

ZLECENIODAWCA	<b>PRZEDSIĘBIORSTWO WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI SP. Z O.O. W WOŁOMINIE</b> ul. GRANICZNA 1; 05-200 Wołomin	
ZADANIE	<b><i>PRZEBUDOWA INSTALACJI UKŁADU NAPOWIETRZANIA WODY DLA SUW GRANICZNA W WOŁOMINIE</i></b>	
STADIUM	<b><u>OPRACOWANIE PROJEKTOWE</u></b>	
OPRACOWUJĄCY	dr inż. Łukasz WEBER	
OPRACOWUJĄCY	mgr inż. Karol SZAMBELAŃCZYK	
OPRACOWUJĄCY	mgr inż. Paulina AUGUSTYNIAK	
OPRACOWUJĄCY	mgr inż. Piotr SAMELAK	
OPRACOWUJĄCY	mgr inż. Sławomir MONARCHA	
<b>WRZEŚNIA, grudzień 2017</b>		

## Spis treści

<b>1. PRZEDMIOT I PODSTAWA OPRACOWANIA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. STAN ISTNIEJĄCY.....</b>	<b>3</b>
<b>3. PRZEBUDOWA UKŁADU NAPOWIETRZANIA WODY.....</b>	<b>6</b>
3.1. Założenia ogólne.....	6
3.2. Analiza składu fizyko-chemicznego wody, ocena agresywności oraz stabilności równowagi węglanowej pod kątem doboru optymalnego typu procesu napowietrzania.....	7
3.3. Układ napowietrzania.....	13
3.4. Instalacja wody surowej.....	17
3.5. Instalacja wody napowietrzonej.....	17
3.6. Instalacja spustu zerowego.....	18
3.7. Instalacja odpowietrzenia aeratorów.....	18
3.8. Instalacja sprężonego powietrza.....	18
3.9. Automatyzacja procesu napowietrzania wody.....	18
3.10. Wymagania techniczne w zakresie urządzeń.....	20
3.11. Zestawienie materiałowe.....	21
<b>4. RYSUNKI I SCHEMATY.....</b>	<b>24</b>
T.01. UKŁAD NAPOWIETRZANIA SUW GRANICZNA.....	25
T.02. SCHEMAT WĘZŁA SPRĘŻONEGO POWIETRZA.....	26
E.00. SCHEMATY ELEKTRYCZNE I AKPIA.....	27

## 1. PRZEDMIOT I PODSTAWA OPRACOWANIA

---

Przedmiotem opracowania jest analiza techniczno - technologiczna układu napowietrzania wody oraz projekt przebudowy istniejącej instalacji napowietrzania wody w celu optymalizacji zużycia energii elektrycznej, wprowadzenie regulacji i opomiarowania układu.

Zakres opracowania obejmuje:

1. Analizę jakości wody surowej pod względem równowagi węglanowo – wapniowej oraz ogólnego jej chemizmu i zachowania po procesie natlenienia i odgazowania.
2. Na tej podstawie dobór optymalnego rozwiązania technologii napowietrzania wody,
3. Przeprojektowanie instalacji i armatury istniejącego systemu napowietrzania wody,
4. Dobór urządzeń pomiarowych na instalacji wody i powietrza,
5. Dobór nowych sprężarek,
6. Automatyzację procesu napowietrzania, w szczególności automatyczna regulacja ilości włączanego powietrza do aeratorów w zależności od przepływu wody.

Podstawę opracowania stanowią:

- umowa na wykonanie dokumentacji,
- obowiązujące przepisy prawne, dotyczące jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi – Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 07 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2017, poz. 2294.),
- Ustawa z dn. 20 lipca 2017 r. Prawo Wodne z późn. zm.,
- inne obowiązujące normy i przepisy prawa,
- badania jakości wody przekazane przez Inwestora,
- wizje lokalne,
- inne.

Opracowanie wykonano zgodnie z nowoczesną wiedzą w dziedzinie technologii uzdatniania wody oraz w oparciu o doświadczenia wodociągów, eksploatujących podobne układy uzdatniania wody.

## 2. STAN ISTNIEJĄCY

Istniejąca SUW uzdatnia wodę podziemną w celu pokrycia zapotrzebowania na cele bytowe, gospodarcze i przemysłowe Gmin Wołomin i Kobyłka. Technologia uzdatniania oparta jest o następujące procesy jednostkowe:

- ujęcie wody podziemnej,
- napowietrzanie ciśnieniowe w aeratorach,
- dwustopniowa filtracja ciśnieniowa (odżelazianie i odmanganianie),
- wariantowa dezynfekcja (awaryjna) i retencja,
- tłoczenie do sieci wodociągowej.

SUW Graniczna posiada pozwolenie wodnoprawne na pobór wód podziemnych w ilości:

- maksymalnej godzinowej  $Q_{hmax} = 530,0 \text{ m}^3/\text{h}$
- średniej dobowej  $Q_{d\acute{s}r} = 8\,904,0 \text{ m}^3/\text{d}$
- maksymalnej rocznej  $Q_{rmax} = 3\,258\,864 \text{ m}^3/\text{r}$

Do obliczeń technologicznych oraz doboru urządzeń przyjęto maksymalną godzinową wydajność ujęcia tj. **530,0 m<sup>3</sup>/h**.

Układ napowietrzania na SUW Graniczna w Wołominie złożony jest z następujących elementów:

- aeratory ciśnieniowe: 3 szt.
- pojemność 1 aeratora: 15,0 m<sup>3</sup>
- przyłącza wody: DN 200
- przyłącze powietrza: DN 50
- odpowietrzenie automatyczne i ręczne – DN 25.

Woda surowa kierowana jest do aeratora od góry, następnie przeciwwądkowo miesza się ze sprężonym powietrzem i natleniona odpływa króćcem dolnym do dalszych procesów uzdatniania (tj. na układ dwustopniowej filtracji ciśnieniowej).

Sprężone powietrze doprowadzane jest do aeratorów z węzła sprężonego powietrza złożonego z:

- 2 sprężarek powietrza zamontowanych na zbiornikach:
  - Sprężarka nr 1: Atlas Copco GX7P, wydajność 50,4 m<sup>3</sup>/h, ciśnienie 10 bar, moc 7,5 kW, zamontowana na zbiorniku o objętości 270 L
  - Sprężarka nr 2: Atlas Copco GX7 FFEP, wydajność 50,4 m<sup>3</sup>/h, ciśnienie 10 bar, moc 7,5 kW, zamontowana na zbiorniku o objętości 200 L

- zbiornika akumulacyjnego o pojemności 6,3 m<sup>3</sup> i ciśnieniu maksymalnym 7 bar,
- osprzętu redukcyjno – pomiarowego (reduktorów, manometrów, zaworów odcinających).

*Zdjęcie 1. Układ aeratorów ciśnieniowych na SUW Graniczna*



*Zdjęcie 2. Sprężarki powietrza na SUW Graniczna*



Zdjęcie 3. Zbiornik akumulacyjny na SUW Graniczna



Zdjęcie 4. Węzeł sprężonego powietrza na SUW Graniczna



W trakcie wizji lokalnej stwierdzono następujące ciśnienia w układzie:

- ciśnienie wody surowej na kolektorze dopływowym do aeratorów ok. 1,50 bar
- ciśnienie powietrza (na odpływie ze zbiornika akumulacyjnego) ok. 3,75 bar
- ciśnienie powietrza (przed wprowadzeniem do aeratorów) ok. 1,65 bar

### 3. PRZEBUDOWA UKŁADU NAPOWIETRZANIA WODY

#### 3.1. Założenia ogólne

W porozumieniu z Inwestorem przyjęto następujące założenia ogólne do projektu:

- realizacja prac z zachowaniem ciągłości produkcji wody,
- wymiana rurociągów po śladzie istniejących instalacji,
- wykonanie materiałowe (orurowanie, kołnierze, śruby itd.) - stal nierdzewna w gatunku AISI 316/316L,
- armatura i orurowanie w wykonaniu na ciśnienie PN 10 / PN 16,
- pozostawienie istniejących aeratorów ciśnieniowych.

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

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

- gatunek stali AISI 316/316L,
- wszystkie kołnierze połączeniowe wykonane ze stali nierdzewnej AISI 316/316L,
- wszystkie śruby, podkładki, wywijki ze stali nierdzewnej AISI 316/316L,
- należy zastosować kołnierze pełne,
- owiercenie kołnierzy armatury i kołnierzy orurowania wg jednej normy i na jednakowe ciśnienie,
- ilość spawów na obiekcie należy ograniczyć do minimum; miejsca połączeń rurociągów na obiekcie wykonywać jako skręcane (kołnierzowe)
- wszystkie elementy należy spawać maszynowo w warsztacie, zaś na obiekcie przewiduje się jedynie montaż całości (dopuszcza się jedynie wykonywanie na obiekcie tzw. spawów zamykających – długich odcinków),
- rurociągi umieszczane na podporach wykonanych ze stali nierdzewnej min. AISI 304/304L, montowanych do ścian lub podłoża (stosować podpory systemowe),
- przyjęto następujące grubości ścianek rurociągów:
  - dla średnic DN 200 i poniżej: 2,0 mm,
  - dla średnicy DN 250: 3,0 mm,
  - dla średnicy DN 400: 4,0 mm.

Miejsca podparć rurociągów zgodnie ze stanem obecnym. Należy wykorzystać istniejące podpory pod rurociągami.

Wszystkie zastosowane materiały winny posiadać aktualny atest PZH do kontaktu z wodą pitną.

**Uwaga! Przed rozpoczęciem prac Wykonawca winien bezwzględnie dokonać weryfikacji odległości i zależności wysokościowych istniejących instalacji pod kątem zgodności z projektem. W przypadku stwierdzenia rozbieżności należy dopasować wymiary, rzędne do istniejących warunków budowlanych i wykonać prace zgodnie ze sztuką budowlaną.**

### 3.2. Analiza składu fizyko-chemicznego wody, ocena agresywności oraz stabilności równowagi węglanowej pod kątem doboru optymalnego typu procesu napowietrzania.

Do analizy składu fizyko-chemicznego wody posłużono się dostępnymi w literaturze informacjami, takimi jak nomogramy, wykresy, tabele i zależności reakcji chemicznych. Dodatkowo i przede wszystkim wykorzystano coraz popularniejsze w ostatnim czasie programy komputerowe.

Jednym z nich jest program PHREEQC, który zaprojektowano do wykonywania szeregu obliczeń geochemicznych w środowisku wodnym. PHREEQC implementuje kilka modeli kalkulacji roztworów wodnych:

- teoria asocjacji jonowej w roztworach wodnych i reguły Debye-Huckle'a – dla roztworów o sile jonowej poniżej 0,1 mol/l,
- model jonowy Pitzer'a,
- teoria SIT (Specific Ion Interaction Theory).

Korzystając z powyższych modeli program PHREEQC potrafi wykonywać następujące obliczenia:

- wyznaczania form występowania związków chemicznych w wodzie, tj, składu jonowego wody oraz stężeń związków pozostających w postaci nie jonowej,
- obliczania indeksów nasycenia związków nieorganicznych mogących się wytrącać z wody lub być przez nią rozpuszczanych,
- obliczania odwracalnych i nieodwracalnych równowag zachodzących na granicy woda-gaz, woda-powierzchnia stała, w tym wymiany jonowej,
- określania stabilności związków nieorganicznych podczas mieszania się wód o różnej jakości lub zmiany temperatury wody,
- wyszukiwania grup związków nieorganicznych lub gazów odpowiedzialnych za zmiany składu wody podczas jej przepływu przez warstwę wodonośną lub urządzenia technologiczne,
- analiza kinetyki reakcji mieszania roztworów i zmiany ich ciśnień i temperatury.

Program PHREEQC stosuje się m.in. w badaniu stabilności wód kopalnianych, wydzielenia i określania stabilności odpadów radioaktywnych, analizy migracji zanieczyszczeń w wodach podziemnych, symulacji procesów zachodzących podczas gromadzenia wody w zbiornikach.

#### **Jakość wody surowej przyjęta w analizie**

Do analizy bilansu jonowego wody oraz stabilności równowagi węglanowo-wapniowej przyjęto uśrednioną pod względem parametrów fizyko chemicznych jakość wody surowej podaną poniżej w tabeli.

Tabela.1 Parametry fizyko-chemiczne jakości wody surowej przyjętej do analizy.

Mętność NTU	10
Barwa mgPt/l	40
Odczyn pH	7,45



Amoniak mgNH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l	0,4
Azotyny mgNO <sub>2</sub> /l	0,01
Azotany mgNO <sub>3</sub> /l	1
Żelazo og. mgFe/l	2,6
Mangan mgMn/l	0,03
Twardość ogólna mgCaCO <sub>3</sub> /l	233
Przewodnictwo właściwe μS/cm	450
Zasadowość mval/l	3,52
Siarczany mgSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /l	19
Chlorki mgCl/l	11

Posługując się programem PHREEQC dokonano oceny składu jonowego wody ujmowanej i dopływającej na obiekt SUW.

Aby wyznaczyć skład jonowy wody niezbędna jest wysoka poprawność wykonanych analiz laboratoryjnych, którą można zweryfikować dokonując określenia bilansu jonowego.

Jednym z fundamentalnych praw występujących w roztworach wodnych jest to, że ich ogólny ładunek elektryczny (suma ładunku wszystkich cząstek) musi być obojętny. W każdej próbce wody spełniona jest zależność, w której suma iloczynu wszystkich kationów i ich wartościowości musi być równa sumie iloczynów wszystkich anionów i ich wartościowości.

$$\frac{|Kt - An|}{Kt + An} \cdot 100\% \leq 5\%$$

gdzie:

$$Kt = \sum_{i=1}^n m_i^{Kt} z_i^{Kt}$$

$$An = \sum_{j=1}^k m_j^{An} z_j^{An}$$

$m_i^{Kt}$  = stężenie kationów, mol/l

$m_j^{An}$  = stężenie anionów, mol/l

$z_i^{Kt}$  = wartościowość kationów

$z_j^{An}$  = wartościowość anionów

W przypadku niespełnionego powyżej podanego warunku, uznaje się że analiza jest obarczona dużym błędem analitycznym i nie nadaje się do dalszej pracy z programem PHREEQC.

Dla analizowanej wody surowej na SUW w Wołominie nie podano zawartości takich parametrów jak Na, K, Ca i Mg co wyklucza uzyskanie wiarygodnych wyników składu jonowego wody oraz indeksu nasycenia poszczególnych jej składników.

Jednakże, dużą ilość analiz następujących parametrów: twardość, zasadowość, pH pozwala na przeprowadzenie analizy równowagi węglanowo wapniowej.

Poniżej podano ilość kationów, anionów oraz błąd zbilansowania składu jonowego w % dla przyjętej jakości wody surowej:

- suma kationów: 4,54 mval/l,
- suma anionów: 4,08 mval/l,
- błąd zbilansowania: 5,33 %

Na podstawie wyników stwierdza się, iż jakość wody podana w tabeli nr 1 nie bilansuje się jonowo (ilość kationów jest większa od anionów)

Na podstawie otrzymanych danych jakości wody surowej od PWiK Wołomin skorygowano następujące parametry by uzyskać zgodność bilansu jonowego:

- Wapń Ca: ilość moli wapnia przyjęto zgodnie z ilością moli twardości ogólnej. Przyjęto wartość 92,18 mg/l. Należy zaznaczyć, że ta ilość wapnia zawiera w sobie w rzeczywistym składzie jakościowym wody surowej zarówno jony wapnia i magnezu,
- Siarczany  $SO_4^{2-}$ : dopełniono taką ilość anionów by uzyskać równowagę jonową. Wybrano siarczany ze wszystkich anionów ze względu na małą ilość danych o ich zawartości, stąd i najmniejsze prawdopodobieństwo co do zgodności z wartością podaną w tabeli nr 1. Przyjęto wartość 41,06 mg/l

### **Równowaga węglanowo-wapniowa**

Całkowity dwutlenek węgla w wodach głębinowych może występować w następujących formach:

- wolny dwutlenek węgla:
  - dwutlenek węgla agresywny
  - dwutlenek węgla przynależny –  $CO_2$  równowagi węglanowo-wapniowej
- związany dwutlenek węgla:
  - w pełni związany(węglany)  $CO_3^{-2}$
  - pół związany(wodorowęglany)  $HCO_3^{-}$

Część dwutlenku węgla w ilości niezbędnej do utrzymania w roztworze rozpuszczonego wodorowęglanu wapnia według równania:



nazywa się dwutlenkiem węgla równowagi węglanowo-wapniowej lub przynależnym dwutlenkiem węgla. Pozostała część wolnego dwutlenku węgla jest dwutlenkiem agresywnym i nadaje wodzie właściwości korodujące.

Przeanalizowano równowagę węglanowo-wapniową w wodzie dopływającej na proces napowietrzania na SUW w Wołominie.

Dla składu jakościowego przyjętego do analizy wyznaczono następujące stany charakterystyczne:

- odchylenie od stanu równowagi węglanowo-wapniowej dla niezmiennego składu fizyko-chemicznego ujmowanej wody,
- zmiany stanu równowagi węglanowej-wapniowej w zależności od stężenia całkowitego  $CO_2$  w wodzie,
- odchylenie od stanu równowagi węglanowo-wapniowej dla którego ujmowana woda jest w całkowitej równowadze z ciśnieniem parcyjnym  $CO_2$  w powietrzu.

W pierwszej kolejności przeanalizowano roztwór o składzie odpowiadającym wodzie dopływającej na napowietrzalnię bez jakiegokolwiek zmiany jej jakości mającej na celu doprowadzenie do stanu równowagi węglanowo-wapniowej.

Poniżej wypisano zawartość charakterystycznych składników związanych z równowagą węglanowo-wapniową, obliczonych przez program PHREEQC:

- pH wody: 7,45,
- zasadowość: 3,52 mval/l,

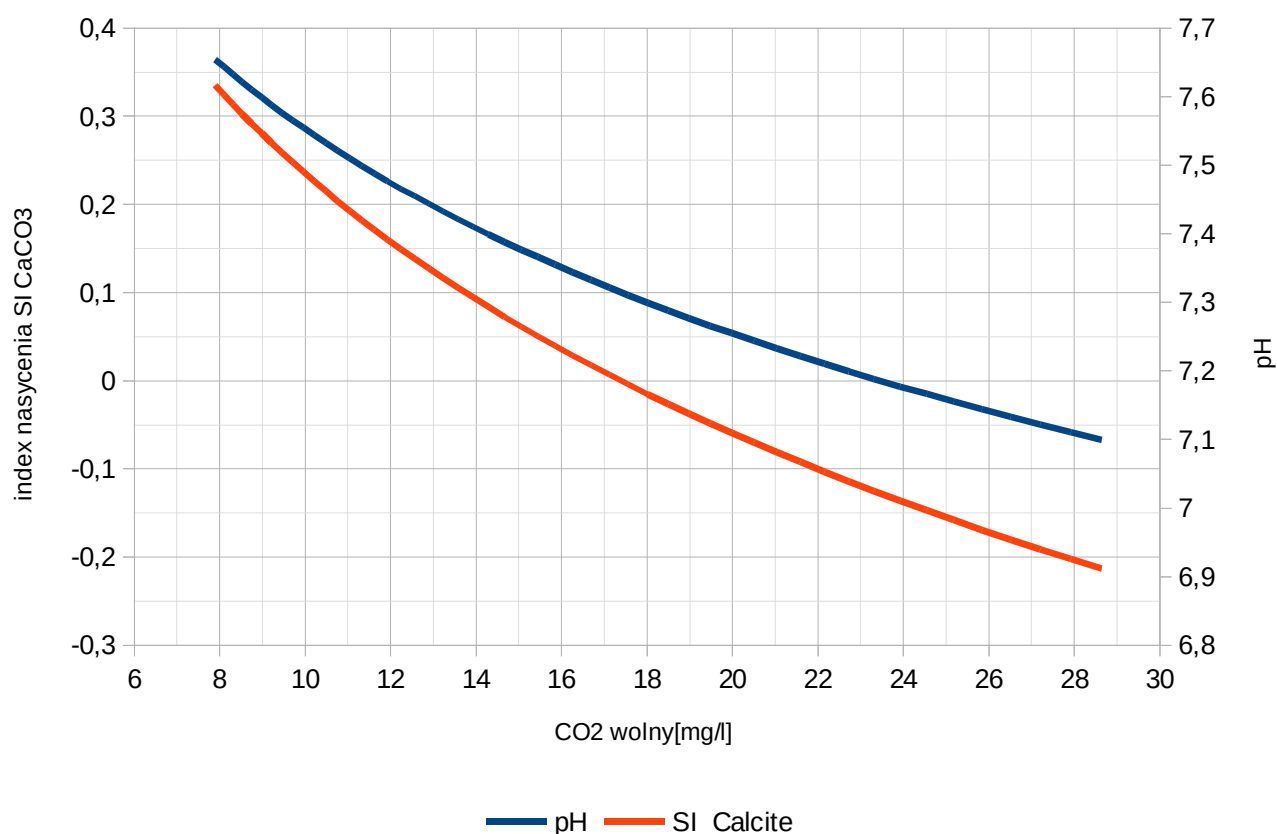
- dwutlenek węgla wolny: 12,8 mgCO<sub>2</sub>/l,
- dwutlenek węgla agresywny: 0 mgCO<sub>2</sub>/l,
- dwutlenek węgla przynależny: 12,8 mgCO<sub>2</sub>/l,
- dwutlenek węgla pół związany(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>): 153,1 mgCO<sub>2</sub>/l,
- dwutlenek węgla w pełni związany(CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>): 0,6 mgCO<sub>2</sub>/l,
- całkowita twardość: 4,6 mval/l,
- twardość węglanowa: 3,52 mval/l,
- twardość niewęglanowa: 1,08 mval/l

Woda dopływająca do układu napowietrzania na SUW w Wołominie charakteryzuje się lekką tendencją do wytrącania minerałów, nie jest agresywna. Teoretycznie woda ta ma zdolność wytrącenia węglanu wapnia w ilości 3,95 mg/l.

Drugą analizą jaką przeprowadzono to zmiany stanu równowagi węglanowo-wapniowej w zależności od stężenia całkowitego CO<sub>2</sub> w wodzie.

Poniżej przedstawiono wykres zmian wartości poszczególnych charakterystycznych parametrów związanych z równowagą węglanowo-wapniową przy stopniowym zwiększaniu CO<sub>2</sub> dla analizowanego roztworu wodnego od poziomu około 8 mgCO<sub>2</sub> wolnego.

Wykres.1 Zależność indeksu nasycenia węglanem wapnia i wartości pH od zawartości wolnego CO<sub>2</sub> w wodzie.



Zgodnie z powyższym wykresem można stwierdzić, że woda posiada punkt równowagi (indeks nasycenia CaCO<sub>3</sub> równy 0) dla zawartości wolnego CO<sub>2</sub> równej 17 mg/l i pH około 7,33. Czyli należałoby dodać do analizowanej jakości wody surowej około 5 mg/l CO<sub>2</sub>, by uzyskać równowagę węglanowo-wapniową.

Ostatnim analizowanym stanem równowagi węglanowo-wapniowej dla wody dopływającej na układ aeracji jest sytuacja, w której przyjmujemy usunięcie wolnego CO<sub>2</sub> do poziomu odpowiadającemu ciśnieniu parcjalnemu CO<sub>2</sub> w atmosferze (idealne odgazowanie - równowaga z powietrzem).

Ilość dwutlenku węgla w dopływającej na układ napowietrzania wodzie symulowany jest w programie PHREEQC w parametrze pCO<sub>2</sub>, który jest w bezpośredniej zależności od ciśnienia parcjalnego (prężności) tego gazu:

$$pCO_2 = -\log p_{CO_2}$$

gdzie:

$p_{CO_2}$  – ciśnienie parcjalne dwutlenku węgla w fazie gazowej

Dla ciśnienia parcjalnego dwutlenku węgla w powietrzu równym 0,00039 atm (0,039%), parametr pCO<sub>2</sub> przyjmuje wartość 3.408, którą to użyto do odzwierciedlenia sytuacji całkowitej równowagi pomiędzy dwutlenkiem węgla w badanym roztworze, a powietrzem.

Rezultaty obliczeń programu przedstawiają się następująco:

- pH wody: 8,62,
- zasadowość: 3,52 mval/l,
- dwutlenek węgla wolny: 0,8 mgCO<sub>2</sub>/l,
- dwutlenek węgla agresywny: 0 mgCO<sub>2</sub>/l,
- dwutlenek węgla przynależny: 0,8 mgCO<sub>2</sub>/l,
- dwutlenek węgla pół związany(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>): 137,3 mgCO<sub>2</sub>/l,
- dwutlenek węgla w pełni związany(CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>): 6,8 mgCO<sub>2</sub>/l,
- całkowita twardość: 4,60 mval/l,
- twardość węglanowa: 3,49 mval/l,
- twardość niewęglanowa: 1,11 mval/l

Dla tego przypadku deficyt dwutlenku węgla do punktu równowagi węglanowo-wapniowej wynosi aż 16,6 mgCO<sub>2</sub>/l. Zdolność wody do wytrącania węglanów wzrasta do wartości równej 122 mgCaCO<sub>3</sub>/l.

Należy zaznaczyć, że powyższe rezultaty są czysto teoretyczne, woda w takim stanie jest wysoce niestabilna i dość szybko wytrąca minerały. Dlatego zasymulowano także ten stan po wytrąceniu minerałów:

- pH wody: 8,13,
- zasadowość: 1,01 mval/l,
- dwutlenek węgla wolny: 0,8 mgCO<sub>2</sub>/l,
- dwutlenek węgla agresywny: 0 mgCO<sub>2</sub>/l,
- dwutlenek węgla przynależny: 0,8 mgCO<sub>2</sub>/l,
- dwutlenek węgla pół związany(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>): 43,4 mgCO<sub>2</sub>/l,
- dwutlenek węgla w pełni związany(CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>): 0,5 mgCO<sub>2</sub>/l,
- całkowita twardość: 2,17 mval/l,
- twardość węglanowa: 1,06 mval/l,
- twardość niewęglanowa: 1,11 mval/l

### **Optymalny typ układu aeracji dla ujmowanej wody w Wołominie**

Na podstawie przeprowadzonych analiz komputerowych oraz szerokiej literatury tematu, dla ujmowanej wody na SUW w Wołominie można scharakteryzować optymalny proces napowietrzania:

- zgodnie z wytycznymi dostępnymi w literaturze odnośnie doboru procesu napowietrzania w zależności od zasadowości wody, zaleca się, by wodę o

parametrach jakościowych zgodnych z wodą ujmowaną na SUW w Wołominie napowietrzać w układzie otwartym – zasadowość 3,5 mval/l,

- ujmowana woda nie posiada właściwości korozyjnych, ma lekką tendencję do wytrącania minerałów,
- przy idealnych warunkach odgazowania wody, dla stanu równowagi CO<sub>2</sub> woda-powietrze, tendencja wytrącania węglanów wapnia mocno wzrasta. Stąd dobierając układ napowietrzania otwartego, należałoby wybrać rozwiązanie z zamkniętym obiegiem powietrza pozwalającym na kontrolę jego przepływu. Takie możliwości umożliwiają np. kaskady napowietrzające z wymuszonym ciągiem powietrza przez wentylatory,
- z tej samej przyczyny ryzyka nadmiernego wytrącania minerałów, układ napowietrzania otwartego powinien być wyposażony w regulację strumieniem przepływu powietrza (przepustnice regulujące na przewodach wentylacyjnych lub wentylatory pracujące na falownikach).

### 3.3. Układ napowietrzania

Zadaniem układu napowietrzania wody jest doprowadzenie powietrza oraz odgazowanie (lub uniemożliwienie nadmiernego odgazowania) dwutlenku węgla.

Tlen jest podstawowym substratem w realizacji procesów utleniania żelaza, manganu oraz jonu amonowego. Dla układów napowietrzania ciśnieniowego dostarczany jest wraz z powietrzem, tłoczonym przez sprężarki do aeratorów.

Ilość tlenu niezbędnego do realizacji procesów utleniania wynika z zawartości wymienionych poniżej wskaźników:

- na utlenienie 1 mg Fe(II) do Fe(III) 0,14 mgO<sub>2</sub>,
- na utlenienie 1 mg Mn(II) do Mn(IV) 0,29 mgO<sub>2</sub>,
- na utlenienie 1 mg NH<sub>4</sub> do azotanów 4,57 mgO<sub>2</sub>.

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

Na ilość tlenu rozpuszczonego w układzie technicznym uzdatniania wody składają się następujące elementy:

- ilość powietrza doprowadzonego do mieszacza,
- temperatura wody,
- zawartość tlenu w powietrzu,
- sprawność mieszania wody z powietrzem.

Wprowadzenie tlenu do wody jest warunkiem prawidłowego przebiegu procesów uzdatniania (usuwania żelaza i manganu w toku chemicznego utleniania tych wskaźników, oraz usuwania jonu amonowego w toku biologicznej nitryfikacji).

Brak tlenu powoduje natychmiastowe (zazwyczaj ok. 12 godzin) zachwianie procesów uzdatniania objawiające się:

- w pierwszej kolejności wzrostem stężenia jonu amonowego w wodzie po filtracji,
- następnie wzrostem stężenia manganu w wodzie po filtracji,
- na końcu wzrostem żelaza w wodzie po filtracji (a wraz z żelazem mętności).

Niestety procesy te obudowują się znacznie dłużej niż następuje ich zatrzymanie.

Wynika to z faktu, iż:

- zakłócenia w usuwaniu jonu amonowego, spowodowane brakiem tlenu są następstwem obumierania bakterii nitryfikacyjnych,
- zakłócenia w usuwaniu manganu, wynikają z ekranizacji powłok katalitycznych złoża filtracyjnego tlenkami żelaza i brakiem dostępu manganu do powłok katalitycznych,
- zakłócenia w usuwaniu żelaza są spowodowane zatrzymaniem reakcji utleniania tego wskaźnika tlenem.

Stąd wynika kluczowa rola procesu napowietrzania w uzdatnianiu wody podziemnej, w której obserwuje się przekroczenia wymienionych wskaźników jakości wody surowej.

### **Zapotrzebowanie na tlen**

Obliczenia zapotrzebowania wody na tlen do realizacji procesów na filtrach przeprowadzono przy założeniu, że w toku filtracji tej usuwane są następujące wskaźniki:

- żelazo,
- mangan,
- jon amonowy (50%).

Do obliczeń zapotrzebowania na tlen przyjęto jakość wody o najbardziej niekorzystnych parametrach. Dla danego przypadku jakość wody przedstawiała się następująco:

- żelazo: 3,91 mg/L
- mangan: 0,45 mg/L
- jon amonowy: 0,59 mg/L

Teoretyczna, maksymalna ilość tlenu jaką należy wprowadzić do wody, by przeprowadzić wszystkie procesy technologiczne jest następująca:

- na utlenienie żelaza: ok. 0,55 mgO<sub>2</sub>/L,
- na utlenienie manganu: ok. 0,13 mgO<sub>2</sub>/L,
- na utlenienie jonu amonowego: ok. 2,70 mgO<sub>2</sub>/L.

Zgodnie z przeprowadzonymi obliczeniami maksymalne stechiometryczne zapotrzebowanie wody na tlen wynosi ok. 3,38 mgO<sub>2</sub>/L. Dodatkowo, zgodnie z praktyką należy założyć naddatek powietrza – który zwyczajowo przyjmuje się na poziomie ok. 3,0 mg/L, choć nie jest to bezwzględnie wymagany parametr. Zatem wymagane natlenienie wody surowej wyniesie: optymalnie ok. 6,38 mg/L tlenu w wodzie badanej po procesie napowietrzania.

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

$$Q_p = 0,1 * 530,0 = 53,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

### **Aeratory ciśnieniowe**

Zgodnie z założeniami ogólnymi do projektu pozostawia się istniejący układ aeratorów ciśnieniowych.

Czas przetrzymania w projektowanym układzie napowietrzania, dla maksymalnej godzinowej wydajności określonej w pozwoleniu wodnoprawnym wyniesie:

$$t = ( 3 * 15,0 * 3600 ) / 530 = 306 \text{ s}$$

Zalecany czas kontaktu wody z powietrzem w przy zastosowania aeratorów statycznych to ok. 120 – 180 s.

W ramach prac budowlanych zaleca się czyszczenie istniejących aeratorów oraz rewizję układu dystrybucji powietrza pod kątem jego drożności i efektywności pracy.

### **Rurowy mieszacz statyczny**

Z uwagi na kluczową rolę procesu napowietrzania projektuje się montaż rurowych mieszaczy statycznych, intensyfikujących proces mieszania wody ze sprężonym powietrzem.

Zalety mieszacza statycznego:

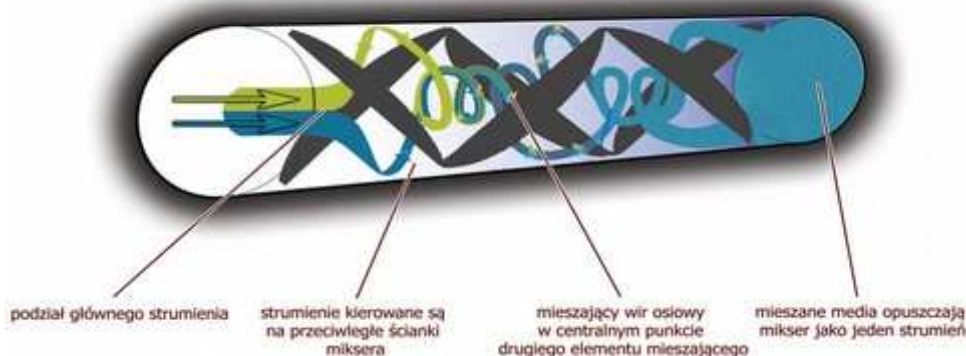
- bezawaryjny – brak ruchomych elementów,

- przystosowany do ciągłej pracy,
- brak zasilania elektrycznego,
- wysoki stopień zmieszania powietrza z uzdatnianą wodą,
- łatwa kontrola techniczna procesu,
- wykonanie ze stali kwasoodpornej 316L,
- łatwy montaż i demontaż urządzenia (montowany kołnierzowo),
- urządzenie kompaktowe z minimalną długością rury miksera.

Parametry dobranego urządzenia:

- Ilość: 3 szt.,
- Średnica nominalna: DN 250 mm,
- Długość mieszacza: ok. 1550 mm,
- Przyłącze powietrza: G 1",
- Wykonanie: stal nierdzewna AISI 316/316L,
- Montowany kołnierzowo, wyposażony w 2 manometry z zaworami kulowymi.

Schemat 1. Zasada działania mieszacza statycznego



Powietrze do mieszaczy statycznych doprowadzane będzie z nowego węzła sprężonego powietrza, z wykorzystaniem przewodów stalowych o średnicy DN25. Na rurociągach przed wpięciem do każdego mieszacza, zamontowany zostanie zawór zwrotny oraz zawór kulowy odcinający z napędem ręcznym.

### **Sprężarki powietrza**

Do celów napowietrzania wody wykorzystane zostaną sprężarki powietrza o następujących parametrach technicznych:

- Ilość: 2 szt. (1 pracująca i 1 rezerwowa, automatycznie przełączane),
- Typ: śrubowa, olejowa, przystosowana do pracy ciągłej,
- Maksymalne nadciśnienie: 8 bar,
- Wydajność: 1,2 m<sup>3</sup>/min. = 72,0 m<sup>3</sup>/h (przy 7,5 bar),
- Moc znamionowa silnika: 7,5 kW,
- Poziom hałasu (w odległości 1 m od obudowy dźwiękochłonnej): 65 dB(A),



- Wbudowany osuszacz chłodniczy,
- Wbudowany zbiornik 270 L,
- Przyłącze pneumatyczne 3/4”.
- Przyłącze elektryczne 400V/1/50Hz,
- Wyposażenie sprężarki (w komplecie od producenta):
  - obudowa dźwiękochłonna,
  - kompletny zestaw przygotowania powietrza: filtr dokładny przeciwolejujowy z automatycznym spustem kondensatu,
  - filtr węglowy,
  - separator kondensatu
- Przesył i wizualizacja danych w zakresie: stanu pracy sprężarki (praca, postój), sygnalizacja awarii, ciśnienie powietrza, czas pracy urządzenia.

Nowe sprężarki zamontowane zostaną w miejscu istniejących urządzeń.

#### **Węzeł sprężonego powietrza**

Powietrze ze sprężarek kierowane będzie do węzła rozdzielczego sprężonego powietrza przewodami elastycznymi o średnicy 3/4” (długość przewodów ok. 2,0 m).

Następnie oddzielnymi rurociągami stalowymi DN 25 doprowadzone zostanie do aeratorów i mieszaczy statycznych. Na każdej nitce zamontowany zostanie:

- zawór odcinający – odpowietrzający,
- filtr z automatycznym spustem kondensatu,
- przetwornik ciśnienia,
- elektrozawór (n-z),
- regulator ciśnienia,
- dodatkowy filtr powietrza,
- rotometr pływakowy (z obejściem),
- przepływomierz termiczny sprzężony ze sterownikiem,
- automatyczny układ regulacji ilości przepływającego powietrza sprzężony ze sterownikiem wykorzystujący proporcjonalny regulator przepływu z napędem elektrycznym.
- zawór zwrotny.

W układzie należy utrzymywać ciśnienie powietrza min. 1,0 atm. wyższe niż ciśnienie wody. Wstępnie zakłada się, że ciśnienie powietrza będzie wynosiło za reduktorem ok. 4,0 bary. Wartość tę należy zweryfikować na etapie realizacji inwestycji.

### 3.4. Instalacja wody surowej

W zakresie wody surowej projektuje się wymianę rurociągu na nowy, po śladzie istniejącego. Prace obejmować będą m.in.:

- wpięcie do istniejącego rurociągu zbiorczego wody surowej DN 600 w budynku SUW,
- redukcja symetryczna stalowa DN 600 / DN 400,
- montaż kurka probierczego o średnicy G 1/2" (ze stali nierdzewnej) przystosowanego do poboru wody do badań bakteriologicznych,
- montaż kołnierza zaślepiającego DN 400 z króćcem DN 50 do odwodnienia rurociągu (przepustnica międzykołnierzowa z napędem ręcznym, złącze strażackie STORZ),
- montaż króćca DN 100 pod sprężynowy zawór bezpieczeństwa oraz montaż istniejącego zaworu bezpieczeństwa,
- montaż manometru (zakres wskazań 0-6 bar) z zaworem odcinającym G 1/2",
- montaż króćca G 1/2" z zaworem odcinającym (króciec do wpięcia dodatkowych urządzeń pomiarowych np. czujnika ciśnienia),
- montaż rurociągów wznosnych DN 250 doprowadzających wodę surową na każdy aerator, na rurociągach:
  - przepustnica międzykołnierzowa DN 250 z przekładnią ręczną,
  - przepływomierz elektromagnetyczny DN 200 w wersji rozłącznej – wyświetlacz w miejscu umożliwiającym łatwy odczyt wartości przez Eksploatatora,
  - mieszacz statyczny rurowy DN 250,
  - przepustnica międzykołnierzowa DN 250 z przekładnią ręczną,
  - odpowietrzenie o średnicy G 1",
    - zawór napowietrzająco – odpowietrzający, automatycznie – kinetyczny, 2 stopniowy, średnica DN 25 (przyłącze gwint 1") z zaworem odcinającym G 1", odpływ wody z odpowietrznika odprowadzony wężykiem do rurociągu spustowego wody z aeratorów,
    - odpowietrzenie ręczne z zaworem odcinającym G 1" sprowadzone do rurociągu spustowego wody z aeratorów, z przerwą powietrzną i lejkiem,
  - wpięcie do króćca wlotowego wody do aeratora DN 200,
- montaż króćca DN 80 z przepustnicą międzykołnierzową z napędem ręcznym – króciec do zawracania oczyszczonych wód popłucznych,
- wpięcie do istniejącego rurociągu zbiorczego wody surowej DN 400 (do istniejącej przepustnicy odcinającej na obojętności układu napowietrzania).

### 3.5. Instalacja wody napowietrzonej

W zakresie wody napowietrzonej projektuje się wymianę rurociągu na nowy, po śladzie istniejącego. Prace obejmować będą m.in.:

- montaż rurociągów wody napowietrzonej odprowadzających wodę z aeratora:
  - wpięcie do króćca wylotowego z aeratora DN 200,
  - montaż króćca spustu wody z aeratora DN 50,
  - montaż kurka probierczego o średnicy G 1/2" (ze stali nierdzewnej) przystosowanego do poboru wody do badań bakteriologicznych,
  - montaż przepustnicy międzykołnierzowej DN 250 z przekładnią ręczną,
- montaż rurociągu zbiorczego wody napowietrzonej DN 400 po śladzie istniejącego rurociągu,
- montaż manometru (zakres wskazań 0-6 bar) z zaworem odcinającym G 1/2",
- montaż kurka probierczego o średnicy G 1/2" (ze stali nierdzewnej) przystosowanego do poboru wody do badań bakteriologicznych,
- wpięcie do istniejących rurociągów odpływu wody napowietrzonej na filtry ciśnieniowe (do przepustnic odcinających DN 250).

### 3.6. Instalacja spustu zerowego

W zakresie spustu zerowego z aeratorów projektuje się wymianę rurociągu na nowy, po śladzie istniejącego. Prace obejmować będą m.in.:

- wpięcie rurociągów spustowych DN 50 do rurociągów wody napowietrzanej z każdego aeratora,
- montaż przepustnic międzykołnierzowych DN 50 z napędami ręcznymi,
- spięcie rurociągów w 1 kolektor odprowadzający wody spustowe,
- montaż króćców G 1" pod rurociągi odprowadzające wodę z odpowietrzników aeratorów,
- odprowadzenie wód do istniejącego odpływu wód spustowych DN 50.

### 3.7. Instalacja odpowietrzenia aeratorów

W zakresie instalacji odpowietrzenia aeratorów przewiduje się następujące prace:

- montaż odpowietrzenia na rurociągu wody surowej oraz na aeratorze (wpięcie do króćca odpowietrzającego)
  - rurociąg stalowy o średnicy G 1", skręcany na gwint,
  - zawór napowietrzająco – odpowietrzający, automatycznie – kinetyczny, 2 stopniowy, średnica DN 25 (przyłącze gwint 1") z zaworem odcinającym G 1", odpływ wody z odpowietrznika odprowadzony wężykiem do rurociągu spustowego wody z aeratorów,
  - odpowietrzenie ręczne – rurociąg stalowy G 1", sprowadzony do rurociągu spustu wody z aeratora, z przerwą powietrzną i lejkiem zbiorczym, na rurociągu, w miejscu dostępnym dla eksploatatora

### 3.8. Instalacja sprężonego powietrza

- montaż rurociągu sprężonego powietrza do aeratorów:
  - rurociągi z węzła sprężonego powietrza DN 25,
  - indywidualne zasilanie każdego aeratora,
  - rurociąg ze stali nierdzewnej o średnicy DN 25 (łączone kołnierzowo, spawane lub skręcane na gwint),
  - wpięcie do istniejącego króćca powietrza przy aeratorze DN 50,
  - wpięcie do przyłącza mieszacza statycznego rurowego DN 25.

### 3.9. Automatyzacja procesu napowietrzania wody

Sterowanie ilością powietrza kierowanego do układu aeracji odbywać się będzie w oparciu o dane przesyłane z przepływomierzy zamontowanych na rurociągach doprowadzających wodę surową do aeratorów oraz powietrza i na podstawie procentowej wartości przepływu powietrza (w m<sup>3</sup>/h wody) zadanej w sterowniku.

Instalacja automatycznego sterowania ilością powietrza złożona będzie z następujących elementów:

- zawór odcinająco – napowietrzający,
- filtr – reduktor z automatycznym spustem kondensatu,
- przetwornik ciśnienia,
- elektrozawór n-z,
- regulator ciśnienia,
- rotametr,

- przepływomierz termiczny sprzężony ze sterownikiem
- automatyczny układ regulacji ilości przepływającego powietrza sprzężony ze sterownikiem wykorzystujący proporcjonalny regulator przepływu z napędem elektrycznym.
- zawór zwrotny – uniemożliwia przedostanie się drobin wody z instalacji.
- Sterownik PLC z dołączonym panelem operatorskim służącym do obserwacji oraz zmian parametrów
- ze względu na dużą wrażliwość przepływomierzy termicznych na wilgoć zawartą w mierzonym medium należy bezwzględnie zastosować odwadniacz w bloku przygotowania sprężonego powietrza

Opis algorytmu sterowania:

1. Przepływomierz termiczny zwraca wartość wagową przepływającego powietrza. Należy więc uwzględnić przelicznik z kg/h na  $m^3/h$  i tą wartość wyświetlać na panelu oraz uwzględniać w obliczeniach.
2. Znając przepływ wody surowej oraz ilość sprężonego powietrza należy dążyć do zachowania zadanej proporcji ilości podawanego powietrza do ilości przepływającej wody. Stosunek tych wartości należy wyświetlić na panelu w procentach oraz umożliwić obsłudze możliwość zmiany nastawy tego parametru (również jako wartość procentową). Przykładowy sposób obliczeń:

Aktualny przepływ wody  $Q_w = 38m^3/h$

Zadany stosunek ilości powietrza do wody  $S_{w/p} = 35\%$

Ilość powietrza wynikająca z obliczeń  $Q_p = 13m^3/h$

Sterownik za pośrednictwem zaworu regulacyjnego z siłownikiem elektrycznym powinien zatem utrzymywać przepływ powietrza wynoszący  $13m^3/h$ . Regulacja powinna odbywać się w sposób proporcjonalny.

3. Proces regulacji rozpoczyna się od otwarcia elektrozaworu znajdującego się przed reduktorem powietrza. Elektrozawór może zostać otwarty dopiero w momencie pojawienia się przepływu wody surowej.
4. Układ pracujący w trybie automatycznym powinien samodzielnie rozpocząć pracę w momencie pojawienia się przepływu wody, bez konieczności ingerencji ze strony obsługi. Wyjątkiem jest brak lub zbyt niskie ciśnienie sprężonego powietrza. Wtedy sterownik powinien poczekać na pojawienie się odpowiedniego ciśnienia a po upływie czasu oczekiwania powinien wyświetlić alarm oraz zatrzymać proces napowietrzania.

Dane do wyświetlenia na panelu sterowania:

- aktualne otwarcie zaworów regulacyjnych w procentach
- przepływ wody w  $m^3/h$
- przepływ sprężonego powietrza w  $m^3/h$
- ciśnienie sprężonego powietrza za reduktorem
- zadany oraz aktualny stosunek przepływów powietrza do wody
- możliwość zadawania stosunku powietrze-woda
- możliwość przejścia w tryb sterowania ręcznego dzięki któremu możliwe będzie sterowanie pracą elektrozaworu (otwórz/zamknij) oraz ręczne wymuszenie otwarcia zaworu regulacyjnego na żadaną wartość

### 3.10. Wymagania techniczne w zakresie urządzeń

Poniżej przedstawiono wymagania techniczne oraz parametry, jakie winny spełniać zastosowane urządzenia.

#### **Przepływomierze elektromagnetyczne (pomiar wody surowej)**

Przetwornik:

- 4-liniowy, podświetlany wyświetlacz LCD, z menu w języku polskim
- zmiana koloru wyświetlacza w przypadku błędu lub awarii
- zasilanie: uniwersalne, umożliwiające podłączenie napięcia 100-240VAC lub 24VAC/DC
- wbudowane narzędzie diagnostyczne czujnika oraz przetwornika
- wbudowany web serwer do konfiguracji i diagnostyki za pomocą złącza RJ-45
- komunikacja 4...20 mA HART + impulsowe + wyjście binarne
- obudowa wykonana z AISi<sub>10</sub>Mg
- stopień ochrony przetwornika IP66/67
- wersja łączna z czujnikiem (kompaktowa) lub rozdzielna, w zależności od zabudowy
- 3 liczniki

Czujnik:

- detekcja niepełnego przepływu elektrodą inną niż pomiarowa
- błąd pomiarowy 0,5%± 1 mm/s
- przyłącze procesowe: kołnierze ze stali nierdzewnej AISI316 zgodne z EN1092-1, PN10
- wykładzina poliuretanowa z atestem PZH
- elektrody stożkowe wykonane z 1.4435
- przygotowany do pracy z narzędziem diagnostycznym
- stopień ochrony czujnika IP66/67

#### **Przepływomierze termiczne, masowe (pomiar sprężonego powietrza)**

- możliwość pomiaru przepływu powietrza, azotu, dwutlenku węgla lub argonu
- maksymalny błąd: ±3 % wartości mierzonej
- dynamika pomiaru: 150:1
- stopień ochrony IP66/67
- obsługa za pomocą przycisków wewnątrz obudowy przetwornika
- 4-liniowy wyświetlacz LCD
- odporna mechanicznie i korozyjnie aluminiowa obudowa przetwornika
- montaż w wersji zanurzeniowej lub kołnierzowej (w zależności od średnicy)
- miejsce oraz sposób montażu zgodnie z zaleceniami serwisu producenta
- komunikacja 4...20 mA HART + impulsowe
- zasilanie 24 VDC

#### **Przetwornik pomiarowy**

- otwarty protokół komunikacyjny umożliwiający podłączenie sond więcej niż jednego producenta, np. Memosens,
- możliwość podłączenia sond mierzących różne parametry,
- indywidualny wyświetlacz LCD,
- przystosowany do wymiennej konfiguracji sond cyfrowych,
- zasilanie: 230 V,
- wejście: max 4 czujniki cyfrowe,
- wyjście: 4x 4-20 mA HART,
- temperatura otoczenia: -20 st. C do + 50 st. C,
- stopień ochrony: IP66 oraz IP67,
- brak elementów zużywających się mechanicznie np. wentylator,
- menu w języku polskim.

### 3.11. Zestawienie materiałowe

**UWAGA! Wykonawca jest zobowiązany do weryfikacji przyjętych rozwiązań i ilości poszczególnych elementów instalacji! Wszystkie elementy nie ujęte w zestawieniu, które Wykonawca uzna za konieczne, należy przewidzieć na etapie złożenia oferty.**

WODA SUROWA					
L.p.	Nazwa	Typ	Materiał	Ilość/Długość	Jednostka
1	Przepływomierz elektromagnetyczny	DN 200		3	kpl
2	Mieszacz statyczny rurowy	DN 250, przyłącze powietrza DN 25, wyposażony w manometry do pomiaru straty ciśnienia,	ss316/316L	3	kpl
3	Przepustnica międzykołnierzowa, napęd ręczny	DN 50		1	kpl
4	Przepustnica międzykołnierzowa, napęd ręczny	DN 80		1	kpl
5	Przepustnica międzykołnierzowa, przekładnia ręczna	DN 250		6	kpl
6	Zawór kulowy	G 1/2"	ss316/316L	3	szt
7	Kurek probierczy	G 1/2"	ss316/316L	1	szt
8	Czujnik ciśnienia (woda surowa)	0-6 bar, G 1/2"		1	kpl
9	Manometr	0-6 bar, G 1/2"		1	kpl
10	Złącze strażackie STORZ z przyłączem kołnierzowym	złącze 52-C, kołnierz DN 50	ss316/316L	1	kpl
11	Kolano 90° stalowe	DN 250	ss316/316L	6	szt
12	Trójnik równoprzelotowy stalowy	DN 400	ss316/316L	1	szt
13	Redukcja symetryczna stalowa	DN 250 / DN 200	ss316/316L	9	szt
14	Redukcja symetryczna stalowa	DN 600 / DN 400	ss316/316L	1	szt
15	Kołnierz z wywijką stalowy	DN 50	ss316/316L	1	kpl
16	Kołnierz z wywijką stalowy	DN 80	ss316/316L	1	kpl
17	Kołnierz z wywijką stalowy	DN 100	ss316/316L	1	kpl
18	Kołnierz z wywijką stalowy	DN 200	ss316/316L	9	kpl
19	Kołnierz z wywijką stalowy	DN 250	ss316/316L	18	kpl
20	Kołnierz z wywijką stalowy	DN 400	ss316/316L	2	kpl
21	Kołnierz z wywijką stalowy	DN 600	ss316/316L	1	kpl
22	Kołnierz zaślepiający stalowy	DN 400	ss316/316L	1	kpl
23	Rurociąg stalowy	DN 50	ss316/316L	0,1	m
24	Rurociąg stalowy	DN 80	ss316/316L	0,5	m
25	Rurociąg stalowy	DN 100	ss316/316L	0,5	m
26	Rurociąg stalowy	DN 200	ss316/316L	4	m
27	Rurociąg stalowy	DN 250	ss316/316L	6	m
28	Rurociąg stalowy	DN 400	ss316/316L	9,5	m

WODA NAPOWIETRZONA					
L.p.	Nazwa	Typ	Materiał	Ilość/Długość	Jednostka
1	Przepustnica międzykołnierzowa, przekładnia ręczna	DN 250		3	kpl
2	Zawór kulowy	G 1/2"	ss316/316L	1	szt
3	Kurek probierczy	G 1/2"	ss316/316L	4	szt
4	Manometr	0-6 bar, G 1/2"		1	kpl
5	Kolano 90° stalowe	DN 200	ss316/316L	3	szt
6	Redukcja symetryczna stalowa	DN 250 / DN 200	ss316/316L	3	szt
7	Kołnierz z wywijką stalowy	DN 200	ss316/316L	3	kpl
8	Kołnierz z wywijką stalowy	DN 250	ss316/316L	8	kpl
9	Kołnierz z wywijką stalowy	DN 400	ss316/316L	2	kpl
10	Kołnierz zaślepiający stalowy	DN 400	ss316/316L	2	kpl
11	Rurociąg stalowy	DN 200	ss316/316L	0,5	m
12	Rurociąg stalowy	DN 250	ss316/316L	3,5	m
13	Rurociąg stalowy	DN 400	ss316/316L	6,5	m

SPUST ZEROWY					
L.p.	Nazwa	Typ	Materiał	Ilość/Długość	Jednostka
1	Przepustnica międzykołnierzowa, napęd ręczny	DN 50		3	kpl
2	Kolano 90° stalowe	DN 50	ss316/316L	4	szt
3	Trójnik równoprzelotowy stalowy	DN 50	ss316/316L	3	szt
4	Kołnierz z wywijką stalowy	DN 50	ss316/316L	7	kpl
5	Kołnierz zaślepiający stalowy	DN 50	ss316/316L	1	kpl
6	Rurociąg stalowy	DN 50	ss316/316L	8,5	m

ODPOWIETRZENIE UKŁADU					
L.p.	Nazwa	Typ	Materiał	Ilość/Długość	Jednostka
1	Zawór napowietrzająco – odpowietrzający	DN 25 (przyłącze G 1"), 2-stopniowy, automatyczno-kinetyczny		6	kpl
2	Zawór kulowy	G 1"	ss316/316L	12	szt
3	Lejek zbiorczy				szt
4	Kolano 90° stalowe	G 1"		6	szt
5	Trójnik równoprzelotowy stalowy	G 1"		6	szt
6	Rurociąg stalowy	G 1"		39	m

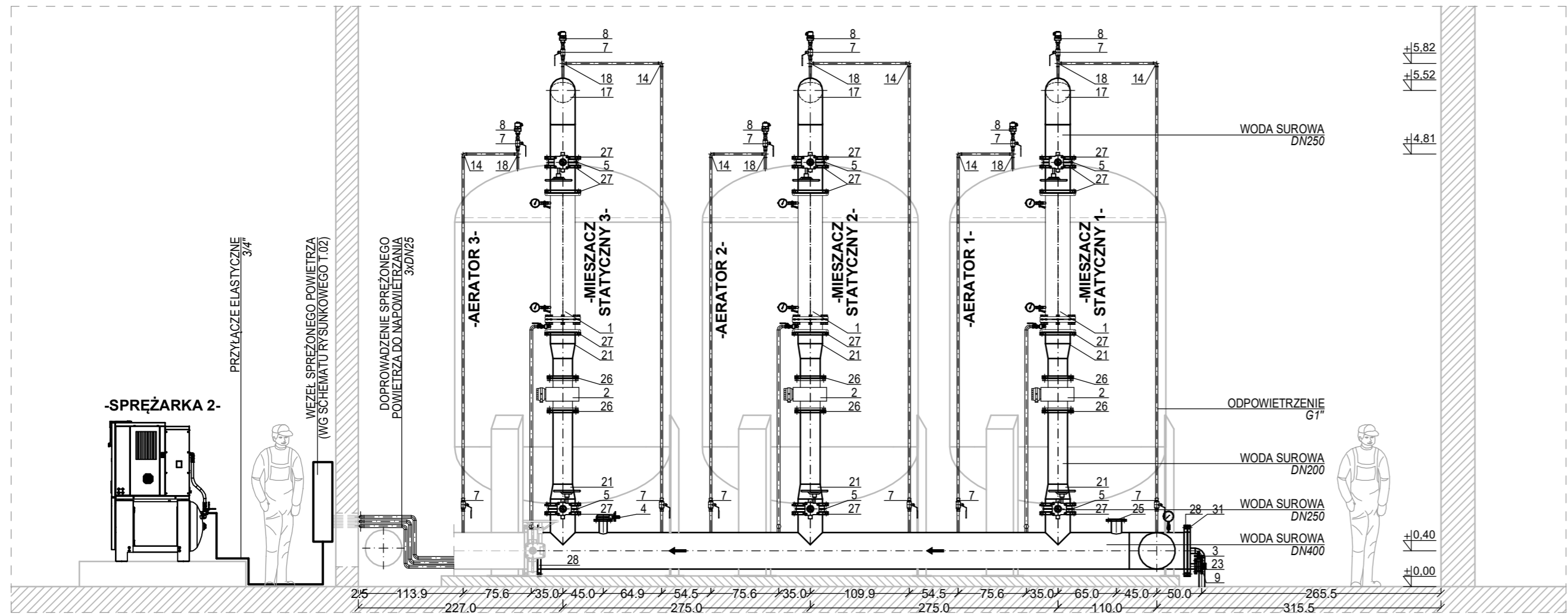
INSTALACJA SPRĘŻONEGO POWIETRZA					
L.p.	Nazwa	Typ	Materiał	Ilość/Długość	Jednostka
1	Przepływomierz masowy, termiczny	DN 25; przyłącza kołnierzowe; Qmax=20Nm <sup>3</sup> /h; p=8bar	ss316/316L	3	kpl
2	Rotametr pływakowy	przyłącze DN25 (G 1"); zakres 2-20Nm <sup>3</sup> /h; ciśnienie pracy 4bar		3	kpl
3	Elektrozawór (nz)	DN 25 (G 1"), bezprądowo zamknięty (NZ)	ss316/316L	3	kpl
4	Proporcjonalny regulator przepływu z napędem elektrycznym	G 3/8"	ss316/316L	3	kpl
5	Czujnik ciśnienia	zakres pomiarowy 0-12 bar		3	kpl
6	Manometr	zakres pomiarowy 0-12 bar		1	kpl
7	Reduktor ciśnienia z manometrem	DN 25 (G 1"), ciśnienie za reduktorem 4 bar		3	kpl
8	Filtr z automatycznym spustem kondensatu	DN 25 (G 1")		3	kpl
9	Filtr powietrza	DN 25 (G 1")		3	kpl
10	Zawór kulowy, odcinający	DN 25 (G 1")	ss316/316L	18	kpl
11	Zawór odcinająco – odpowietrzający	DN 25 (G 1")	ss316/316L	3	kpl
12	Zawór zwrotny	DN 25 (G 1")	ss316/316L	6	kpl
13	Zawór bezpieczeństwa	DN 15 (G 1/2")	ss316/316L	1	kpl
14	Kolano 90° stalowe	DN 25 (G 1")	ss316/316L	45	szt
15	Trójnik równoprzelotowy stalowy	DN 25 (G 1")	ss316/316L	9	szt
16	Redukcja symetryczna stalowa	DN 50 / DN 25	ss316/316L	3	szt
17	Kołnierz z wywijką stalowy	DN 50	ss316/316L	3	szt
18	Rurociąg stalowy	DN 25 (G 1")	ss316/316L	50	m



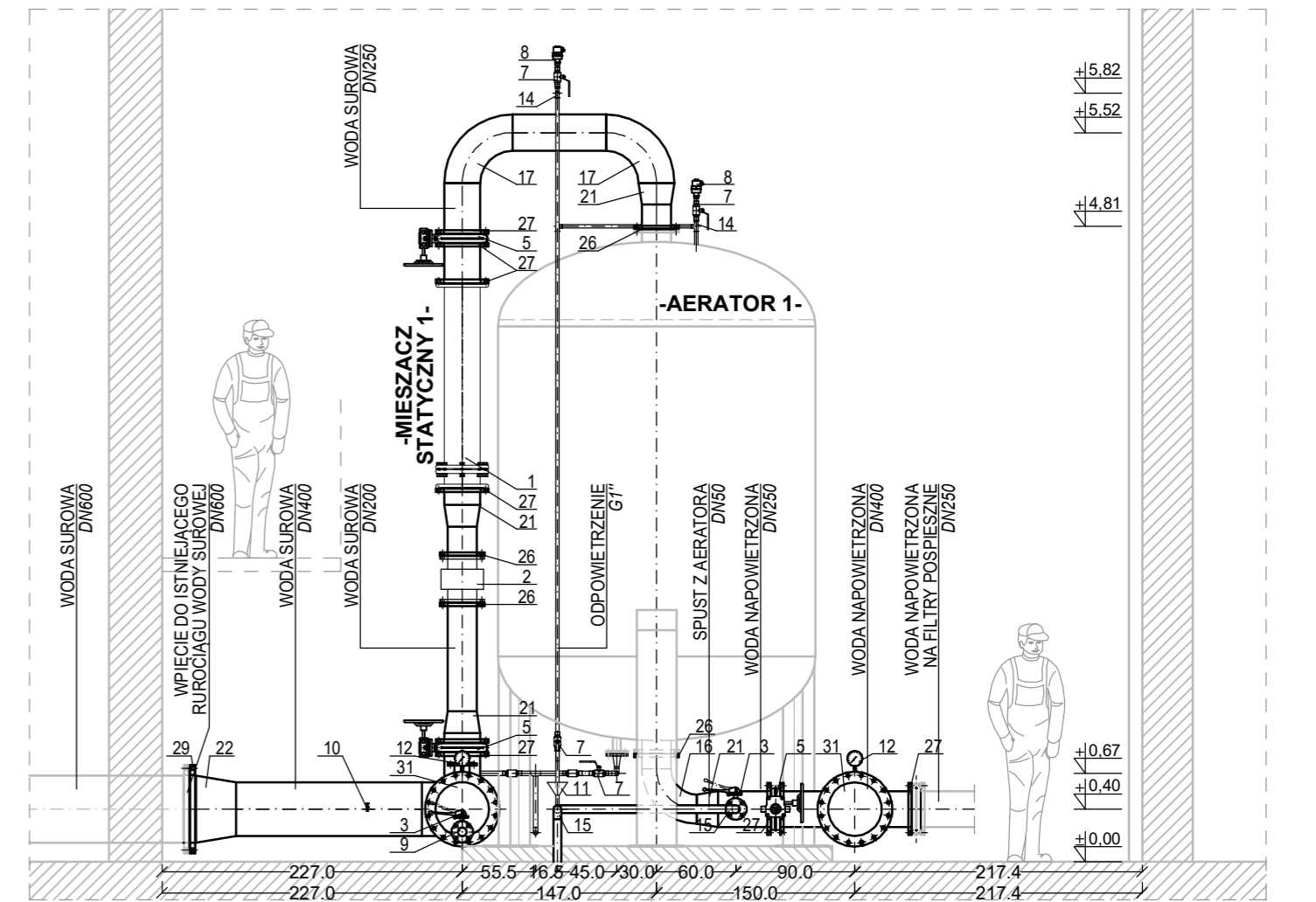
#### **4. RYSUNKI I SCHEMATY**

---

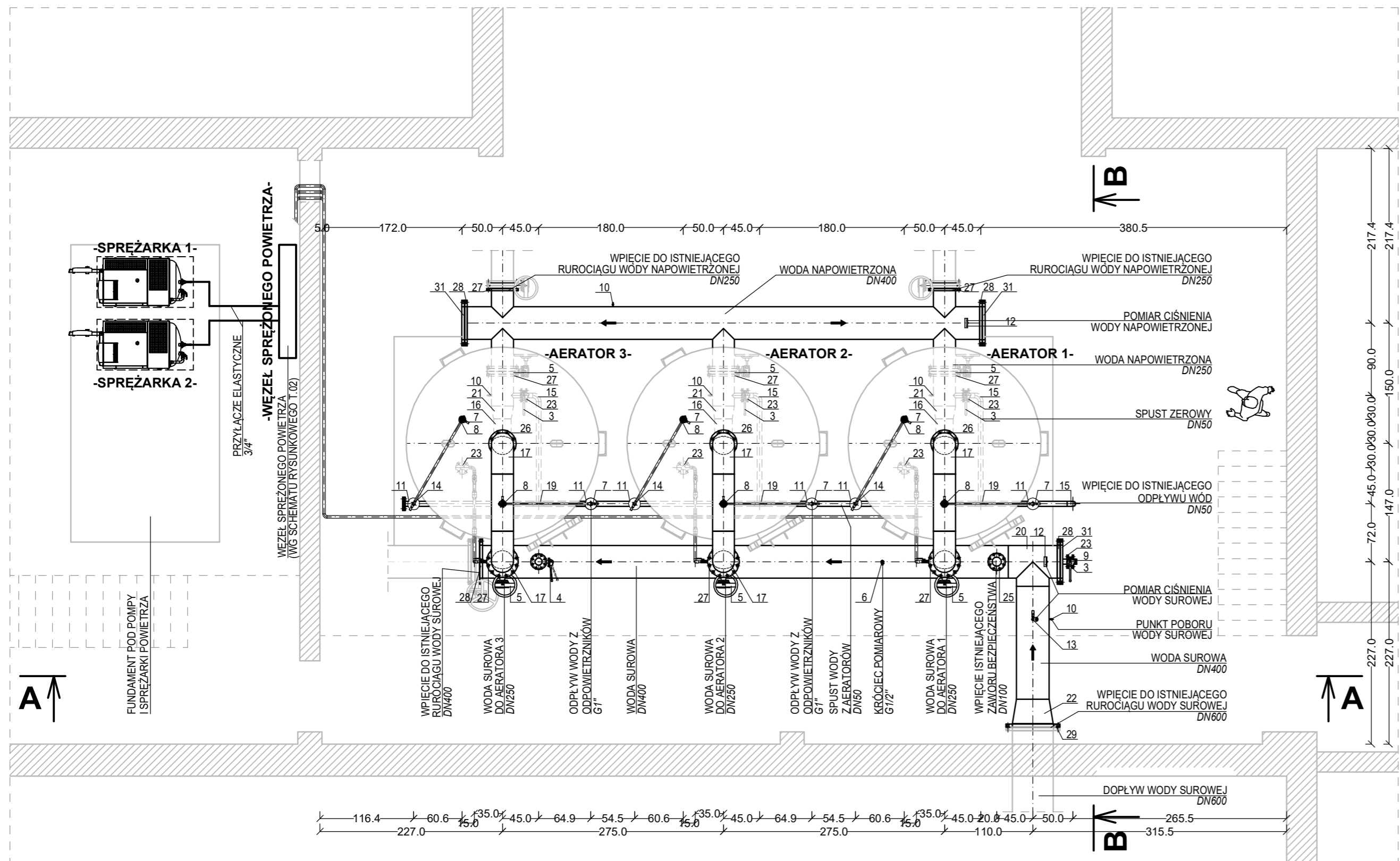
**- UKŁAD NAWIEWIERZANIA: PRZEKRÓJ A-A -**



**- UKŁAD NAWIEWIERZANIA: PRZEKRÓJ B-B -**



**- UKŁAD NAWIEWIERZANIA: RZUT -**



Wszystkie zastosowane materiały przystosowane do kontaktu z wodą pitną (atest PZH).

Wykonanie materiałowe instalacji - stal nierdzewna AISI316/316L:  
 - rurociągi ze stali kwasoodpornej,  
 - kołnierze ze stali kwasoodpornej,  
 - śruby, podkładki ze stali kwasoodpornej.

Dopuszcza się pojedyncze zmiany kształtek czy przebiegu orurowania, jeśli zostanie uznane to za stosowne na etapie budowy.

Rurociągi prowadzić na podporach mocowanych do posadzki lub ścian. Przewiduje się wykorzystanie istniejących podpór. W przypadku konieczności zastosowania dodatkowych podparć stosować obce pełne, zabezpieczone przed przesunięciem.

UWAGA! Przed przystąpieniem do prac należy zweryfikować rzeczywiste odległości i zależności wysokościowe określone na rysunkach.

UWAGA! Rzędne rurociągów i wymiary dopasować do istniejących warunków budowlanych.

Prace prowadzić z uwzględnieniem wytycznych budowlanych, pod szczególnym nadzorem BHP.

UWAGA! Rysunki są kompatybilne z tekstem opracowania. Szczegóły zawarte w tekście, których nie uwzględniono na rysunku, należy wykonać zgodnie z wiedzą budowlaną i instalacyjną, względnie skonsultować z autorem opracowania na etapie przebudowy SUW.

— ELEMENTY ISTNIEJĄCE  
 — ELEMENTY PROJEKTOWANE

31	Kolnier z zaślepiającym stalowy	DN400	
30	Kolnier zaślepiający stalowy	DN50	
29	Kolnier z wywijką stalowy	DN600	
28	Kolnier z wywijką stalowy	DN400	
27	Kolnier z wywijką stalowy	DN250	
26	Kolnier z wywijką stalowy	DN200	
25	Kolnier z wywijką stalowy	DN100	
24	Kolnier z wywijką stalowy	DN80	
23	Kolnier z wywijką stalowy	DN50	
22	Redukcja symetryczna stalowa	DN600/DN400	
21	Redukcja symetryczna stalowa	DN250/DN200	
20	Trójnik równoprzelotowy stalowy	DN400	
19	Trójnik równoprzelotowy stalowy	DN50	
18	Trójnik równoprzelotowy stalowy	G1"	
17	Kolano 90° stalowe	DN250	
16	Kolano 90° stalowe	DN200	
15	Kolano 90° stalowe	DN50	
14	Kolano 90° stalowe	G1"	
13	Czujnik ciśnienia	G1/2"	
12	Manometr	G1/2"	
11	Lejek zbiorczy		
10	Kurek probierczy	G1/2"	
9	Złącze strażackie STORZ, przyt. kolierzowe	52-C, DN50	
8	Zawór napowietrzająco-odpowietrzający	G1"	
7	Zawór kulowy	G1"	
6	Zawór kulowy	G1/2"	
5	Przepustnica międzykolierzowa, przekł. ręczna	DN250	
4	Przepustnica międzykolierzowa, n. ręczny	DN80	
3	Przepustnica międzykolierzowa, n. ręczny	DN50	
2	Przeptywomierz elektromagnetyczny	DN200	
1	Mieszacz statyczny rurowy	DN250	ss316/316L
Nr	Nazwa elementu	Typ	Materiał













Ul. Powstańców Wielkopolskich 24  
 62-300 Września  
 tel. 691 683 350, 691 737 853  
 biuro@nentech.pl

**NENTECH** s.c.

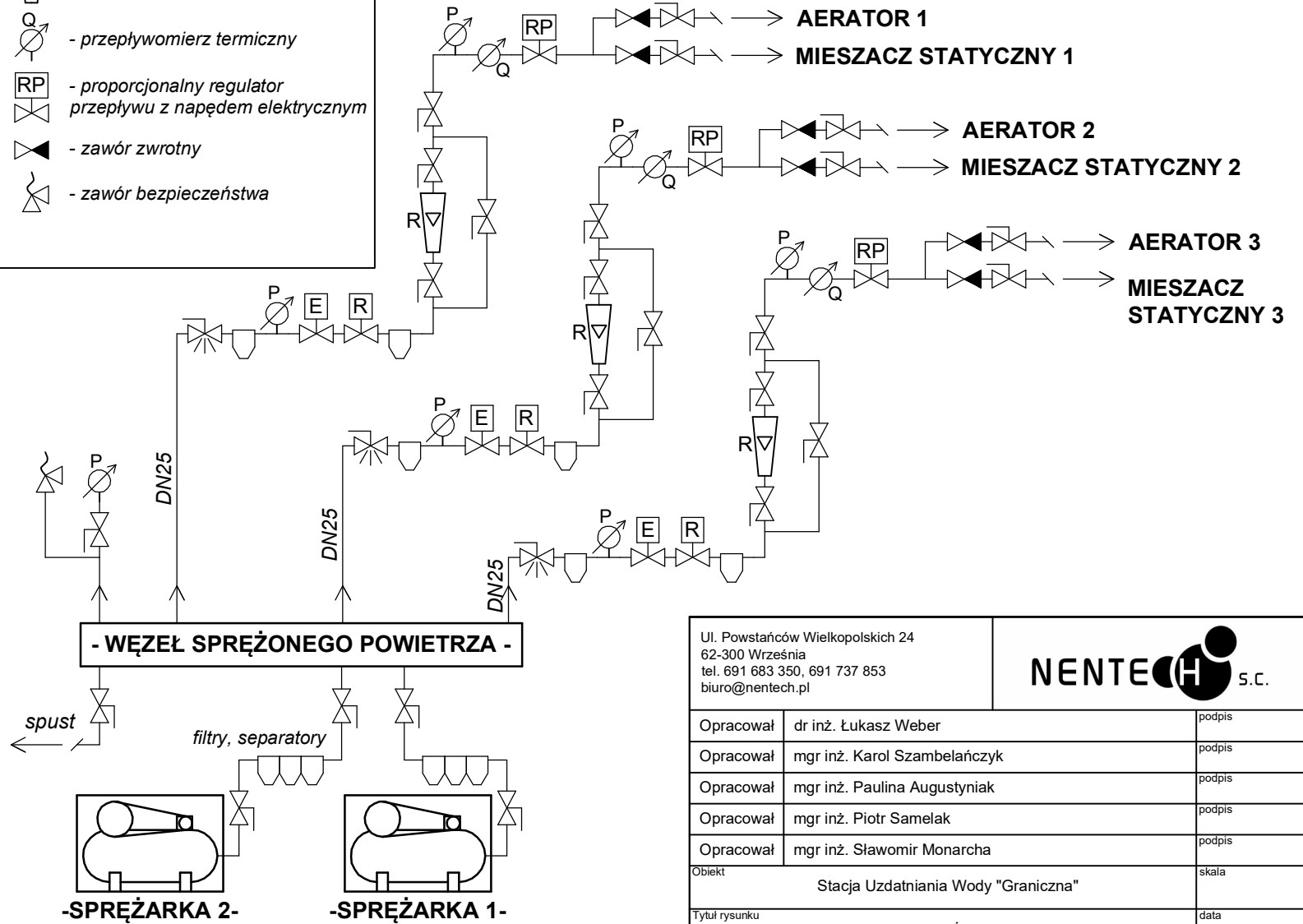
Opracował	dr inż. Lukasz Weber	podpis
Opracował	mgr inż. Karol Szambelańczyk	podpis
Opracował	mgr inż. Paulina Augustyniak	podpis
Opracował	mgr inż. Piotr Samelak	podpis
Opracował	mgr inż. Sławomir Monarcha	podpis

Obiekt: Stacja Uzdatniania Wody "Graniczna" skala: 1:50  
 Tytuł rysunku: UKŁAD NAWIEWIERZANIA SUW GRANICZNA data: 12.2017  
 Inwestor: Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. ul. Graniczna 1; 05-200 Wołomin rys. nr: T.01

**OZNACZENIA:**

-  - zawór odcinający
-  - zawór odcinająco - odpow.
-  - filtr z automatycznym spustem kondensatu
-  - przetwornik ciśnienia
-  - elektrozawór (nz)
-  - regulator ciśnienia
-  - filtr powietrza
-  - rotametr pływakowy
-  - przepływomierz termiczny
-  - proporcjonalny regulator przepływu z napędem elektrycznym
-  - zawór zwrotny
-  - zawór bezpieczeństwa

**- SPREŻARKI POWIETRZA -**  
**NAPOWIETRZANIE WODY**  
 Sprężarka: 2szt. (1 pracująca, 1 rezerwowa)  
 Typ: śrubowa, olejowa  
 przystosowana do pracy ciągłej  
 kompletny system przygotowania  
 powietrza w zestawie  
 $Q_{max}=72,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $p_{nom}=8 \text{ bar}$   
 $P=7,5 \text{ kW}$



Ul. Powstańców Wielkopolskich 24  
 62-300 Września  
 tel. 691 683 350, 691 737 853  
 biuro@nentech.pl



Opracował	dr inż. Łukasz Weber	podpis
Opracował	mgr inż. Karol Szambelańczyk	podpis
Opracował	mgr inż. Paulina Augustyniak	podpis
Opracował	mgr inż. Piotr Samelak	podpis
Opracował	mgr inż. Sławomir Monarcha	podpis
Obiekt	Stacja Uzdatniania Wody "Graniczna"	
Tytuł rysunku	SCHEMAT WĘZŁA SPRĘŻONEGO POWIETRZA	data 12.2017
Inwestor	Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. ul. Graniczna 1; 05-200 Wołomin	rys. nr T.02

# SUW - WOŁOMIN - UKŁAD NAPOWIETRZANIA

Klient:

Projekt: SUW - WOŁOMIN - UKŁAD NAPOWIETRZANIA

Nr projektu:

Projektant:



NENTECH S.C.  
Karol Szambelańczyk  
Łukasz Weber  
ul. Powstańców Wlkp. 24  
62-300 Września  
biuro@nentech.pl



Nazwa projektu: SUW - WOŁOMIN - UKŁAD NAPOWIETRZANIA

Klient:

Wydrukowano: 2017-12-22

00:44

Ostatnio zmieniony: 2017-12-22

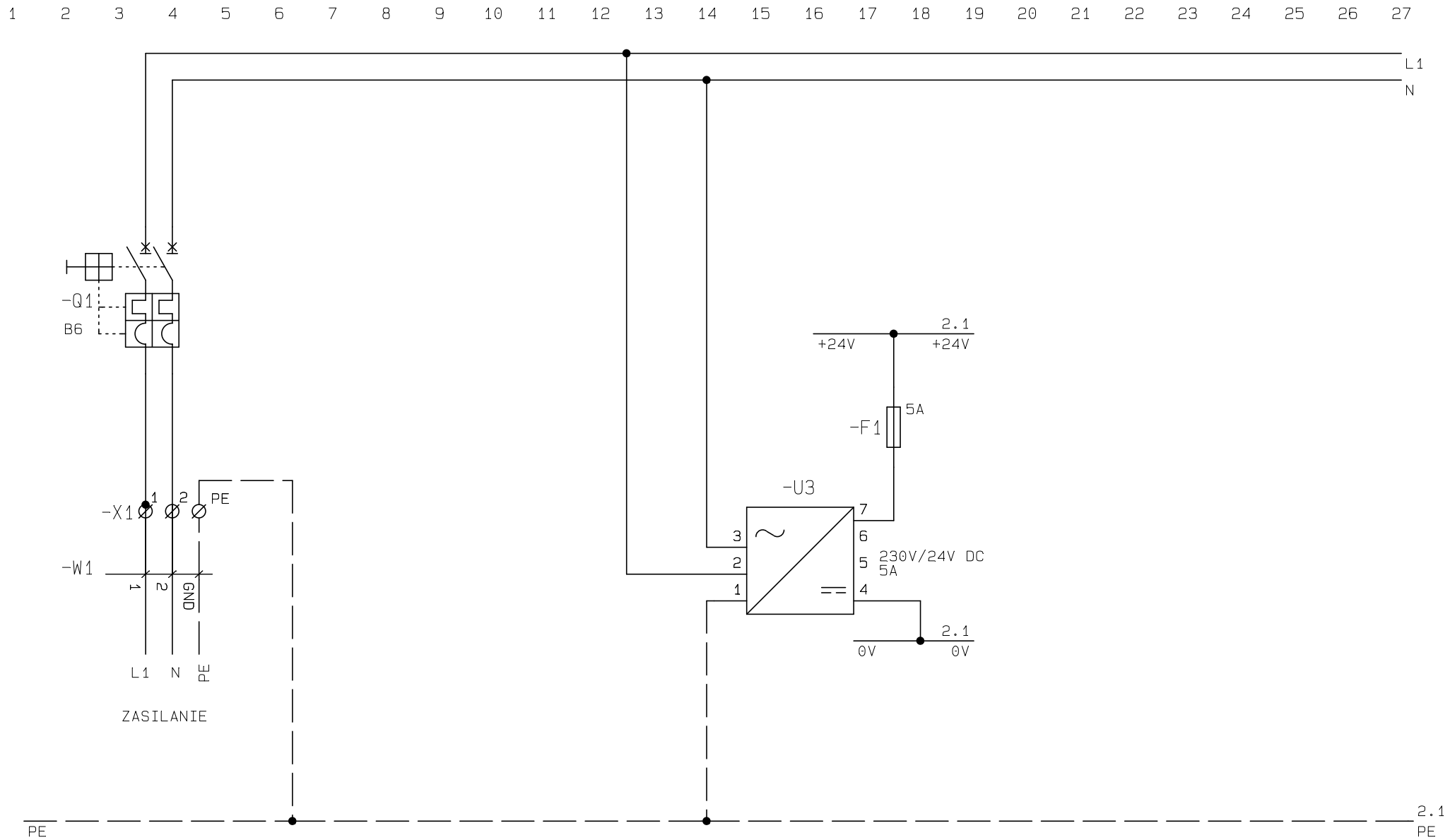
00:40

Nr projektu:

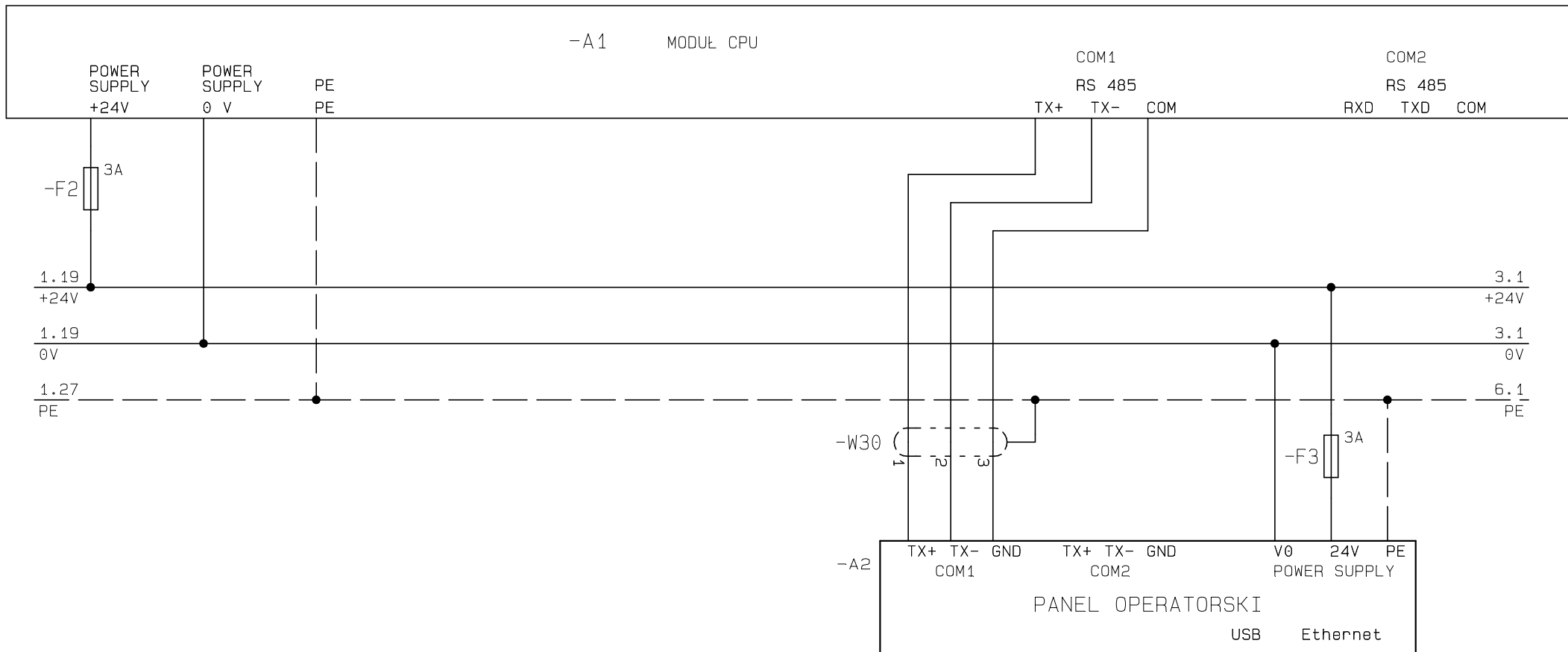
Strona F1

# Spis treści

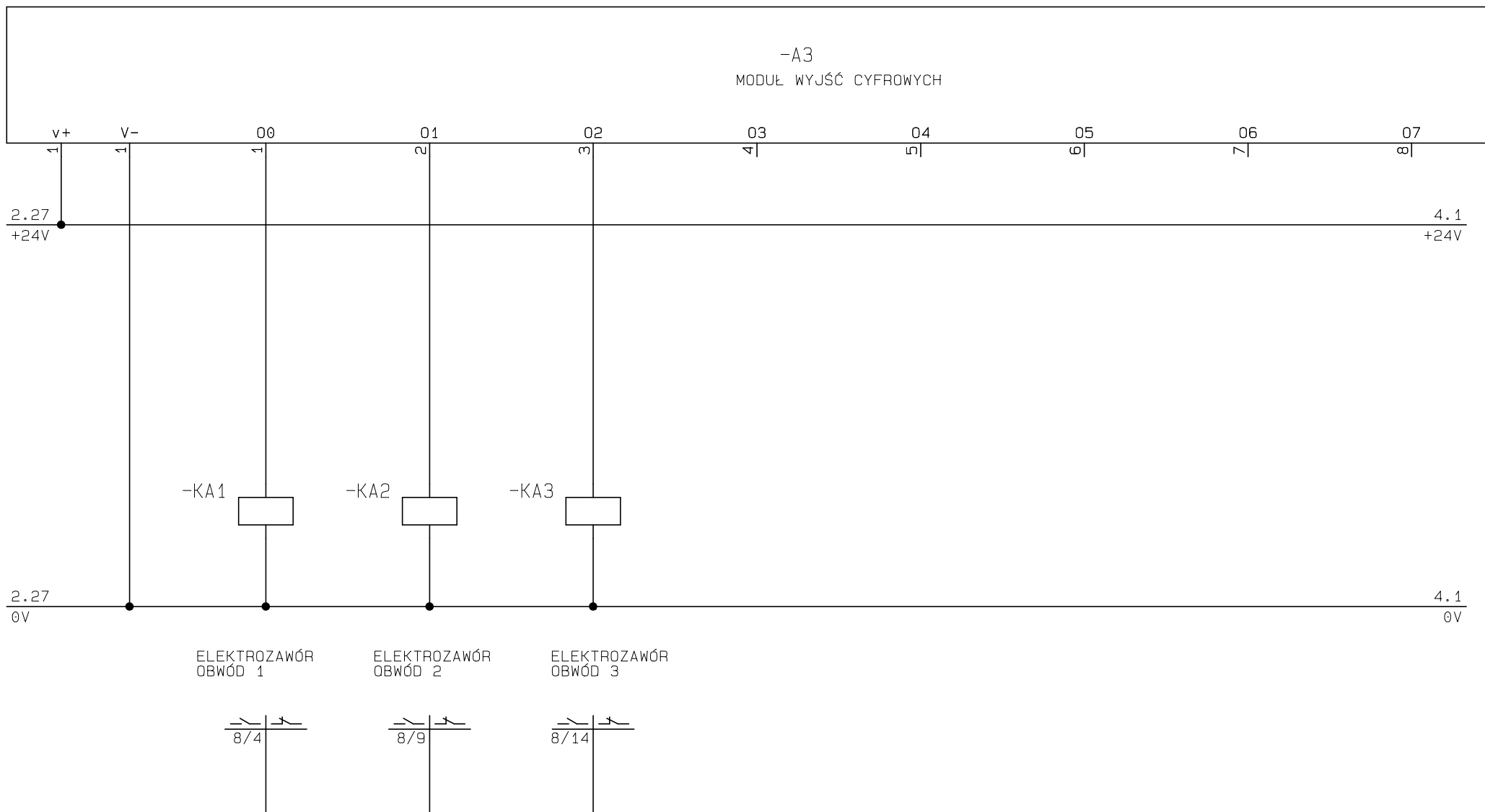
<b>STEROWANIE - PLC CPU</b> 2017-12-22	<b>2</b>
<b>STEROWANIE - WYJŚCIA CYFROWE PLC</b> 2017-12-22	<b>3</b>
<b>STEROWANIE - WEJŚCIA PLC - PRZEPLYWOMIERZE</b> 2017-12-22	<b>4</b>
<b>STEROWANIE - WEJŚCIA PLC - PRZEPLYWOMIERZE</b> 2017-12-22	<b>5</b>
<b>STEROWANIE - WEJŚCIA PLC - PRZETWORNIKI CIŚNIENIA</b> 2017-12-22	<b>6</b>
<b>STEROWANIE - ZAWORY REGULACYJNE</b> 2017-12-22	<b>7</b>
<b>STEROWANIE - ELEKTROZAWORY</b> 2017-12-22	<b>8</b>
<b>ELEWACJA SZAFY</b> 2017-12-22	<b>9</b>
<b>Lista komponentow</b> 2017-12-22	<b>10</b>
<b>Lista zaciskow</b> 2017-12-22	<b>15</b>
<b>Lista kabli</b> 2017-12-22	<b>18</b>



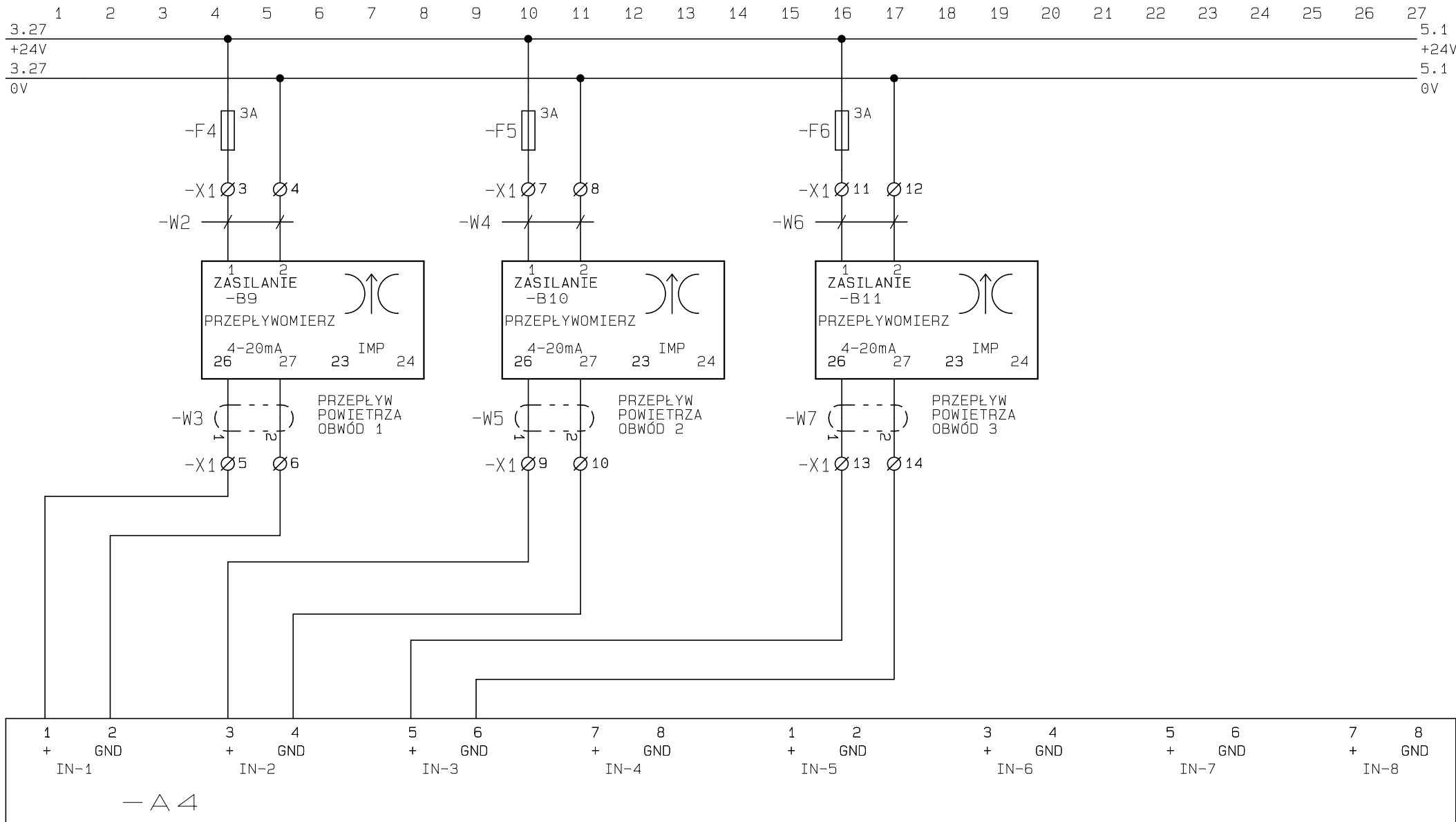
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27

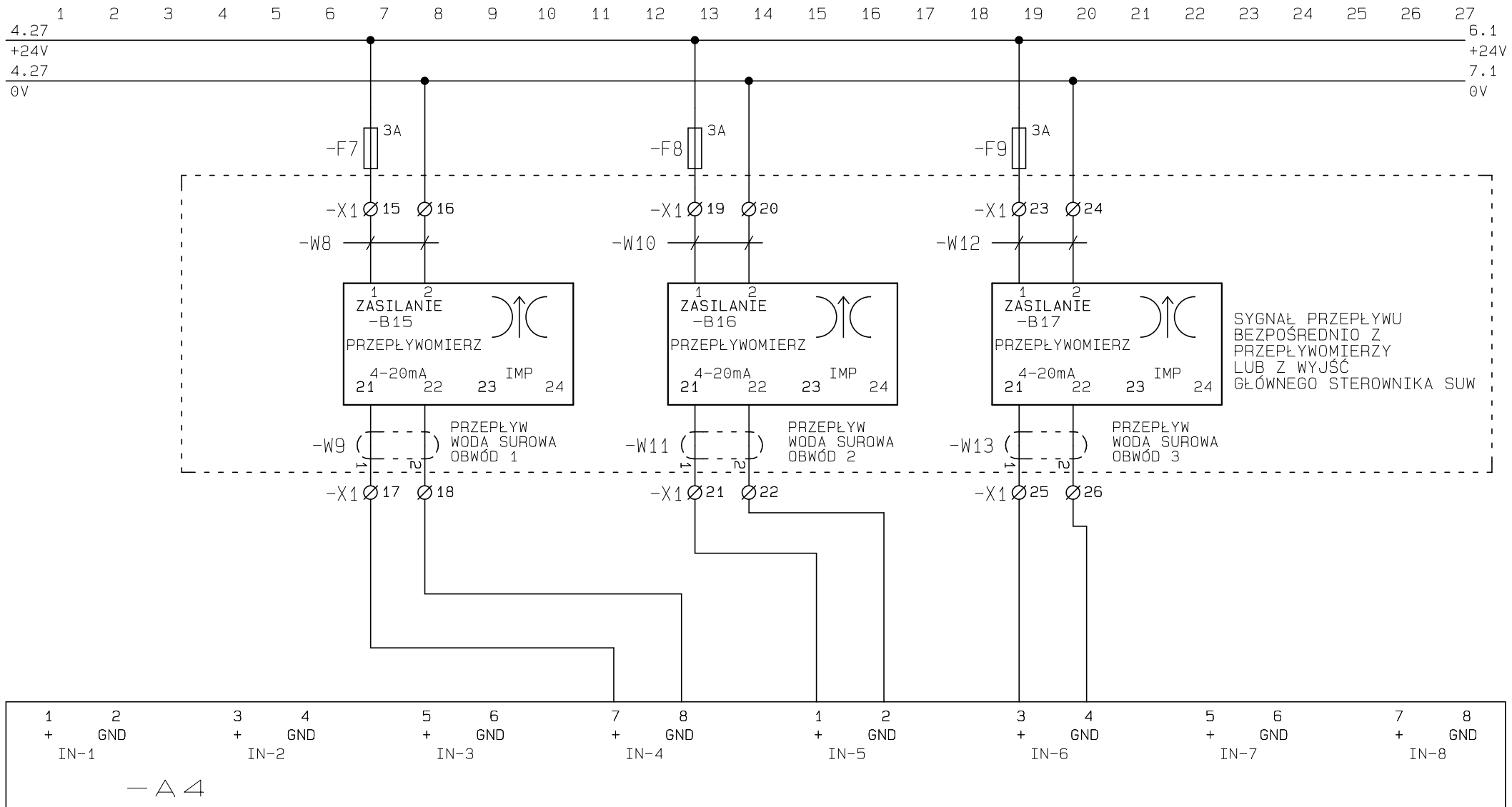


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27







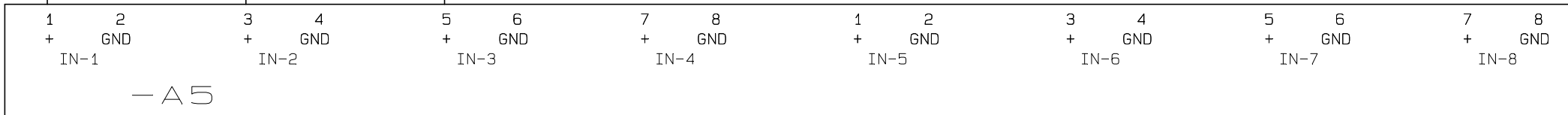
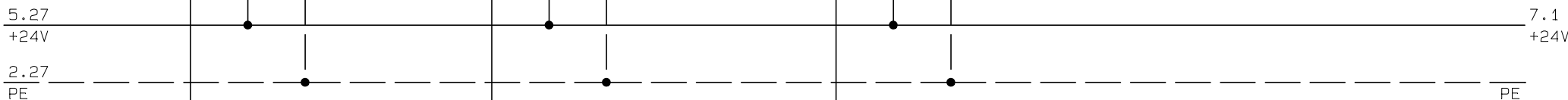
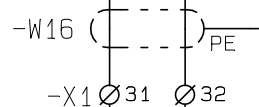
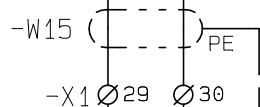
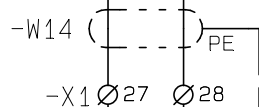
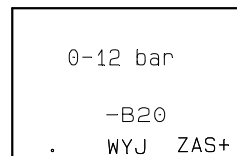
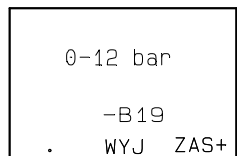
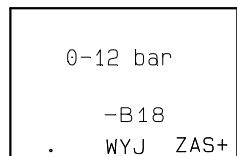


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27

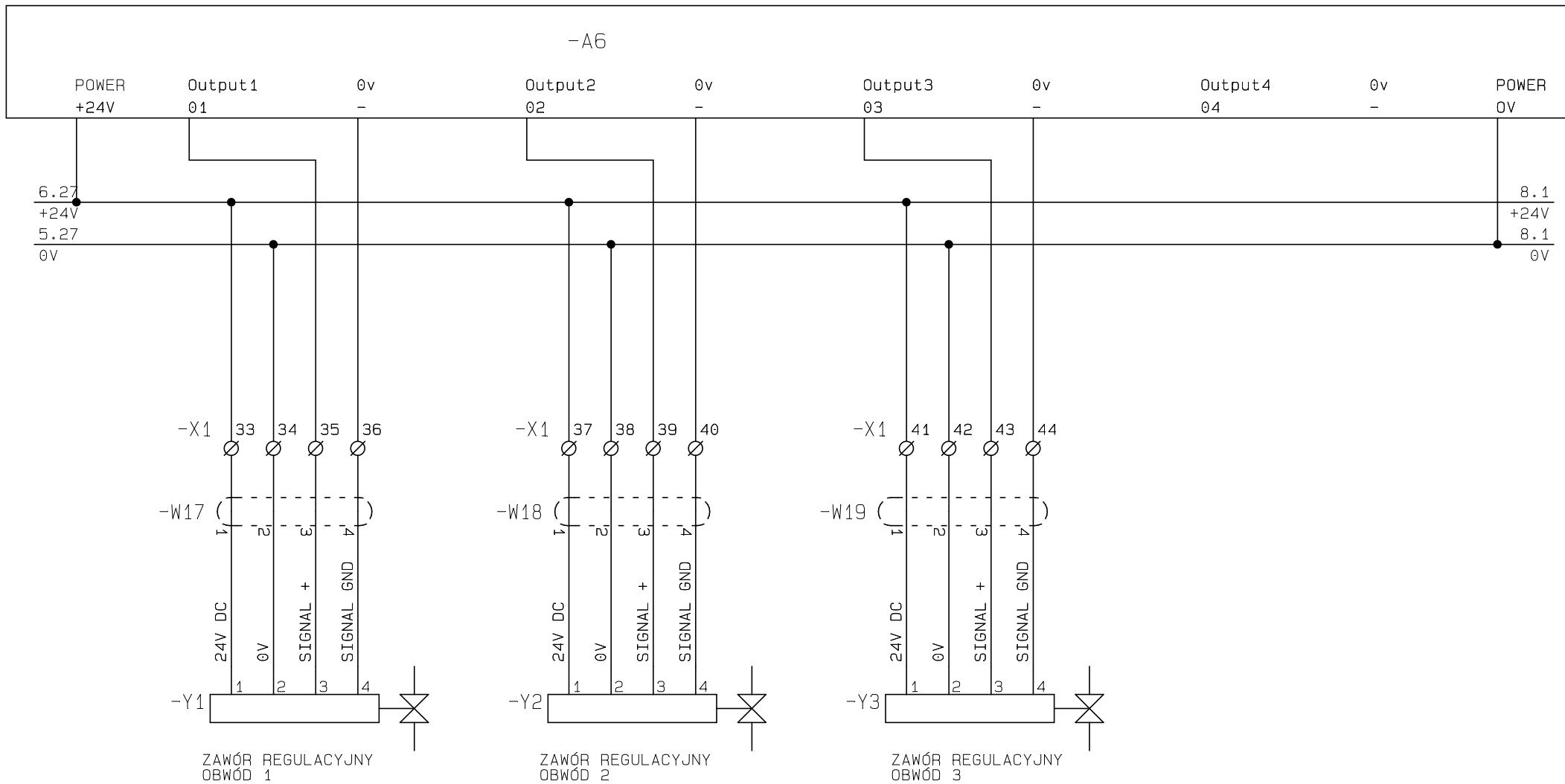
POMIAR CIŚNIENIA  
SPRĘŻONEGO POWIETRZA  
OBWÓD 1

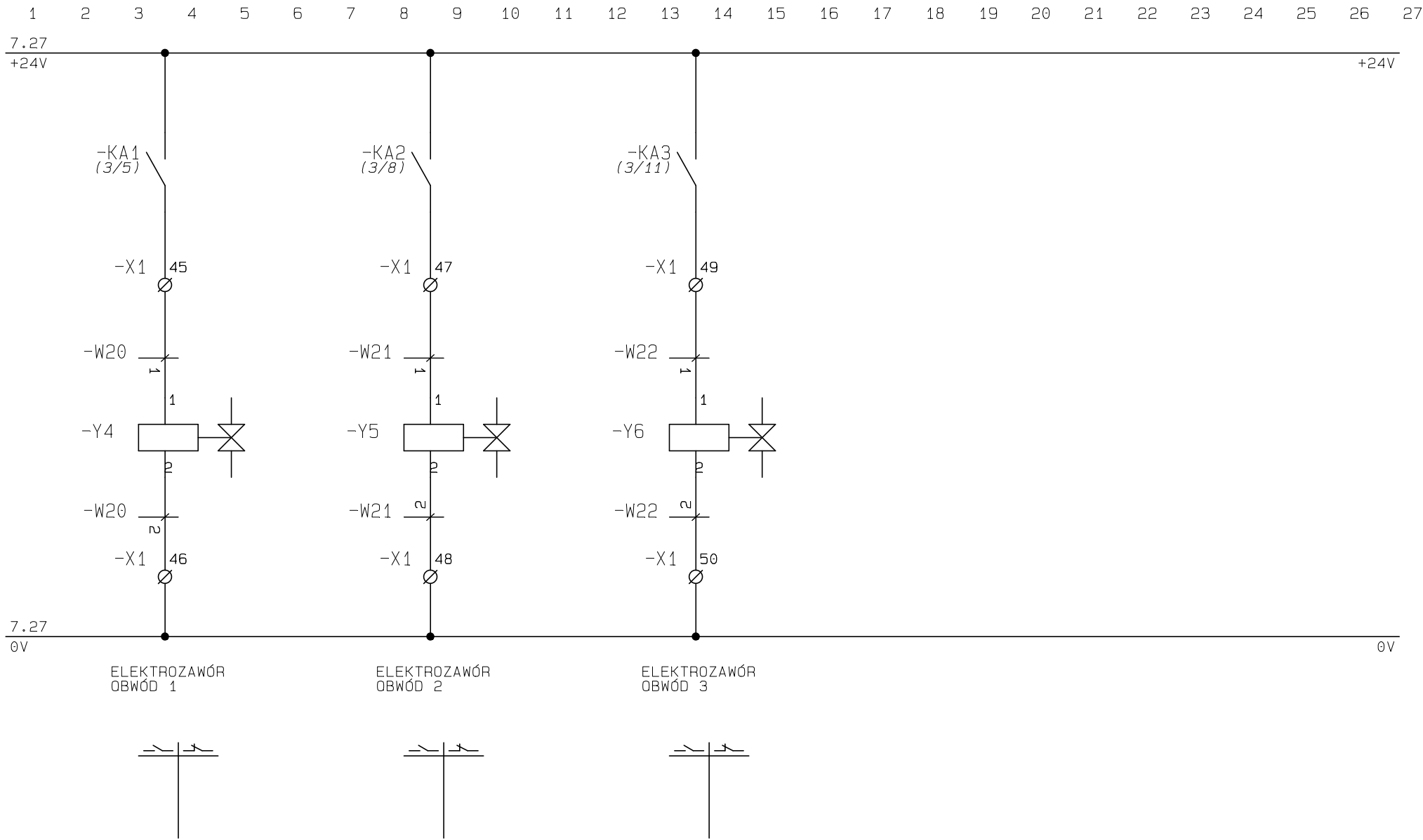
POMIAR CIŚNIENIA  
SPRĘŻONEGO POWIETRZA  
OBWÓD 2

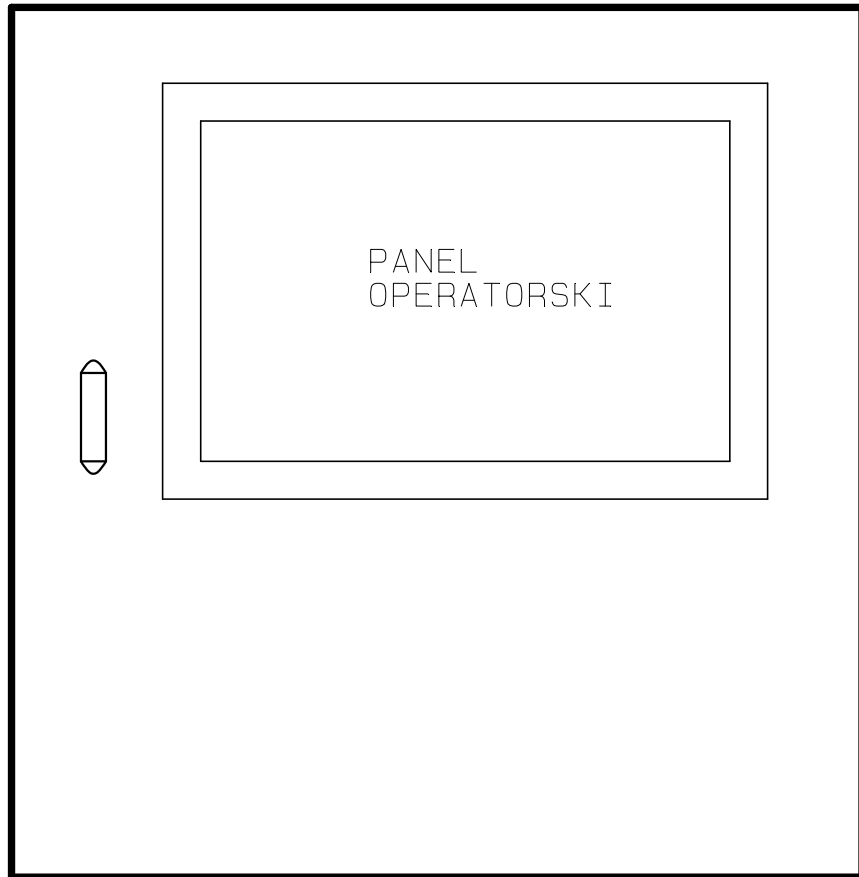
POMIAR CIŚNIENIA  
SPRĘŻONEGO POWIETRZA  
OBWÓD 3



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27







SZAFKA 600x600

Klient:

Nazwa projektu: SUW - WOŁOMIN - UKŁAD NAPOWIETRZANIA

Nazwa strony: ELEWACJA SZAFY



Projektant:

Nr projektu:

Zatwierdził:

Sprawdził:

Wydrukowano: 2017-12-22

00:44

Ozn. strony:

Ostatnio zmieniony: 2017-12

00:34

Strona 9

z 19

## Lista komponentow

Nazwa	Opis	Adres
-A1	MODUŁ CPU	2/10
-A2	PANEL OPERATORSKI	2/17
-A3	MODUŁ WYJŚĆ CYFROWYCH	3/16
-A4	MODUŁ 8 WEJŚĆ ANALOGOWYCH 4-20mA	4/9
-A5	MODUŁ 8 WEJŚĆ ANALOGOWYCH 4-20mA	6/9
-A6	MODUŁ 4 WYJŚĆ ANALOGOWYCH 4-20mA	7/10
-B9	PRZEPLYWOMIERZ	4/5
-B10	PRZEPLYWOMIERZ	4/11
-B11	PRZEPLYWOMIERZ	4/17
-B15	PRZEPLYWOMIERZ	5/8
-B16	PRZEPLYWOMIERZ	5/14
-B17	PRZEPLYWOMIERZ	5/20
-B18	PRZETWORNIK CIŚNIENIA 0-12 bar	6/4
-B19	PRZETWORNIK CIŚNIENIA 0-12 bar	6/9

NENTECH S.C.  
 Karol Szambelańczyk Łukasz Weber  
 ul. Powstańców Wlkp. 24  
 62-300 Września  
 biuro@nentech.pl

Klient:

Nazwa projektu:

Nazwa strony: Lista komponentow

Ostatnio wydrukowany: 2017-12-22

Numer projektu:

Rewizja proj.:

Rewizja strony:

Ost. zmieniony: 2017-12-22

Strona 10 z 19

Stron: 20

## Lista komponentow

Nazwa	Opis	Adres
-B20	PRZETWORNIK CIŚNIENIA 0-12 bar	6/15
-F1	BEZPIECZNIK	1/18
-F2	BEZPIECZNIK	2/2
-F3	BEZPIECZNIK	2/24
-F4	BEZPIECZNIK	4/4
-F5	BEZPIECZNIK	4/10
-F6	BEZPIECZNIK	4/16
-F7	BEZPIECZNIK	5/7
-F8	BEZPIECZNIK	5/13
-F9	BEZPIECZNIK	5/19
-KA1	PRZEKAŹNIK 24VDC 2p	3/5
-KA2	PRZEKAŹNIK 24VDC 2p	3/8
-KA3	PRZEKAŹNIK 24VDC 2p	3/11
-Q1	Wyłącznik nadprądowy CH. B 2P 6 A	1/4

NENTECH S.C.  
 Karol Szambelańczyk Łukasz Weber  
 ul. Powstańców Wlkp. 24  
 62-300 Września  
 biuro@nentech.pl

Klient:

Numer projektu:

Nazwa projektu:

Rewizja proj.:

Nazwa strony: Lista komponentow

Rewizja strony:

Ost. zmieniony: 2017-12-22

Strona 11 z 19

Ostatnio wydrukowany: 2017-12-22

Stron: 20



## Lista komponentow

Nazwa	Opis	Adres
-U3	ZASILACZ	1/16
-W1	Przewód przyłączeniowy i sterowniczy 300/500 V 3x2,5	1/3
-W2	Przewód przyłączeniowy i sterowniczy 300/500 V 2x1	4/4
-W3	Przewód przyłączeniowy i sterowniczy ekranowany 450/750 V 2x1	4/4
-W4	Przewód przyłączeniowy i sterowniczy 300/500 V 2x1	4/10
-W5	Przewód przyłączeniowy i sterowniczy ekranowany 450/750 V 2x1	4/10
-W6	Przewód przyłączeniowy i sterowniczy 300/500 V 2x1	4/16
-W7	Przewód przyłączeniowy i sterowniczy ekranowany 450/750 V 2x1	4/16
-W8	Przewód przyłączeniowy i sterowniczy 300/500 V 2x1	5/6
-W9	Przewód przyłączeniowy i sterowniczy ekranowany 450/750 V 2x1	5/6
-W10	Przewód przyłączeniowy i sterowniczy 300/500 V 2x1	5/12
-W11	Przewód przyłączeniowy i sterowniczy ekranowany 450/750 V 2x1	5/12
-W12	Przewód przyłączeniowy i sterowniczy 300/500 V 2x1	5/18
-W13	Przewód przyłączeniowy i sterowniczy ekranowany 450/750 V 2x1	5/18

NENTECH S.C.  
 Karol Szambelańczyk Łukasz Weber  
 ul. Powstańców Wlkp. 24  
 62-300 Września  
 biuro@nentech.pl

Klient:

Numer projektu:

Nazwa projektu:

Rewizja proj.:

Nazwa strony: Lista komponentow

Rewizja strony:

Ost. zmieniony: 2017-12-22

Strona 12 z 19

Ostatnio wydrukowany: 2017-12-22

Stron: 20

## Lista komponentow

Nazwa	Opis	Adres
-W14	Przewód przyłączeniowy i sterowniczy ekranowany 450/750 V 2x1	6/3
-W15	Przewód przyłączeniowy i sterowniczy ekranowany 450/750 V 2x1	6/9
-W16	Przewód przyłączeniowy i sterowniczy ekranowany 450/750 V 2x1	6/15
-W17	Przewód przyłączeniowy i sterowniczy ekranowany 450/750 V 4x1	7/4
-W18	Przewód przyłączeniowy i sterowniczy ekranowany 450/750 V 4x1	7/10
-W19	Przewód przyłączeniowy i sterowniczy ekranowany 450/750 V 4x1	7/15
-W20	Przewód przyłączeniowy i sterowniczy 300/500 V 2x1,5	8/3
-W21	Przewód przyłączeniowy i sterowniczy 300/500 V 2x1,5	8/8
-W22	Przewód przyłączeniowy i sterowniczy 300/500 V 2x1,5	8/13
-W30	Przewód przyłączeniowy i sterowniczy ekranowany 450/750 V 3G1,5	2/16
-X1		1/4
-Y1	ZAWÓR REGULACYJNY	7/6
-Y2	ZAWÓR REGULACYJNY	7/12
-Y3	ZAWÓR REGULACYJNY	7/18

NENTECH S.C.  
 Karol Szambelańczyk Łukasz Weber  
 ul. Powstańców Wlkp. 24  
 62-300 Września  
 biuro@nentech.pl

Klient:

Nazwa projektu:

Nazwa strony: Lista komponentow

Ostatnio wydrukowany: 2017-12-22

Numer projektu:

Rewizja proj.:

Rewizja strony:

Ost. zmieniony: 2017-12-22

Strona 13 z 19

Stron: 20



# Lista zaciskow

Plik: SUW Wołomin napowietrzanie

Zewnętrzne		Zacisk	Wewnętrzne	
Kabel	Nazwa		Nazwa	Kabel
	-Q1:2	-X1:1	L1	
-W1	-Q1:4	-X1:2	N	
-W2	-B9:ZASILANIE	-X1:3	-F4:2	
-W2	-B9	-X1:4	0V	
-W3	-B9:26	-X1:5	-A4:1	
-W3	-B9	-X1:6	-A4:2	
-W4	-B10:ZASILANIE	-X1:7	-F5:2	
-W4	-B10	-X1:8	0V	
-W5	-B10:26	-X1:9	-A4:3	
-W5	-B10	-X1:10	-A4:4	
-W6	-B11:ZASILANIE	-X1:11	-F6:2	
-W6	-B11	-X1:12	0V	
-W7	-B11:26	-X1:13	-A4:5	
-W7	-B11	-X1:14	-A4:6	
-W8	-B15:ZASILANIE	-X1:15	-F7:2	
-W8	-B15	-X1:16	0V	
	-A4:7	-X1:17	-B15:21	-W9
	-A4:8	-X1:18	-B15	-W9
-W10	-B16:ZASILANIE	-X1:19	-F8:2	
-W10	-B16	-X1:20	0V	
	-A4:1	-X1:21	-B16:21	-W11
	-A4:2	-X1:22	-B16	-W11
-W12	-B17:ZASILANIE	-X1:23	-F9:2	
-W12	-B17	-X1:24	0V	
	-A4:3	-X1:25	-B17:21	-W13
	-A4:4	-X1:26	-B17	-W13
	-A5:1	-X1:27	-B18:WYJ	-W14
	+24V	-X1:28	-B18:ZAS+	-W14
	-A5:3	-X1:29	-B19:WYJ	-W15
	+24V	-X1:30	-B19:ZAS+	-W15
	-A5:5	-X1:31	-B20:WYJ	-W16
	+24V	-X1:32	-B20:ZAS+	-W16

NENTECH S.C.  
 Karol Szambelańczyk Łukasz Weber  
 ul. Powstańców Wlkp. 24  
 62-300 Września  
 biuro@nentech.pl

Nazwa projektu: SUW - WOŁOMIN - UKŁAD NAPOWIETRZANIA  
 Klient:  
 Wydrukowano: 2017-12-22 00:44  
 Ostatnio zmieniony: 2017-12-22 00:42

Nr projektu:  
 Sprawdził:  
 Strona 15 z 19



# Lista kabli

Plik: SUW Wołomin napowietrzanie

<b>Z</b>		<b>KABEL</b>		<b>Do</b>	
Identyfikator	Strona/ścieżka	Identyfikator	Strona/ścieżka	Identyfikator	Strona/ścieżka
-X1	1/4	-W1:1	1/4		
-X1	1/4	-W1:2	1/4		
-X1	1/5	-W1:GND	1/5	-U3	1/15
-X1	4/4	-W2	4/4	-B9	4/4
-X1	4/5	-W2	4/5	-B9	4/5
-X1	4/4	-W3:1	4/4	-B9	4/4
-X1	4/5	-W3:2	4/5	-B9	4/5
-X1	4/11	-W4	4/11	-B10	4/11
-X1	4/10	-W4	4/10	-B10	4/10
-X1	4/10	-W5:1	4/10	-B10	4/10
-X1	4/11	-W5:2	4/11	-B10	4/11
-X1	4/17	-W6	4/17	-B11	4/17
-X1	4/16	-W6	4/16	-B11	4/16
-X1	4/16	-W7:1	4/16	-B11	4/16
-X1	4/17	-W7:2	4/17	-B11	4/17
-X1	5/7	-W8	5/7	-B15	5/7
-X1	5/8	-W8	5/8	-B15	5/8
-B15	5/7	-W9:1	5/7	-X1	5/7
-B15	5/8	-W9:2	5/8	-X1	5/8
-X1	5/13	-W10	5/13	-B16	5/13
-X1	5/14	-W10	5/14	-B16	5/14
-B16	5/13	-W11:1	5/13	-X1	5/13
-B16	5/14	-W11:2	5/14	-X1	5/14
-X1	5/20	-W12	5/20	-B17	5/20
-X1	5/19	-W12	5/19	-B17	5/19
-B17	5/19	-W13:1	5/19	-X1	5/19
-B17	5/20	-W13:2	5/20	-X1	5/20
-X1	6/4	-W14	6/4	-B18	6/4
-X1	6/5	-W14	6/5	-B18	6/5
-X1	6/9	-W15	6/9	-B19	6/9
-X1	6/10	-W15	6/10	-B19	6/10
-X1	6/15	-W16	6/15	-B20	6/15

NENTECH S.C. Karol Szambelańczyk Łukasz Weber ul. Powstańców Wlkp. 24 62-300 Września biuro@nentech.pl	Nazwa: SUW - WOŁOMIN - UKŁAD NAPOWIETRZANIA	Nr projektu:
	Klient:	Sprawdził:
	Wydrukowano: 2017-12-22 00:44	
	Ostatnio zmieniony: 2017-12-22 00:42	Strona 18 z 19

