

PROJEKT TECHNOLOGII UZDATNIANIA WODY SYSTEMEM IMT1Z6 W BUDYNKU STACJI UZADTANIA WODY W BIAŁOŚLIWIU

DORADZTWO – USŁUGI JOLANTA ŻUK

ul. Słowiańska 1

64-920 Piła

tel. +48 607 450 730

NIP 7641739754, REGON 386731813

konsultant.inzynier@gmail.com

.....
(podpis autora)

CZERWIEC 2022

Spis treści

System IMT1Z6 – podstawowe założenia.	5
Warunki hydrogeologiczne i jakość wód podziemnych.	10
Opis działania systemu filtrującego IMT1Z6.	14
Sposób działania płukania wstecznego.	17
System SCADA do wizualizacji i sterowania procesami technologicznymi.	18
Jakość wody w procesie uzdatniania.	25
Schemat IMT1Z6 na tle istniejącego budynku.	27
Aranżacja ustawienia kolumn filtracyjnych.	29
Schemat blokowy systemu filtrów IMT1Z6.	31
Schemat ideowy systemu filtrów IMT1Z6.	33
Rodzaje zastosowanych wyrobów, materiałów, preparatów z aktualnymi atestami higienicznymi systemu IMT1, IMT1ZX.	35
Określenie miejsca i przeznaczenia zastosowania materiałów, wyrobów, preparatów używanych w procesie uzdatniania i dystrybucji wody.	41
LITERATURA.	42

System IMT1Z6 – podstawowe założenia.

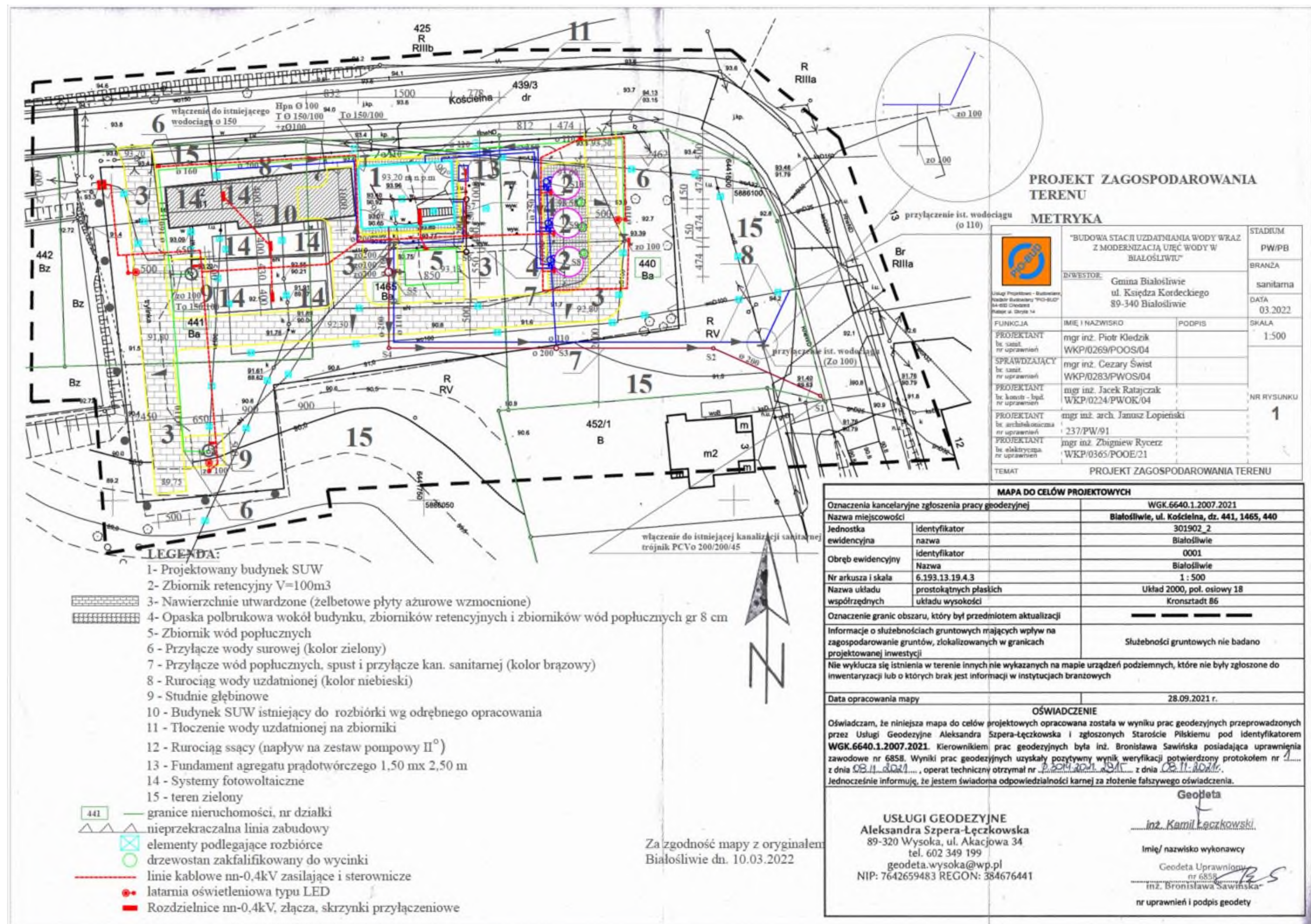
Przedmiotem niniejszego opracowania jest system uzdatniania wody IMT1Z6 (Z oznacza wersję zespoloną uzdatniacza IMT1, w której wykorzystano 6 kolumn filtracyjnych). Inwestorem jest Gmina Białosław ul. Kordeckiego 1, 89-340 Białosław. Zastosowanie przedmiotowej technologii przewidziane jest na działce o numerze ewidencyjnym: 1465, obręb Białosław, gmina Białosław, powiat pilski, województwo wielkopolskie (całość inwestycji obejmie również działki nr 440 i 441). Działki są własnością inwestora. Projektowana stacja uzdatniania wody (SUW) będzie składać się z ujęcia wody (trzy istniejące studnie głębinowe), nowego budynku SUW, trzech zbiorników wody uzdatnionej (100 m³), zbiornika wód popłucznych, rurociągów oraz urządzeń technologicznych. Modernizacja stacji uzdatniania wody polegać będzie również m.in. na instalacji systemu uzdatniania IMT1Z6, montażu dwóch pompowni II stopnia IMT3P (3x7,5 kW oraz 3x5,5 kW), wykonaniu odpowiednich przyłączy, systemu sterowania, instalacji fotowoltaicznej, rozdzielni elektrycznej, agregatu, ogrodzenia oraz kostki brukowej.



IMT1Z6 (zdjęcie poglądowe)

Przebudowa stacji zostanie wykonana w taki sposób, aby nie przerywać dostaw wody. W sytuacjach wyjątkowych Gmina Białosław zapewni dowóz wody pitnej beczkowozami.

Rozmieszczenie poszczególnych elementów SUW przedstawiono na poniższych rysunkach.



Uzyskana w omawianym systemie woda musi spełniać wymagania określone w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 7.12.2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Badania wody w studniach wykazują w największej liczbie przypadków przekroczenie mętności, żelaza i manganu. Woda taka powinna być poddana procesowi odżelaziania i odmanganiania. Powyższe jest niezmiernie istotne z uwagi na fakt, iż woda uzdatniona produkowana obecnie przez zamawiającego wykorzystuje technologie stosowane w latach 80-tych ubiegłego stulecia, a zużycie wody z omawianej stacji wzrosło w ostatnich latach. Funkcjonująca instalacja może być zatem z upływem czasu niewystarczająca dla spełnienia obowiązujących norm w szczególności przy zwiększonym zapotrzebowaniu. Zachodzi zatem konieczność zmiany stosowanej technologii, dzięki której inwestor sprzeda odbiorcom wodę w jakości przeznaczonej do spożycia przez ludzi.

Projektowana wydajność stacji uzdatniania wody ma wynosić $120 \text{ m}^3/\text{godz}$.

Dostępność do złoza filtrów następuje poprzez otwarcie zamków zatrzaskowych bocznych i zdjęcie przedniej osłony. W przypadku strumienia wody powyżej $50 \text{ m}^3/\text{h}$ prędkość przepływu wynosi więcej niż $0,2 \text{ m/s}$.

W stacji uzdatniania wody przewidziano kurki probiercze $\frac{1}{2}"$: jeden dla wody uzdatnionej kierowanej ze wszystkich filtrów, jeden dla wody surowej przed wpływem wody na filtry. Dodatkowo na studni znajduje się zawór czerpalny.

Warunki hydrogeologiczne i jakość wód podziemnych.

Gminne ujęcie wód podziemnych w miejscowości Białośliwie składa się z trzech studni wierconych ujmujących wody podziemne z utworów czwartorzędowych (studnia nr 1) oraz z utworów neogeńskich (studnia nr 2 oraz nr 3).

Czwartorzędowy poziom wodonośny na wysokości ujęcia rozpoznano w przedziale głębokości 34,9-39,0 m wierceniem studni nr 1 z 1968 r. Jest to poziom międzyglinowy na wysokości ujęcia o ustalonym współczynniku filtracji ok. $k=14,7$ m/d i przewodności warstwy ok. $T=60$ m²/d. Otworem ujęto:

- ✓ Studnia nr 1 - interwał 35,0-39,0 m filtrem o średnicy Ø388 mm. Ze studni uzyskano wody podziemne będące pod ciśnieniem naporowym subartezyjskim, stabilizujące poziom lustra wody na głębokości ok. 14,0 m p.p.t.,

Studnią podczas pompowania pomiarowego (końcowy stopień) uzyskano:

- ✓ Studnia nr 1 - $Q=40,5$ m³/h przy $s=16,4$ m,

Zatwierdzone zasoby ujęcia wynoszą $Q=31,0$ m³/h przy $s=16,4$ m,

Neogeński poziom wodonośny na wysokości ujęcia rozpoznano w przedziale głębokości 86,0-118,0 m wierceniem studni nr 2 z 1970 r. oraz 82,0-110,0 m wierceniem studni nr 3 z 1983 r. Jest to poziom mioceński na wysokości ujęcia o ustalonym współczynniku filtracji $k=3,6-3,8$ m/d i przewodności warstwy $T=84-115$ m²/d. Otworami ujęto:

- ✓ Studnia nr 2 - interwał 86,7-117,7 m filtrem o średnicy Ø338 mm (istnieją odcinki międzyfiltrowe). Ze studni uzyskano wody podziemne będące pod ciśnieniem naporowym subartezyjskim, stabilizujące poziom lustra wody na głębokości ok. 35,5 m p.p.t.,

- ✓ Studnia nr 3 - interwał 82,0-109,5 m filtrem o średnicy Ø340 mm mm (istnieją odcinki międzyfiltrowe). Ze studni uzyskano wody podziemne będące pod ciśnieniem naporowym subartezyjskim, stabilizujące poziom lustra wody na głębokości ok. 35,2 m p.p.t.,

Studniami podczas pompowania pomiarowego (końcowy stopień) uzyskano:

- ✓ Studnia nr 2 – $Q=64,0$ m³/h przy $s=16,4$ m,

- ✓ Studnia nr 3 – $Q=79,3$ m³/h przy $s=19,7$ m,

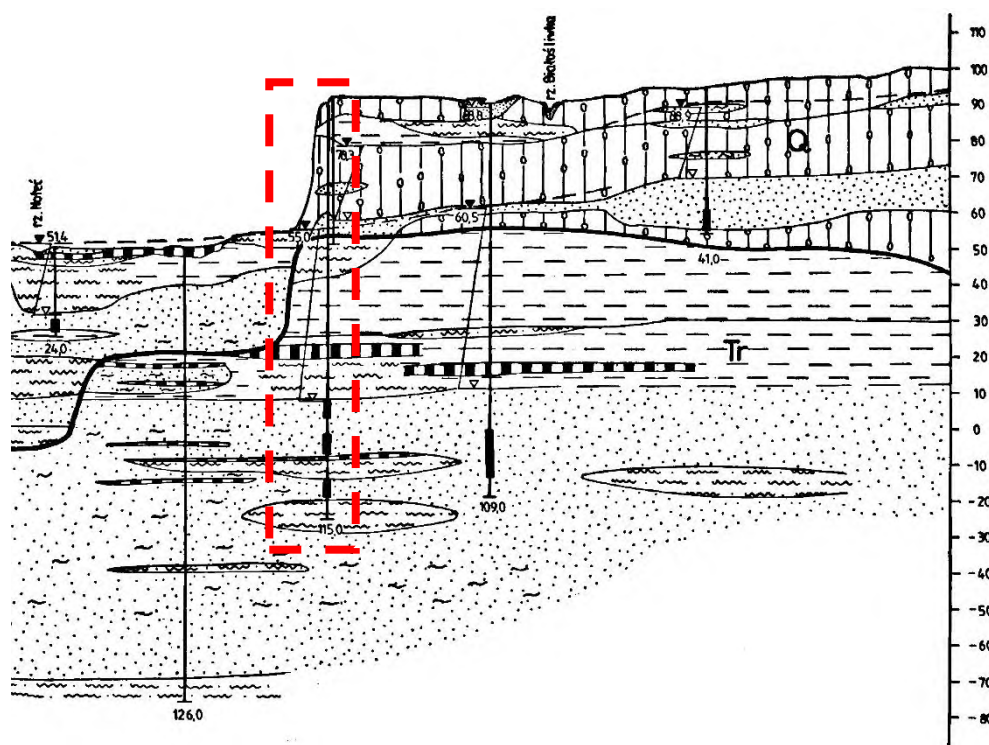
Zatwierdzone zasoby ujęcia wynoszą $Q=80,0$ m³/h przy $s=20,0$ m.

Ujęcie gminne w miejscowości Białośliwie nie jest zlokalizowane w granicach ustanowionych Głównych Zbiorników Wód Podziemnych. Zgodnie z Mapą Hydrogeologiczną Polski 1:50 000

ark. 315 Szamocin położone jest na terenie wydzielonej jednostki hydrogeologicznej 2cTrI o średnim module odnawialności $22 \text{ m}^3/\text{d}/\text{km}^2$ i średnim module zasobów dyspozycyjnych $22 \text{ m}^3/\text{d}/\text{km}^2$. Głównym użytkowym poziomem jednostki jest poziom mioceni z utworów neogennych ujęty m.in. studniami nr 2 oraz nr 3 ujęcia gminnego Białosławia. Poziom zbudowany jest z piasków drobno i średnioziarnistych. Przewodność mieści się w przedziale: poniżej 100 i 100 - 200 $\text{m}^2/24\text{h}$. Potencjalne wydajności studni kształtują się w przedziale od 30 do 50 m^3/h , a w rejonie Białosławia od 50 do 70 m^3/h . Utwory izolujące główny poziom jednostki od powierzchni terenu to gliny morenowe oraz iły trzeciorzędowe o łącznej miąższości 70 - 90 m, stąd przyjęto całkowitą izolację poziomu wodonośnego oraz bardzo niski stopień zagrożenia. Przepływ wód

w obrębie jednostki następuje z północy w kierunku południowym w kierunku Doliny Noteci stanowiącej regionalną bazę drenażu. Zasilanie jednostki odbywa się bezpośrednio poprzez infiltrację opadów z czwartorzędu. Podrzędny poziom w obrębie jednostki stanowi ten z utworów czwartorzędowych poziomu międzyglinowego ujęty studnią nr 1.

Warunki hydrogeologiczne ujęcia w Białosławiu prezentuje poniższa rycina:



Jakość wód podziemnych z ujęcia gminnego w Białosławiu przedstawiają wyniki badań uzyskanych na etapie wykonania studni. Wyniki wody surowej odniesiono względem klasyfikacji w rozporządzeniu Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019 poz. 2148) oraz rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia

**PROJEKT TECHNOLOGII UZDATNIANIA WODY SYSTEMEM IMT1Z6 W BUDYNKU STACJI UZADTANIA
WODY W BIAŁOŚLIWIU**

7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi
(Dz.U. 2017, poz. 2294):

Oznaczany parametr	Jednostka	Klasa jakości wód podziemnych					Studnia nr 1 (czwartorzęd)	Studnia nr 2 (neogen)	Studnia nr 3 (neogen)	Wymagania wody w sprawie jakości do spożycia
		Dobry stan chemiczny			Słaby stan chemiczny					
		I	II	III	IV	V				
Odczyn pH	[-]	6,5-9,5			<6,5 lub >9,5		7,3	7,2	7,2	6,5-9,5
Zasadowość ogólna	[mval/l]	nd	nd	nd	nd	nd	6,0	7,4	7,2	-
Utlenialność	[mval/l]	nd	nd	nd	nd	nd	2,5	5,5	2,9	-
Żelazo (Fe)	[mg/l]	0,2	1	5	10	>10	3,00	2,0	2,2	do 0,2
Mangan (Mn)	[mg/l]	0,05	0,4	1 ⁴⁾	1 ⁴⁾	>1	0,08	0,22	0,18	do 0,05
Wapń	[mg/l]	50	100	200	300	>300	-	151	-	-
Magnez	[mg/l]	30	50	100	150	>150	-	29	-	7-125
Jon amonowy (NH ₄)	[mg/l]	0,5	1,0	1,5	3	>3	0,26	-	0,36	do 0,5
Siarczany (SO ₄)	[mg/l]	60	250 ⁴⁾	250 ⁴⁾	500	>500	-	3	108	do 250
Chlorki (Cl)	[mg/l]	60	150	250	500	>500	13	12	14	do 250
Azotany (NO ₃) ^H	[mg/l]	10	25	50	100	>100	0,1	-	n.w.	do 50
Azotyny (NO ₂) ^H	[mg/l]	0,03	0,15	0,5	1	>1	0,005	-	n.w.	do 0,5
Sucha pozostałość	[mg/l]	nd	nd	nd	nd	nd	394	388	428	-

Objaśnienia:

- „nd” – nie dotyczy,
- „nw” – nie wykryto,
- „H” – element fizykochemiczny, dla którego nie dopuszcza się przekroczenia wartości granicznej przy określaniu klasy jakości wód podziemnych w punkcie pomiarowym,
- „4)” – brak dostatecznych podstaw do zróżnicowania wartości granicznych w niektórych klasach jakości wód podziemnych, przyjmuje się klasę o najwyższej jakości spośród klas posiadających tę samą wartość graniczną.

Klasy jakości wód podziemnych:

- klasa I – wody bardzo dobrej jakości
- klasa II – wody dobrej jakości
- klasa III – wody zadowalającej jakości
- klasa IV – wody niezadawalającej jakości
- klasa V – wody złej jakości

Klasy jakości I-III oznaczają dobry stan chemiczny wód podziemnych

Klasy jakości IV-V oznaczają słaby stan chemiczny wód podziemnych

Na podstawie w/w wyników wg. klasyfikacji stanu chemicznego wodę podziemną z utworów czwartorzędowych należy zaliczyć do dobrego stanu chemicznego ze względu na przekroczenia żelaza. W klasie I bardzo dobrej jakości mieszczą się parametry pH, chlorków, jonu amonowego, azotynów i azotanów. W klasie II dobrej mieści się oznaczenie manganu. W klasie III zadowalającej jakości mieści się oznaczenie dla żelaza.

Wodę podziemną z utworów neogeńskich należy zaliczyć również do dobrego stanu chemicznego. W klasie I bardzo dobrej jakości mieszczą się parametry pH, magnezu, jonu amonowego, chlorków, azotynów i azotanów. W klasie II dobrej mieści się oznaczenie manganu i siarczanów. W klasie III zadawalającej jakości mieści się oznaczenie dla żelaza i wapnia.

Odniesiono się również do wymogów jakie stawia rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2017 poz. 2294). Skład chemiczny wody podziemnej pod względem przekroczeń żelaza i manganu nie odpowiada warunkom obowiązującym dla wody pitnej.

Opis działania systemu filtrującego IMT1Z6.

Jednym z głównych elementów konstrukcyjnych uzdatniacza wody są zbiorniki bezciśnieniowe zaprojektowane przez firmę ImTechnika Sp. z o.o. Filtry wykonane są ze stali nierdzennej metodą spawania TIG lub MMA i przeznaczone są do obniżania wartości parametrów fizykochemicznych wody takich jak: żelazo, mangan, amoniak. Filtry działają na zasadzie napowietrzania i jednocześnie odgazowywana wody po przepłynięciu przez dysze rozpryskowe wykonane ze stali nierdzewnej, która następnie trafia na złoża filtracyjne w postaci żwiru o różnej granulacji. Na rysunkach przedstawiono cztery typy złożów filtracyjnych, tj.:

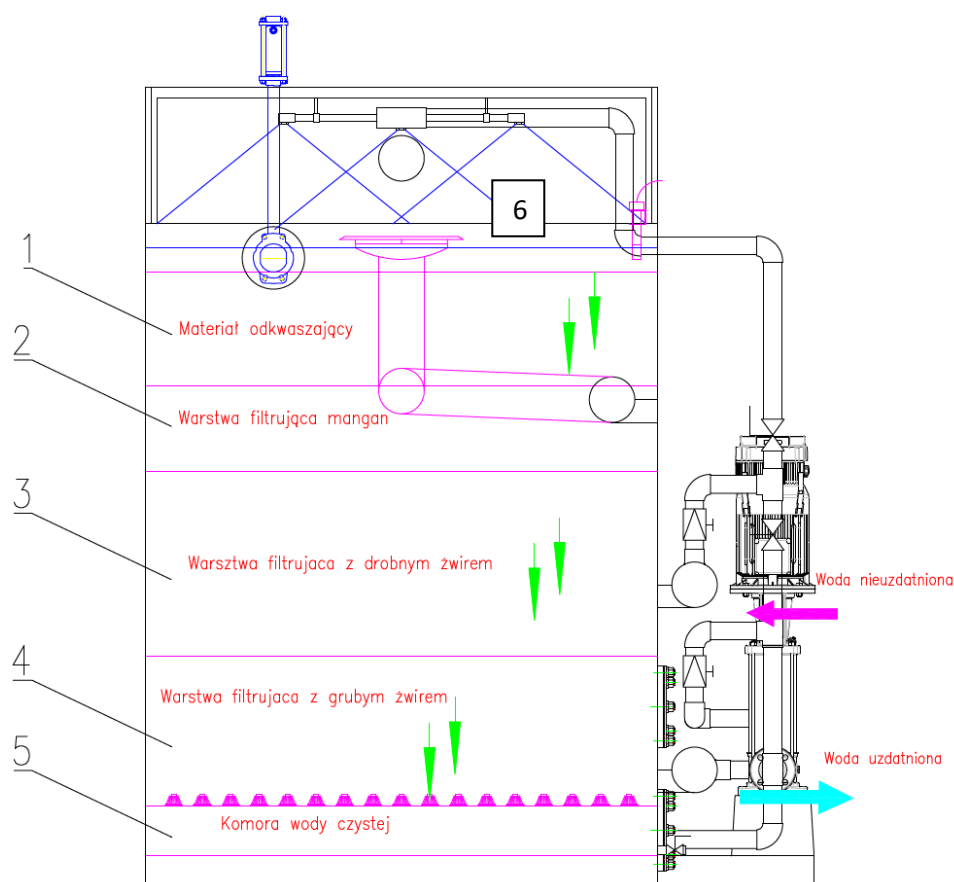
1. Masa aktywna L-1
2. Złoże katalityczne G-1
3. Filtr z drobnym żwirem (wielkość ziarna: 0,71-1,25mm).
4. Filtr ze żwirem gruboziarnistym (wielkość ziarna 3,15-5,6mm).

Praca urządzenia odbywa się w zakresie ciśnień 0 – 10 bar zarówno w armaturze wody surowej jak i uzdatnionej. Surowa woda studzienna podawana jest pod ciśnieniem przez zainstalowaną w studni pompę głębinową, która sterowana jest przez wyłącznik perystaltyczny lub inwerter z czujnikiem ciśnieniowym. Woda nieuzdatniona kierowana jest na system filtrów żwirowych i tam jest oczyszczana. Po przepłynięciu przez filtry woda kierowana jest do trzech zbiorników retencyjnych, każdy o pojemności 100 m³ bądź do sieci. Na rurach przepływowych kierujących wodę z filtrów zainstalowano m.in. pompę dozującą podchloryn sodu.

Wody popłuczne są z kolei kierowane do osadnika wód popłucznych.

Uzdatniacz wody IMT1Z6 stosowany do wytwarzania wody pitnej i przemysłowej lub wody użytkowej oczyszcza wodę z manganu, żelaza i amoniaku w sposób naturalny - bez użycia chemii.

Schemat przepływu wody w uzdatniaczu oraz zaprojektowane do zastosowania złoża.



Materiał filtra składa się z czterech warstw:

1. MASA AKTYWNA L-1
2. ZŁOŻE KATALITYCZNE G-1
3. Filtr z drobnym żwirem (wielkość ziarna: 0,71-1,25mm).
4. Filtr ze żwirem gruboziarnistym (wielkość ziarna 3,15-5,6mm).
5. Gdy woda przejdzie przez wszystkie warstwy, będzie przenikać do komory z wodą czystą.
6. Miejsce natleniania się mieszaniny utleniającej związki zawarte w wodzie surowej

Woda przedostaje się przez żwir filtracyjny. Wytrącone cząsteczki zostają zatrzymane na wierzchu żwiru filtrującego.

Materiał filtrujący jest dobierany indywidualnie w zależności od jakości wody.

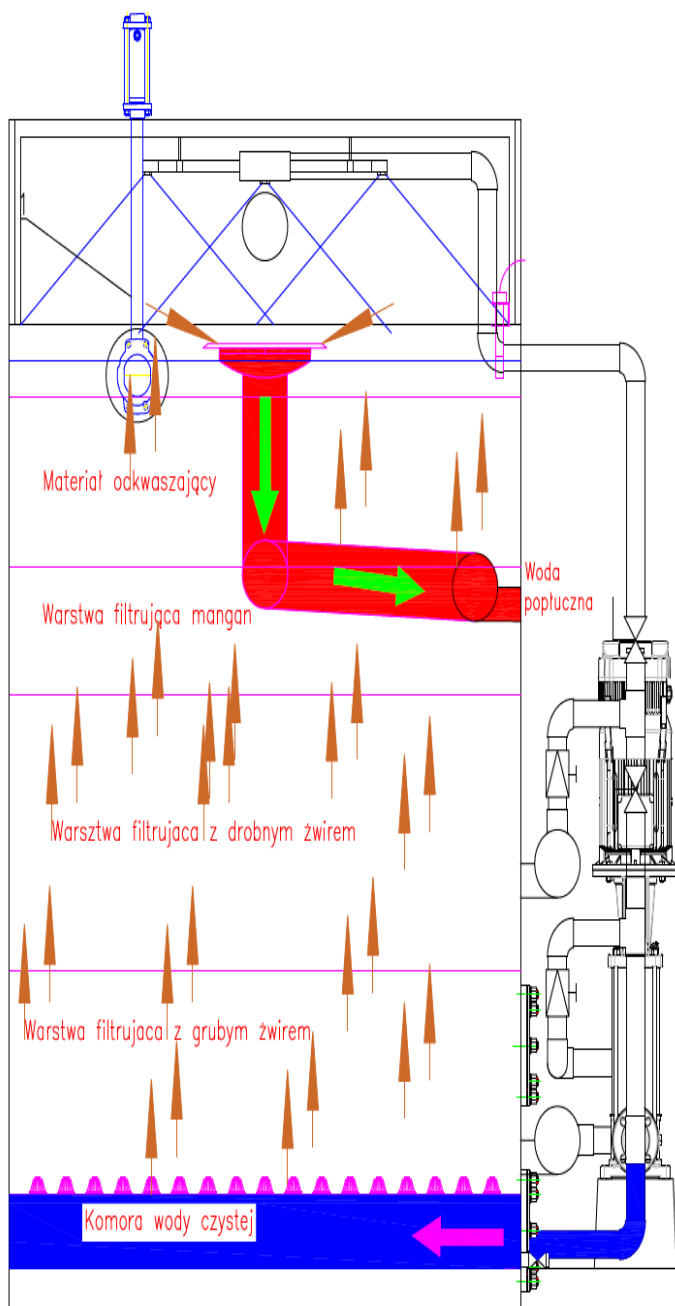
W wodach głębiowych pozyskiwanych ze studni wierconych prawie w 99 % przypadków są przekroczone wartości żelaza, manganu i amoniaku. Dostarczenie do wody dużej ilości tlenu powoduje, że żelazo i mangan zaczynają się utleniać i następnie wytrącać jako cząstki stałe. Dodatkowym wynikiem tego rozwiązania jest doskonałe ułatwienie się związków amoniaku poprzez odgazowywanie na skutek gwałtownego rozprężania na wylocie z dyszy. Dodatkowym wsparciem dla tego typu systemów jest zastosowanie złóż katalitycznych oraz mas aktywnych, które powodują jeszcze większą skuteczność filtracji, tak jak to jest w przypadku manganu. Dzięki dużej ilości tlenu na dyszy rozpylającej, zainstalowanej w zbiorniku filtracyjnym, rozpuszczone w wodzie żelazo dwuwartościowe zostaje przekształcone na żelazo trójwartościowe. W trakcie procesu utleniania cząstki

żelaza koagulują i są odfiltrowywane w warstwie żwiru. Przefiltrowana woda przepływa w dnie do komory wody czystej i jest gotowa do użycia.

Wyjaśnienie: Uzdatniacz wody IMT1ZX (X to liczba kolumn filtracyjnych) jest powieloną wersją zespawaną w jeden większy element uzdatniacza IMT1, którego zasada działania nie wymaga dodatkowego omówienia. Pojedynczy uzdatniacz IMT1 jest zdolny oczyścić od 14 do 28 m³ wody na godzinę. Zastosowanie układu zespolonego uzdatniacza IMT1ZX oznacza zwiększenie wydajności systemu nawet do 120m³/h. Zaleca się aby stosować maksymalnie 6 zespolonych uzdatniaczy z uwagi na ciężar i gabaryty urządzenia.

Sposób działania płukania wstecznego.

Odfiltrowane osady są regularnie wypłukiwane z filtra.



Instalowane złoże w uzdatniaczu wody IMT1 oraz IMT1ZX mają zdolności regeneracyjne bez użycia środków chemicznych. W tym celu na komorę wody czystej instalacji filtracyjnej równomiernie działa ciśnienie własne wytworzone przez zbiornik czystej wody. Przez dysze płukania wstecznego rozmieszczone na całym dnie woda czyszcząca równomiernie przepływa przez materiał filtracyjny. Ziarna żwiru filtracyjnego są lekko unoszone i podczas płukania lekko ocierają się o siebie jednocześnie pozbywają się osadu. W ten sposób cały słup wody brudnej zostaje ostrożnie wyprowadzony z elementu filtracyjnego do góry ze wszystkimi osadami i wypłukany z instalacji przelewowej i trafia do kanalizacji. Płukanie wsteczne odbywa się z reguły w sposób całkowicie automatyczny, może jednak zostać wykonane ręcznie.

System SCADA do wizualizacji i sterowania procesami technologicznymi.

Głównym zadaniem SCADA jest wizualizacja procesu w tzw. czasie rzeczywistym oraz umożliwienie ingerencji w proces – sterowanie poszczególnymi elementami wykonawczymi, zadawanie parametrów, zmiana nastaw – z poziomu operatora mającego do dyspozycji stację komputerową.

System składa się z następujących elementów:

- **źródła danych** (komputery przemysłowe, sterowniki PLC, inteligentne czujniki, moduły wejścia/wyjścia itp.) – dane mogą być dostarczane w sposób bezpośredni – aplikacja łączy się zdalnie bezpośrednio z urządzeniem, lub w sposób pośredni z wykorzystaniem różnego rodzaju mediów tj. porty komunikacyjne RS232/485/422, TCP, UDP i protokołów transmisji danych tj. Modbus RTU, Modbus TCP, S7 ISOTCP itp.
- **dedykowanej aplikacji** tworzonej na potrzeby danego projektu zawierającej bloki graficzne i funkcjonalne zorganizowane w taki sposób aby odwzorować jak najlepiej system/ciąg technologiczny który będzie nadzorowany i sprawić aby sterowanie poszczególnymi elementami było intuicyjne.

Całość systemu wraz z wszystkimi podzespołami zainstalowano w elektrycznej rozdzielni głównej Stacji Uzdatniania Wody (SUW).



Rozdzielnia główna SUW

Dane dostarczone do systemu SCADA są wykorzystywane w różny sposób, od podstawowego zadania wizualizacji procesu, poprzez zgłaszanie komunikatów alarmowych, archiwizację, do raportowania i analizy danych. Komunikaty alarmowe są kolejnym kluczowym elementem systemu SCADA, dają one operatorowi szybką informację o miejscu i typie błędu, który wystąpił w trakcie prowadzenia procesu. Wymuszają jednocześnie reakcję obsługi instalacji na zaistniałą sytuację. Błędy mogą być zgłaszane bezpośrednio w aplikacji jak i z wykorzystaniem komunikatów SMS (możliwość zdefiniowania dowolnej ilości nr końcowych) oraz poczty elektronicznej e-mail.

Poniżej opisany został przykładowy system SCADA wdrożony w Stacji Uzdatniania Wody oferowany przez IMTechnika.

System został wykonany z wykorzystaniem:

- sterowników PLC SIEMENS LOGO (panel sterowniczy i intuicyjny wyświetlacz, interfejs umożliwiający dołączanie modułów zewnętrznych oraz modułu pamięciowego (Card) i kabla połączeniowego do PC, wbudowane funkcje, np.: opóźnione zał/wyłącz, przekaźnik impulsowy, przełącznik programowalny, timer, binarne i analogowe znaczniki stanu, port Ethernet, wbudowany Web serwer dla wszystkich jednostek podstawowych, siedem modułów wejść/wyjść cyfrowych i trzy analogowe, zdalna komunikacja przez sieć komórkową)
- modem GSM w technologii LTE z wbudowanym przemysłowym routerem dostępowym (wraz z zewnętrzną anteną kierunkową wzmacniającą sygnał) ,
- modułów wejścia/wyjścia ,
- cyfrowych czujników temperatury i wilgotności ,
- modułami rozszerzeń (zwiększenie liczby wejść powiadomień SMS),
- modułami wykonawczymi (moduły przekaźnikowe),
- zasilanie (dedykowane zasilacze przemysłowe niskoprądowe wraz z zasilaniem awaryjnym UPS).

PROJEKT TECHNOLOGII UZDATNIANIA WODY SYSTEMEM IMT1Z6 W BUDYNKU STACJI UZADTANIA
WODY W BIAŁOŚLIWIU



Sterowniki logiczne SIEMENS LOGO.

Zainstalowane moduły wejścia/wyjścia posiadają szeroki zakres zastosowań.



Przepływomierz ENKO

W celu dopasowania poziomów napięć oraz sterowania wyjściami zostały wykorzystane moduły przekaźnikowe.

Poprzez aplikację dokonano odczytu danych (wraz z za sterowaniem) od urządzeń zainstalowanych w SUW tj.: falowników pomp, układów dozowania odczynników – pompa dozująca środek dezynfekujący, sterylizator wody UV itp.



System sterownia pracą filtrów



Falowniki

Komunikację pomiędzy urządzeniami wykonano z zastosowaniem transmisji RS485 i protokołu komunikacyjnego Modbus RTU.

Odczyt poziomu wody w studniach zrealizowany został przy użyciu sond hydrostatycznych oraz modułów wejść analogowych w zakresie 0-20mA. Komunikacja pomiędzy modułami zainstalowanymi w studniach a modułem kontroli w SUW wykonano przy użyciu okablowania światłowodowego przy użyciu konwerterów sygnału SM 1310nm na RS485

(w przypadku odległości do 100 m jest stosowana komunikacja LAN). Odczyt danych (oraz sterowanie) można dokonać na odcinku nawet do 10 km.



Pomiar studni głębinowych.

W celu zabezpieczenia i podtrzymania pracy całego systemu SCADA zastosowany został UPS zasilający najważniejsze składowe systemu w tym zasilacze przemysłowe zasilające komputer, router, monitor, karty wejść/wyjść, czujniki.

System wyposażono w raporty pracy podzespołów.

Okno systemu SCADA (dla SUW Białosławie wygląd okna analogiczny):

START

Plik Pompownia Archiwum Wykresy Alarmy Pomoc

IMT IMTechnika - Twój profesjonalny partner w dziedzinie uzdatniania wody

Studnia nr	4	2/1	5	Poz.zbiornika	4,46 mH2O		Surowa	Uzdatniona	Lampa UVC Woda: 548,6
Stan pracy	STOP	STOP		Ciśnienie sieć	4,34 bar	Licznik Godzina	0 m3	0 m3	Dozownik dawka: 5 <input type="text"/> Zmień
Zgoda pracy	ODMÓW	ODMÓW	ODMÓW	Pompa Dozująca	STOP	Licznik Dzień	572 m3	414 m3	PLC Filtr 1
Ciśnienie	0,11 bar	0,12 bar		Zb. dezynfekcja	W NORMIE	Licznik Miesiąc	23028 m3	17522 m3	PLC Filtr 2
Natężenie prądu	0,00 A	0,00 A		Went. Popłuczne	STOP	Licznik Kwartał	50284 m3	39439 m3	PLC Filtr 3
Częstotliwość	0,00 Hz	0,00 Hz		Zgoda pracy	ODMÓW	Licznik Główny	92883 m3	77061 m3	PLC Studnia S4
Moc	0,00 kW	0,00 kW		Oświetlenie	STOP	Przepływ	0 m3/h	0,0 m3/h	PLC Studnia S2/1
Napięcie	0,00 V	0,00 V		Zasuwa Zbiorniki	CLOSE		Stan licznika	Przeływ	
Poziom lustra/do pompy	-8,94m / 5,06m	-9,00m / 9,00m		Zgoda pracy	ODMÓW	Sieć	10 m3	0,0 m3/h	
Przepływ	0,00 m3/h	0,00 m3/h		Zasuwa Manual	ZAMKNIJ	Popłuczne	15722 m3		
Stan licznika	50654 m3	42229 m3		Went. Budynek	PRACA				
ON/OFF	START	START	START	W.Budynek M.	STOP				
Obudowa		ZAMKNIĘTA		Lampa UV-C	STOP				

Filtr nr	1	2	3	4	5
Zgoda pracy	PRACA	PRACA	PRACA	PRACA	PRACA
ON/OFF	STOP	STOP	STOP	STOP	STOP
Ciśnienie	0,05 bar	0,03 bar	0,04 bar	0,23 bar	0,04 bar
Częstotliwość	0,00 Hz	0,00 Hz	0,00 Hz	0,00 Hz	0,00 Hz
Natężenie prądu	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A
Moc	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW	0,00 kW	0,0 kW
Napięcie	0,00 V	0,00 V	0,00 V	0,00 V	0,00 V
Przepływ	7,00 m3/h	5,00 m3/h	7,00 m3/h	0,00 m3/h	0,00 m3/h
Podciśnienie	1,50 mH2O	1,20 mH2O	1,60 mH2O	1,30 mH2O	1,20 mH2O
Stan wody	BRAK WODY	BRAK WODY	BRAK WODY	BRAK WODY	BRAK WODY
Temperatura	28°C / 11°C	26°C / 11°C	27°C / 11°C	24°C / 11°C	27°C / 11°C
Zawór płukania	ZAMKNIĘTY	ZAMKNIĘTY	ZAMKNIĘTY	ZAMKNIĘTY	ZAMKNIĘTY
Płukanie ręczne	START	START	START	START	START
Stan płukania	Harmonogram	Harmonogram	Harmonogram	Harmonogram	Harmonogram

PLC Filtr 3: OK

Jakość wody w procesie uzdatniania.

W procesie uzdatniania wody zostanie użytych sześć kolumn filtracyjnych. Jeden filtr jest zdolny uzdatniać przeciętnie około 20 m³ wody na godzinę. Wydajność stacji będzie wynosiła ok. 120 m³ na godzinę. Każdy filtr będzie płukany w zależności od ilości uzdatnionej wody (maksymalna częstotliwość płukania – 1 raz na dobę) w cyklu trwającym około 11 minut. W trakcie płukania filtrów będzie generowana niewielka ilość wód popłucznych odprowadzanych do osadnika, a następnie do kanalizacji sanitarnej inwestora.

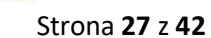
Dnia 3 czerwca 2022 r. w laboratorium polowym firmy ImTechnika Sp. z o.o. wykonano testy systemu wody w oparciu o proces laboratoryjny w filtrze skonstruowanym na potrzeby sprawdzenia jakości uzdatniania systemu IMT1, IMT1ZX. W poniższej tabeli przedstawiono wyniki składu chemicznego wody po przepłynięciu przez filtry z prędkościami przepływu znacznie przekraczającymi prędkości w warunkach technologicznych uzyskano następujące wyniki wody:

Lp.	Kierunek badań	Jednostka	Wynik	Niepewność rozszerzona"	Wartość dopuszczalna	Identyfikator metody badawczej	Miejsce wyk. badań	Status metody
1	Barwa Metoda spektrofotometryczna	mg/l	6	± 1	-	PN-EN ISO 7887:2012 met. C	ś	A, R
2	Mętność Metoda nefelometryczna	NTU	0,16	± 0,02	1	PN-EN ISO 7027:2003 pkt 6	ś	A, R
3	PH Metoda potencjometryczna	-	6,8	± 0,1	6.5-9.5	PN-EN ISO 10523:2012	ś	A, R
4	Przewodność elektryczna właściwa w temperaturze 25 ⁰ C Metoda konduktometryczna	pS/cm	308	± 1	2500	PN-EN 27888:1999	ś	A, R
5	Zapach Metoda uproszczona parzysta, wyboru niewymuszonego	TON	25 °C akceptowalny <1	-	akceptowalny	PN-EN 1622:2006	ś	A, R
6	Jon amonowy Metoda spektrofotometryczna	mg/l	0,2	± 0,020	0.50	PN-C-04576-4:1994	ś	A, R

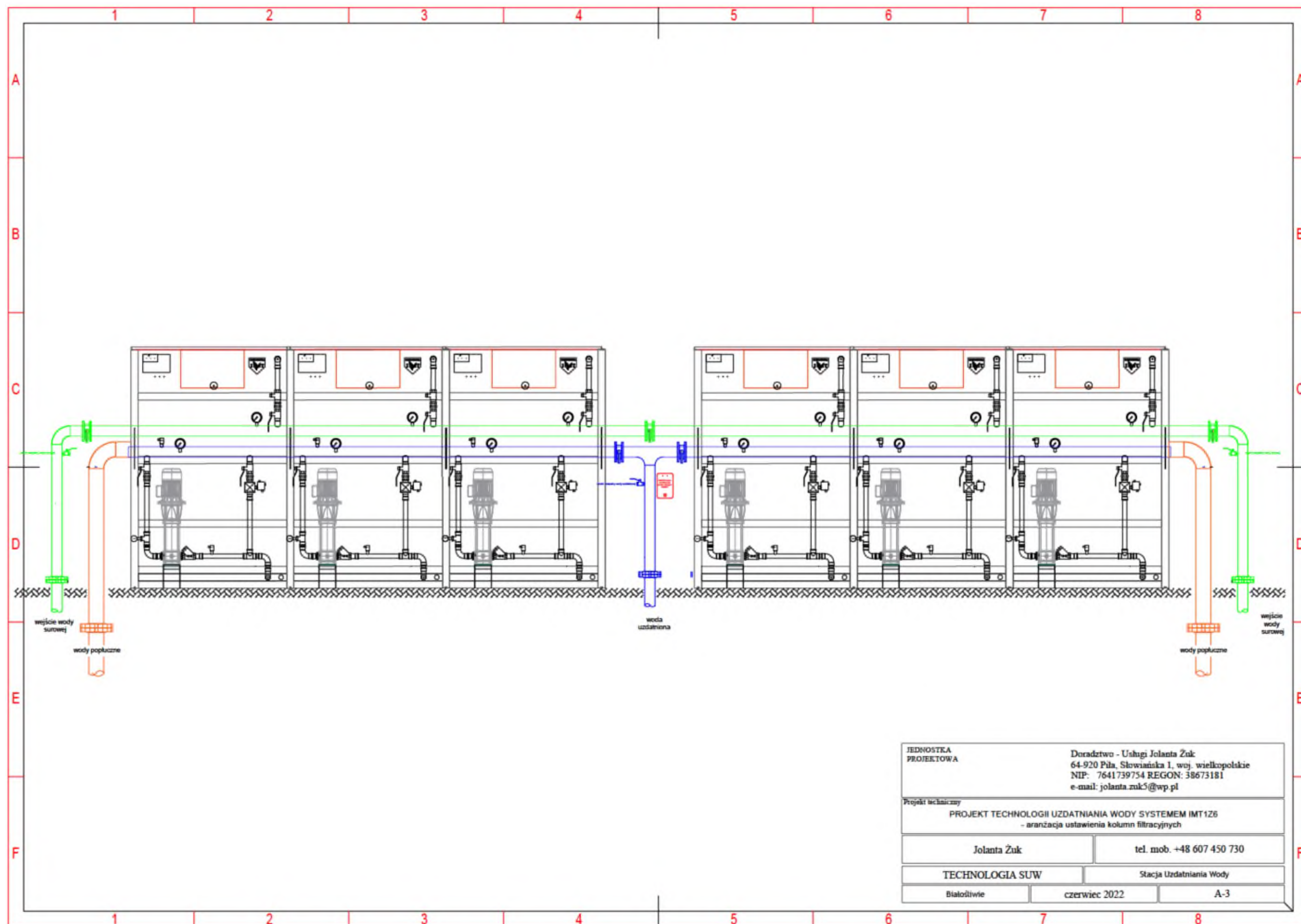
PROJEKT TECHNOLOGII UZDATNIANIA WODY SYSTEMEM IMT1Z6 W BUDYNKU STACJI UZADTANIA
WODY W BIAŁOŚLIWIU

7	Azotany Metoda spektrofotometryczna	mg/l	<0,40	-	50	PN-82/C-04576/08	ś	A, R
8	Azotyny Metoda spektrofotometryczna	mg/l	<0,010	-	0.50	PN-EN 26777:1999	ś	A, R
9	Mangan Metoda spektrofotometryczna	mg/l	0,01	± 2	50	PN-C-04590-03:1992	ś	A, R
10	Żelazo Metoda spektrofotometryczna	µg/l	110	± 18	200	PN-ISO 6332:2001 pkt 7.1.1 PN-ISO 6332:2001/A.p 1:2016-06	ś	A, R
11	Sucha pozostałość Metoda wagowa	mg/l	150	± 33	-	PN-78/C-04541 pkt 4.1	ś	A, R

Jak widać w zamieszczonej tabeli woda po uzdatnieniu daje dobre wyniki jakościowe. Układ pracy polega na tym, że woda z pompy głębinowej podawana jest do systemu dysz napowietrzających i dalej na baterię filtrów żwirowych. Dysze napowietrzające znajdujące się nad filtrem żwirowym służą do natleniania związków żelaza i manganu zawartych w uzdatnianej wodzie i stanowią nieodzowny element SUW. Proces filtracji prowadzony jest na filtrach zbiornikowych z zasypem kwarcowo-katalitycznym. Miąższość poszczególnych warstw złoża stanowi tajemnicę handlową przedsiębiorstwa. Pionowe zbiorniki filtracyjne stanowią zasadniczą część stacji uzdatniania wody, a wszystkie materiały posiadają stosowne atesty. Po wypełnieniu złożem filtracyjnym i połączeniu z dyszą napowietrzającą służą do usuwania związków żelaza i manganu zawartych w wodzie.

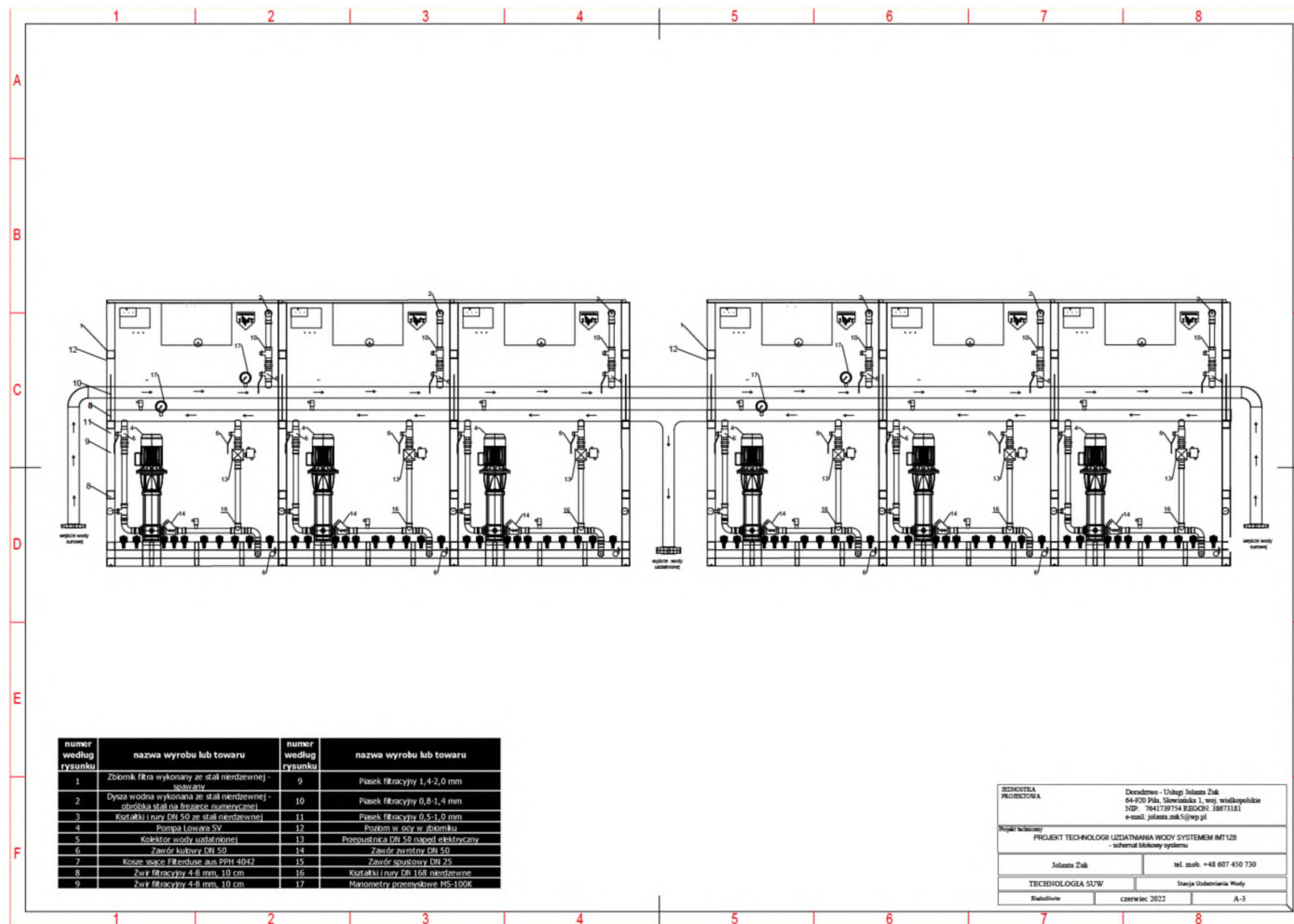


Aranżacja ustawienia kolumn filtracyjnych.

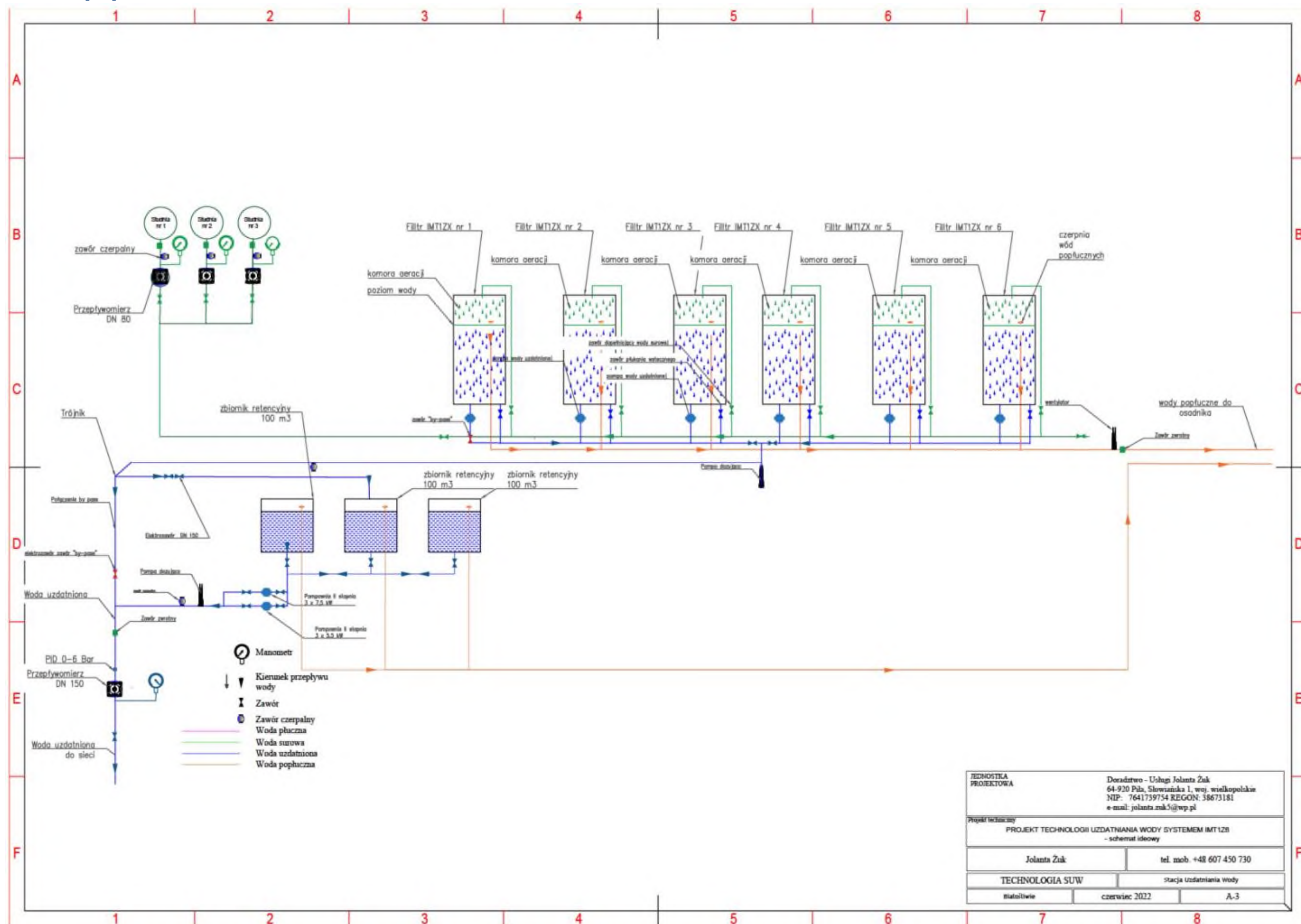


Schemat blokowy systemu filtrów IMT1Z6.

Wszystkie materiały użyte do budowy stacji uzdatniania wody są zgodne z oznaczeniami na rysunkach i wykazach materiałowych.



Schemat ideowy systemu filtrów IMT1Z6.



Rodzaje zastosowanych wyrobów, materiałów, preparatów z aktualnymi atestami higienicznymi systemu IMT1, IMT1ZX.

L.p.	nazwa wyrobu lub towaru	numer zaświadczenia (atestu)/ deklaracji zgodności	data wydania	producent/dystrybutor	informacje dodatkowe	Materiał
1	Uzdatniacz wody IMT1, IMT1Z	B-BK-60210-0329/20	6.02.2020	IMTechnika Sp. z o.o.	do produkcji i poprawy jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi	zbiornik filtra, dyszę wodną, kształtki i rury ze stali nierdzewnej, pompę Lowara SV, kolektor wody uzdatnionej, złoża filtracyjne: żwir gruby i drobny, złoża katalityczne G-1, masę aktywną L-1; przepustnice; zawory, inne elementy wg deklaracji producenta
2	Przepływomierz	B-BK-60210-0431/20	21.05.2020	ENKO-POMIAR Sp. z o.o.	pomiaru objętości medium, w tym wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi	stal nierdzewną, tytan, tantal, Hastelloy C-276, PTFE, Vulkodurit 1250, Linagard FG i inne materiały zgodnie z deklaracją producenta
3	Manometr	B-BŻ-6071-139/20/D	5.10.2020	APLISENS S.A.	pomiaru ciśnienia lub poziomu wody przeznaczonej do spożycia oraz mediów w przemyśle spożywczym	1. Stal nierdzewna gat.1.4404 wg DIN (316L wg AISI) (przyłącza procesowe typ: M, P, G1/2, GP, 1/2"NPT, RM, RG, G1/4, CM 30x2, CG1, CG 1/2), CG1-S38, P, C; stop Hastelloy C276lub stal nierdzewna gat. 1.4404 wg DIN (membrana pomiarowa); PTFE, EPDM (uszczelki) 2. Stal nierdzewna gat.1.4404 wg DIN (316L wg AISI) (przyłącze procesowe typ M, G 1/2) 3. Stal nierdzewna gat. 1.4404 wg DIN (316L wg AISI) (separatory membranowe); Hastelloy C216 lub stal nierdzewna gat 1.4404 wg DIN (membrana pomiarowa), PTFE, EPDM, silikon (uszczelki)



NARODOWY INSTYTUT ZDROWIA PUBLICZNEGO - Państwowy Zakład Higieny
NATIONAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH - National Institute of Hygiene

ZAKŁAD BEZPIECZEŃSTWA ZDROWOTNEGO ŚRODOWISKA
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL HEALTH AND SAFETY

ATEST HIGIENICZNY

B-BK-60210-0329/20

HYGIENIC CERTIFICATE

ORYGINAL

NATIONAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH – NATIONAL INSTITUTE OF HYGIENE

Wyrób / product: **Uzdatniacz wody IMT1, IMT1Z**
Water conditioner IMT1, IMT1Z

Zawierający / containing: zbiornik filtra, dyszę wodną, kształtki i rury ze stali nierdzewnej, pompę Lowara SV, kolektor wody uzdatnionej, złoża filtracyjne: żwir gruby i drobny, złożo katalityczne G-1, masę aktywną L-1; przepustnice; zawory, inne elementy wg deklaracji producenta

Przeznaczony do / destined: produkcji i poprawy jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi

Wymieniony wyżej produkt odpowiada wymaganiom higienicznym przy spełnieniu następujących warunków
/ the above-named product is acceptable according to hygienic criteria with the following conditions:

Urządzenia przeznaczone do profesjonalnego montażu i eksploatacji zgodnej z zaleceniami producenta. Urządzenia nie zapewniają dezynfekcji wody - w razie konieczności należy zastosować dodatkowe rozwiązania, umożliwiające dezynfekcję wody. Urządzenia należy dobierać w zależności od jakości wody ujmowanej, uwzględniając zakres uzdatniania wody osiągalny w danym urządzeniu. Po zakończeniu prac montażowych przed oddaniem urządzenia do użytku należy wykonać kontrolne badanie jakości wody, obejmujące wymagania określone w aktualnych przepisach prawnych. Atest Higieniczny nie dotyczy parametrów technicznych wyrobów / Hygienic certificate does not apply to technical parameters of the products.

Wytwórca / producer:

ImTechnika Sp. z o.o.

64-850 Kruszewo, ul. Towarowa 2

Niniejszy dokument wydano na wniosek / this certificate issued for:

ImTechnika Sp. z o.o.

64-850 Kruszewo, ul. Towarowa 2

Atest może być zmieniony lub unieważniony po przedstawieniu stosownych dowodów przez którąkolwiek stronę. Niniejszy atest traci ważność po 2023.03.06 lub w przypadku zmian w recepturze albo w technologii wytwarzania wyrobu.

The certificate may be corrected or cancelled after appropriate motivation. The certificate loses its validity after 2023.03.06 or in the case of changes in composition or in technology of production.

Data wydania atestu higienicznego: 6 marca 2020

The date of issue of the certificate: 6th March 2020

Kierownik
Zakładu Bezpieczeństwa Zdrowotnego
Środowiska

z p. Maciej Szoska
dr hab. Jolanta Solecka, prof. NIZP-PZH

Kontakt w sprawie niniejszego atestu higienicznego / To contact regarding this hygienic certificate
Zakład Bezpieczeństwa Zdrowotnego Środowiska NIZP-PZH / Department of Environmental Health and Safety NIPH-NIH
00-791 Warszawa, ul. Chocimska 24 / 00-791 Warsaw, Chocimska 24, Poland
e-mail: sek-zhk@pzh.gov.pl tel. +48 22 54-21-354, +48 22 54-21-349

PROJEKT TECHNOLOGII UZDATNIANIA WODY SYSTEMEM IMT1Z6 W BUDYNKU STACJI UZADTANIA
WODY W BIAŁOŚLIWIU



NARODOWY INSTYTUT ZDROWIA PUBLICZNEGO - Państwowy Zakład Higieny
NATIONAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH - National Institute of Hygiene

ZAKŁAD BEZPIECZEŃSTWA ZDROWOTNEGO ŚRODOWISKA
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL HEALTH AND SAFETY

ATEST HIGIENICZNY

B-BK-60210-0431/20

HYGIENIC CERTIFICATE

ORYGINAL

NATIONAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH – NATIONAL INSTITUTE OF HYGIENE

Wyrób / product: **Przepływomierz elektromagnetyczny typu MPP® i ENMAG**

Zawierający / containing: stal nierdzewną, tytan, tantal, Hastelloy C-276, PTFE, Vulkodurit 1250, Linagard FG i inne materiały zgodnie z deklaracją producenta

Przeznaczony do / destined: pomiaru objętości medium, w tym wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi

Wymieniony wyżej produkt odpowiada wymaganiom higienicznym przy spełnieniu następujących warunków
/ the above-named product is acceptable according to hygienic criteria with the following conditions:

Atest higieniczny nie dotyczy parametrów technicznych i walorów użytkowych wyrobu / Hygienic certificate does not apply to technical parameters and utility value of the product.

Wytwórca / producer:

ENKO-POMIAR Sp. z o. o.
44-100 Gliwice
ul. Dojazdowa 54

Niniejszy dokument wydano na wniosek / this certificate issued for:

ENKO-POMIAR Sp. z o. o.
44-100 Gliwice
ul. Dojazdowa 54

Atest może być zmieniony lub unieważniony po przedstawieniu stosownych dowodów przez którąkolwiek stronę. Niniejszy atest traci ważność po 2023.05.21 lub w przypadku zmian w recepturze albo w technologii wytwarzania wyrobu.

The certificate may be corrected or cancelled after appropriate motivation. The certificate loses its validity after 2023.05.21 or in the case of changes in composition or in technology of production.

Data wydania atestu higienicznego: 21 maja 2020

The date of issue of the certificate: 21st May 2020

Kierownik
Zakładu Bezpieczeństwa Zdrowotnego Środowiska

[Signature]
dr hab. Jolanta Solecka, prof. NIZP-PZH

Kontakt w sprawie niniejszego atestu higienicznego / To contact regarding this hygienic certificate
Zakład Bezpieczeństwa Zdrowotnego Środowiska NIZP-PZH / Department of Environmental Health and Safety NIPH-NIH
00-791 Warszawa, ul. Chocimska 24 / 00-791 Warsaw, Chocimska 24 Poland
e-mail: sek-zhk@pzh.gov.pl tel. +48 22 54-21-354, +48 22 54-21-349



NARODOWY INSTYTUT ZDROWIA PUBLICZNEGO - Państwowy Zakład Higieny
NATIONAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH - National Institute of Hygiene

ZAKŁAD BEZPIECZEŃSTWA ŻYWNOSCI
DEPARTMENT OF FOOD SAFETY

ŚWIADECTWO JAKOŚCI ZDROWOTNEJ CERTIFICATE OF HEALTH QUALITY

B-BŻ-6071-139/20/D



Niniejszym zaświadcza się, że niżej wymieniony wyrób
o zadeklarowanym przez producenta składzie, wykorzystywany zgodnie z przeznaczeniem,
nie stanowi zagrożenia dla zdrowia człowieka

This is to certify that the below named product, having composition as declared by the manufacturer does
not pose hazard to human health when used according to its purpose

Wyrób/Product:

1. Przetworniki ciśnienia i różnicy ciśnień typ: PC-28, PC-28.Modbus, PC-28.Smart, PC-29A, PC-29B, PC-50, APC-2000, APC-2000ALW, PR-28, APR-2200, APR-2000ALW
2. Manometry: MS-100, MS-100K
3. Separatory membranowe typ: S-P, S-T, S-TK-P, S-Comp, S-Poziom, S-DIN, S-Clamp, S-SMS, S-DRD, S-Varivent, S-RC, S-CG1", S-CG1½", S-CGS1

Zawierający/Containing:

1. Stal nierdzewna gat. 1.4404 wg DIN (316L wg AISI) (przyłącza procesowe typ: M, P, G1/2, GP, ½"NPT, RM, RG, G1/4, CM30x2, CG1, CG1/2), CG1-S38, P, C; stop Hastelloy C276 lub stal nierdzewna gat. 1.4404 wg DIN (membrane pomiarowa); PTFE, EPDM (uszczelki)
2. Stal nierdzewna gat. 1.4404 wg DIN (316L wg AISI) (przyłącze procesowe typ M, G ½)
3. Stal nierdzewna gat. 1.4404 wg DIN (316L wg AISI) (separatory membranowe); Hastelloy C276 lub stal nierdzewna gat 1.4404 wg DIN (membrana pomiarowa), PTFE, EPDM, silikon (uszczelki)

Przeznaczony do/Destined for: pomiaru ciśnienia lub poziomu wody przeznaczonej do spożycia oraz mediów w przemyśle spożywczym

Urządzenia stosowane w przemyśle spożywczym powinny spełniać wymagania normy PN-EN 1672-2 Maszyny dla przemysłu spożywczego. Wymagania z zakresu higieny.

Wytwórca /Manufacturer: APLISENS S.A.
03-192 Warszawa, ul. Morelowa 7

Niniejszy dokument wydano dla/This certificate was issued to:
APLISENS S.A.
03-192 Warszawa, ul. Morelowa 7

Niniejsze świadectwo może być zmienione lub unieważnione po przedstawieniu odpowiednich dowodów przez którąkolwiek stronę. Świadectwo traci ważność w przypadku wprowadzenia zmian w składzie wyrobu lub technologii jego produkcji. Świadectwo nie dotyczy cech użytkowych wyrobu ani spełniania przez niego wymogów bhp.

This certificate may be corrected or cancelled after appropriate evidence is presented by any party. Any change in composition of the above mentioned product or in its manufacturing technology cancels this certificate. This certificate does not concern functional and work safety characteristics of the product.

Data wystawienia świadectwa: 2020-10-05

/Date of issue/

Świadectwo ważne do: 2023-10-05

/This certificate is valid until/

KIEROWNIK
Zakładu Bezpieczeństwa Żywności
[Signature]
dr Jacek Postupoiński

Zakład Bezpieczeństwa Żywności NIZP-PZH / Department of Food Safety NIPH-NIH
00-791 Warszawa, ul. Chocimska 24 / 00-791 Warszawa, Chocimska 24, Poland
e-mail: sekr.zbz@pzh.gov.pl, tel. +48 22 542 13 14, fax: +48 22 542 13 92

Obróbka i montaż elementów będą przeprowadzone zgodnie z wymogami PN, PN-EN BN i zaleceniami producentów dla danego materiału. Metody stosowane przy tych czynnościach nie mogą powodować uszkodzeń powierzchni roboczych, ani obniżać właściwości fizycznych i wytrzymałościowych materiałów. Spółka IMTechnika może przeprowadzać inspekcje wytwórni materiałów, jeśli wymagać będzie tego specyfika i sposób uzyskiwania materiału.

Materiały niespełniające wymagań dokumentacji projektowej muszą być usunięte z placu budowy. Jeżeli zostaną jednak zastosowane przez Wykonawcę, roboty będą odrzucone, a płatności wstrzymane. Rury muszą być proste, czyste od zewnątrz i wewnątrz, bez wżerów i jakichkolwiek uszkodzeń. Wszystkie materiały muszą być trwale oznaczone.

Producent materiałów zobowiązany jest do przedłożenia dokumentacji dostaw w postaci atestów, świadectw jakości, instrukcji obsługi i DTR, kart gwarancyjnych, rysunków montażowych itp.

**Określenie miejsca i przeznaczenia zastosowania materiałów, wyrobów,
preparatów używanych w procesie uzdatniania i dystrybucji wody.**

Filtry systemu uzdatniania wody doskonale nadają się do usuwania z wody pitnej związków żelaza, manganu i amoniaku. W rolnictwie, przemyśle i w gospodarstwie domowym - woda studzienna zawiera często takie stężenia żelaza i manganu, że jej wykorzystanie jest trudne, a nawet niemożliwe.

Konieczne jest wtedy uzdatnienie wody studziennej.

Systemy do oczyszczania wody IMT1 oraz IMT1ZX firmy IMTechnika oparte są na niezawodnej technologii napowietrzania i odgazowywania wody bez użycia środków chemicznych.

Podobne rozwiązania mogą mieć zastosowanie w stacjach uzdatniania wody na terenie Polski na obiektach takich jak:

1. Elektrownie i elektrociepłownie
2. Instytucje publiczne
3. Laboratoria
4. Pralnie
5. Przemysł chemiczny
6. Przemysł elektroniczny
7. Przemysł farmaceutyczny
8. Przemysł mechaniczny
9. Przemysł napojowy
10. Przemysł samochodowy
11. Przemysł spożywczy
12. Przemysł szklarski
13. Przemysł włókienniczy
14. Przygotowanie powierzchni
15. Rolnictwo i ogrodnictwo
16. Szpitale
17. Zakłady wodociągowe
18. Inne gałęzie przemysłu

LITERATURA

1. J L. CLEASBY, E R. BAUMANN. C.D. BLACK: Effectiveness of potassium permanganate for disinfection. Journal AWWA, 1964, VoI. 56, No. 4, pp. 466-474.
2. A.K. CHERRY: Use of Potassium Permanganate in Water Treatment. Journal AWWA, 1962, Vol. 54, No. 4, pp, 417-424.
3. A. JODŁOWSKI: Usuwanie fitoplanktonu w procesach uzdalniania wód powierzchniowych. Ochrona Środowiska, 1991, nr 3(44), ss. 15-22.
4. H. SONTHEIMER. D. MAIER: Untersuchungen zur Verbesserung der Trinkwasseraufbereitungstechnologie an Niederrhein. GWF Wasser Abwasser, 1972, H. 4, S. 187-193.
5. P. C. SINGER, J.H. BORCHARDT, J.M. COLTHURST: The Effects of Permanganate Pretreatment on Trihalomethane Formation in Drinking Water. Journal AWWA, 1980, Vol. 72, No. 10, pp. 573-578.
6. A L KOWAL: Technologia wody Arkady. Warszawa 1977.
7. W.R. KNOCKE, J.E. VAN BENSCHOTEN, M.J. KEARNEY, A.W. SOBORSKI, D.A. RECKOW: Kinetics of Manganese and Iron Oxidation by Potassium Permanganate and Chlorine Dioxide. Journal AWWA. 1991, Vol. 83. No. 6, pp. 80-87.
8. T. KOWALSKI: Analiza zjawisk zachodzących podczas oczyszczania wód powierzchniowych w procesie koagulacji solami żelazowymi i filtracji przez złoża dolomitowe Ochrona Środowiska. 1993.nr 1 -2(48-49). ss. 45-51.
9. T. KOWALSKI: Zastosowanie aktywnych złóż dolomitowych do oczyszczania wód powierzchniowych. Ochrona Środowiska. 1992. nr 2(45), ss. 21-24.