanka” b. Koncepcja procesu odmanganiania wody		
PODSTAWA OPRACOW.:	Umowa z dnia 17.11.2022 r.	REWIZJA:	00
DATA:	Luty 2023	Egz. nr:	01
PODPIS:			

Spis treści

1.	Wstęp	2
2.	Opis stanu obecnego	3
3.	Wydajność stacji	4
4.	Opis zmodernizowanej technologii procesu uzdatniania wody	5
5.	Opis nowych obiektów i urządzeń koniecznych dla modernizacji SUW Joanka	6
5.1.	Część obliczeniowa	6
5.2.	Opis szczegółowy poszczególnych stopni procesu technologicznego	8
a.	Blok napowietrzania wody	8
b.	Filtry samopłuczające	8
c.	Pompownia pośrednia i płuczna	9
d.	Blok II stopnia filtracji	10
e.	Sieci technologiczne	11
f.	Urządzenia kontrolno-pomiarowe	12
g.	Odstojnik wód popłucznych i kanalizacja	12
h.	Dezynfekcja wody	13
i.	Sieci międzyobiektywne	13
5.3.	Wytyczne dla robót ogólnobudowlanych	13
5.4.	Bilans energetyczny SUW Joanka	14
5.5.	Wytyczne dla automatyki i sterowania stacją	16
6.	Szacunkowy kosztorys modernizacji SUW Joanka	17
7.	Zalecenia dla czynności formalno-prawnych	18

Spis rysunków

K-3	Plan sytuacyjny SUW Joanka – etap I
K-4	Schemat technologiczny SUW Joanka – etap I
K-5	Budynek stacji uzdatniania – rzut przyziemia
K-6	Budynek stacji uzdatniania – przekrój A-A
K-7	Odstojnik wód popłucznych – rzut i przekrój

1. Wstęp

Podstawą wykonania niniejszej pracy jest umowa z dnia 17.11.2022 r. zawarta z Zakładem Usług Komunalnych Sp. z o.o. Przy opracowaniu niniejszej pracy wykorzystano następujące dokumenty:

1. Decyzja Dyrektora Zarządu Zlewni Wód Polskich PO.ZUZ.4.4210.656m.2020.KL z dnia 11.02.2021 r. dotycząca pozwolenia wodnoprawnego na pobór wód podziemnych.
2. Decyzja Starosty Poznańskiego WŚ.6341.1.191.2016.XXIV z dnia 20.03.2017 r. dotycząca udzielenia na rzecz Zakładu Usług Komunalnych Sp. z o. o. pozwolenia wodnoprawnego na odprowadzenie ścieków do Kanału Trzcielińskiego.
3. Projekt budowlany. Budowa Stacji Uzdatniania Wody w miejscowości Joanka gm. Dopiewo. Budynek SUW – część budowlana, Dynamik Filtr Sp. z o.o., czerwiec 2005 r.
4. Projekt budowlany - zamienny. Budynek Stacji Uzdatniania Wody – część technologiczna, AWP Nordic Products AB, listopad 2007 r.
5. "Sprawozdanie z badań technologicznych mających na celu ustalenie procesów uzdatniania wody podziemnej zasilającej SUW Joanka". dr hab. inż. Alina Pruss, dr inż. Małgorzata Komorowska-Kaufman. Poznań: listopad 2016 r.;
6. „Ekspertyza techniczna dotycząca rozbudowy i modernizacji Stacji Uzdatniania Wody w Joance”, BSE Projekt Marcin Chybiński, listopad, 2017 r.
7. „Modernizacja Stacji Uzdatniania Wody Joanka w gminie Dopiewo, Tom K-1 Koncepcja – część technologiczna, Aqua S.A., luty 2020 r.
8. „Modernizacja Stacji Uzdatniania Wody Joanka w gminie Dopiewo, Tom K-2 Koncepcja – część ogólnobudowlana i instalacyjna, Aqua S.A., luty 2020 r.
9. „Mapa z aktualizacji baz danych geodezyjnych sieci uzbrojenia terenu (GESUT) – Obręb ewidencyjny 302105_0009 Trzcielina (Joanka), Biuro Usług Geodezyjno Kartograficznych LIBELLA Włodzimierz Dojcz, 07-12-2020 r.
10. Inwentaryzacja powykonawcza sieci kan.-wod. + obiekty budowlane, Trzcielina-Joanka, Biuro Usług Geodezyjno Kartograficznych LIBELLA Włodzimierz Dojcz, 11-10-2020 r.
11. Uproszczona koncepcja technologiczna modernizacji SUW „Joanka”. Etap I. A. Koncepcja procesu napowietrzania wody, Aqua Konsulting Krzysztof Wilmański, grudzień 2022 r.

Przedmiotem opracowania jest koncepcja modernizacji stacji uzdatniania wody w Joance. Celem modernizacji SUW Joanka jest zwiększenie wydajności stacji do 200 m³/h poprzez poprawę efektywności usuwania z wody manganu. W niniejszym tomie przedstawiono koncepcję rozbudowy procesu technologicznego obejmującą zastosowanie II stopnia filtracji.

Założono, że instalacja technologiczna będzie zlokalizowana w istniejącym budynku stacji w Joance.

2. Opis stanu obecnego

Na potrzeby zasilania SUW "Joanka" eksploatowane są wody czwartorzędowego poziomu wodonośnego Poznańskiego Dorzecza Warty - Podsystem Obry - Warty (rejon Va). W 1997 r. wykonano 5 studni przeznaczonych do wykorzystania przez stację uzdatniania wody Joanka. Studnia S1 ze względu na niekorzystną jakość wody traktowana jest jako studnia awaryjna. Obecnie służy do zabezpieczenia przed przedostaniem wody zanieczyszczonej materią organiczną do pozostałych studni.

Parametry eksploatacyjne studni są następujące: Określone w operacie wodnoprawnym na pobór wody z ujęcia rzędne obniżenia w studniach przy eksploatacji ujęcia z wydajnością 350 m³/h i przy wydajności danej studni na poziomie 100 m³/h wynoszą:

	Głębokość	Depresja	Wydajność
- S2:	72,0 m p.p.t.	2,64 m	108 m ³ /h
- S3:	70,5 m p.p.t.	2,62 m	108 m ³ /h
- S4:	72,0 m p.p.t.	2,69 m	115 m ³ /h
- S5:	72,0 m p.p.t.	2,60 m	112 m ³ /h

Obecnie eksploatowane są tylko studnie S3 i S4.

W tabeli 1 przedstawiono parametry jakości wody surowej ujmowanej z obecnie eksploatowanych studni S3 i S4.

Tabela 1. Parametry jakości wody w studniach wykorzystywanych do procesu uzdatniania w SUW Joanka. Zebrane dane na podstawie wyników badań z 2016 r.

Parametr	Jednostka	Nr studni SUW „Joanka”	
		3	4
Temperatura	°C	11±2	11±2
Mętność	NTU	31	39
Barwa	mgPt/l	10±5	10±5
Zapach	-	> 2 nieakcept	> 2 nieakcept
pH	-	7,4±0,1	7,2±0,1
Zasadowość	mval/l	6,5±0,7	7,1±0,7
CO ₂ wolny	mgCO ₂ /l	25	25
CO ₂ agresywny	mgCO ₂ /l	2,2	0
Ind. Langeliera	-	0,22	0,05
Żelazo ogólne	mgFe/l	5,2	5,3
Mangan	mgMn/l	0,14±0,02	0,15±0,02
Utlenialność	mgO ₂ /l	2,5±0,6	2,1±0,6
Azot amonowy	mgN/l	0,48±0,07	0,37±0,06
Chlorki	mgCl/l	21±2	18±2
Siarczany	mgSO ₄ /l	17±2	9,6±0,9
Azot azotanowy	mgN/l	<0,10	<0,10

Czerpana woda zawiera podwyższone ilości żelaza i manganu. Nieakceptowalny jest również zapach wody i jej mętność. Woda pobierana ze studni S3 zawiera też znaczne ilości jonu amonowego.

Istniejąca technologia uzdatniania wody oparta jest na następujących procesach:

- utlenianie (z wykorzystaniem nadmanganianu potasu - KMnO_4);
- filtracja pospieszna (na filtrach samopłuczających);
- dezynfekcja (przy użyciu podchlorynu sodu - NaClO);
- dezynfekcja (przy użyciu promieniowania UV).

Woda surowa ujmowana ze studni głębinowych S2, S3, S4 i S5 doprowadzana jest do zbiornika utleniania chemicznego $\varnothing 2500$ mm, w którym przy użyciu nadmanganianu potasu (KMnO_4) zachodzi utlenienie żelaza i manganu z wytworzeniem nierozpuszczalnych form. Następnie uzdatniana woda przepływa grawitacyjnie na układ 6 filtrów samopłuczających DynaSand typ DS5000 AD, każdy o powierzchni filtracji wynoszącej 5 m^2 . Łączna powierzchnia filtracji filtrów wynosi 30 m^2 . Filtry zasypane są złożem piaskowym o wysokości 2,0 m. Przy nominalnym obciążeniu hydraulicznym filtrów, wynoszącym $235 \text{ m}^3/\text{h}$ prędkość filtracji wynosi $7,8 \text{ m/h}$. Filtry pracują w sposób ciągły, płukanie złoża odbywa się równolegle z procesem filtracji. Złoże oczyszczone jest w płuczce piasku, do której podawane jest za pomocą pompy mamutowej, zasilanej sprężonym powietrzem.

Woda przefiltrowana trafia do dwóch nowych zbiorników wody czystej, każdy o pojemności 1500 m^3 . Łączna pojemność zbiorników wynosi 3000 m^3 . Woda dopływająca do zbiorników poddawana jest dezynfekcji za pomocą roztworu podchlorynu sodu (NaClO).

Dwa stare zbiorniki wody czystej o pojemności ok. 100 m^3 każdy są obecnie wyłączone z eksploatacji.

Zbiorniki wody czystej stanowią źródło zasilania dla pompowni sieciowej. W pompowni eksploatowany jest obecnie zestaw hydroforowy oparty na 3 pompach typu CR90-2 ($Q = 120 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 60 \text{ m}$, $N = 30 \text{ kW}$). Zainstalowany zestaw ma możliwość rozbudowy o 3 następne pompy.

Na jednym z dwóch rurociągów tłocznych wychodzących ze stacji zainstalowano niskociśnieniowy reaktor UV służący do dezynfekcji wody podawanej do sieci wodociągowej.

Zgodnie z projektem woda popłuczna z filtrów pospiesznych (w ilości ok. $4,0 \text{ m}^3/\text{h}$ z każdego filtra) przed zrzutem do odbiornika powinna być oczyszczana w filtrze samopłuczającym DynaSand typ DS5000 AD o powierzchni filtracji wynoszącej 5 m^2 . Obecnie całość wód popłucznych (ok. $24 \text{ m}^3/\text{h}$) trafia do odстойnika wód popłucznych. Ciecz nadosadowa odprowadzana jest do odbiornika, którym jest Kanał Trzcieliński, natomiast osady są okresowo usuwane z dna zbiornika i trafiają na składowisko śmieci. Odстойnik wód popłucznych wykonany jest jako dwukomorowy, każda komora o pojemności czynnej ok. 22 m^3 , łącznie 44 m^3 .

3. Wydajność stacji

Maksymalna wydajność stacji w obecnym stanie (zgodnie z projektem z 2007 r.) wynosi $235 \text{ m}^3/\text{h}$ ($5164 \text{ m}^3/\text{d}$). Jednakże zastosowany proces technologiczny nie gwarantuje uzyskania wymaganych parametrów jakości wody uzdatnionej przy zaprojektowanej wydajności

maksymalnej. W warunkach, kiedy przepływ wody zwiększony jest do wartości powyżej $100 \text{ m}^3/\text{h}$ nie można uzyskać wymaganego stężenia manganu w wodzie uzdatnionej ((poniżej $0,05 \text{ mg/l}$)).

Średnia wydajność SUW "Joanka" w 2015 r wynosiła:

- $Q_{\text{dśr}} = 962,7 \text{ m}^3/\text{d} = 40 \text{ m}^3/\text{h}$,
- $Q_{\text{dmax}} = 1383 \text{ m}^3/\text{d} = 58 \text{ m}^3/\text{h}$,
- $Q_{\text{hmax}} = 92 \text{ m}^3/\text{h}$.

W ciągu ostatnich lat w rejonie zasilania wodą wodociągową szybko wzrasta zapotrzebowanie na wodę.

W uzgodnieniu z Zamawiającym ustalono, że w ramach I etapu modernizacji SUW Joanka wydajność stacji (przy osiągnięciu wymaganych parametrów jakości wody uzdatnionej) powinna wynieść:

- godzinowa $Q_{\text{hmax}} = 200 \text{ m}^3/\text{h}$
- dobową $Q_{\text{dmax}} = 4800 \text{ m}^3/\text{d}$

4. Opis zmodernizowanej technologii procesu uzdatniania wody

Modernizacja stacji Joanka ma na celu poprawienie efektywności usuwania z wody manganu i umożliwienie pracy z wydajnością do $200 \text{ m}^3/\text{h}$. Dodatkowe nowe urządzenia technologiczne będą zlokalizowane w istniejącym budynku SUW. Woda surowa doprowadzana będzie tak jak obecnie przez zestaw pomp głębinowych umieszczonych w istniejących studniach.

Do utlenienia żelaza i manganu w wodzie wykorzystane będzie tlen z powietrza oraz filtracja dwustopniowa przez złoża piaskowe i katalityczne. Woda surowa wprowadzana będzie do zestawu stożków napowietrzających (4 szt.) umieszczonych nad lustrem wody w istniejącym zbiorniku wody surowej. Strumienie wody spadając na stożki będą ulegały rozbiciu na drobne cząstki, dzięki czemu nastąpi nasycenie wody tlenem. Dla wspomagania natleniania wody nad stożkami zamontowany będzie wentylator.

W zbiorniku wody surowej nastąpi częściowe utlenienie żelaza i rozpocznie się proces wytrącania wodorotlenku żelaza. Dalej woda ze zbiornika przepływać będzie na filtry samopłuczające. Przefiltrowana woda zbierana będzie w obecnie nieczynnych małych zbiornikach wody czystej ($2 \times 100 \text{ m}^3$). Zbiorniki te będą retencjonować wodę podawaną do dalszego procesu uzdatniania.

Zbiorniki te będą zasilać pompownię pośrednią, która podawać będzie wodę do ciśnieniowych filtrów odmanganiających. Pompownia pośrednia służyć będzie również do płukania filtrów ciśnieniowych. Woda będzie odmanganiana w 4 filtrach ciśnieniowych dwuwarstwowych, piaskowo-katalitycznych. Dalej przepływać będzie do nowych zbiorników wody czystej. Na rurociągu wody przefiltrowanej zainstalowana będzie lampa UV dla dezynfekcji wody. Za lampą UV do wody dozowany będzie podchloryn sodu zabezpieczający sieć wodociągową przed wtórnym skażeniem.

Podchloryn sodu może być okresowo dozowany do rurociągu wody odpływającej do starych zbiorników wody czystej celem dezynfekcji tych zbiorników. Możliwe będzie też dozowanie roztworu NaOCl do rurociągu tłocznego wody pompowanej do sieci.

Woda gromadzona w nowych zbiornikach wody czystej będzie pompowana do sieci wodociągowej (2 kierunki) przez istniejący zestaw hydroforowy z 3 pompami typu CR 90-2. Nieczynne pompy sieciowe zostaną zdemontowane.

Wody popłuczne z filtrów samopłuczających i z filtrów ciśnieniowych odprowadzane będą do nowego dwukomorowego odстойnika zlokalizowanego w północnej części terenu SUW Joanka. Oczyszczone wody popłuczne wprowadzane będą do studni zbiorczej i dalej do Kanału Trzcielińskiego. Osady gromadzone w odстойnikach będą okresowo usuwane i wywożone na składowisko. Docelowo w drugim etapie modernizacji SUW Joanka przewiduje się montaż pomp zatapialnych w studni zbiorczej celem zawracania oczyszczonych wody popłucznych do procesu oczyszczania.

5. Opis nowych obiektów i urządzeń koniecznych dla modernizacji SUW Joanka

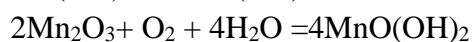
5.1. Część obliczeniowa

Filtry ciśnieniowe

Założenia procesowe

- Wydajność SUW Joanka 200 m³/h

Proces odmanganiania przebiegać będzie w filtrach odmanganiających zgodnie z następującymi reakcjami:



Najwolniej przebiega reakcja pierwsza, w której wymagany jest kontakt wody z masą katalityczną zawierającą związki manganu Mn⁴⁺.

Zalecany czas kontaktu wody ze złożem katalitycznym dla uzyskania wymaganego stopnia usunięcia manganu 3 min

Wymagana intensywność płukania filtrów pośpiesznych

- powietrzem 60 m³/m²h

- wodą 50 m³/m²h

Ilość filtrów pośpiesznych 4 szt. (ze względu na dostępność miejsca na hali technologicznej)

Przyjęto średnicę filtra 2400 mm

Powierzchnia filtracji 1 filtra 4,52 m²

Całkowita powierzchnia filtracji 18,08 m²

Szybkość filtracji $200/18,08 = 11,06 \text{ m/h}$

Wymagana wysokość warstwy katalitycznej $11,06 \cdot 3/60 = 0,55 \text{ m}$

Płukanie filtra:

a. Powietrze $60 \cdot 4,52 = 271 \text{ m}^3/\text{h}$ (4,5 m³/min)

- czas płukania powietrzem 5 min

b. Woda $50 \cdot 4,52 = 226 \text{ m}^3/\text{h}$

- Czas płukania wodą 7-8 min
- Zużycie wody do płukania $7,5 \cdot 226 / 60 = 28 \text{ m}^3$

Szacunkowa częstotliwość płukania filtrów ciśnieniowych

Zakłada się, że na filtrach ciśnieniowych usuwany będzie z wody mangan.

Ilość zatrzymanego osadu dwutlenku manganu w filtrach w ciągu cyklu filtracyjnego można obliczyć ze wzoru:

$$PM = v_f \cdot t_f \cdot Mn_o \cdot 1,6 \text{ g/m}^2$$

gdzie:

v_f - prędkość filtracji m/h

t_f - długość cyklu filtracyjnego h,

Mn_o - stężenie manganu w wodzie surowej g/m³

1,6 - współczynnik przeliczeniowy

Z powyższej zależności można wyliczyć zalecany czas trwania filtrocyklu:

$$t_f = PM / (v_f \cdot Mn_o \cdot 1,6)$$

Chłonność złoż filtracyjnych w stosunku do zawiesin określana jako ilość zawieszin zatrzymana w trakcie cyklu filtracyjnego przez jeden metr kwadratowy powierzchni filtracyjnej dla piasku kwarcowego przy jednoczesnym odżelazianiu i odmanganianiu wynoszą ok 1500 - 2250 g/m². W przypadku SUW Joanka dla usuwania manganu należy przyjąć chłonność filtrów na poziomie około 1500 g/m².

Średnie stężenie manganu w wodzie przy naprzemiennej eksploatacji studni S3 i S4 wynosi 0,15 mg/l.

Czas trwania cyklu filtracyjnego powinien wynieść około:

$$t_f = 1500 / (11,5 \cdot 0,15 \cdot 1,6) = 543 \text{ godz.} = \mathbf{23 \text{ dni}}$$

Odstojniki wód popłucznych

Poniżej obliczono szacunkową ilość popłuczyn powstających w SUW Joanka po modernizacji przy wydajności stacji 200 m³/h.

Ilość wód popłucznych z 1 filtra samopłuczającego 4 m³/h – 96 m³/d – 35040 m³/rok

Ilość wód popłucznych z wszystkich filtrów samopłuczających

$$4 \cdot 6 = 24 \text{ m}^3/\text{h} - 576 \text{ m}^3/\text{d} - \mathbf{210240 \text{ m}^3/\text{rok}}$$

Ilość wód popłucznych z 1 filtra ciśnieniowego 28 m³/płuk – 365/23*28 = 365 m³/rok

Ilość wód popłucznych z 4 filtrów ciśnieniowych 4*365 = **1460 m³/rok**

Sumaryczna roczna ilość wód popłucznych wyniesie: 210240 + 1460 = **211700 m³/rok**

Maksymalny chwilowy przepływ wód popłucznych do odстойnika

$$4 \cdot 6 + 226 = 250 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Poniżej obliczono szacunkową ilość osadu gromadzącego się w odстойniku wód popłucznych.

Ilość suchej masy osadu powstającego w ciągu roku można obliczyć następująco:

$$SM = V_p * 1,1 * (Fe_o * 1,9 + Mn_o * 1,6) \text{ [g/rok]}$$

gdzie:

V_p – roczna objętość wód popłucznych, m^3

1,1, 1,9, 1,6 – współczynniki

Fe_o – stężenie żelaza w wodzie surowej, g/m^3

Mn_o – stężenie manganu w wodzie surowej, g/m^3

Średnie stężenie żelaza w wodzie przy naprzemiennej eksploatacji studni S3 i S4 wynosi $5,25 \text{ g/m}^3$.

$$SM = 211700 * 1,1 * (5,25 * 1,9 + 0,15 * 1,6) = 1052000 \text{ g/rok} = \mathbf{1,05 \text{ t/rok}}$$

Można przyjąć, że uwodnienie osadów gromadzących się na dnie odстойników wyniesie 98% (sucha masa około 2%).

$$\text{Roczna objętość osadów wyniesie: } 1,05/0,02 = \mathbf{52,5 \text{ tony}}$$

Wymiary odстойnika popłuczyn

Przyjęto, że średni czas zatrzymania ścieków w odстойniku powinien wynieść minimum 3 godziny. Czas ten wystarcza do wyklarowania popłuczyn w wymaganym stopniu.

Przepływ godzinowy popłuczyn w czasie pracy filtrów samopłuczających wynosi $24 \text{ m}^3/\text{h}$. Zakłada się, że przerwa między kolejnymi płukaniem filtrów ciśnieniowych będzie nie krótsza jak 3 godziny.

Przepływ godzinowy popłuczyn w czasie płukania filtra ciśnieniowego $24 + 28 = 52 \text{ m}^3/\text{h}$

Dla zapewnienia czasu zatrzymania dla ścieków technologicznych wynoszącego 3 godziny wymagana pojemność czynna obu komór odстойnika powinna wynieść około 154 m^3 .

W okresie, kiedy filtry ciśnieniowe nie będą płukane czas zatrzymania ścieków w odстойniku wyniesie $154/24 = 6,4 \text{ godz.}$

5.2. Opis szczegółowy poszczególnych stopni procesu technologicznego

a. Blok napowietrzania wody

Opis prac modernizacyjnych obejmujących napowietrzanie wody został zamieszczony w opracowaniu „Uproszczona koncepcja technologiczna modernizacji SUW „Joanka”. Etap I. A”, grudzień 2022 r.

b. Filtry samopłuczające

Napowietrzona woda ze zbiornika wody surowej będzie przepływać grawitacyjnie na istniejący układ 6 filtrów samopłuczających typu DynaSand. W filtrach tych odbywać się będzie proces odżelaziania wody i częściowego usuwania jonu amonowego.

Powierzchnia jednego filtra wynosi 5 m^2 , a całkowita powierzchnia 6 filtrów 30 m^2 . Szybkość filtracji wstecznej wody (z dołu do góry) w filtrach wyniesie maksymalnie $6,67 \text{ m/h}$.

Proces płukania złóż filtracyjnych będzie odbywał się w płuczkach, do których piasek jest podawany pompami mamutowymi zasilanymi sprężonym powietrzem. Woda przefiltrowana odpływać będzie grawitacyjnie do starych zbiorników wody czystej ($2 \times 100 \text{ m}^3$).

Ilość popłuczyn odprowadzanych z filtrów samopłuczających wynosi około 10-12% nominalnej ilości uzdatnianej wody, t.j. ok. $24 \text{ m}^3/\text{h}$. Dobowa ilość popłuczyn z filtrów samopłuczających wyniesie maksymalnie $576 \text{ m}^3/\text{d}$. Odpływy popłuczyn w kierunku oczyszczania w dodatkowym filtrze samopłuczającym zostaną zaślepienie.

Wody popłuczne skierowane będą do nowego wspólnego kolektora (o średnicy nominalnej min. 125 mm), który będzie odprowadzał popłuczyny poza budynek stacji do nowego systemu kanalizacji technologicznej. Oczyszczanie wód popłucznych wspólnie ze ściekami z płukania filtrów ciśnieniowych odbywać się będzie w nowym odstoju.

W razie niezadowalających efektów usuwania z wody żelaza w filtrach samopłuczających będzie można wykorzystać siódmy filtr, który obecnie jest przeznaczony do oczyszczania wód popłucznych. Filtr ten należałoby przenieść na poziom 0 posadzki, na którym posadowione są obecnie pozostałe filtry. Do siódmego (rezerwowego) filtra należy dosypać piasek do wysokości takiej samej, jak w pozostałych filtrach i wpiąć filtr w system doprowadzania wody surowej i powietrza oraz odprowadzania wody przefiltrowanej i popłuczyn.

c. Pompownia pośrednia i płuczająca

Przewiduje się, że zasilanie odmanganiających filtrów ciśnieniowych w wodę oraz ich płukanie realizowane będzie przez ten sam zestaw pomp.

Wymagana wysokość podnoszenia wody przez pompy oszacowano następująco:

1. Filtracja

- Różnica poziomu wody w zbiornikach pośrednich i zbiornikach wody czystej
maksymalnie 6,2 m s.w.
- Opory filtracji maksym. 2,0 m s.w.
- Opory przepływu przez rurociągi ssawne przy $Q=200 \text{ m}^3/\text{h}$ ok. 0,4 m s.w.
- Opory przepływu przez rurociągi tłoczne przy $Q=200 \text{ m}^3/\text{h}$ ok. 0,9 m s.w.
- Sumaryczne opory przepływu maksymalnie **ok. 9,5 m s.w.**

2. Płukanie filtrów

- Różnica poziomu wody w zbiornikach pośrednich i filtrach maksym. 2,0 m s.w.
- Opory przepływu wody przez filtr przy płukaniu maksym. 4,0 m s.w.
- Opory przepływu przez rurociągi ssawne przy $Q=226 \text{ m}^3/\text{h}$ ok. 0,6 m s.w.
- Opory przepływu przez rurociągi tłoczne przy $Q=226 \text{ m}^3/\text{h}$ ok. 1,2 m s.w.
- Sumaryczne opory przepływu maksymalnie **ok. 7,8 m s.w.**

Proponuje się zastosowanie pomp wirowych normalnie ssących typ Grundfos NB 125-200/219 - 2 szt. (1 pracująca, 1 robocza) lub równoważnych.

Wydajność maksym. $230 \text{ m}^3/\text{h}$

Wysok. podnoszenia 12 m sł. wody

Moc silnika 11 kW

Wydajność pomp sterowana falownikami.

W czasie płukania filtra wodą proces filtracji przez pozostałe filtry będzie zatrzymany. Po zakończeniu płukania automatycznie uruchomiony będzie proces filtracji wody.

Pompownia pośrednia zlokalizowana będzie na istniejącym fundamencie po zdemontowaniu nieczynnych pomp sieciowych.

Do płukania filtrów ciśnieniowych powietrzem przewiduje się montaż dmuchawy o następujących parametrach:

- Typ dmuchawy bezolejowa;
- Wydajność 270 m³/h (4,5 m³/min)
- Spręż min. 700 mbar
- Wyposażenie obudowa dźwiękochłonna;
filtr ssania z wymiennym wkładem;
przyłącze elastyczne;
zawór bezpieczeństwa;
zawór zwrotny klapowy.

Proponowane rozwiązanie:

Dmuchawa typu Roots – LOTUS model DE 30/11.0/Z z obudową dźwiękochłonną i silnikiem o mocy 11,0 kW.

d. Blok II stopnia filtracji

Proces odmanganiania wody odbywać się będzie w filtrach ciśnieniowych wypełnionych złożem katalitycznym, stanowiących II stopień filtracji. Filtry te zasilane będą wodą po odżelazaniu w filtrach samopłuczających.

Przewiduje się zainstalowanie na hali technologicznej filtry ciśnieniowe 4 szt. o średnicy nominalnej 2,4 m. Filtry wykonane będą ze stali węglowej zabezpieczonej powłokami malarskimi. Wysokość części walcowej filtrów wyniesie ok. 2 m. Filtry posiadać będą drenaż grzybkowy z dyszami o szczelinach 0,5 mm zamontowanymi na płycie dennej.

Filtry wypełnione będą złożem filtracyjnym o następującym składzie:

- żwir kwarcowy 8-16 mm ok. 10 cm
- żwir kwarcowy 4-8 mm 10 cm
- żwir kwarcowy 2-4 mm 10 cm
- masa katalityczna Multiman 1-3 mm 60 cm
- piasek kwarcowy 0,8-1,4 mm 40 cm

Orurowanie filtrów wykonane będzie ze stali nierdzewnej 1.4301. Na przewodach tych zainstalowana będzie armatura z napędami pneumatycznymi.

Wydajność filtrów regulowana będzie przez przepustnice regulacyjne sprzężone z przepływomierzami. Uzdatniona woda kierowana będzie dalej do nowych zbiorników wody czystej.

f. Urządzenia kontrolno-pomiarowe

Do kontroli i sterowania procesem technologicznym przewiduje się zainstalowanie następujących nowych urządzeń:

- Przepływomierz elektromagnetyczny wody na przewodzie tłocznym pompowni pośredniej, 1 szt.;
- Przepływomierz elektromagnetyczny na przewodzie tłocznym pompowni sieciowej, 1 szt.;
- Przepływomierze elektromagnetyczne na odpływach wody przefiltrowanej z filtrów ciśnieniowych, 4 szt.;
- Czujnik ciśnienia na przewodzie tłocznym pompowni pośredniej, 1 szt.;
- Hydrostatyczne czujniki poziomu (zbiorniki wody czystej – stare, odстойniki popłuczyn), 4 szt.;

g. Odстойnik wód popłucznych i kanalizacja

Popłuczyny z płukania filtrów samopłuczających i filtrów ciśnieniowych odprowadzane będą oddzielnymi przewodami z budynku SUW do studzienki SP1 D1200 mm. Dalej ścieki przepływać będą nowym kolektorem D400 mm wykonanym z tworzywa PEHD SDR17 (PN10). Na dopływie do odстойnika ścieki będą rozdzielone w 2 studzienkach D1200 mm (SP3 i SP4), skąd wprowadzane będą do poszczególnych komór odстойnika. Na przewodach doprowadzających ścieki do komór odстойnika zamontowane będą zasuwki klinowe DN350 z kółkiem i przedłużką.

Zbiornik retencyjny (odстойnik) wód popłucznych zlokalizowany będzie po stronie północnej działki.

Prostokątny, dwukomorowy zbiornik o wymiarach w rzucie 10,0 m x (3,50 m x 2) (w świetle) i głębokości 2,75÷3,90 m będzie w większości zagłębiony w gruncie. Posadowienie zbiornika w formie szczelnej skrzyni żelbetowej - konstrukcja żelbetowa-monolityczna. Głębokość warstwy klarowania wyniesie 2,2 m, pojemność czynna pojedynczej komory 77 m³ (całkowita 154 m³). Pojemność części osadowej wyniesie: 13,2 m³.

Odpływ ścieków oczyszczonych z odстойnika będzie odbywał się przewodami D400 wyposażonymi w zasuwki klinowe lub przez przelew awaryjny D400. Osady wypompowywane będą z lejów osadowych na dnie odстойnika. Okresowo komory odстойnika będą opróżniane i czyszczone strumieniem wody z hydrantu.

W szczycie zbiornika (od strony przegłębienia) przewiduje się studnię zbiorczą ścieków oczyszczonych wykonaną z prefabrykowanych kręgów żelbetowych o średnicy ok. 3 m. Studnia zbiorcza o głębokości 2,85 m będzie przykryta pokrywą żelbetową z włazem. W przyszłości (etap II) w studni można umieścić pompownię do zawracania oczyszczonych ścieków do procesu uzdatniania. Studnia zbiorcza połączona będzie przewodem D300 ze studzienką na istniejącym kolektorze kanalizacyjnym odprowadzającym oczyszczone ścieki do kanału Trzcielińskiego.

h. Dezynfekcja wody

Przewiduje się dwustopniową dezynfekcję wody.

Pierwszy stopień dezynfekcji polegać będzie na działaniu promieni ultrafioletowych. Woda przefiltrowana po filtrach ciśnieniowych przepływać będzie przez istniejącą lampę UV. Na przewodzie doprowadzającym wodę do lampy zamontowany będzie by-pass z zamknięciem przepustnicami.

Za lampą UV do wody przefiltrowanej dozowany będzie podchloryn sodu. Dawka podchlorynu powinna zapewniać usunięcie patogennych mikroorganizmów i ochronę sieci wodociągowej przed wtórnym skażeniem.

Dodatkowo przewiduje się ułożenie przewodu podchlorynu z pomieszczenia reagentów do rurociągu wody kierowanej do zbiorników pośrednich i do rurociągu wody pompowanej do sieci wodociągowej. Okresowo przewiduje się równoczesne podawanie podchlorynu do wody przepływającej do zbiorników pośrednich celem ich dezynfekcji i do wody uzdatnionej. W okresach zwiększonego zapotrzebowania na chlor (lato) i wydłużonym czasie retencjonowania wody w zbiornikach wody czystej możliwe będzie dwustopniowa dezynfekcja (przed i po zbiornikach wody czystej).

i. Sieci międzyobiektowe

Sieci międzyobiektowe dla wody surowej, wody kierowanej do i ze zbiorników pośrednich, wody uzdatnionej pompowanej do i ze zbiorników wody czystej oraz wody pompowanej do sieci wodociągowej pozostają nie zmienione.

Nie zmienione będą też przewody odprowadzające wody opadowe i ścieki sanitarne.

W ramach modernizacji wykonana zostanie nowa kanalizacja odprowadzająca wody popłuczne do odстойnika i z odстойnika do istniejącego kolektora odprowadzającego ścieki do kanału Trzcielińskiego. Orientacyjny plan kanalizacji technologicznej przedstawiono na rysunku K-3. Na przewodach doprowadzających ścieki do odстойnika i odpływach z tego odстойnika przewiduje się montaż zasuw klinowych kołnierzowych krótkich DN350.

5.3. Wytyczne dla robót ogólnobudowlanych

Budynek stacji:

- przebudowa schodów do podestu (zgodnie z rysunkiem K-5);
- przykrycie zagłębienia w hali technologicznej kratami pomostowymi;
- zabezpieczenie antykorozyjne ścian hali technologicznej ze względu na przewidywane zwiększenie wilgotności powietrza po zastosowaniu systemu napowietrzania wody, wykonanie zabezpieczenia zgodnie z zaleceniami zawartymi w Ekspertyzie technicznej prof. dr hab. inż. A. Garsteckiego i dr inż. M Chybińskiego z listopada 2017 r.

Zbiorniki przejściowe (stare)

- czyszczenie ścian wewnątrz zbiorników, usuwanie odspojonych powłok;
- wykonanie napraw uszkodzonych powierzchni.

Na terenie SUW istnieją obecnie nawierzchnie utwardzone. Przewiduje się wykonanie dodatkowego utwardzenia dla obsługi odstojnika wód popłucznych, którego układ pokazano na rysunku K-3 (około 200 m²).

Przewiduje się wykonanie w/w utwardzonych dojazdów z kostki betonowej typu Behaton lub równoważna. Nawierzchnię należy zaprojektować tak, żeby możliwy był na niej ruch kołowy pojazdów w kategorii obciążenia ruchem KR1.

5.4. Bilans energetyczny SUW Joanka

Zasilanie w energię elektryczną stacji jest obecnie realizowane ze stacji transformatorowej słupowej z transformatorem 15 / 0,4 kV / 250 kVA.

Awaryjnie zasilanie realizowane jest z agregatu rezerwowego o mocy 350 kVA.

Bilans mocy urządzeń stacji istniejących i przewidywanych w ramach modernizacji etap I przedstawiono w poniższej tabeli. Sumaryczna moc szczytowa stacji po modernizacji nie przekroczy mocy istniejącego transformatora ani mocy agregatu. Dlatego w ramach modernizacji w I etapie przyjęto, że nie ma potrzeby wymiany transformatora i agregatu.

Tabela 2. Bilans mocy urządzeń wykorzystywanych w SUW Joanka

Lp.	Urządzenie	Ilość		Moc jedn., kW	Moc zainst., kW	Sposób pracy	Moc szczyt., kW	Uwagi
		Pracuj.	Rezer.					
Urządzenia istniejące								
1	Sprężarki WAN-NK 60	1	1	11	22	okresowy	11	
2	Pompy sieć. CR-2A	2	1	30	90	ciągły	60	
3	Lampa UV	1	0	2	2	ciągły	2	
4	Pompa popłucz. NB32-125/106	1	0	8,6	8,6	ciągły	0	Nieczynna
5	Pompa sieć. WILO BL 40/220-15/2	2	0	15	30	ciągły	0	Nieczynne
6	Pompa sieć. WILO BL 32/210-7,5/2	4	0	7,5	30	ciągły	0	Nieczynne
7	Mieszadło SCABA	1	0	1,1	1,1	ciągły	1,1	
8	Pompy głębinowe w studniach	2	3	22	88	ciągły	44	
9	Zestaw przygotow. i dozow. KMnO4	1	0	2	2	ciągły	2,2	
10	Pompy dozuj. NaOCl, DDC 6-4	1	1	0,24	0,48	ciągły	0,24	
11	Pozostałe (ośw., ogrzew., wentyl.	1	0	20	20	okresowy	20	
	Razem				294,18		140,54	
Urządzenia nowe								
12	Pompownia pośrednia NB 125-200/219	1	1	11	22	ciągły	11	Falowniki
13	Dmuchawa LOTUS model DE 30/11.0/Z	1	0	11	11	okresowy	11	
14	Wentylator Master DF 20P	1	0	0,11	0,11	ciągły	0,11	
15	Pompy dozuj. Koagul., DDC 15-10	1	1	0,24	0,48	ciągły	0,24	
16	AKPiA	1	0	2	2	ciągły	2	
	Razem				35,59		24,35	
	Suma istn. + nowe						164,89	

5.5. Wytyczne dla automatyki i sterowania stacją

Założeniem modernizacji jest wprowadzenie automatycznego monitorowania pracy stacji oraz zdalnego sterowania procesami technologicznymi i poszczególnymi elementami układu technologicznego oraz podłączenie wszystkich obiektów technologicznych SUW Joanka do istniejącej infrastruktury komunikacyjnej.

Po modernizacji zakłada się pracę obiektów w trybie:

- Sterowanie lokalne ręczne ze stacyjek zamontowanych przy urządzeniach (falowniki, przepustnice, zasuw, napędy itp.),
- Sterowanie awaryjne - sterowanie zdalne ręczne z pominięciem sterowników PLC (awaria sterownika) z poziomu rozdzielni AKPiA obiektu z możliwością kontroli istotnych parametrów technologicznych i stanu urządzeń wykonawczych,
- Sterowanie zdalne automatyczne – sterowanie wykonywane przez sterowniki PLC obiektów ze zdalnym nadzorem z poziomu systemu SCADA i panelu operatorskiego.

Obsługa zbiornika wody surowej i filtrów samopłuczających pozostaje bez zmian. Filtr samopłuczający, oczyszczającym popłuczyny z pozostałych filtrów oraz pompownia wód popłucznych będą wyłączone z eksploatacji.

Sterowanie ujęciem wody

Praca pomp w studniach ujęcia SUW Joanka sterowana będzie wartościami poziomu wody w zbiornikach pośrednich.

W warunkach, kiedy poziom wody będzie niższy od zadanego poziomu średniego pracują 2 studnie.

W przypadku, kiedy poziom wody będzie wyższy od poziomu średniego pracuje 1 studnia.

Kiedy poziom wody przekroczy wartość maksymalną studnie są zatrzymane.

Sterowanie pompownią pośrednią

Praca pompowni pośredniej sterowana będzie poziomem wody w zbiornikach wody czystej. Im wyższy poziom wody w zbiornikach tym szybkość obrotowa (regulowana falownikiem) będzie niższa. Po przekroczeniu poziomu maksymalnego pompownia zostanie zatrzymana.

W czasie płukania filtra ciśnieniowego szybkość obrotowa pompy ustawiona będzie tak, żeby zapewnić wymagany przepływ wody płuczającej (pomiar przez przepływomierz elektromagnetyczny).

Praca pompowni kontrolowana będzie równocześnie przez czujnik ciśnienia. W przypadku przekroczenia zadanej wartości ciśnienia zgłoszony będzie alarm, a w przy dalszym wzroście ciśnienia pompownia zostanie wyłączona.

Sterowanie pracą filtrów

Wydajność poszczególnych filtrów regulowana będzie przez układ: przepływomierz elektromagnetyczny i przepustnica regulacyjna. Przepływy wody przez wszystkie pracujące filtry będą wyrównane (równe ilorazowi sumarycznego przepływu wody przez filtry przez ilość pracujących filtrów, normalnie 4).

Płukanie filtrów uruchamiane będzie pod warunkiem upływu zadanego czasu filtracji, a poziomy wody w zbiornikach pośrednich i wody czystej są powyżej zadanych wartości.

Sterowanie dozowaniem podchlorynu sodu

Wielkość dawki podchlorynu sodu (do 1 m³) ustalana będzie przez operatora. Przepływ podchlorynu sodu przez pompkę dozującą będzie proporcjonalny do ustalonej dawki i sumy przepływów wody mierzonych przez przepływomierze na odpływach z filtrów ciśnieniowych.

Odprowadzenie wód popłucznych

Możliwe jest równoczesna i naprzemienna praca odstożników wód popłucznych. Przy pracy równoczesnej popłuczyny wprowadzane są do obu komór. Oczyszczone ścieki odpływać będą przelewami awaryjnymi. Przy pracy naprzemiennej po osiągnięciu poziomu maksymalnego w jednej komorze ścieki są wprowadzane do drugiej komory. Napełniona komora zostaje odstawiona do wyklarowania popłuczyn. Po wyklarowaniu otwiera się zasuwę spustową i odprowadza oczyszczone ścieki do odbiornika.

Po wypełnieniu leja osadowego osadami komora jest opróżniana, a osady odpompowywane przez pojazd asenizacyjny.

6. Szacunkowy kosztorys modernizacji SUW Joanka

Podstawą do wykonania wyceny modernizacji SUW Joanka było Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2004 r. w sprawie określenia metod i podstaw sporządzania kosztorysu inwestorskiego, obliczania planowanych kosztów prac projektowych oraz planowanych kosztów robót budowlanych określonych w programie funkcjonalno-użytkowym. Dz.U. 2004 nr 130 poz. 1389.

Koszty wykonania kosztorysu oparto na ofertach otrzymanych od dostawców urządzeń, materiałów, prac montażowo-budowlanych oraz cennikach urządzeń, materiałów, robocizny. Ceny ustalone w latach poprzednich aktualizowano do aktualnych uwzględniając stopy inflacji.

Ceny ustalone na podstawie ofert (firmy Dynamik Filtr Sp. J., Endress-Hauser Polska Sp. z o.o., TSP Ekosin Sp. z o.o.) i cenników (Kaczmarek Malewo Sp. J., Przedsiębiorstwo Komunalne Siemiatycze Sp. z o.o., <https://armaturamedium.pl>, <https://www.tim.pl>, <https://grundfos.com>), Ponadto niektóre pozycje cenowe ustalono na podstawie kosztorysów podobnych inwestycji.

Szacunkowe koszty inwestycji przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Szacunkowa wycena modernizacji SUW Joanka

Lp.	Pozycja	Ilość	Jedn.	Cena jedn.	Koszt netto
1	Pompownia pośrednia	2	szt.	32 000,00 zł	64 000,00 zł
2	Przetwornica częstotliwości	2	szt.	7 500,00 zł	15 000,00 zł
3	Dmuchawa	1	szt.	28 100,00 zł	28 100,00 zł
4	Filtr ciśnieniowy	4	szt.	90 000,00 zł	360 000,00 zł
5	Piasek do filtrów	20	tona	3 000,00 zł	60 000,00 zł
6	Masa katalityczna	25	tona	8 000,00 zł	200 000,00 zł
7	Orurowanie i armatura przy filtrach	4	kpl.	65 000,00 zł	260 000,00 zł
8	Pozycjonery na napędach pneum.	4	szt.	5 000,00 zł	20 000,00 zł
9	Przepływomierze DN100	4	szt.	11 300,00 zł	45 200,00 zł
10	Przepływomierz D200	2	szt.	13 900,00 zł	27 800,00 zł
11	Hydrostatyczne czujniki poziomu	4	szt.	4 780,00 zł	19 120,00 zł
12	Przetwornik wielokanał. dla sond	1	szt.	21 500,00 zł	21 500,00 zł
13	Przepustnice DN300 pneum	3	szt.	4 000,00 zł	12 000,00 zł
14	Przepustnice DN150 ręcz.	4	szt.	690,00 zł	2 760,00 zł
15	Rury s.n.	50	mb.	600,00 zł	30 000,00 zł
16	Zasuwy DN350	6	szt.	6 200,00 zł	37 200,00 zł
17	Studzienki D1200	4	szt.	8 500,00 zł	34 000,00 zł
18	Rury PEHD SDR17	82	mb.	593,00 zł	48 626,00 zł
19	Studnia D3000	1	szt.	30 000,00 zł	30 000,00 zł
20	Kratki pomostowe	10	m2	800,00 zł	8 000,00 zł
21	Powłoki w zbiornikach w. czystej	300	m2	200,00 zł	60 000,00 zł
22	Odstojnik popłuczyn	90	m3	3 200,00 zł	288 000,00 zł
23	Utwardzenie terenu	200	m2	600,00 zł	120 000,00 zł
24	Sterownik z osprzętem i oprogramowaniem	1	kpl.	40 000,00 zł	40 000,00 zł
25	Szafy zasilania el. I okablowanie	1	kpl.	10 000,00 zł	10 000,00 zł
26	Robocizna	1			417 826,50 zł
27	Etap A	1			69 690,00 zł
28	Rezerwa	20%			465 764,50 zł
29	Projekt, nadzór, rozruch	1			73 127,48 zł
	Suma				2 867 714,48 zł

7. Zalecenia dla czynności formalno-prawnych

1. Modernizacja Stacji Uzdatniania Wody "Joanka" wiąże się z koniecznością uzyskania zmiany wydanej decyzji środowiskowej oraz pozwolenia wodnoprawnego w zakresie poboru wody na cele zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia oraz w zakresie odprowadzania ścieków.
2. Zaleca się wykonanie badań geotechnicznych zlokalizowanych w miejscach posadowienia odstojnika wód popłuczynnych i kanalizacji ściekowej.
3. Realizacja inwestycji przebiegać będzie w oparciu o przygotowaną wyprzedzająco dokumentację projektową (projekt budowlany i projekty wykonawcze).

4. Budowa odстойnika wód popłucznych wymaga uzyskania decyzji o pozwoleniu na budowę.