



Przedsiębiorstwo Projektowo - Usługowe  
PROJ-EKO Sp. z o.o.  
ul. Okrzei 18, 64-920 Piła  
tel. 067 214 22 40 fax. 067 214 22 50  
REGON: 300029201 NIP: 764-24-58-721  
e-mail: [sekretariat@projeko.com.pl](mailto:sekretariat@projeko.com.pl)  
[www.projeko.com.pl](http://www.projeko.com.pl)

Egzemplarz

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| NAZWA INWESTYCJI:                     | <b>Modernizacja części biologicznej<br/>oczyszczalni ścieków w Chrzanowie Dużym</b>  |
| NAZWA ZADANIA:                        | <b>Optymalizacja pracy stacji dmuchaw – wymiana<br/>dmuchawy pod potrzeby docelowej przepustowości<br/>oczyszczalni ścieków w Chrzanowie Dużym (zadanie SD)</b>                  |
| NAZWA I ADRES<br>OBIEKTU BUDOWLANEGO: | <b>Oczyszczalnia ścieków w Chrzanowie Dużym</b><br>05-825 Chrzanów Duży 15<br>Działka nr 240/14, jednostka ewidencyjna 140504_5 Grodzisk Mazowiecki,<br>obręb 0004 Chrzanów Duży |
| INWESTOR:                             | <b>Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.</b><br>ul. Cegielniana 4, 05-825 Grodzisk Mazowiecki   |

|  |  |
|--|--|
| STADIUM:                                     | <b>PROJEKT WYKONAWCZY</b>  |
| OPRACOWANIE:                                 | <b>Projekt wykonawczy dla zadania:<br/>optymalizacja pracy stacji dmuchaw –<br/>wymiana dmuchawy pod potrzeby<br/>docelowej przepustowości oczyszczalni<br/>ścieków w Chrzanowie Dużym<br/>– tom T</b> |
| BRANŻA:                                      | <b>TECHNOLOGICZNA</b>  |
| KOD WSPÓLNEGO<br>SŁOWNIKA ZAMÓWIEŃ<br>(CPV): | 45252100-9 – Zakłady oczyszczania ścieków<br>45252200-0 – Wyposażenie oczyszczalni ścieków   |
| KATEGORIA OBIEKTU<br>BUDOWLANEGO:            | XXX – Oczyszczalnia ścieków  |
| PROJEKTOWAŁ:                                 | <b>mgr inż. Wojciech Matysiak</b>  |
| SPRAWDZIŁ:                                   | <b>mgr inż. Witold Sierczyński</b>   |
| DATA (WERSJA):                               | <b>grudzień 2018 r. (2018.12.10)</b>   |
| NR REJESTRU:                                 | <b>184/PW2/T/18</b>  |

## SPIS TREŚCI:

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1.0. WSTĘP .....</b>  | <b>2</b>  |
| 1.1. Przedmiot opracowania - inwestycja i zadanie .....              | 2         |
| 1.2. Forma i zakres opracowania .....                                | 2         |
| 1.3. Tło i cel opracowania .....                                     | 2         |
| 1.4. Zakres opracowania.....   | 3         |
| 1.5. Podstawa opracowania.....                                       | 3         |
| 1.6. Zamawiający, Użytkownik i Inwestor .....                        | 4         |
| 1.7. Wykonawca (Projektant) .....                                    | 4         |
| <b>2.0. LOKALIZACJA .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>3.0. CHARAKTERYSTYKA STANU ISTNIEJĄCEGO .....</b>                 | <b>5</b>  |
| <b>4.0. ZARYS ROZWIĄZAŃ W ZADANIACH F i AB .....</b>                 | <b>8</b>  |
| <b>5.0. PROGNOZOWANE ZAPOTRZEBOWANIE NA SPRĘŻONE POWIETRZE .....</b> | <b>9</b>  |
| <b>6.0. PROJEKTOWANE ROZWIĄZANIA.....</b>                            | <b>10</b> |
| <b>7.0. WYTYCZNE DO PROJEKTÓW BRANŻOWYCH .....</b>                   | <b>14</b> |
| <b>8.0. ZESTAWIENIE PROJEKTOWANYCH ELEMENTÓW.....</b>                | <b>15</b> |

## SPIS RYSUNKÓW:

| NR<br>RYSUNKU | TEMAT RYSUNKU   | SKALA |
|---------------|---|-------|
| 1             | Plan sytuacyjny   | 1:500 |
| 2             | Stacja dmuchaw SD – stan istniejący z zaznaczeniem elementów do demontażu | 1:50  |
| 3             | Stacja dmuchaw SD – stan projektowany                                     | 1:50  |

## **1.0. WSTĘP**

### **1.1. Przedmiot opracowania - inwestycja i zadanie**

To opracowanie odnosi się do zadania inwestycyjnego o nazwie: „Optymalizacja pracy stacji dmuchaw – wymiana dmuchawy pod potrzeby docelowej przepustowości oczyszczalni ścieków w Chrzanowie Dużym” (zadanie oznaczone symbolem SD). Zadanie to wchodzi w skład szerszej inwestycji, która nazywa się „Modernizacja części biologicznej oczyszczalni ścieków w Chrzanowie Dużym”. W ramach zadania SD planowana jest modernizacja istniejącej stacji dmuchaw SD (ob.25) na oczyszczalni ścieków w Chrzanowie Dużym.

### **1.2. Forma i zakres opracowania**

Niniejsze opracowanie jest częścią technologiczną (tomem T) projektu wykonawczego dla przedmiotowego zadania inwestycyjnego. Opracowanie składa się z części opisowej i rysunkowej oprawionych w jeden wolumen (teczkę), odrębnie od pozostałych części (tomów) projektu wykonawczego. Niniejsze opracowanie ma numer rejestracyjny 184/PW2/T/18, a ogólny numer całego projektu wykonawczego to 184/PW2/18.

### **1.3. Tło i cel opracowania**

Istniejące oczyszczalnia ścieków w Chrzanowie Dużym to oczyszczalnia przyjmująca ścieki komunalne z Grodziska Mazowieckiego i innych pobliskich miejscowości. Oczyszczalnia ta wykazuje pewne niedomagania. W związku z tym podjęto inwestycję „Modernizacja części biologicznej oczyszczalni ścieków w Chrzanowie Dużym”. Główną składową rzeczą tej inwestycji są następujące zadania inwestycyjne:

- zadanie F : budowa reaktora biologicznego,
- zadanie AB: przebudowa istniejących reaktorów biologicznych.

Dla powyższych zadań we wrześniu 2018 r. opracowano projekty budowlane [3, 4].

Po ich opracowaniu uznano, że zasadne jest rozszerzenie inwestycji o dodatkowe zadanie inwestycyjne polegające na modernizacji stacji dmuchaw SD, czemu poświęcony jest niniejsze opracowanie. Opracowanie to - wraz z innymi częściami projektu wykonawczego i dokumentami towarzyszącymi - stworzy merytoryczną podstawę dla realizacji przedmiotowego zadania SD. Realizacja ta od strony formalnej odbywać się będzie w trybie co najwyżej zgłoszenia – planowane działania mają taki charakter (demontaż i montaż instalacji), że ich przeprowadzenie nie wymaga pozwolenia na budowę. Dla zadania SD zatem projekt budowlany nie występuje.

#### **1.4. Zakres opracowania**

Niniejsze opracowanie obejmuje zagadnienia technologiczne występujące w zadaniu SD.

Opracowanie przedstawia stan istniejący stacji dmuchaw oraz planowane działania modernizacyjne polegające na demontażu jednej z obecnie pracujących dmuchaw i zainstalowaniu w tym miejscu nowej, większej dmuchawy z podłączeniem jej do instalacji sprężonego powietrza.

Zagadnienia związane z zasilaniem i sterowaniem dmuchawami w nowym układzie (rozbudowa szaf zasilających, wymiana szafy AKP, podłączenie do sterowników itp.) ujęte są w projekcie branży elektrycznej i automatyki (tom E projektu).

Szczegółowy zakres niniejszego projektu wynika ze spisu treści.

#### **1.5. Podstawa opracowania**

Niniejsze opracowanie sporządzono na podstawie następujących głównych materiałów:

- [1] Umowa nr ZWiK/DO/59/2017 zawarta w dn. 25.09.2017 r. pomiędzy Zamawiającym a Wykonawcą na wykonanie koncepcji oraz dokumentacji projektowo-kosztorysowej dotyczącej modernizacji części biologicznej oczyszczalni ścieków w Chrzanowie Dużym,
- [2] Aneks do umowy [1] zawarty w dn. 24.12.2018 r. na opracowanie dokumentacji projektowej dla przedmiotowego zadania inwestycyjnego,
- [3] „Modernizacja części biologicznej oczyszczalni ścieków w Chrzanowie Dużym. Projekt budowlany<sup>1</sup> budowy reaktora biologicznego – tom T”; projekt opracowany przez PPU PROJ-EKO Sp. z o.o. wrześniu 2018 r. (nr rejestru 184/PBW1/T/17),
- [4] Modernizacja części biologicznej oczyszczalni ścieków w Chrzanowie Dużym. Projekt budowlany<sup>1</sup> przebudowy istniejących reaktorów biologicznych – tom T”; projekt opracowany przez PPU PROJ-EKO Sp. z o.o. wrześniu 2018 r.
- [5] Dokumentacja archiwalna dot. stacji dmuchaw na oczyszczalni ścieków w Chrzanowie Dużym (szczegółowy wykaz wg protokołu jej wypożyczenia),
- [6] Wizja lokalna, informacje od Zamawiającego, przepisy prawne, polskie normy, dane ofertowe i katalogowe.

---

<sup>1</sup> Jest to projekt budowlany o stopniu szczegółowości jak projekt wykonawczy

## **1.6. Zamawiający, Użytkownik i Inwestor**

Zamawiającym opracowanie dokumentacji dla przedmiotowego zadania inwestycyjnego, Inwestorem dla tego przedsięwzięcia jak i Użytkownikiem (operatorem) oczyszczalni ścieków w Chrzanowie Dużym jest Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o., ul. Cegielniana 4, 05-825 Grodzisk Mazowiecki.

## **1.7. Wykonawca (Projektant)**

Wykonawcą dokumentacji projektowej dla przedmiotowego zadania inwestycyjnego (Projektantem) jest Przedsiębiorstwo Projektowo-Usługowe PROJ-EKO Sp. z o.o., ul. Okrzei 18, 64-920 Piła.

## **2.0. LOKALIZACJA**

Cała inwestycja, a więc wszystkie zadanie w niej występujące zlokalizowane są w obrębie terenu zajmowanego przez oczyszczalnię ścieków w Chrzanowie Dużym.

Adres oczyszczalni to: 05-825 Chrzanów Duży 15.

Oczyszczalnia położona jest na działkach nr 240/13 i 240/14 obręb Chrzanów Duży. Działki te należą do Gminy Grodzisk Mazowiecki i zostały przekazane do eksploatacji na podstawie umowy dzierżawy Zakładowi Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.

Stacja dmuchaw SD przewidziana do modernizacji w ramach przedmiotowego zadania znajduje się na działce nr 240/14.

### 3.0. CHARAKTERYSTYKA STANU ISTNIEJĄCEGO

Oczyszczalnia ścieków w Chrzanowie Dużym jest mechaniczno-biologiczną oczyszczalnią ścieków miejskich przyjmującą ścieki z miast i gmin Grodzisk Mazowiecki, Brwinów, Milanówek i Podkowa Leśna. W obrębie części biologicznej tej oczyszczalni występują komory osadu czynnego w postaci reaktora biologicznego 'A' (RBA) i reaktora biologicznego 'B' (RBB). Reaktory te pracują szeregowo tworząc jeden ciąg wielofazowych komór do zintegrowanego biologicznego usuwania związków węgla, azotu i fosforu.

Reaktor RBA obejmuje:

- komorę defosfatacji  $DF_A$ ,
- komorę denitryfikacji  $DN_A$ .

Reaktor RBB obejmuje:

- komorę denitryfikacji  $DN_B$ ,
- komorę nityfikacji  $N_B$
- komorę odgazowania  $O_B$ .

Ścieki z osadem czynnym dopływające z części mechanicznej oczyszczalni (z osadników wstępnych OWS) Ścieki przepływają kolejno przez reaktor RBA (przez komorę defosfatacji  $DF_A$  i następnie komorę denitryfikacji  $DN_A$ ), po czym przepływają do reaktora RBB – kolejno do komory denitryfikacji  $DN_B$  i komory nityfikacji  $N_B$ . Między komorą nityfikacji  $N_B$  a obiema strefami denitryfikacji  $DN_A$  i  $DN_B$  występują recyrkulacje wewnętrzne (dwa różne strumienie, rozróżnianie jako recyrkulacja wewnętrzna A i recyrkulacja wewnętrzna B).

Do komory defosfatacji  $DF_A$  kierowany jest osad recyrkulowany (recyrkulacja zewnętrzna) podawany przez pompownię osadu recyrkulowanego i nadmiernego PORN.

Komora  $N_B$  w reaktorze RBB napowietrzna jest drobnopełcherzykowo sprężonym powietrzem doprowadzanym ze stacji dmuchaw SD.

Oczyszczone ścieki z osadem czynnym odpływają z reaktora RBB do osadników wtórnych OWT.

Stacja dmuchaw SD ma postać wolnostojącego budynku o wymiarach 11,74\*8,50 m w planie w świetle ścian, w którym znajduje się jedno pomieszczenie (hala dmuchaw). Budynek wyposażony jest w instalacje: technologiczne, wodociagową, kanalizacyjną, grzewczą, wentylacyjną i instalacje elektryczne. Budynek wyposażony jest w suwnicę ręczną o udźwigu 5 ton.

W ramach instalacji technologicznych w budynku występuje instalacja sprężonego powietrza związana z reaktorem RBB oraz instalacja sprężonego powietrza związana z piaskownikami wirowymi PW <sup>(2)</sup>. W ramach instalacji związanej z reaktorem RBB występują następujące trzy dmuchawy promieniowe:

- dwie jednakowe, tzw. „duże” dmuchawy typu HST S9000-1-H-400V prod. Sulzer (ABS), każda o wydajności  $Q \approx 4100 \dots 8900 \text{ Nm}^3/\text{h}$  przy ciśnieniu  $p = 720 \text{ mbar}$ , o mocy zainstalowanej  $P_2 = 240 \text{ kW}$ ,
- jedna tzw. „mała” dmuchawa typu HST 2500-1-A-400V prod. Sulzer (ABS) o wydajności  $Q \approx 1400 \dots 3400 \text{ Nm}^3/\text{h}$  przy ciśnieniu  $p = 720 \text{ mbar}$ , o mocy zainstalowanej  $P_2 = 90 \text{ kW}$ ,

Każda z dmuchaw posadowiona jest na fundamencie o wymiarach ok.  $350 \times 160 \text{ cm}$  w planie, którego góra znajduje się ok.  $10 \text{ cm}$  nad posadzką.

Wszystkie dmuchawy pobierają sprężane powietrze poprzez kratki wlotowe w ich obudowach wprost z hali dmuchaw. Powietrze do pomieszczenia dopływa poprzez 3 czerpnie ścienne o wymiarach z czerpni  $B \times H = 200 \times 125 \text{ cm}$  usytuowane w ścianie budynku.

Po stronie tłocznej każdej z dmuchaw występuje zawór zwrotny, przepustnica odcinająca oraz indywidualny rurociąg wpięty w kolektor zbiorczy sprężonego powietrza.

Indywidualna instalacja tłoczna „dużych” dmuchaw ma średnicę DN 400. Indywidualna instalacja tłoczna dmuchawy „małej” początkowo ma średnicę DN 200, a wpięcie w rurociąg zbiorczy następuje poprzez rurociąg DN 400. Rurociąg zbiorczy ma początkowo średnicę DN 600, która przed miejscem podłączenia dmuchawy „małej” zwiększa się na DN 800. Rurociąg DN 800 przechodzi przez ścianę budynku, za ścianą schodzi pionowo w grunt i następnie biegnie w rejon reaktora RBB.

Wszystkie rury występujące w opisanej instalacji sprężonego powietrza w hali dmuchaw są izolowane termicznie wełną mineralną gr.  $5 \text{ cm}$  w płaszczu z blachy stalowej nierdzewnej. Regulacja wydajności dmuchaw następuje przez zmianę jej prędkości obrotowej za pośrednictwem przetworników częstotliwości (falowników) występujących w układzie zasilania elektrycznego dmuchaw. Bezpośrednim sygnałem sterującym wydajnością dmuchaw jest ciśnienie sprężonego powietrza mierzone w stacji dmuchaw SD na zbiorczym kolektorze DN 800. Algorytm sterujący ma za zadanie tak zmieniać wydajność pracującej dmuchawy (lub dmuchaw), aby mierzona wartość ciśnienia odpowiadała wartości zadanej.

---

<sup>2</sup> Ta instalacja związana z piaskownikami PW obejmuje sprężarki, osuszacze i zbiorniki powietrza. Instalacja ta nie ma związku z instalacją sprężonego powietrza dla reaktorów biologicznych.

Na mierzoną wartość ciśnienia wpływ mają zmiany w instalacji tłocznej dmuchaw wywoływane zmianami stopnia otwarcia przepustnic na instalacji sprężonego powietrza przy reaktorze RBB. Przy zmniejszeniu stopnia otwarcia danej przepustnicy (lub przepustnic) następuje wzrost oporów w instalacji tłocznej, co skutkuje chwilowym wzrostem wartości mierzonego ciśnienia ponad wartość zadaną. Ten wzrost wywołuje odpowiednie zmniejszenie wydajności określonej dmuchawy do wartości takiej, przy którym ciśnienie ponownie spada do wartości zadanej. Przy zwiększeniu stopnia otwarcia przepustnic następują reakcje w odwrotną stronę. Regulacja stopnia otwarcia przepustnic odbywa się automatycznie w funkcji mierzonych parametrów procesowych w reaktorze RBB, przede wszystkim stężenia tlenu rozpuszczonego. Regulacji podlegają cztery przepustnice z napędami elektrycznymi występujące na czterech rurociągach sprężonego powietrza stal k/o DN 300 odchodzących z kolektora DN 800 i biegnących do reaktora RBB.

Obecne zapotrzebowanie za sprężone powietrze dostarczane ze stacji SD wynosi od ok. 2 500 Nm<sup>3</sup>/h do ok. 10 000 Nm<sup>3</sup>/h. W okresach niskiego zapotrzebowaniu na powietrze (np. w nocny) pracuje samodzielnie dmuchawa „mała”, a w okresach wyższego zapotrzebowania na powietrze samodzielnie jedna dmuchawa „duża”.

Istotnym problemem eksploatacyjnym jest to, że maksymalny wydatek dmuchawy „małej” jest mniejszy niż minimalny wydatek dmuchawy „dużej” – w przedziale podaży sprężonego powietrza występuje swoista „dziura” między wartościami ok. 3400÷4100 Nm<sup>3</sup>/min. Powoduje to trudności w sterowaniu pracą dmuchaw, okresowe nadmierne natlenianie lub niedotlenianie osadu czynnego w reaktorze RBB..

Innym problemem eksploatacyjnym jest niemożność jednoczesnej pracy dmuchawy „małej” i dmuchawy „dużej”. Ta niemożność wynika z pewnych uwarunkowań występujących podczas procedur startu dmuchaw<sup>3</sup>. W tej sytuacji przy zapotrzebowaniu na powietrze przekraczającym wydatek jednej „dużej” dmuchawy załączana musi być od razu druga „duża” dmuchawa zamiast „małej”. Na szczęście takie sytuacje dużego zapotrzebowania na sprężone powietrze są aktualnie stosunkowo rzadkie.

---

<sup>3</sup> Start dmuchawy promieniowej następuje przy otwarciu zaworu rozruchowego i zmniejszonym ciśnieniu tłoczenia. W przypadku startu „małej” dmuchawy ciśnienie wytwarzane przez pracującą „dużą” dmuchawę jest na tyle większe od ciśnienia rozruchowego dmuchawy „małej”, że system automatyki odczytuje to jako stan awaryjny („zamknięty rurociąg tłoczny”) i automatycznie wyłącza startującą dmuchawę. Również odwrotna sytuacja, tj. start „dużej” dmuchawy przy pracującej „małej” i wahania ciśnień z tym związane powodują awaryjne zatrzymanie małej dmuchawy. Taka niemożliwość współpracy jest immamentną cechą tego rodzaju dmuchaw promieniowych przy tak znacznej dysproporcji wielkości współpracujących jednostek, jak w omawianym przypadku.



#### 4.0. ZARYS ROZWIĄZAŃ W ZADANIACH F i AB

W ramach projektowanej modernizacji części biologicznej oczyszczalni ścieków w Chrzanowie Dużym występują dwa podstawowe zadania: zadanie F i zadanie AB, dla których opracowano projekty budowlane [3, 4].

W ramach zadania F powstać ma nowy reaktor biologiczny 'F' (RBF), który będzie pracował równolegle z ciągiem reaktorów RBA i RBB. W reaktorze RBF występować będą następujące komory (strefy):

- komora predenitryfikacji  $PDF_F$ ,
- komora defosfatacji  $DF_F$ ,
- komora denitryfikacji  $DN_F$ .
- komorę nitryfikacji  $N_F$ , w obrębie której występować będą strefy fakultatywne  $fi_F$  i  $fII_F$ ; komora nitryfikacji wyposażona będzie w ruszt do napowietrzania drobnopęcherzykowego z talerzowymi dyfuzorami membranowymi,
- komorę odgazowania  $O_F$ .

W ramach zadania AB istniejące reaktory RBA i RBB zostaną zmodernizowane.

Pod względem procesowym modernizacja ta polegać będzie na wydzieleniu w obrębie reaktorów RBA i RBB dodatkowych stref, tak aby uzyskać taki sam układ komór jak w reaktorze RBF. Ruszty napowietrzające w reaktorze RBB zostaną wymienione na nowe, analogiczne jak w nowym reaktorze.

Pojemność czynna zmodernizowanego ciągu reaktorów RBA+RBB i pojemność czynna reaktora RBF będą sobie równe; także głębokość czynna w strefach nitryfikacji w reaktorze RBF i reaktorze RBF będą jednakowe. W projektowanym układzie występować będą zatem dwa procesowo podobne równoległe reaktory/ciągi (RBF oraz RBA+RBB) o podobnej przepustowości.

Sprężone powietrze do reaktora RBB dostarczane będzie istniejącą siecią sprężonego powietrza w postaci rurociągu DN 800 (ka końcówce zredukowanego do DN 700). Nowy reaktor RBF zasilany będzie również z tej samej sieci – wykonane zostanie przedłużenie rurociągu stal k/o DN 700 w rejon reaktora RBF. Z tego rurociągu do reaktora RBF wychodzić będzie 5 rurociągów stal k/o DN 200÷150 z przepustnicami regulacyjnymi z napędami elektrycznymi.

## 5.0. PROGNOZOWANE ZAPOTRZEBOWANIE NA SPRĘŻONE POWIETRZE

Zgodnie z informacjami zawartymi w projekcie technologicznym [3, 4] dla zadań F i AB prognozowane zapotrzebowanie na sprężone powietrze ze stacji SD dla reaktorów RBF i RBB wynosi łącznie:

- zapotrzebowanie minimalnie: ok. 5000 Nm<sup>3</sup>/h,
- zapotrzebowanie średnie (w normlanej<sup>4</sup> sytuacji): ok. 8 300 Nm<sup>3</sup>/h,
- zapotrzebowanie maksymalne w normlanej<sup>4</sup> sytuacji: ok. 13 200 Nm<sup>3</sup>/h,
- zapotrzebowanie maksymalne w szczególnej<sup>4</sup> sytuacji: ok. 16 200 Nm<sup>3</sup>/h.

W planowanych rozwiązaniach dla stacji SD należy wziąć pod uwagę nie tylko stan prognozowany (docelowy), ale i początkowe funkcjonowanie stacji, tj. funkcjonowanie przy obecnym obciążeniu oczyszczalni czyli obecne zapotrzebowanie na sprężone powietrze. Jak podano w poprzednim rozdziale obecne zapotrzebowanie waha się w przedziale ca 2 500÷10 000 m<sup>3</sup>/h. Skojarzenie tego przedziału z prognozowanym zapotrzebowaniem prowadzi do generalnego wniosku, że stacja SD w zmodernizowanej postaci powinna zapewnić podaż powietrza w ciągłym zakresie od 2 500 Nm<sup>3</sup>/h do 16 200 Nm<sup>3</sup>/h.

Wymagany maksymalny spręż na wejściu do systemu napowietrzania reaktorów RBF i RBB wynosi 645 mbar [3, 4]. Opory w rurociągach w instalacjach i sieci sprężonego powietrza między stacją SD a wejściem do systemu napowietrzania w reaktorach można szacować na nie więcej niż 10 mbar przy maksymalnym prognozowanym przepływie 16 200 Nm<sup>3</sup>/h. Ponadto należy uwzględnić pewien opór na przepustnicach regulacyjnych (powiedzmy ok. 10 mbar) oraz zapas dyspozycyjnego sprężu. Powyższe można przełożyć na warunek, że dmuchawy w zmodernizowanej stacji SD powinny zapewnić ciśnienie sprężanego powietrza (przy maksymalnym wydatku) o wartości co najmniej 700 mbar.

---

<sup>4</sup> Rozróżnienie sytuacji normalna - szczególna w tym przypadku odnosi się do sposobu sterowania napowietrzaniem reaktorów. Jako sytuację normalną należy rozumieć sterowanie przepustnicami na instalacji sprężonego powietrza w oparciu o mierzone on-line stężenia tlenu w ściekach reaktorze. Takie sterowanie pozwala na możliwie precyzyjną dostawę tlenu w stosunku do faktycznych potrzeb procesowych. W sytuacji szczególnej stosowane będzie powszechnie spotykane sterowanie w oparciu o pomiary stężenia tlenu rozpuszczonego, w którym zwykle dostarcza się do procesu nieco więcej powietrza niż przy sterowaniu w oparciu o formy azotu.

## 6.0. PROJEKTOWANE ROZWIĄZANIA

W ramach projektowanych rozwiązań obecnie pracująca w stacji SD „mała” dmuchawa typu HST 2500-1-A-400V prod. Sulzer (ABS) zostanie zdemonstrowana i przekazana Zamawiającemu we wskazane przez Zamawiającego miejsce.

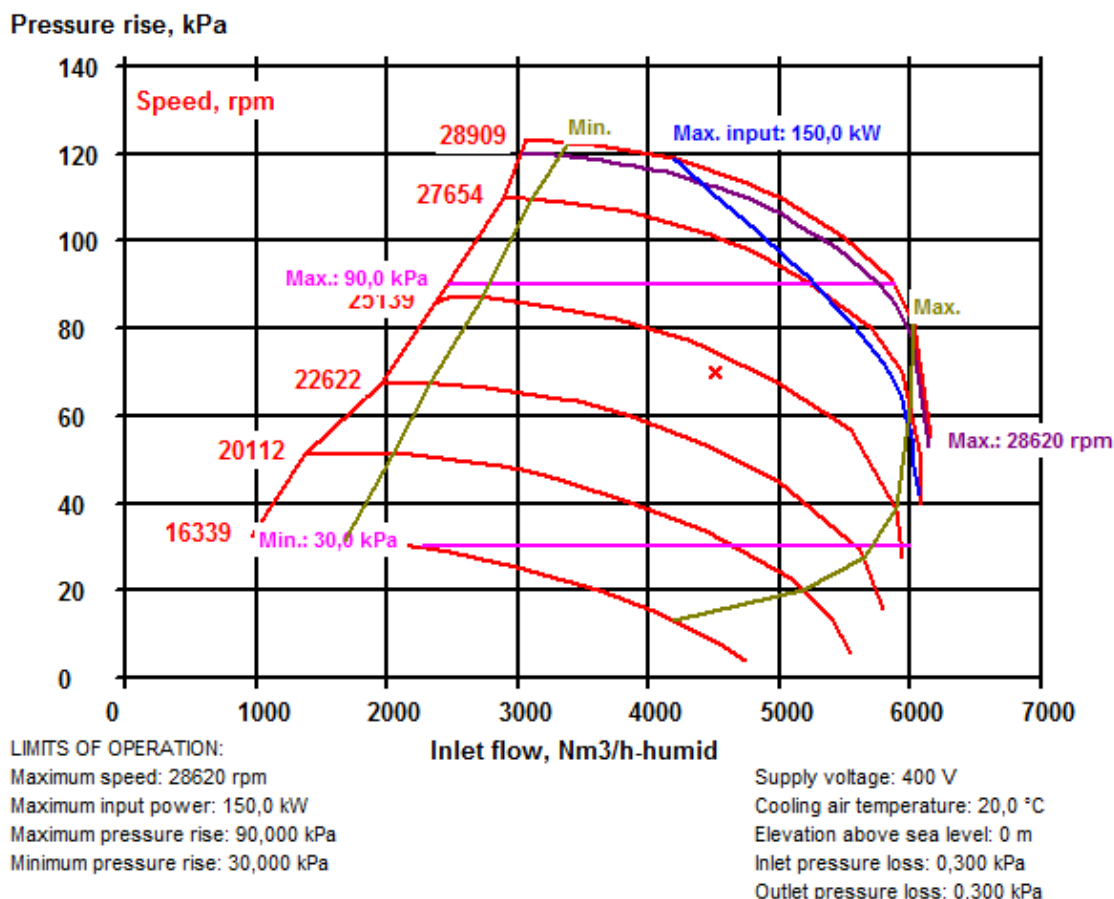
W miejsce zdemonstrowanej dmuchawy zostanie zainstalowana nowa dmuchawa promieniowa, o wydatku maksymalnym większym niż zdemonstrowana dmuchawa „mała”, a mniejszym niż dmuchawa „duża”. Można lapidarnie powiedzieć, że idea projektowanej modernizacji polega na wymianie dmuchawy „małej” na dmuchawę „średnią”.

Nowa, „średnia” dmuchawa będzie miała postać agregatu zabudowanego w prostopadłościenną obudowę dźwiękochłonną. Najistotniejsze parametry techniczne nowej dmuchawy będą następujące:

- wydajność  $Q=2385...5820 \text{ Nm}^3/\text{h}$  przy sprężu 700 mbar (70 kPa),
- maksymalny spręż: 900 mbar (90 kPa),
- maksymalna moc pobierana przez silnik  $P_1=150 \text{ kW}$ ,
- napięcie zasilania: 400 V,
- masa agregatu: 1310 kg,
- emisja hałasu podczas zwykłej pracy pojedynczej dmuchawy w wolnym polu w odległości 1 m od obudowy:  $L_{pA}=70 \text{ dB(A)}$ ,
- wymagany strumień powietrza chłodzącego:  $29 \text{ m}^3/\text{min}$  (w tym:  $15 \text{ m}^3/\text{min}$  – silnik i  $14 \text{ m}^3/\text{min}$  - szafka sterownicza)
- maksymalna strata cieplna agregatu: 14 kW (w tym (9 kW – silnik i 5 kW - szafka sterownicza),
- wymiary (obudowy):  $L*B*H \approx 215*126*198 \text{ cm}$ ,
- króciec tłoczny powietrza procesowego: DN 300.

Zastosowana zostanie wysokoobrotowa dmuchawa promieniowa na łożyskach elektromagnetycznych, całkowicie bezolejowa, z regulacją wydajności poprzez przemiennik częstotliwości (falownik), chłodzona powietrzem. W kompaktowej obudowie agregatu zabudowany będzie zasadniczy blok dmuchawy promieniowej, silnik oraz różne niezbędne elementy, w szczególności: filtr wlotowy, tłumik wlotowy, tłumik wylotowy, zawór rozruchowy z tłumikiem, dyfuzor wylotowy, układ chłodzenia, szafka i układy zasilająco-sterownicze (w tym falownik).

Charakterystykę zastosowanej dmuchawy w postaci zależności między wydajnością a sprężem przy różnych prędkościach obrotowych prezentuje poniższy obraz:



Obraz 1. Charakterystyka zastosowanej dmuchawy

Dmuchawa pobierać będzie powietrze procesowe (a także powietrze chłodzące) poprzez czerpnie wlotowe w swojej obudowie. Powietrze procesowe tłoczone będzie poprzez króciec tłoczny DN 300 do rurociągów sprężonego powietrza. Wyloty strumieni powietrza chłodzącego silnik, powietrza chłodzącego szafkę sterowniczą oraz powietrza z zaworu rozruchowego odbywać się będą do hali dmuchaw króćcami wylotowymi usytuowanymi na górze obudowy dmuchawy. Wielkość istniejących czerpni ściennych w budynku oraz wydajność układu wentylacji budynku są wystarczające dla projektowanego układu (zostały zaprojektowane i wykonane dla planowanego kiedyś docelowego układu trzech „dużych” dmuchaw).

W projektowanym obecnie układzie w stacji SD występować będą trzy dmuchawy: dwie istniejące dmuchawy „duże” oraz jedna „średnia” dmuchawa planowana do zainstalowania w ramach tego projektu. Zakres pracy poszczególnych agregatów będzie taki, że możliwa będzie podaż powietrza ze stacji SD w ciągłym zakresie o szerokości co najmniej 2500...16 200 Nm<sup>3</sup>/h przy ciśnieniu co najmniej 700 mbar, tj. zgodnie z wymogami określonymi w rozdziale 5.0. Przewiduje się, że w zależności od aktualnego zapotrzebowania na sprężone powietrze pracować będzie:

- w zakresie ok. 2500÷4500 Nm<sup>3</sup>/h – samodzielnie dmuchawa „średnia”,
- w zakresie ok. 4500÷5200 Nm<sup>3</sup>/h – samodzielnie dmuchawa „średnia” albo samodzielnie dowolna, jedna dmuchawa „duża”,
- w zakresie ok. 5200÷8900 Nm<sup>3</sup>/h- samodzielnie dowolna, jedna dmuchawa „duża”,
- w zakresie 8900÷14 700 Nm<sup>3</sup>/h – jednocześnie dwie dmuchawy „duże” (opcja preferowana) ewentualnie jednocześnie jedna, dowolna dmuchawa „duża” i dmuchawa „średnia”,
- w zakresie 14 700÷16 200 Nm<sup>3</sup>/h – jednocześnie dwie dmuchawy „duże”.

Pobór mocy z sieci P1 przy zakładanym powyżej reżimie współpracy dmuchaw prezentuje poniższa tabela:

**Tabela 1. Pobór mocy przez dmuchawy w projektowanym układzie**

| Wydajność stacji dmuchaw,<br>Nm <sup>3</sup> /h | Pobór mocy P1,<br>kW  |                             |                            |
|---|-----------------------|-----------------------------|----------------------------|
|   | dmuchawa<br>„średnia” | 1-sza<br>dmuchawa<br>„duża” | 2-ga<br>dmuchawa<br>„duża” |
| 2 400 (min)                                     | 61                    |                             |                            |
| 2 500   | 63                    |                             |                            |
| 3 500   | 81                    |                             |                            |
| 4 500   | albo 104              | albo 121                    |                            |
| 5 200   | albo 125              | albo 135                    |                            |
| 6 000   |                       | 151                         |                            |
| 8 000   |                       | 204                         |                            |
| 10 000  |                       | 131                         | 131                        |
| 12 000  |                       | 151                         | 151                        |
| 14 000  |                       | 175                         | 175                        |
| 16 200  |                       | 207                         | 207                        |

Dmuchawa posadowiona zostanie na istniejącym fundamencie z zakotwieniem czterech stóp montażowych w ramie agregatu do podłoża (kotwy wpuszczane, śruby i podkładki M16).

Do króćca tłocznego powietrza procesowego DN 300 podłączony zostanie kołnierzowy kompensator wylotowy DN 300, a bezpośrednio za nim zawór zwrotny klapowy DN 300 do zabudowy międzykołnierzowej. Zarówno kompensator jak i zawór zwrotny dostarczone zostaną razem z dmuchawą. Za zaworem zwrotnym zainstalowana zostanie zwężka dwukołnierzowa DN 300/DN 400, a za nią rurociąg stal k/o DN 400. Rurociąg ten zostanie podłączony do istniejącego przyłącza kołnierzowego DN 400, poprzez które obecna „mała” dmuchawa jest podłączona do kolektora sprężonego powietrza DN 800. Projektowana instalacja (zwężka i rurociąg) zostaną zaizolowane wełną mineralną gr. 5 cm w płaszczu z blachy stalowej k/o gr. 0,3 mm. Zwężka za kompensatorem zostanie podparta na systemowej podporze ze stali k/o.

## 7.0. WYTYCZNE DO PROJEKTÓW BRANŻOWYCH

Dal rozwiązań innych niż technologiczne dla przedmiotowego zadania SD występuje potrzeba sporządzenia projektu branży elektrycznej i automatyki.

W ramach projektu należy rozwiązać zasilanie elektryczne i sterowanie dla nowej dmuchawy w stacji SD z uwzględnieniem niezbędnych zmian w zasilaniu i sterowaniu dmuchawami „dużymi” w projektowanym układzie.

Planowana do zainstalowania dmuchawa dostarczone będzie z własnym, wbudowanym w agregat lokalnym układem sterowniczym, w którym występuje m.in. falownik oraz moduł komunikacji Modbus.

Współpraca dmuchaw w stacji SD odbywać ma się zgodnie z zasadami opisanymi w poprzednim rozdziale. Wydajność pracującej dmuchawy (lub dmuchaw) ma być regulowana tak, aby ciśnienie mierzone na istniejącym kolektorze DN 800 w stacji SD (pomiar istniejący) było możliwie bliskie pewnej wartości zadanej (analogicznie jak to się dzieje w istniejącym układzie – por. rozdział 3.0). Chwilowe zmiany ciśnienia w kolektorze DN 800, na które system reagować ma zmianą wydajności dmuchaw wywoływane będą zmianami stopnia otwarcia przepustnic na instalacji sprężonego powietrza w reaktorach RBB i RBA.

Ta regulacja przepustnic natomiast odbywać się będzie w funkcji mierzonych on-line parametrów procesowych w reaktorach, zgodnie z zasadami opisanymi w projektach dla zadań F i AB [3, 4].

## 8.0. ZESTAWIENIE PROJEKTOWANYCH ELEMENTÓW

Uwagi do tabeli 2:

1. Podane zestawienie obejmuje obiekty objęte zakresem niniejszego projektu, tj. modernizowaną stację dmuchaw SD.
2. Zestawienie obejmuje tylko nowe lub modernizowane elementy tj. nie wyszczególnia istniejących elementów kubaturowych i istniejącego wyposażenia stacji SD, które pozostają bez zmian w projektowanym układzie.
3. Zestawienie może nie obejmować elementów jakie zawarte są projektach branżowych.
4. Zastosowane urządzenia i armatura powinna być w rozwiązaniach funkcjonalnych, konstrukcyjnych i wykonaniu materiałowym adekwatne do podanego dla danej pozycji rodzaju medium i jego parametrów.
5. Długości elementów liniowych (np. rurociągów) podane są w zaokrągleniu do 0,5 m w górę.
6. W niniejszej dokumentacji nie podaje się znaków towarowych i innych nazw własnych dla zastosowanych urządzeń i innych wyrobów, tzn. oznaczeń urządzeń charakterystycznych dla danego producenta jak i nazwy danego producenta. Tym niemniej dla praktycznych potrzeb sporządzenia niniejszego projektu wybrano pewne konkretne typy urządzeń i ich producentów. Dane techniczne tych wybranych urządzeń, ich postać, wymiary, kształty, lokalizację przyłączy itp. użyto przy sporządzaniu rysunków i specyfikowaniu parametrów urządzeń w tabeli. Przy realizacji niniejszego projektu możliwe jest zastosowanie innych urządzeń (innych producentów) niż te, które dobrano dla potrzeb sporządzenia projektu. Powinny to być urządzenia równorzędne technicznie, o takich samych lub analogicznych parametrach jak podaje tabela, którą z określeniem dopuszczalnych odchyłek podanych w STWiOR traktować należy jako tzw. tabelę równoważności i o standardzie jakościowym zgodnym z wymaganiami określonymi w STWiOR.
7. Oznaczenia w tabeli:
  - L - długość
  - B - szerokość
  - H - wysokość
  - D – średnica
  - DN – średnica nominalna
  - Dz – średnica zewnętrzna
  - Q – wydatek, przepustowość itp.
  - P1 – maksymalna moc elektryczna pobierana z sieci przez silnik
  - p – ciśnienie
  - T – temperatura



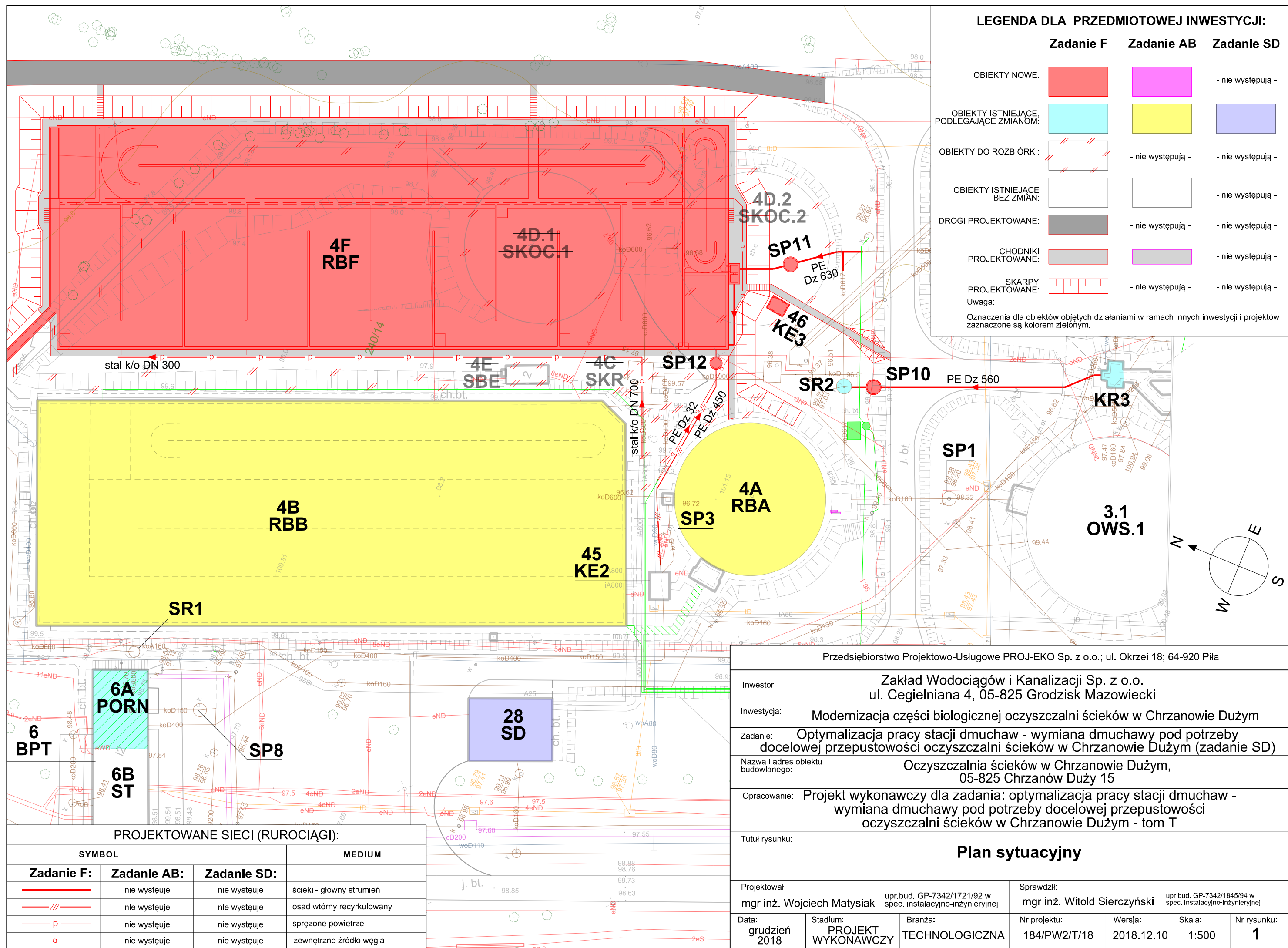
**Tabela 2. Zestawienie projektowanych elementów**

| Lp.    | WYSZCZEGÓLNIENIE  | Ilość  | Typ, producent, dostawca (nieujawniany) lub odesłanie do innego projektu | Uwagi   |
|--------|---|--------|--|---|
| 1      | 2   | 3      | 4  | 5   |
| 28.B.1 | <b>Obiekt nr 28:</b><br><b>STACJA DMUCHAW ‘SD’</b><br><br><b>ELEMENTY KONSTRUKCYJNO-BUDOWLANE</b><br>Podpora pod zwężkę stalową k/o DN 350/400, Hd≈133 cm, systemowa, wyk. stal k/o   | 1 kpl. |  | Hd- odległość od podstawy podpory (fundamentu dmuchawy) do dna podpieranej rury |
| 28.T.1 | <b>INSTALACJE I ROBOTY TECHNOLOGICZNE:</b><br>Demontaż istniejącej dmuchawy HST 2500-1-A-400V prod. Sulzer (ABS) wraz jej z indywidualną instalacją tłoczną DN 200  | 1 kpl. |  |   |
| 28.T.2 | Dmuchawa promieniowa, wysokoobrotowa, z łożyskami elektromagnetycznymi, Q=2385...5820 Nm <sup>3</sup> /min @p=700 mbar, p <sub>max</sub> =900 mbar, P1=150 kW (400 V, 50 Hz), m≈1310 kg; kompletny agregat zabudowany fabrycznie w obudowie dźwiękochłonnej ze stali zabezpieczonej antykorozyjnie, obejmujący w szczególności następujące podzespoły:<br>- blok dmuchawy (wirnik w obudowie), wyk. aluminium<br>- silnik synchroniczny prądu zmiennego z magnesami stałymi<br>- czerpnia powietrza z tłumikiem i filtrami<br>- zawór rozruchowy z tłumikiem<br>- tłumik powietrza układu chłodzenia<br>- dyfuzor powietrza wylotowego z tłumikiem hałasu<br>- szafa zasilająca sterownicza z przemiennikiem częstotliwości i obsługą protokołu komunikacyjnego w standardzie Modbus<br>wraz z następującymi elementami instalacyjnymi:<br>- kompensator DN 300 (do zabudowy na króćcu wylotowym dmuchawy)<br>- zawór zwrotny DN 300 (do zabudowy za kompensatorem) | 1 kpl. |  |   |

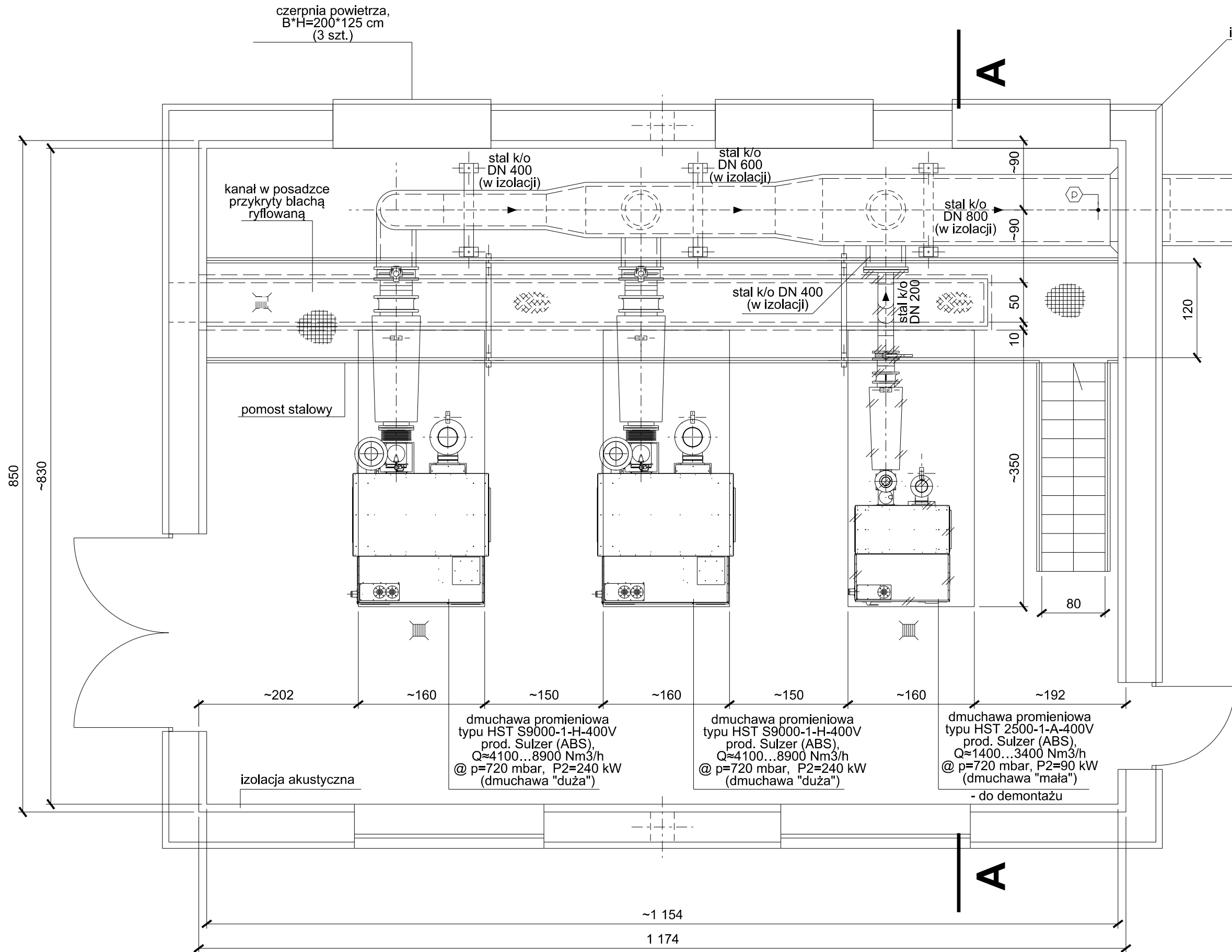
**Tabela 2. Zestawienie projektowanych elementów - c.d.**

| 1      | 2   | 3      | 4   | 5   |
|--------|---|--------|---|---|
| 28.T.3 | Przepustnica do zabudowy międzykołnierzowej DN 400 z napędem ręcznym  | 1 szt. |   | medium:<br>sprężone powietrze<br>$p=800 \text{ mbar}$ , $T=110^{\circ}\text{C}$ |
| 28.T.4 | Rura stalowa nierdzewna DN 400 (406,4*3,0 mm); stal 1.4301  | 1,5 m  |   | w tym:<br>- 2 kołnierze DN 400  |
| 28.T.5 | Zwężka dwukołnierzowa stalowa nierdzewna DN 300/DN 400, $L \approx 450 \text{ mm}$ ; stal 1.4301  | 1 szt. |   |   |
| 28.T.6 | Izolacja termiczna dla rurociągu stal k/o DN 400 i kształtek przejściowych: wełna mineralna gr. 5 cm w płaszczu z blachy stalowej nierdzewnej 1.4301 gr. 0,3 mm   | 2 mb   |   |   |
| 28.E.1 | <b>INSTALACJE ELEKTRYCZNE:</b><br>Instalacja zasilania i sterowania dla dmuchawy poz. 28.T.2 z niezbędnymi zmianami w układzie zasilania i sterowania dwóch istniejących dmuchaw typu HST S9000-1-H-400V prod. Sulzer (ABS) | 1 kpl. | wg proj. branży elektrycznej i automatyki |   |

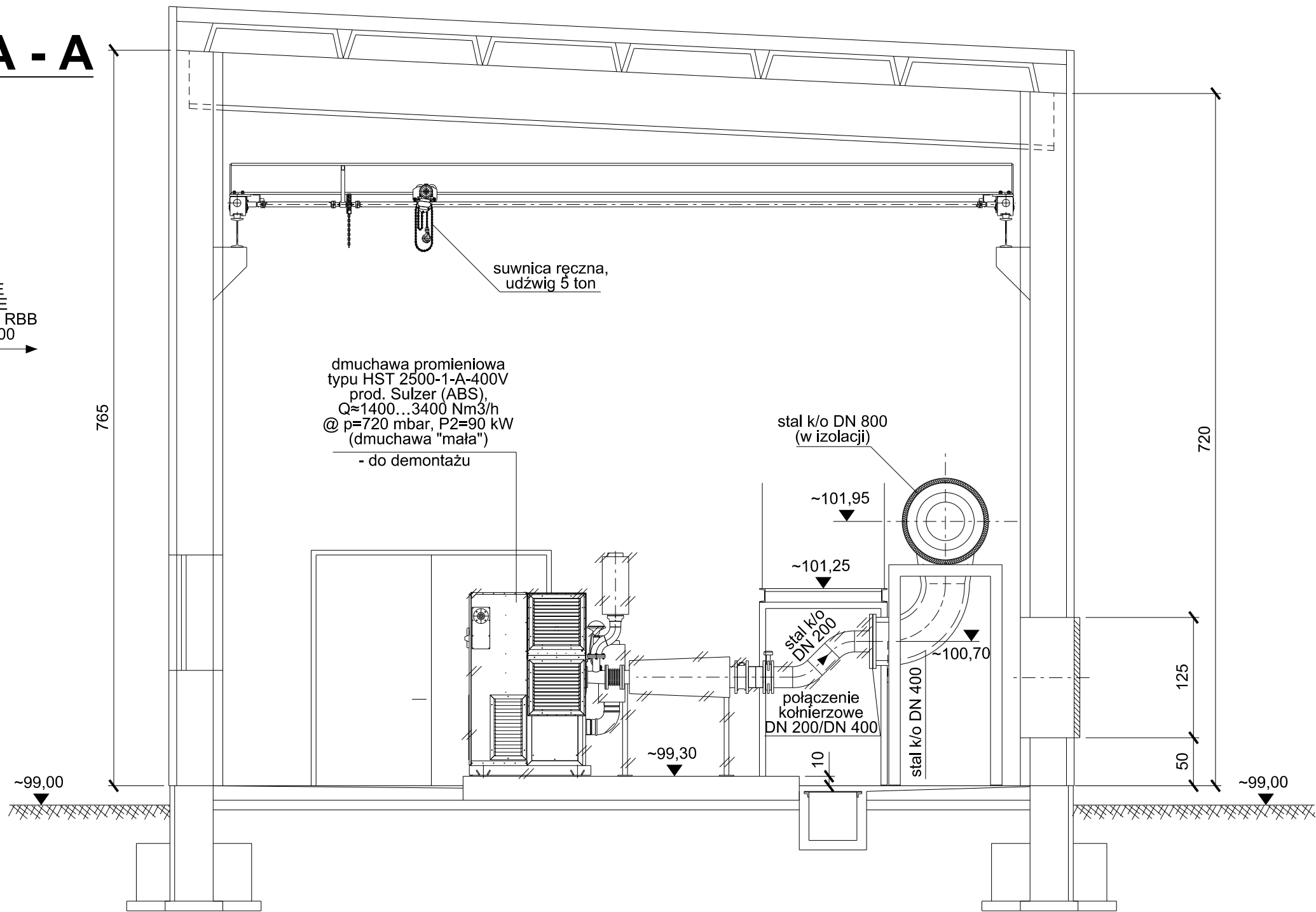
- K O N I E C   O P I S U -



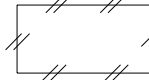
RZUT



A - A

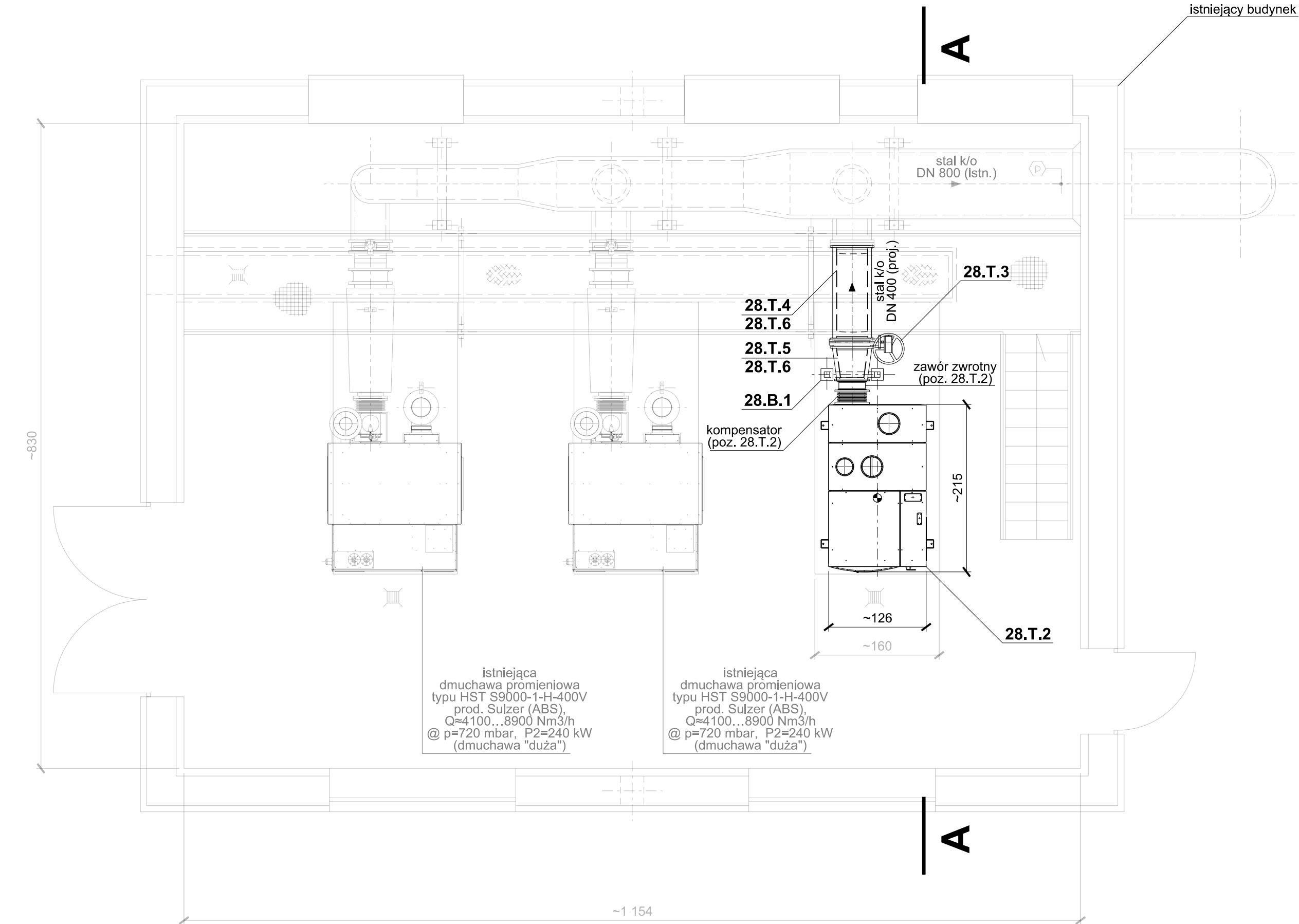


Uwagi:

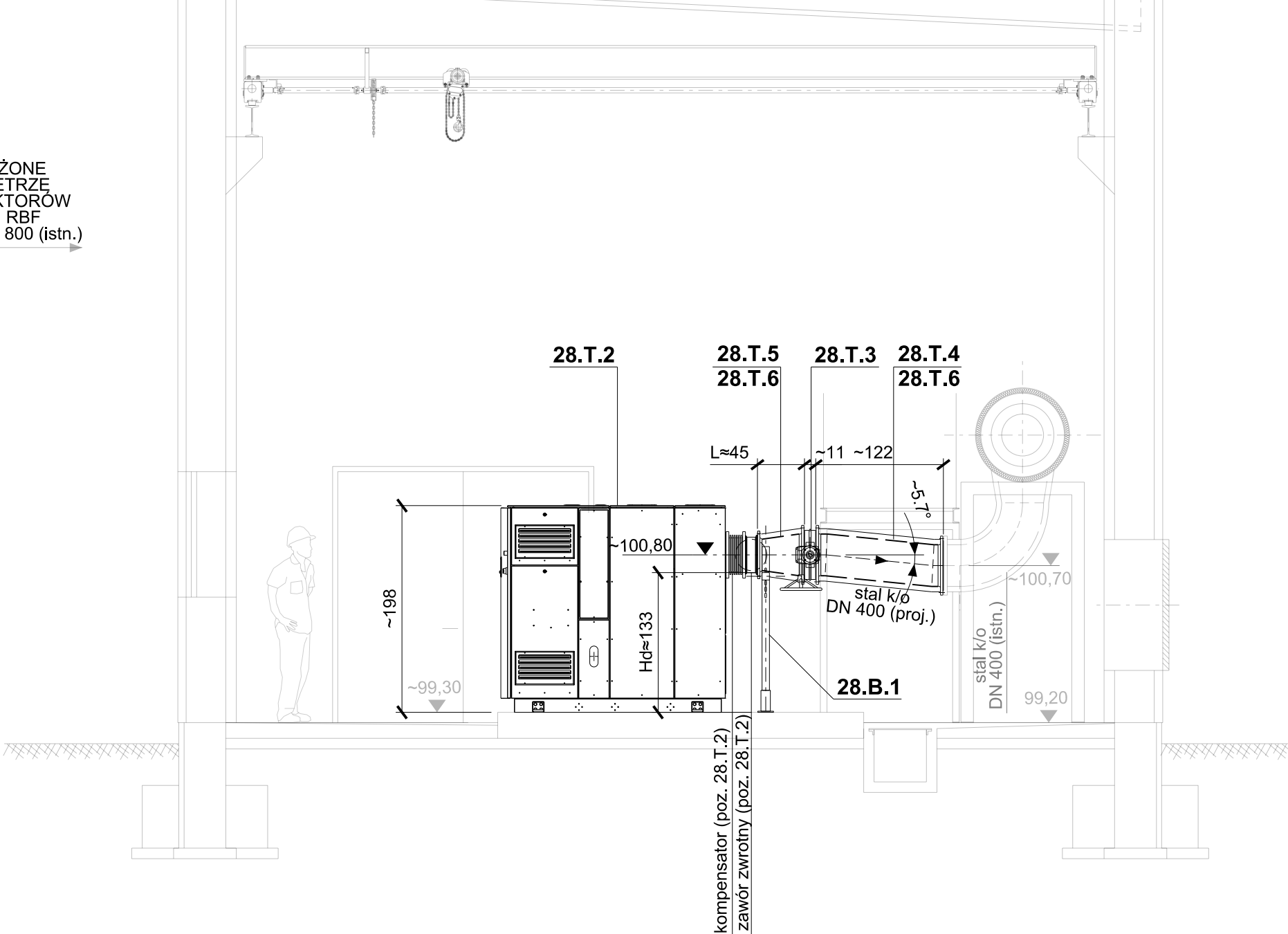
- Zestawienie w tabeli obejmuje elementy nowe występujące w ramach przedmiotowej inwestycji.
- Rozróżnienie graficzne elementów jest następujące:  
 - elementy istniejące do demontażu
- W budynku występuje również instalacja sprężonego powietrza dla płaskowników (urządzenia w tej instalacji usytuowane są głównie w pasie pod oknami) niemająca związku z instalacją sprężonego powietrza dla reaktora RBB stanowiącą zasadniczą treść tego rysunku. Dla zachowania czytelności tę instalację związaną z piaskownikami pominięto na tym rysunku.

|  |                    |   |              |   |             |
|--|--------------------|---|--------------|---|-------------|
| Przedsiębiorstwo Projektowo-Usługowe PROJ-EKO Sp. z o.o.; ul. Okrzei 18; 64-920 Pila |                    |   |              |   |             |
| Inwestor:  |                    | Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.<br>ul. Cegielniana 4, 05-825 Grodzisk Mazowiecki   |              |   |             |
| Inwestycja:  |                    | Modernizacja części biologicznej oczyszczalni ścieków w Chrzanowie Dużym  |              |   |             |
| Zadanie:   |                    | Optymalizacja pracy stacji dmuchaw - wymiana dmuchawy pod potrzeby docelowej przepustowości oczyszczalni ścieków w Chrzanowie Dużym (zadanie SD)                            |              |   |             |
| Nazwa i adres obiektu budowlanego:   |                    | Oczyszczalnia ścieków w Chrzanowie Dużym,<br>05-825 Chrzanów Duży 15  |              |   |             |
| Opracowanie:   |                    | Projekt wykonawczy dla zadania: optymalizacja pracy stacji dmuchaw - wymiana dmuchawy pod potrzeby docelowej przepustowości oczyszczalni ścieków w Chrzanowie Dużym - tom T |              |   |             |
| Tytuł rysunku:   |                    | Stacja dmuchaw SD - stan istniejący<br>z zaznaczeniem elementów do demontażu  |              |   |             |
| Projektował:   |                    | mgr inż. Wojciech Matysiak  |              | Sprawdził:  |             |
| upr.bud. GP-7342/1721/92 w spec. instalacyjno-inżynieryjnej                          |                    | mgr inż. Witold Sierczyński   |              | upr.bud. GP-7342/1845/94 w spec. instalacyjno-inżynieryjnej |             |
| Data:  | Stadium:           | Branża:   | Nr projektu: | Wersja:   | Skala:      |
| grudzień 2018  | PROJEKT WYKONAWCZY | TECHNOLOGICZNA  | 184/PW2/T/18 | 2018.12.10  | 1:50        |
|  |                    |   |              |   | Nr rysunku: |
|  |                    |   |              |   | 2           |

RZUT



A-A



Uwagi:

- 1. Zestawienie w tabeli obejmuje elementy nowe.
- 2. Rozróżnienie graficzne elementów jest następujące:

|             |  |
|-------------|--|
| <div></div> | - elementy nowe (czarne/nasycone)        |
| <div></div> | - elementy istniejące (szare/wytłumione) |

|        |  |        |   |  |
|--------|--|--------|---|--|
| 28.T.3 | Przepustnica do zabudowy międzykołnierzowej DN 400 z napędem ręcznym   | 1 szt. |   | medium: sprężone powietrze p=800 mbar, T=110°C w tym: - 2 kołnierze DN 400 |
| 28.T.4 | Rura stalowa nierdzewna DN 400 (406,4*3,0 mm); stal 1.4301   | 1,5 m  |   |  |
| 28.T.5 | Zwężka dwukołnierzowa stalowa nierdzewna DN 300/DN 400, L≈450 mm; stal 1.4301  | 1 szt. |   |  |
| 28.T.6 | Izolacja termiczna dla rurociągu stal k/o DN 400 i kształtek przejściowych: wełna mineralna gr. 5 cm w płaszczu z blachy stalowej nierdzewnej 1.4301 gr. 0,3 mm  | 2 mb   |   |  |
| 28.E.1 | INSTALACJE ELEKTRYCZNE:<br>Instalacja zasilania i sterowania dla dmuchawy poz. 28.T.2 z niezbędnymi zmianami w układzie zasilania i sterowania dwóch istniejących dmuchaw typu HST S9000-1-H-400V prod. Sulzer (ABS) | 1 kpl. | wg proj. branży elektrycznej i automatyki |  |

| L.p.   | W Y S Z C Z E G Ó L N I E N I E  | Ilość  | Typ, producent, dostawca (nieujawniany lub odesłanie do innego projektu) | Uwagi  |
|--------|--|--------|--|--|
| 28.B.1 | <b>Obiekt nr 28:</b><br><b>STACJA DMUCHAW ‘SD’</b><br><br>ELEMENTY KONSTRUKCYJNO-BUDOWLANE<br>Podpora pod zwężkę stalową k/o DN 350/400, Hd≈133 cm, systemowa, wyk. stal k/o   | 1 kpl. |  | Hd- odległość od podstawy podpory (fundamentu dmuchawy) do dna podporanej rury |
| 28.T.1 | INSTALACJE I ROBOTY TECHNOLOGICZNE:<br>Demontaż istniejącej dmuchawy HST 2500-1-A-400V prod. Sulzer (ABS) wraz jej z indywidualną instalacją tłoczną DN 200  | 1 kpl. |  |  |
| 28.T.2 | Dmuchawa promieniowa, wysokoobrotowa, z łożyskami elektromagnetycznymi, Q=2385...5820 Nm³/min @p=700 mbar, p <sub>max</sub> =900 mbar, P1=150 kW (400 V, 50 Hz), m≈1310 kg; kompletny agregat zabudowany fabrycznie w obudowie dźwiękochłonnej ze stali zabezpieczonej antykorozyjnie, obejmujący w szczególności następujące podzespoły:<br>- blok dmuchawy (wirnik w obudowie), wyk. aluminium<br>- silnik synchroniczny prądu zmiennego z magnesami stałymi<br>- czerpnia powietrza z tłumikiem i filtrami<br>- zawór rozruchowy z tłumikiem<br>- tłumik powietrza układu chłodzenia<br>- dyfuzor powietrza wylotowego z tłumikiem hałasu<br>- szafa zasilająca sterownicza z przemiennikiem częstotliwości i obsługą protokołu komunikacyjnego w standardzie Modbus<br>wraz z następującymi elementami instalacyjnymi:<br>- kompensator DN 300 (do zabudowy na króćcu wylotowym dmuchawy)<br>- zawór zwrotny DN 300 (do zabudowy za kompensatorem) | 1 kpl. |  |  |

|  |  |   |  |   |  |
|--|--|---|--|---|--|
| Przedsiębiorstwo Projektowo-Usługowe PROJ-EKO Sp. z o.o.; ul. Okrzei 18; 64-920 Pila |  |   |  |   |  |
| Inwestor:  |  | Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.<br>ul. Cegielniana 4, 05-825 Grodzisk Mazowiecki   |  |   |  |
| Inwestycja:  |  | Modernizacja części biologicznej oczyszczalni ścieków w Chrzanowie Dużym  |  |   |  |
| Zadanie:   |  | Optymalizacja pracy stacji dmuchaw - wymiana dmuchawy pod potrzeby docelowej przepustowości oczyszczalni ścieków w Chrzanowie Dużym (zadanie SD)                            |  |   |  |
| Nazwa i adres obiektu budowlanego:   |  | Oczyszczalnia ścieków w Chrzanowie Dużym, 05-825 Chrzanów Duży 15   |  |   |  |
| Opracowanie:   |  | Projekt wykonawczy dla zadania: optymalizacja pracy stacji dmuchaw - wymiana dmuchawy pod potrzeby docelowej przepustowości oczyszczalni ścieków w Chrzanowie Dużym - tom T |  |   |  |
| Tytuł rysunku:   |  | Stacja dmuchaw SD - stan projektowany   |  |   |  |
| Projektował:<br>mgr inż. Wojciech Matysiak   |  | upr.bud. GP-7342/1721/92 w spec. instalacyjno-inżynierskiej   |  | Sprawdził:<br>mgr inż. Witold Sierczyński |  |
| Data:<br>grudzień 2018   |  | Stadium:<br>PROJEKT WYKONAWCZY  |  | Branża:<br>TECHNOLOGICZNA                 |  |
|  |  | Nr projektu:<br>184/PW2/T/18  |  | Wersja:<br>2018.12.10                     |  |
|  |  |   |  | Skala:<br>1:50                            |  |
|  |  |   |  | Nr rysunku:<br>3                          |  |