|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | | |
|  | | |
|  | | |
| Tytuł projektu / Project Title | | |
| **Układ chłodzenia w sprężarkowni. Koncepcja rozbudowy wewnętrznego układu chłodzenia w sprężarkowni Bloku 910MW** | | |
|  | | |
| Data wyd.00 / Date | Nr dokumentu / Document No.: | Stron / Pages |
| 2025-10-31 | **NJT+\_W-01203\_M1\_+++++\_MDB001\_01\_00** | 1/36 |
|  | Obiekt \_\_ Nr projektu \_\_ Dział \_\_ Kod instalacji \_\_ Nr DCC \_\_ Arkusz \_\_ Wydanie |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | | | | | | | |
| Nazwa obiektu  Object: | |  | | | | | | | | | |
| Zamawiający  Purchaser: | | TAURON WYTWARZANIE S.A.  PROMIENNA 51; 43-603 JAWORZNO | | | | | | | | | |
| Inwestor  Investor: | | TAURON WYTWARZANIE S.A.  PROMIENNA 51; 43-603 JAWORZNO | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | |
| Nr umowy  Contract No. | | **UM/TW/03728/09464/2025** | | | | | Nr rejestrowy  Registration No. | | **UP/2025/211** | | |
| Temat Umowy / Contract subject | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | |
| Pozycja umowy  Contract item | |  | | | Poz.rejestr.umowy  Con.item regist.No. | | |  | | | |
| Tytuł projektu / Project Title | | | | | | | | | | | |
| **Układ chłodzenia w sprężarkowni. Koncepcja rozbudowy wewnętrznego układu chłodzenia w sprężarkowni Bloku 910MW** | | | | | | | | | | | |
| Zespół prowadzący  Principal Department: | | Faza projektu  Project Phase: | | | | Nr projektu archiwalny Klienta  Client's Archive Project No.: | | | |  | |
| M1 | |  | | | |  | | | |  | |
|  | | | | | | | | | | | |
| Historia wydań / Issue | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | | | | | | | |
| 00 | 2025-09-26 | M.Lampert | N.Frącz | Pierwsze wydanie dokumentu | | | | | | | |
| Wyd./Iss. | Data / Date | Wykonał / Created by: | Zatwierdził / Approved by: | Opis / Description | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | |
| Wykonał / Created by: | | Projektował / Designed by: | | | | Sprawdził / Checked by: | | | | Kierownik Pracowni / Zatwierdził / Approved by: | |
| M.Lampert | | M.Lampert | | | | S.Waniczek | | | | N.Frącz | |
| Tytuł dokumentu / Document Title | | | | | | | | | | | |
| **Opis projektu / Project description** | | | | | | | | | | | |
| Nr dokumentu archiwalny Klienta/Client's Archive Document No.: | | | | | | Nr dokumentu archiwalny Klienta/Client's Archive Document No.: (2) | | | | | |
|  | | | | | |  | | | | | |
| Data wyd.00 / Date | | Nr dokumentu / Document No.: | | | | | | | | | Stron / Pages |
| 26 | | **NJT+\_W-01203\_M1\_+++++\_MDB001\_01\_00** | | | | | | | | | 2/ |
|  | | Obiekt \_\_ Nr projektu \_\_ Dział \_\_ Kod instalacji \_\_ Nr DCC \_\_ Arkusz \_\_ Wydanie | | | | | | | | |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **KARTA WYDAŃ / ISSUE SHEET** | |
|  | |
| **Wydanie**  **Issue** | **Opis wprowadzonej zmiany / Description of changes** |
| **00** | **Pierwsze wydanie dokumentu** |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

**SPIS TREŚCI**

[OPIS TECHNICZNY 6](#_Toc209794813)

[1. PODSTAWA OPRACOWANIA 6](#_Toc209794814)

[2. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA 6](#_Toc209794815)

[3. STAN ISTNIEJĄCY 7](#_Toc209794816)

[3.1. Budowa instalacji wytwarzania sprężonego powietrza 7](#_Toc209794817)

[3.2. Charakterystyka urządzeń wymagających chłodzenia 8](#_Toc209794818)

[3.2.1. Sprężarka odśrodkowa 8](#_Toc209794819)

[3.2.2. Osuszacz adsorpcyjny z zamkniętą pętlą regeneracji 9](#_Toc209794820)

[3.2.3. Chłodnica wstępna oraz końcowa 10](#_Toc209794821)

[3.3. Budowa systemu chłodzenia 12](#_Toc209794822)

[3.3.1. Budowa wewnętrznego systemu chłodzenia 12](#_Toc209794823)

[3.3.2. Budowa zewnętrznego systemu chłodzenia 13](#_Toc209794824)

[3.4. Zapotrzebowanie mocy cieplnej do chłodzenia 13](#_Toc209794825)

[4. ZAMYSŁ MODERNIZACJI 14](#_Toc209794826)

[4.1. Wariantowość rozwiązania 14](#_Toc209794827)

[4.2. Parametry obiegu chłodzenia rezerwowego 14](#_Toc209794828)

[5. WYBÓR URZĄDZEŃ 15](#_Toc209794829)

[5.1. Chiller 15](#_Toc209794830)

[5.2. Wymiennik 17](#_Toc209794831)

[5.3. Zbiornik buforowy 19](#_Toc209794832)

[6. PRZYŁĄCZE DO ISTNIEJĄCEJ INSTALACJI 21](#_Toc209794833)

[6.1. WARIANT A. Po stronie południowej 21](#_Toc209794834)

[6.2. WARAITN B. Po stronie północnej 22](#_Toc209794835)

[7. STEROWANIE UKŁADEM 24](#_Toc209794836)

[7.1. Uruchomienie/ odstawienie instalacji 24](#_Toc209794837)

[7.2. Tryb automatyczny pracy układu 24](#_Toc209794838)

[7.3. Zasady sekwencjonowania chillerów: 24](#_Toc209794839)

[7.4. Praca instalacji 25](#_Toc209794840)

[8. BRANŻA BUDOWLANA 26](#_Toc209794841)

[8.1. Płyty fundamentowe 26](#_Toc209794842)

[8.2. Warstwy pod płytami fundamentowymi: 26](#_Toc209794843)

[8.3. Kotwienia i płyty pod maszynami 26](#_Toc209794844)

[8.4. Cokoły żelbetowe wewnątrz sprężarkowni 26](#_Toc209794845)

[8.5. Przepusty instalacyjne przez ściany budynku 26](#_Toc209794846)

[8.6. Wykończenia i ochrona 27](#_Toc209794847)

[8.7. Rozwiązania lokalizacyjne — warianty 27](#_Toc209794848)

[8.7.1. Wariant A (strona południowa): 27](#_Toc209794849)

[8.7.2. Wariant B (strona północna): 27](#_Toc209794850)

[8.8. Kontrola jakości i odbiory 27](#_Toc209794851)

[8.9. Organizacja robót i BHP 27](#_Toc209794852)

[8.10. Uzgodnienia formalno-prawne 27](#_Toc209794853)

[9. BRANŻA ELEKTRYCZNA 28](#_Toc209794854)

[9.1. Zabudowa jednego chillera 28](#_Toc209794855)

[9.1.1. Zabudowa trzech chillerów 28](#_Toc209794856)

[10. BRANŻA AKPIA 29](#_Toc209794857)

[10.1. Opis istniejącego stanu 29](#_Toc209794858)

[10.2. Wymagania ogólne na potrzeby zabudowy nowego układu chłodzenia 30](#_Toc209794859)

[10.3. Rozwiązania dla części obiektowej 30](#_Toc209794860)

[11. BRANŻA EKONOMICZNA 31](#_Toc209794861)

[12. GOSPODARKA REMONTOWA 33](#_Toc209794862)

[13. BRANŻA EKONOMICZNA 35](#_Toc209794863)

[14. PODSUMOWANIE 36](#_Toc209794864)

OPIS TECHNICZNY

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

Niniejsze opracowanie zostało wykonano na podstawie:

* Umowy nr UM/TW/03728/09464/2025 (UP/2025/211) pomiędzy:
  + TAURON Wytwarzanie S.A.

ul. Promienna 51, Jaworzno

a

* + Biurem Studiów, Projektów i Realizacji „Energoprojekt – Katowice” S.A.

ul. Jesionowa 15, Katowice;

* dokumentacji archiwalnej, projektowej,
* wizji lokalnej,
* opisu doświadczeń ruchowych i remontowych służb Zamawiającego.

1. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego opracowania, jest koncepcja rozbudowy układu chłodzenia sprężarek, wraz z innymi urządzeniami, biorącymi udział w procesie wytwarzania i uzdatniania sprężonego powietrza AKPiA/remontowego, na potrzeby bloku J910.

Głównym powodem podjęcia prac koncepcyjnych jest potrzeba stabilizacji temperatury wewnętrznego układu chłodzenia w kontekście:

1. Rosnącej temperatury wody chłodzącej z zewnętrznego układu chłodzenia, wynikającej ze wzrostu temperatury w zbiorniku Dziećkowice;
2. Zabezpieczenia ciągłości pracy sprężarkowni podczas remontów bloku, w sytuacji braku możliwości zasilania układu zarówno z Dziećkowic, jak i z misy chłodni.
3. STAN ISTNIEJĄCY
   1. Budowa instalacji wytwarzania sprężonego powietrza

W celu zapewnienia odpowiedniej ilości i jakości sprężonego powietrza, zabudowane zostały cztery ciągi technologiczne. Trzy ciągi technologiczne przeznaczone są do pracy podstawowej, natomiast czwarty stanowi rezerwę ruchowo-remontową. W skład każdego ciągu wchodzą:

* sprężarka odśrodkowa bezolejowa (turbosprężarka);
* chłodnica wstępna przed osuszaczem ze zintegrowanym separatorem cyklonowym oraz automatycznym drenem kondensatu;
* filtr wstępny;
* osuszacz adsorpcyjny z zamkniętą pętla regeneracji;
* filtr końcowy;
* chłodnica za osuszaczem;
* zbiornik buforowy o pojemności 16m³.

Zasada pracy ciągu wytwarzania sprężonego powietrza:

1. W celu pierwszego uruchomienia instalacji lub po całkowitym zatrzymaniu sprężarek konieczne jest zbudowanie ciśnienia w sieci AKPiA w budynku sprężarkowni.

Do tego celu stosowana jest sprężarka tłokowa współpracująca z osuszaczem adsorpcyjnym. Sprężarka zapewnia odpowiednią ilość sprężonego powietrza w sieci AKPiA umożliwiając wysterowanie zaworów oraz uruchomienie sprężarki odśrodkowej. Po uruchomieniu sprężarki odśrodkowej sprężarka tłokowa zostaje odstawiona, a sieć zasilana zostaje osuszonym powietrzem z głównego kolektora umożliwiając uruchomienie kolejnych sprężarek.

1. Powietrze technologiczne do sprężania przepływa do wydzielonego pomieszczenia czerpni w hali sprężarek, za pomocą czerpni ściennych, wyposażonych w wymienniki lamelowe.
2. Następnie, z pomieszczenia czerpni, powietrze zasysane jest przez czerpnie sprężarek wyposażone w filtry.
3. Wydajność sprężarek regulowana jest płynnie od nastawionej wartości ciśnienia w sieci sprężonego powietrza.
4. Powietrze, po sprężeniu w sprężarce, kierowane jest na chłodnicę wstępną. W trakcie chłodzenia wydziela się z powietrza kondensat, który oddzielany jest ze strumienia w separatorze cyklonowym. Kondensat zrzucany jest do kanalizacji przemysłowej za pomocą automatycznego drenu kondensatu.
5. Wstępnie odwodnione powietrze, przepływa poprzez filtr zgrubny do osuszacza adsorpcyjnego, gdzie osuszane jest do stopnia -40°C.
6. Za osuszaczami zainstalowane są dodatkowe chłodnice sprężonego powietrza (bez cyklonów) mające na celu zabezpieczenie instalacji przed przekroczeniem dopuszczalnej temperatury 45°C.
7. Po osuszeniu i przejściu przez filtr odpylający, powietrze przepływa przez chłodnicę za osuszaczem, a później przez zbiornik buforowy do kolektora głównego.
   1. Charakterystyka urządzeń wymagających chłodzenia
      1. Sprężarka odśrodkowa

Zabudowano 4 identyczne sprężarki odśrodkowe *FS Elliott by ALMiG P500 – 800* o parametrach:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Medium | powietrze |  |
| Ciśnienie atmosferyczne | 1,013 | bar (A) |
| Ciśnienie ssania | 0,9992 | bar (A) |
| Wilgotność | 85 | % |
| Wydajność (+/- 4%) | 5 029,8 | Nm3/h |
|  | 83,8 | Nm3/min |
| Ciśnienie robocze | 7,5 | bar(g) |
| Temperatura tłoczenia | + 38,69 | °C |
| Pobór mocy na wale (+/- 4%) | 515,3 | kW |
| Zużycie energii (na wale) | 102,4 | kWh/1000 Nm3 |
| Moc silnika | 550 | kW |
| Sprawność silnika | 96 | % |
| Napięcie zasilania | 10 500 | V |
| Częstotliwość zasilania | 50 | Hz |
| Prędkość obrotowa silnika | 2970 | obr/min |
| Temperatura wlotowa wody chłodzącej | + 32 | °C |
| Zapotrzebowanie na wodę chłodzącą | 495,9 | l/min |
|  | 29 754 | l/h |
| Materiał chłodnic | miedź |  |

Układ chłodzenia sprężarki obejmuje 4 chłodnice:

1. Chłodnica międzystopniowa I stopnia - o konstrukcji szufladowej, w której powietrze przepływa pomiędzy lamelami zamontowanymi na rurkach miedzianych wewnątrz których przepływa woda chłodząca.
2. Chłodnica międzystopniowa II stopnia - o konstrukcji szufladowej, w której powietrze przepływa pomiędzy lamelami zamontowanymi na rurkach miedzianych wewnątrz których przepływa woda chłodząca.
3. Chłodnica końcowa - o konstrukcji szufladowej, w której powietrze przepływa pomiędzy lamelami zamontowanymi na rurkach miedzianych wewnątrz których przepływa woda chłodząca.
4. Chłodnica oleju.

* + 1. Osuszacz adsorpcyjny z zamkniętą pętlą regeneracji

Za osuszanie i filtrowanie sprężonego odpowiadają 4 osuszacze *FST model DTS500 BVL-D950-SL1630*, o parametrach:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Typ | DTS 500 BVL-D950-SL1630  Osuszacz adsorpcyjny regenerowany na gorąco. Wygrzewanie z działająca dmuchawą (kierunek przepływu przeciwny do adsorpcji) | |  |
| Medium | Sprężone powietrze bezolejowe | |  |
| Regeneracja | chłodzenie w próżni (kierunek przepływu jak dla adsorpcji) | |  |
| Tryb pracy | **stały czas cyklu** | **sterowanie od punktu rosy** |  |
| Natężenie przepływu, wlot | 5100,0 | 5100,0 | Nm³/h |
| Natężenie przepływu, wylot | 5100,0 | 5100,0 | Nm³/h |
| ciśnienie robocze (min.) | 6,9 | 6,9 | bar(g) |
| Spadek ciśnienia na osuszaczu (bez filtrów) | 0,123 | 0,123 | bar |
| Temperatura na wlocie (max.) | 35 | 35 | °C |
| Wilgotność względna na wlocie | 100 | 100 | % r.H. |
| Temperatura ciśnieniowego punktu rosy | -40 | -40 | °C |
| Średnia temperatura wylotowa (około) | 48 | 48 | °C |
| Całkowity czas trwania cyklu | 12,0 | 12,4 | h |
| Adsorpcja | 6,0 | 6,2 | h |
| Wygrzewanie złoża | 4,7 | 4,8 | h |
| Chłodzenie złoża | 0,9 | 0,9 | h |
| Dekompresja i kompresja | 0,3 | 0,3 | h |
| ECO-faza (zbiornik gotowy do ruchu) | 0,1 | 0,2 | h |
| Średnie zużycie mocy | 38,5 | 38,2 | kWh/h |
| Zapotrzebowanie na powietrze do regeneracji | 1089 | 1089 | m³/h |

* + 1. Chłodnica wstępna oraz końcowa

Za utrzymanie prawidłowych wartości temperatury sprężonego powietrza odpowiadają chłodnice wstępne oraz końcowe ulokowane po jednej sztuce przed i za każdym osuszaczem.

Chłodnica wstępna jest wyposażona w separator cyklonowy wody, dren elektroniczny, natomiast chłodnica końcowa nie jest wyposażona w separator cyklonowy (powietrze po osuszaczu).

**Chłodnica wstępna** ma następujące parametry:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Medium | sprężone powietrze, nieagresywne |  |
| Natężenie przepływu (FAD) | 5100,0 | Nm³/h |
| Temperatura powietrza zasysanego | 20,0 | °C |
| Wilgotność wzgl. powietrza zasysanego | 60,0 | % |
| Ciśnienie robocze | 7,0 | bar [g] |
| Temperatura spr. pow. na wlocie | 45 | °C |
| Wilgotność wzgl. powietrza na wlocie | 100,0 | % r.H. |
| Temperatura wody chłodzącej na wlocie | 32 | °C |
| Temperatura sprężonego powietrza za chłodnicą | 35,0 | °C |
| Wymieniona ilość ciepła | 18,41 | kW |
| Temperatura wody chłodzącej na wylocie | 33,5 | °C |
| Zapotrzebowanie na wodę chłodzącą | 11,5 | m³/h |
| Spadek ciśnienia po stronie wody chłodzącej | 0,30 | bar |
| Spadek ciśnienia spr. pow. na separatorze | 0,050 | bar |
| Ilość wydzielonego kondensatu | 17,5 | l/h |
| Wilgotność wzgl. powietrza na wylocie | 100,0 | % |
| **Parametry dopuszczalne** |  |  |
| max. dop. ciśnienie robocze | 12 | bar [g] |
| max. dop. temperatura medium | 200 | °C |
| max. dop. temperatura wody chłodzącej | 40 | °C |
| max. dopuszczalne ciśnienie wody chłodzącej | 7 | bar [g] |
| Wilgotność otoczenia | < 100 | % r.H. |

**Chłodnica końcowa** ma następujące parametry:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Parametry robocze** |  |  |
| Medium | sprężone powietrze, nieagresywne | |
| Natężenie przepływu (FAD) | 5100,0 | Nm³/h |
| Temperatura powietrza zasysanego | 20,0 | °C |
| Wilgotność wzgl. powietrza zasysanego | 60,0 | % |
| Ciśnienie robocze | 6,5 | bar [g] |
| Temperatura spr. pow. na wlocie | 48 | °C |
| Wilgotność wzgl. powietrza na wlocie | 100,0 | % r.H. |
| Temperatura wody chłodzącej na wlocie | 32 | °C |
| Spadek ciśnienia spr. pow. na chłodnicy (bez separatora) | 0,109 | bar |
| Spadek ciśnienia spr. pow. na separatorze | ----- | bar |
| Temperatura sprężonego powietrza za chłodnicą | 36,0 | °C |
| Wymieniona ilość ciepła | 18,41 | kW |
| Temperatura wody chłodzącej na wylocie | 33,5 | °C |
| Zapotrzebowanie na wodę chłodzącą | 11,5 | m³/h |
| Spadek ciśnienia po stronie wody chłodzącej | 0,30 | bar |
| Ilość wydzielonego kondensatu | 0,0 | l/h |
| Wilgotność wzgl. powietrza na wylocie | 100,0 | % |
| **Parametry dopuszczalne** |  |  |
| max. dop. ciśnienie robocze | 12 | bar [g] |
| max. dop. temperatura medium | 200 | °C |
| max. dop. Temperaura wody chłodzącej | 40 | °C |
| max. dopuszczalne ciśnienie wody chłodzącej | 7 | bar [g] |
| Wilgotność otoczenia | < 100 | % r.H. |

* 1. Budowa systemu chłodzenia

Wewnątrz sprężarkowni zabudowano dwa obiegi wody chłodzącej:

1. Obieg wewnętrznego chłodzenia – zamknięty obieg wodny, odbiera ciepło od urządzeń wykazanych w punkcie 3.1.2, a oddaje je do układu zewnętrznego.

Przepływ w obiegu chłodzenia zostaje wymuszony przez pompy obiegowe, a wydajność zależy od ilości pracujących maszyn.

1. Obiegu zewnętrznego - otwarty układ wody surowej, woda odbiera ciepło od układu wewnętrznego a następnie jest zrzucana do chłodni kominowej poprzez uspokajacz wypływu lub alternatywnie do kanalizacji przemysłowej.

Do wymiany ciepła pomiędzy obiegami wody chłodzącej zastosowano płytowe wymienniki ciepła.

Temperatura w obiegu wewnętrznym jest stabilizowana za pomocą wydajności układu zewnętrznego – wydajność pomp zewnętrznego obiegu chłodzącego jest zależna od temperatury wody surowej oraz pory roku.

W okresie letnim utrzymuje się temperaturę wody w wewnętrznym układzie poniżej +32°C,

W okresie zimowym (silne mrozy) na poziomie ~+35°C.

* + 1. Budowa wewnętrznego systemu chłodzenia

Wewnętrzny obieg chłodzenia składa się z następujących elementów:

1. Pompy wody chłodzącej (2 szt.),

Do wymuszenia cyrkulacji wody zdemineralizowanej w wewnętrznym układzie chłodzenia służą dwie pompy wirowe KSB ETB 125-100-160 SB. Jedna pompa wody chłodzącej zapewnia zasilanie układu we wszystkich sytuacjach ruchowych, natomiast druga stanowi 100% rezerwę.

Pompy posiadają regulację za pomocą przemiennika częstotliwości.

W celu zabezpieczenia instalacji przed brakiem możliwości uruchomienia pomp, na wypadek zawieszania się sterowników falowników po powrocie zasilania, przewidziano zasilanie tych sterowników za pomocą UPS.

1. Układ kondycjonowania wody (korekta pH, dozowanie biocydu utleniającego oraz inhibitora korozji),

W celu utrzymania optymalnych parametrów, woda chłodząca podlega okresowemu kondycjonowaniu.

1. Naczynie wzbiorcze zamknięte,

Zadaniem zbiornika jest kompensacja zmian ciśnienia, wywołanych zmienną temperaturą wody chłodzącej. Dodatkowo zbiornik ma za zadanie zapewnić prawidłowy start instalacji nie dopuszczając do chwilowego wygięcia płyt wymiennika. Zbiornik ten umieszczono w pomieszczeniu czerpni.

1. Instalacja uzupełniania ubytków wody,

W wewnętrznym obiegu chłodzenia wykorzystywana jest woda zdemineralizowana. Woda ta w przypadku nieszczelności zamkniętego układu uzupełniana jest z sieci wody zdemineralizowanej. Na rurociągu wody zdemineralizowanej zabudowano zawór elektromagnetyczny sterowany od ciśnienia. Gdy ciśnienie spadnie poniżej zadanej wartości zawór się otworzy i uzupełni wodę.

1. Armatura pomiarowa,
2. Armatura regulacyjna oraz odcinająca.

Instalacja obiegu wewnętrznego wyposażona została w taki układ zaworów odcinających, by była możliwość odcięcia poszczególnych urządzeń (przeznaczonych do przeglądu lub remontu).

1. Obieg wykonano z rurociągów i kształtek ze stali niestopowej (czarnej) ze szwem. Połączenia z armaturą i urządzeniami zrealizowano za pośrednictwem adapterów kołnierzowych systemu rowkowego Victaulic (z uszczelką dostosowaną do transportowanego medium).
   * 1. Budowa zewnętrznego systemu chłodzenia

Zewnętrzny obieg chłodzenia składa się z następujących, zasadniczych elementów:

1. Rurociągu zasilającego oraz powrotnego (zrzut do chłodni kominowej);
2. Filtrów samoczyszczących (2 szt.);
3. Wymienników woda-woda (2 szt.);
4. Armatury pomiarowej;
5. Armatury regulacyjnej i odcinającej.

Instalacja obiegu zewnętrznego wyposażona została w taki układ zaworów odcinających, by była możliwość odcięcia poszczególnych urządzeń (przeznaczonych do przeglądu lub remontu).

1. Dodatkowo w instalacji, w celu zapewnienia odpowiedniej ilości wody do instalacji płukania gipsu, zabudowano dodatkowe pompy wyporowe.
2. Obieg wykonano z rurociągów i kształtek ze stali niestopowej (czarnej) ze szwem. Połączenia z armaturą i urządzeniami zrealizowano za pośrednictwem adapterów kołnierzowych systemu rowkowego Victaulic (z uszczelką dostosowaną do transportowanego medium).
   1. Zapotrzebowanie mocy cieplnej do chłodzenia

Dla pojedynczego pracującego ciągu, ciepło dobierane jest w 4 miejscach:

1. Sprężarka ~400÷500 kWt

Strumień oddawanego ciepła, a także parametry (temperatura i wilgotność bezwzględna) wylotowe powietrza, silnie zależą od warunków otoczenia (temperatura i wilgotność bezwzględna).

Maksymalna temperatura wlotowa czynnika chłodzącego: + 32 °C

1. Osuszacz 28÷48 kWt

Osuszacz, oddaje ciepło jedynie podczas regeneracji złoża w fazie chodzenia trwającej ~2h.

Podana maksymalna wartość strumienia oddawanego ciepła (48 kWt), jest mocą zabudowanej grzałki, przyjmuje się tą wartość jako maksymalny, możliwy do przekazania strumień ciepła. Ze względu jednak na czas trwania fazy chłodzenia, efektywnie przekazywany strumień może być znacząco niższy.

Dla osuszacza nie określa się maksymalnych temperatur czynnika chłodzącego. Niedostateczne schłodzenie złoża poskutkuje jedynie, czasowym podwyższeniem temperatury wylotowej powietrza za osuszaczem i koniecznością obniżenia tej temperatury w chłodnicy końcowej.

1. Chłodnice wstępna i końcowa 2 x 18 kWt

Temperatury za sprężarką/ osuszaczem mogą wynosić 38÷48 °C,

Natomiast na wlocie sprężonego powietrza do osuszacza/ instalacji rurociągowej za sprężarkowni oczekuje się temperatur na poziomie ~35°C (maksymalna dopuszczalna temperatura 45°C).

Dlatego w miejscach tych zainstalowano chłodnice o mocy 18 kWt, umożliwiające efektywne obniżenie temperatury sprężonego powietrza o ~10°C. Aby dotrzymać warunku schłodzenia sprężonego powietrza do ~35°C, wymaga się aby:

* **Maksymalna temperatura wlotowa czynnika chłodzącego: + 32 °C**

1. ZAMYSŁ MODERNIZACJI

Modernizacja układu chłodzenia ma na celu rozwiązanie dwóch zasadniczych problemów:

1. niewydolności istniejącego zewnętrznego układu chłodzenia, wynikającej z podwyższonej temperatury wody surowej,
2. zabezpieczenia pracy sprężarek w sytuacjach niedyspozycyjności układu zewnętrznego.

Aby zapewnić ciągłość pracy instalacji, proponuje się budowę dodatkowego, niezależnego obiegu chłodzenia rezerwowego, który będzie pracował równolegle do obecnego układu otwartego, opartego na wodzie surowej.

**W dalszej części opracowania przyjęto dla niego nazwę: „nowoprojektowany obieg chłodzenia rezerwowego”.**

Nowy obieg chłodzenia rezerwowego będzie odbierał ciepło z układu wewnętrznego za pośrednictwem dodatkowego (nowego) wymiennika ciepła. Następnie, ciepło zostanie odprowadzona do otoczenia poprzez zewnętrzne urządzenia chłodnicze – wolnostojące chillery zlokalizowane na zewnątrz budynku sprężarkowni.

Wybór chillerów jest podyktowany wymaganiami eksploatacyjnymi: w warunkach letnich osiągnięcie zakładanych temperatur czynnika roboczego (~32°C), nie byłoby możliwe przy zastosowaniu chłodni wentylatorowych lub chłodni mokrych.

* 1. Wariantowość rozwiązania

Projekt zakłada możliwość pracy układu rezerwowego w różnych konfiguracjach – dla jednego, dwóch lub trzech ciągów technologicznych sprężarkowni jednocześnie. Aby to osiągnąć, przyjęto następujące założenia projektowe:

* Wymiennik ciepła zostanie zabudowany na wspólnym kolektorze wewnętrznego obiegu chłodzenia.

Dzięki temu, układ nie będzie przypisany do konkretnego ciągu technologicznego, lecz w trakcie pracy układu wody ruchowej, będzie w stanie równomiernie wspomagać pracę całej instalacji. Natomiast w przypadku braku dopływu wody surowej, obieg rezerwowy będzie w stanie zapewnić chłodzenie dowolnego ciągu.

* Trzy identyczne chillery zostaną dobrane tak, aby każdy z nich odpowiadał mocą jednemu ciągowi technologicznemu sprężarkowni.

Takie rozwiązanie daje dużą elastyczność - umożliwia realizację dowolnego wariantu inwestycji (1–3 ciągi), a co więcej, umożliwia prostą i zunifikowaną rozbudowę instalacji w przyszłości, w razie wzrostu zapotrzebowania na chłód, względem zrealizowanego wariantu.

* Niezależne wyposażenie pomocnicze.

Dla każdego chiller’a przewiduje się osobne pompy obiegowe oraz zbiorniki wyrównawcze. Takie podejście pozwala etapować inwestycję, a także zoptymalizować zajmowaną przestrzeń.

* 1. Parametry obiegu chłodzenia rezerwowego

Zasadniczym celem obiegu jest możliwości odebrania ciepła w ilości nie mniejszej niżeli wykazana w punkcie 3.3 przy zachowaniu maksymalnych dopuszczalnych temperatur na wlocie do poszczególnych urządzeń.

Oznacza to, że dla pojedynczego ciągu technologicznego wytworzenia sprężonego powietrza wymaga się:

* Odbioru ciepła w ilości nie mniejszej niż: 584 kWt
* Maksymalnej temperatury początkowej (w wewnętrznym obiegu chłodzącym!) +32 °C,

1. WYBÓR URZĄDZEŃ
   1. Chiller

Na tej podstawie wymagań, przywołanych w punkcie 4.2 określa się, następujące wymagania wobec jednostek chłodniczych

* Moc chłodnicza jednostki (z zapasem mocy ~15%) 700 kWt
* Ilość jednostek 3 szt.
* Temperatura czynnika obiegowego na wylocie z urządzenia: ≤25 °C,
* Maksymalna, robocza temperatura czynnika obiegowego na wyocie: ≤+40 °C,
* Temperatura obliczeniowa sieci obiegowej +50 °C,
* Oczekiwana wydajność pompy obiegowej 55 kg/s,
* Czynnik chłodniczy: glikol propylenowy \*

*Roztwór glikolu propylenowego, jako nośnik ciepła, jest gorszym czynnikiem niż woda czy też wodny roztwór glikolu etylenowego, jednak w porównaniu:*

*Do roztworu glikolu etylenowego - nie jest toksyczny.*

*Do czystej wody – temperatura krzepnięcia 40% roztwór glikolu propylenowego, wynosi około -20°C. Co jest korzystne w perspektywie na występujące w lokalizacji planowanej inwestycji ujemne temperatury otoczenia*

*Po dodaniu inhibitora korozji wodny roztwór glikolu propylenowego gwarantuje utrzymanie wysokiej czystości wewnętrznych powierzchni wymiany ciepła współpracujących urządzeń.*

**Urządzenie będzie spełniać następujące standardy i będzie wyposażone w następujące elementy:**

* Konstrukcja i wykonanie
  + Kompletne urządzenie dostarczone na ramie wsporczej, przystosowanej do posadowienia na przygotowanej ławie betonowej.
  + Kołnierzowe przyłącza wodne wg EN 1092-1.
  + Zabezpieczenie antykorozyjne zgodnie z klasą korozyjności C4 wg PN-EN ISO 12944-5:2018.
  + Filtry powietrza skraplacza.
* Układ hydrauliczny
  + Pompa obiegowa roztworu glikolu z płynną regulacją prędkości (falownik).
  + Naczynie przeponowe, dla kompensacji zmian objętościowych czynnika.
  + Zawory bezpieczeństwa za pompami każdej grupy, z odprowadzeniem do zbiornika bezciśnieniowego.
  + Czujniki przepływu oraz ciśnienia roztworu obiegowego.
  + Zawory serwisowe umożliwiające izolację parownika i pomp.
  + Filtr siatkowy (Y) na rurociągu zasilania parownika.
* Układ elektryczny i automatyka
  + Szafa elektryczna z wentylacją, wyposażona w rezystor przeciwkondensacyjny.
  + Urządzenie zabezpieczające przed błędną kolejnością faz.
  + Zdalny panel sterowania z funkcjami: start/stop, alarm ogólny, reset.
  + Wyłączniki awaryjne (E-STOP) w pobliżu urządzenia.
  + Protokoły komunikacyjne: Ethernet Modbus TCP, gdzie DCS będzie Masterem a sterowniki PLC urządzeń Slave’ami w topologii proponowanej sieci.
  + Kompletny zestaw sygnałów DI/DO do integracji z systemem nadrzędnym (lista uzgodniona z inwestorem).
* Pomiary i monitoring
  + Temperatura wody (roztworu glikolu) na wlocie i wylocie parownika.
  + Ciśnienie i przepływ roztworu obiegowego.
  + Ciśnienie parowania i skraplania czynnika chłodniczego.
  + Moc elektryczna sprężarki oraz całkowite zużycie energii elektrycznej.
  + Licznik godzin pracy i liczba załączeń sprężarek.
  + Rejestr alarmów i zdarzeń.
* Standard sterowania
  + Regulacja temperatury wylotowej roztworu glikolu.
  + Możliwość zadawania temperatury zadanej lokalnie i z poziomu systemu DCS.
  + Sterowanie sekwencyjne sprężarkami/wentylatorami oraz płynna modulacja wydajności.
  + Tryby pracy: lokalny/zdalny, normalny/awaryjny.
* Wyposażenie dodatkowe
  + Wskaźniki lokalne (manometry, termometry na głównych liniach wodnych).
  + Czujnik niskiej temperatury parownika (ochrona przeciwzamrożeniowa).
  + Automatyczny odpowietrznik na najwyższym punkcie instalacji wodnej.
  + Możliwość ręcznego obejścia (by-pass) pomp obiegowych.
  + Dokumentacja techniczno-ruchowa (DTR) oraz lista części zamiennych.

**Granice dostaw**

* Dla branży mechanicznej – kołnierze przyłączeniowe wody (roztworu glikolu) na wlocie i wylocie.
* Dla branży elektrycznej i automatycznej – przyłącza wewnątrz skrzynki.
* Dla branży budowlanej – punkty posadowienia ramy wsporczej na posadzce.

* 1. Wymiennik

Ze względu na to, że instalacja objęta niniejszym opracowaniem, w skrajnych przypadkach powinna stanowić pełną rezerwę dla pracującego układu zewnętrznego wody ruchowej, przewiduje się zabudowę wymiennika ciepła tego samego typu jakie są aktualnie eksploatowane.

Z uwagi na odmienny charakter medium (roztwór glikolu zamiast wody) zastosowanie wymiennika identycznego jak w układzie istniejącym nie jest możliwe. Roztwór glikolu charakteryzuje się innymi właściwościami fizycznymi – m.in. niższym ciepłem właściwym i wyższą lepkością – co wymaga odpowiedniego dostosowania powierzchni wymiany ciepła.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Czynniki |  | Roztwór wodny glikolu 40% | Woda |
| Moc nominalna | kW | 2 100 | |
| Moc maksymalna (na potrzeby określenia rezerwy powierzchni wymiennika) | Kw | 2 500 | |
| Temperatura wlot -> wylot | °C | 27,00 -> 32,00 | 38,74 -> 32,00 |
| Wydatek masowy | kg/s | 112,82 | 74,52 |
| Gęstość | kg/m3 | 1029.40 | 993,62 |
| Ciepło właściwe | J / (kg\*K) | 3722.85 | 4179,5 |
| Przewodność cieplna | W / (m\*K) | 0.40 | 0,625 |
| Lepkość dynamiczna | mPa\*s | 3,58 | 0,89 |
| Rodzaj przepływu |  | Przeciwprądowy | |
| LMTD | °C | 5,70 | |
| Powierzchnia wymiany ciepła | m2 | 217,6 | |
| Ilość płyt (zamontowanych/max) | --- | 110/194 | |
| Wsp. k (real/teor.) | W / (m2\*K) | 2593/4039,5 | |
| Prędkość na króćcach | m/s | 2,06 | 1,53 |
| Strata ciśnienia: | bar | 0,248 | 0,158 |
| Temperatura projektowa (min./max.) | °C | 0,00/50,00 | 0,00/50,00 |
| Ciśnienie projektowe (min./max.) | bar(g) | 0,00/6,00 | 0,00/6,00 |
| Ciśnienie próby szczelności | bar(g) | 7,50 | 7,50 |
| Zawartość czynnika | l | 238.7 | 238.7 |
| Płyty (materiał/grubość) | mm | 1,4404(AISI 316L)/0,5 | |
| Uszczelnienie kolektora | --- | NBR | NBR |
| Uszczelnienie płyty | --- | NBR | NBR |
| Mocowanie uszczelnień | --- | Zaciskowe | Zaciskowe |
| Nazwa wymiennika | --- | thermolineVario TL1100KALL | |
| Regulacje/kod projektowy | --- | PED 2014/68/UE art. 4 ust. 3 /AD 2000 | |
| Ciężar wymiennika (pusty/napełniony) | kg | 2115/2590 | |
| Wymiary (dłg. x szer. x wys) | mm | 1500,0 x 940,0 x 2300,00 | |
| Materiał ramy | --- | 1,0577 / lakierowana RAL5018 | |

Istnieje możliwość ograniczenia wydajności cieplnej wymiennika (do wymaganej przy chłodzeniu wyłącznie jednego, bądź dwóch ciągów technologicznych), poprzez montaż ograniczonej liczby płyt. Niemniej rozwiązanie takie nie stanowi realnego ograniczenia kosztów zabudowy urządzenia, a komplikuję ewentualną późniejszą rozbudowę. Chcąc zachować możliwość rozbudowy instalacji, zaleca się zabudowę wymiennika o powierzchni wymaganej w wariancie chłodzenia 3 ciągów wytwarzania i uzdatniania sprężonego powietrza.

**Urządzenie będzie spełniać następujące standardy i będzie wyposażone w następujące elementy:**

* Normy i przepisy
  + Dyrektywa ciśnieniowa PED 2014/68/UE – urządzenie zakwalifikowane i oznakowane CE.
  + AD 2000 – wytyczne projektowe.
  + PN-EN 13445 – urządzenia ciśnieniowe, zasady ogólne (odniesienie projektowe).
  + PN-EN 1092-1 – kołnierze stalowe.
  + PN-EN ISO 12944-5:2018 – zabezpieczenie antykorozyjne (klasa korozyjności C4).
* Wymagania dodatkowe
  + Wymiennik dostarczony na ramie transportowej, gotowy do posadowienia.
  + Powłoka antykorozyjna spełniająca klasę C4 wg PN-EN ISO 12944-5.
  + Dokumentacja techniczno-ruchowa (DTR), deklaracja zgodności CE i protokół próby ciśnieniowej.
  + Lista części zamiennych (uszczelki, śruby dociskowe).

* 1. Zbiornik buforowy

Obieg chłodniczy o niewielkiej ilości czynnika roboczego, charakteryzuje się niską pojemnością cieplną, z kolei niedostateczny potencjał cieplny czynnika w obiegu może prowadzić do:

* szybkich przyrostów temperatury medium chłodzącego („przegrzewanie”),
* silnej wrażliwości na zmiany obciążenia cieplnego,
* niestabilnej, impulsowej pracy sprężarek, co obniża ich trwałość i niezawodność.

W celu eliminacji powyższych zjawisk proponuje się zabudowanie przelotowego zbiornika buforowego, którego zadaniem jest zwiększenie objętości czynnika w obiegu i podniesienie całkowitej pojemności cieplnej instalacji. Bufor stabilizuje parametry pracy, ogranicza wahania temperatury i poprawia warunki pracy sprężarek.

Dla wyznaczenia pojemności zbiornika przyjęto następujące założenia:

* Najniższa temperatura wody otrzymywana za chillerami: 20°C
* Najwyższa dopuszczalna temperatura wody otrzymywana za chillerami: 27°C
* Minimalny czas ponownego załączenia sprężarki po wyłączeniu 360s

Ilość czynnika w całym obiegu (całkowita pojemność cieplna) powinna być wystarczająca, aby po wyłączeniu chillera, w zadanym czasie, woda w obiegu nie wzrosła powyżej górnej granicy temperaturowej.

Aby spełnić powyższe założenia, pojemność całej instalacji powinna być nie mniejsza niżeli 10.5 m3.\*

Istotnym w tym miejscu jest pojemność samej instalacji rurociągowej, tak też przyjmuje się że:

* Przy zabudowie jednego chillera pojemność instalacji wyniesie ~3.5 m3
* Przy zabudowie trzech chillerów pojemność instalacji wyniesie ~4.5 m3

Tym samym, zależnie od wybranego wariantu, pojemność zbiornika buforowego powinna wynościć:

* Przy zabudowie jednego chillera: ~7.5 m3
* Przy zabudowie trzech chillerów: ~6.5 m3

*\* celem powyższych obliczeń jest zabezpieczenie histerezy chillerów. Przyrost mocy w czasie określa stosunek: całkowita moc chillerów / zabudowa wewnątrz chillerów ilość sprężarek. Dlatego też , wymagana pojemność instalacji nie zmienia się w zależności od ilości zabudowanych chillerów.*

**Urządzenie będzie spełniać następujące standardy i będzie wyposażone w następujące elementy:**

* Normy i przepisy
  + Dyrektywa ciśnieniowa PED 2014/68/UE – zbiornik jako urządzenie ciśnieniowe oznakowany CE.
  + PN-EN 13445 – zbiorniki ciśnieniowe bezpłomieniowe.
  + PN-EN 1092-1 – kołnierze stalowe.
  + PN-EN ISO 12944-5:2018 – systemy ochrony przed korozją (klasa C3/C4 w zależności od lokalizacji).
* Konstrukcja i materiały
  + Typ: zbiornik pionowy/horyzontalny, przelotowy.
  + Materiał płaszcza: stal nierdzewna.
  + Króćce przyłączeniowe: kołnierzowe wg EN 1092-1,
* Wyposażenie i zabezpieczenia
  + Zawór bezpieczeństwa.
  + Odpowietrzniki automatyczne na najwyższym punkcie.
  + Zawór spustowy w dolnej części.
  + Króćce pomiarowe dla temperatury i ciśnienia.
  + Izolacja cieplna ograniczająca straty energii i kondensację pary wodnej na powierzchni zbiornika.
* Dokumentacja i odbiory
  + Deklaracja zgodności CE.
  + Protokół próby ciśnieniowej.
  + Dokumentacja techniczno-ruchowa (DTR).
  + Rysunki wykonawcze i schematy przyłączy.
  + Lista części zamiennych (np. uszczelki, zawory).

1. PRZYŁĄCZE DO ISTNIEJĄCEJ INSTALACJI

Nowy wymiennik zostanie włączony w formie by-passu do rurociągu wody obiegu wewnętrznego. Realizacja obejmie:

* demontaż prostego odcinka istniejącego rurociągu i zastąpienie go odcinkiem z dwoma trójnikami – na wlot i wylot wymiennika,
* zabudowę armatury odcinającej sterowanej pneumatycznie na króćcach wlotowym i wylotowym wymiennika,
* zabudowę dodatkowego zaworu odcinającego (również pneumatycznego) na obejściu pomiędzy trójnikami.

Takie rozwiązanie pozwoli na całkowite odstawienie wymiennika w okresach, gdy układ rezerwowy nie jest wykorzystywany, oraz na jego szybkie włączenie zarówno w trybie wspomagającym układ wody ruchowej, jak i w trybie pracy autonomicznej, wyłącznie poprzez nowy wymiennik.

**W opracowaniu rozważono dwie możliwe lokalizacji punktu wpięcia do instalacji istniejącej.**

W obu wariantach nowy wymiennik umożliwia pracę układu w trybie autonomicznym, tj. bez udziału wody ruchowej.

Ostateczny wybór lokalizacji ma istotne znaczenie dla sposobu sterowania i logiki automatyki, wpływając na możliwości przełączania źródeł chłodu w sytuacjach awaryjnych i podczas pracy wspomagającej.

* 1. WARIANT A. Po stronie południowej

Rejon ten charakteryzuje się znacznym zapasem przestrzeni, co ułatwia posadowienie wymiennika, wykonanie przyłączy oraz zapewnia swobodny dostęp do armatury. Zabudowa wymiennika nie ogranicza dostępu do innych urządzeń.

Wymiennik byłby zabudowany przed istniejącymi wymiennikami (obieg wewnętrzny/obieg zewnętrzny), precyzyjnie ujmując - pomiędzy naczyniem wyrównawczym a pompami obiegu wewnętrznego.

Tym samym, rozwiązanie to ogranicza zakres możliwych stanów ruchowych. W przypadku kiedy aktywny będzie układ otwarty wody ruchowej, nowy obieg pełnić będzie rolę wstępnego chłodzenia, a ostateczna temperatura medium w obiegu wewnętrznym musiałaby zostać uzyskana na wymiennikach wody ruchowej.

Jest to niekorzystne, ponieważ nowoprojektowany obieg rezerwowy technicznie umożliwia osiąganie niższych temperatur. Znacznie bardziej efektywny byłby wariant, w którym chłodzenie wstępne realizuje układ wody ruchowej, a nowy wymiennik pełni funkcję dochładzania.

Obraz zawierający Modelarstwo redukcyjne, zrzut ekranu

Zawartość wygenerowana przez AI może być niepoprawna.

Rysunek 1. Zabudowa urządzeń wewnątrz budynku. Wariant A

W przypadku realizacji tego wariantu, najkorzystniejszą lokalizacją dla części zewnętrznej (w której skład wchodzą chillery a także zbiornik buforowy), jest niezagospodarowana przestrzeń w bezpośrednim sąsiedztwie budynku sprężarkowni od strony południowej.

Teren ten jest w nieznacznym stopniu uzbrojony, przebiegają tędy sieci kanalizacji oraz trasa kablowa. Niemniej ze względu na wielkość obszaru nie stanowią one istotnego utrudnienia.

Doprowadzenie rurociągów czynnika obiegowego możliwe jest poprzez bezpośrednie wyprowadzenie z budynku sprężarkowni, z wykorzystaniem do podparcia rurociąągów konstrukcji stopy mostu skośnego.

Obraz zawierający węzeł, Korytarz transportowy, na wolnym powietrzu, Fotografia lotnicza

Zawartość wygenerowana przez AI może być niepoprawna.

Rysunek 2. Zabudowa urządzeń na zewnątrz budynku. Wariant A

* 1. WARAITN B. Po stronie północnej

W tym rejonie występują większe ograniczenia przestrzenne i montażowe. Zabudowa wymaga wydłużenia rurociągów, co powoduje częściowe zawężenie dróg eksploatacyjnych w pobliżu filtrów wody ruchowej oraz układu sprężarki rozruchowej, przy czym wszędzie zachowane zostają minimalne szerokości przejść 800 mm.

Wymiennik w tej lokalizacji byłby zabudowany za istniejącymi wymiennikami - obieg wewnętrzny/ukła zewnętrzny.

Rozwiązanie to znacząco zwiększa elastyczność pracy instalacji, umożliwiając konfigurację, w której woda obiegowa jest najpierw chłodzona przez układ wody ruchowej, do maksymalnego możliwego do osiągnięcia poziomu, a następnie dochładzana w nowym wymienniku.

Taki układ pozwala na maksymalne wykorzystanie potencjału zewnętrznego obiegu wody ruchowej i jest najbardziej korzystny z ekonomicznego punktu widzenia.

Obraz zawierający zrzut ekranu, plac zabaw

Zawartość wygenerowana przez AI może być niepoprawna.

Rysunek 3. Zabudowa urządzeń wewnątrz budynku. Wariant B

W przypadku realizacji tego wariantu, najkorzystniejszą lokalizacją dla części zewnętrznej (w której skład wchodzą chillery a także zbiornik buforowy), jest niezagospodarowana przestrzeń, pod mostem skośnym, przy istniejącej estakadzie.

Teren ten jest nieuzbrojony, wolny od instalacji podziemnych.

Doprowadzenie rurociągów czynnika obiegowego możliwe jest po estakadzie która jest połączona z budynkiem sprężarkowi od strony północnej

Obraz zawierający Urbanistyka, inżynieria, na wolnym powietrzu, budynek

Zawartość wygenerowana przez AI może być niepoprawna.

Rysunek 4. Zabudowa urządzeń na zewnątrz budynku. Wariant B

1. STEROWANIE UKŁADEM
   1. Uruchomienie/ odstawienie instalacji

(*KKS zostaną uzupełnione na późniejszym etapie*)

Uruchomienie systemu realizowane jest poprzez:

1. przesterowanie armatury przy wymienniku ciepła:
2. otwarcie zaworów wlotowego i wylotowego,
3. zamknięcie zaworu obejściowego,
4. aktywację pracy chillerów (wraz z pompami obiegowymi).

Układ będzie wyposażony w tryb automatyczny. W tym trybie uruchomienie następuje samoczynnie po osiągnięciu granicznej temperatury medium w obiegu wewnętrznym:

* *A0PGG20CT001 > 32 °C*

Instalacja, po automatycznym uruchomieniu, nie wyłącza się automatycznie. Odstawienie obiegu zawsze wymaga decyzji operatora.

Tryb automatycznego uruchomienia może być czasowo zawieszony; każdorazowe wyłączenie automatyki powoduje wygenerowanie ostrzeżenia w systemie.

W takim przypadku operator decyduje o uruchomieniu/odstawieniu układu ręcznie.

* 1. Tryb automatyczny pracy układu

W układzie występują dwa kluczowe punkty pomiarowe:

* **A** - czujnik temperatury wylotowej każdego pojedynczego chillera,
* **B** - czujnik temperatury za zespołem chillerów.

W trybie automatycznym priorytetem jest utrzymanie wymaganej temperatury w obiegu wewnętrznym. Podział obciążeń pomiędzy poszczególne źródła chłodu nie ma znaczenia – nadrzędnym celem jest dotrzymanie parametrów pracy.

Sterowanie obiegiem sprowadza się do regulacji temperatury za chillerami:

* **A-**A0PGH 40 CT001 = +28 °C

Przy czym chiller posiada wewnętrzny sterownik utrzymujący zadaną temperaturę:

* **B-** A0PGH 10/20/30 CT001 = +28 °C

W związku z czym, choć praca chillerów jest elementem sterowania wewnętrznego urządzania, to decyzja o uruchomieniu realizowana będzie w systemie centralnym DCS.

* 1. Zasady sekwencjonowania chillerów:

1. w przypadku braku możliwości osiągnięcia zadanej temperatury przez pracujące urządzenia, system wystawia zgodę na uruchomienie kolejnej jednostki,
2. kolejność uruchamiania ustalana jest wg najmniejszej liczby przepracowanych godzin,
3. aby wyrównać obciążenia, przy spadku wydajności do 50% system wyłącza jednostkę o większej liczbie godzin pracy,
4. ostatni pracujący chiller wyłączy się automatycznie po stwierdzeniu zbyt niskiej różnicy temperatur wlot/wylot,
5. po wyłączeniu ostatniego chillera system blokuje wszystkie zgody startu, a następnie przywraca je dla urządzenia o najmniejszej liczbie przepracowanych godzin.
   1. Praca instalacji

Praca instalacji odbywa się zawsze w sposób automatyczny, przy czym logika szczegółowa zależy od lokalizacji wymiennika ciepła (punkt 6).

**Wariant A – lokalizacja południowa (przed istniejącymi wymiennikami)**

1. Woda w obiegu wewnętrznym, niezależnie od trybu pracy, zawsze przepływa przez wymiennik wody ruchowej.
2. W zależności od aktywacji nowej instalacji woda przepływa przez nowy wymiennik lub go omija.
3. W trybie **automatycznym** temperatura za chillerami utrzymywana jest na poziomie:

* A0PGH 10/20/30 CT001 = +28 °C

1. W trybie **ręcznym** operator ma możliwość zmiany temperatury zadanej w zadanych granicach, sterując w ten sposób współpracą z układem wody ruchowej,

* A0PGH 10/20/30 CT001 = +28÷+35 °C,

1. Niemniej, system monitoruje pracę instalacji:

* przy temperaturze A0PGG20CT001 > 32 °C generowane jest ostrzeżenie,
* przy temperaturze A0PGG20CT001 > 34 °C układ automatycznie powraca do

pełnego trybu automatycznego,

* brak przepływu A0PGF01CF001 powoduje powrót układu do pracy

automatycznej.

**Wariant B – lokalizacja północna (za istniejącymi wymiennikami)**

Nowy wymiennik zawsze pracuje na zadanym poziomie, niezależnie od trybu sterowania.

Obciążenie instalacji zależne jest od temperatury wlotowej obiegu wewnętrznego, która z kolei zależy od pracy i wydajności układu wody ruchowej. W skrajnym przypadku umożliwia przejęcie całego strumienia ciepła z chłodnic.

Nie ma potrzeby dodatkowych powiązań pomiędzy oboma układami – współpraca jest naturalna i samoczynna.

1. BRANŻA BUDOWLANA

Niniejszy rozdział określa rozwiązania konstrukcyjno–budowlane dla wariantów lokalizacyjnych (A i B):

Posadowienie chillerów i zbiornika (płyty fundamentowe), prace w budynku (cokoły pod urządzenia), przepusty instalacyjne.

Niezależnie od ilość zabudowywanych chillerów, Zaleca się wykonanie płyt fundamentowych dla wariantu skrajnego (tj. 3 chillery). Prowadzenie w przyszłości prac ziemnych w bezpośrednim sąsiedztwie już zabudowanych urządzeń i instalacji może mieć na nie negatywny wpływ, a etapowanie wykopów i utwardzenia gruntu nie jest ekonomicznie uzasadnione.

Posadowienie bezpośrednie na gruncie rodzimym/nasypie budowlanym po jego wzmocnieniu i wymianie warstw do stanu nośnego

* Grubość płyt fundamentowych: 300 mm
* Podkład/podbudowa łącznie ok. 500 mm - zapewniająca odpowiednią nośność.
* Wszystkie kotwienia i rozstawy śrub - wg DTR urządzeń i rysunków montażowych.
  1. Płyty fundamentowe

Płyta żelbetowa gr. 300 mm ze zbrojenie dwukierunkowym górą i dołem (siatki z prętów B500B; średnice i rozstawy do weryfikacji obliczeniowej), widoczne krawędzie płyt sfazowane 20×20 mm.

* 1. Warstwy pod płytami fundamentowymi:
* Warstwa geowłókniny separacyjnej min. 200 g/m² na gruncie rodzimym po zagęszczeniu.
* Warstwa odsączająca z kruszywa łamanego 16/31,5 gr. ok.100 mm (E2≥120 MPa).
* Podbudowa zasadnicza z kruszywa 0/31,5 stabilizowanego (np. 3–4% cementu) gr. ok. 300 mm, zagęszczenie min. Id≥0,98.
* Beton podkładowy C12/15 gr. 100mm
* 2x folia budowlana PVC
  1. Kotwienia i płyty pod maszynami
* Szablonowe osadzenie tulei/koszy kotwiących w płycie; dopuszcza się kotwy chemiczne (ETA) w nawiercanych otworach po związaniu betonu, zgodnie z DTR.
* Pod urządzeniami przewidzieć (jeśli wymagane) - podkładki wibracyjne/izolację drgań wg zaleceń dostawcy.
  1. Cokoły żelbetowe wewnątrz sprężarkowni

Cokoły wysokości 100 mm wykonywane na istniejącej posadzce przemysłowej:

* przygotowanie podłoża: frezowanie/śrutowanie, odkurzenie, grunt sczepny PCC;
* beton C30/37, zacierany na gładko;
* zbrojenie siatką Ø8/150 (lub włóknami stalowymi — wariantowo), z otuliną 30 mm;
  1. Przepusty instalacyjne przez ściany budynku

Dwa przepusty dla rurociągów obiegu nowego: tuleje stalowe z kołnierzami doszczelniającymi, uszczelnienia elastyczne (np. systemowe manszety).

* 1. Wykończenia i ochrona
* Powierzchnie zewnętrzne betonu: impregnacja hydrofobowa; cokoły wewnętrzne – powłoka żywiczna epoksydowa lub PU (odporna na środki myjące/oleje).
* Stal w strefie bryzgów: ocynk/duplex lub malowanie do klasy korozyjności C3 (wewnątrz) C4 (zewnątrz).
  1. Rozwiązania lokalizacyjne — warianty
     1. Wariant A (strona południowa):
* Posadowienie zespołu chillerów i zbiornika na płycie w strefie niezagospodarowanej przy budynku sprężarkowni; uwzględnić istniejące sieci (kanalizacja, trasy kablowe), ukształtować dojazdy serwisowe.
* Przejścia rurociągów możliwe bezpośrednio przez ścianę budynku; podpory rurociągów wykorzystujące konstrukcję stopy mostu skośnego (po uzgodnieniu nośności).
  + 1. Wariant B (strona północna):
* Posadowienie pod mostem skośnym, przy estakadzie — teren nieuzbrojony; dłuższe odcinki rurociągów po estakadzie, lokalne zawężenia ciągów eksploatacyjnych zachowane ≥800 mm.
  1. Kontrola jakości i odbiory
* Badania zagęszczenia podłoża i podbudów (płyta VSS/sonda dynamiczna), dowody spełnienia E2.
* Recepty betonu i karty wbudowania, pobór próbek, klasy ekspozycji zgodne z PN-EN 206.
  1. Organizacja robót i BHP
* Prace w czynnym zakładzie — plan BIOZ, strefy wyłączone, uzgodnienia z Inwestorem.
  1. Uzgodnienia formalno-prawne

Niezbędne: projekt budowlany, mapy do celów projektowych, opinie BHP/ppoż.

1. BRANŻA ELEKTRYCZNA
   1. Zabudowa jednego chillera

Wymagane będzie zasilanie następujących urządzeń elektrycznych:

| Lp | Nazwa urządzenia | Symbol | Liczba zainstal.  jedn. | Liczba jedno.  czynn. | Moc jedn. | Nap. zasil. | Prąd jedn. | Uwagi: |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. | Agregat chłodniczy | A0PGH10AC001 | 1 | 1 | 275 kW | 400 VAC | 456 A | **-** |

Wariant ten zakłada zabudowę jednej dodatkowej chłodni wentylatorowej, zasilanej poprzez zintegrowany falownik, który zlokalizowany zostanie w skrzynce sterowniczej przy napędzie.

Zasilanie falownika przewidywane jest kablami typu 3x(YnKXSżo 5x185mm2) z istniejącej rozdz. 0,4kV – A1BHG/A2BHG (budynek elektryczny IOS). Na potrzeby zasilania nowego chillera proponujemy wykorzystać istniejąc rezerwowy dopływ z rozłącznikiem bezpiecznikowym 630A (w rozdzielnicy istnieje również możliwość zabudowy nowego dodatkowego odpływu). Kable zasilające falownik należy poprowadzić wykorzystując istniejącą estakadę kablową pomiędzy budynkiem elektrycznym IOS( A0UBS), a budynkiem sprężarkowni (A0UTF). Wewnątrz budynku sprężarkowni kable należy prowadzić po istniejących trasach kablowych.

Rozdzielnica 0,4kV – A1BHG/A2BHG zlokalizowana w budynku IOS, zasilana jest mostami szynowymi (4500A) odpowiednio z transformatorów A1BHT05, A2BHT05 o mocy 2,5MVA każdy.

Opierając analizy na otrzymanych od Tauron Wytwarzanie S.A. materiałach, średnie aktualne roczne obciążenie mocą rozdz. 0,4kV – A1BHG/A2BHG zostało przyjęte na poziomie 500kW. Rozdzielnica posiada zatem wystarczające rezerwy mocy aby zasilić dodatkową chłodnie wentylatorową o mocy 275kW.

* + 1. Zabudowa trzech chillerów

Trzy identyczne chillery zostaną dobrane tak, aby każdy z nich odpowiadał mocą jednemu ciągowi technologicznemu sprężarkowni. Wymagane zasilanie następujących urządzeń elektrycznych:

| Lp | Nazwa urządzenia | Symbol | Liczba zainstal.  jedn. | Liczba jedno.  czynn. | Moc jedn. | Nap. zasil. | Prąd jedn. | Uwagi: |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. | Agregat chłodniczy | A0PGH10AC001  A0PGH20AC001  A0PGH30AC001 | 3 | 3 | 275 kW | 400 VAC | 456 A | **-** |

Wariant ten zakłada zabudowę trzech dodatkowych chłodni wentylatorowych, zasilanych poprzez zintegrowane falowniki, który zlokalizowane zostaną w skrzynkach sterowniczych przy napędach.

Zasilanie każdego z falowników przewidywane jest kablami typu 3x(YnKXSżo 5x185mm2) z istniejącej rozdz. 0,4kV – A1BHG/A2BHG (budynek elektryczny IOS). Na potrzeby zasilania nowych chillerów proponujemy wykorzystać 2 istniejące rezerwowe dopływy z rozłącznikami bezpiecznikowymi 630A oraz zabudowę nowego dodatkowego odpływu. Kable zasilające falowniki należy poprowadzić wykorzystując istniejącą estakadę kablową pomiędzy budynkiem elektrycznym IOS( A0UBS), a budynkiem sprężarkowni (A0UTF). Wewnątrz budynku sprężarkowni kable należy prowadzić po istniejących trasach kablowych.

Rozdzielnica 0,4kV – A1BHG/A2BHG zlokalizowana w budynku IOS, zasilana jest mostami szynowymi (4500A) odpowiednio z transformatorów A1BHT05, A2BHT05 o mocy 2,5MVA każdy.

Opierając analizy na otrzymanych od Tauron Wytwarzanie S.A. materiałach, średnie aktualne roczne obciążenie mocą rozdz. 0,4kV – A1BHG/A2BHG zostało przyjęte na poziomie 500kW. Rozdzielnica posiada zatem wystarczające rezerwy mocy aby zasilić 3 dodatkowe chłodnie wentylatorowe o łącznej mocy 825kW.

W zakresie branża elektrycznej jest również uziemienie instalacji, w tym zabudowanych urządzeń oraz rurociągów, za pośrednictwem przygotowanych obejm rurociągowych.

1. BRANŻA AKPIA
   1. Opis istniejącego stanu

Obecny system automatyki Sprężarkowni bazuje na komputerowym systemie zdecentralizowanego (rozproszonego) prowadzenia ruchu (DCS) typu OVATION firmy EMERSON, zarówno pod względem przestrzennego rozmieszczenia elementów systemu jak i wykonywanych funkcji.

Komputery systemów sterowania warstwy operatorskiej komunikują się poprzez przemysłową sieć Ethernet.

System DCS obecnie zapewnia:

* zdalne pełnienie funkcji HMI (Human Machine Interface), realizujących funkcje sterowania, nadzoru, inżynierskie/diagnostyczne i inne z Nastawni Centralnej i odpowiednio dla bloku z Nastawni Blokowej,
* zdalne sterowanie procesami, instalacjami i urządzeniami,
* diagnostykę procesów, instalacji i urządzeń,
* archiwizację przebiegu procesu.
* udostępnianie kompletu bieżących i archiwalnych danych procesowych oraz przekazywanie informacji o występujących w systemie zdarzeniach i zgłaszanych alarmach do zewnętrznych systemów informatycznych przy pomocy uznanych standardów komunikacyjnych w automatyce przemysłowej, przy zapewnieniu wymaganych dyspozycyjności oraz bezpieczeństwa i kontroli dostępu do oferowanych przez DCS danych.

Całość procesu sterowania i nadzoru pracą Sprężarkowni obecnie odbywa się będzie ze stacji operatorskich z nastawni centralnej Bloku J910. Do obsługi instalacji sprężonego powietrza dedykowane są szafy procesowe systemu OVATION zlokalizowane w pomieszczeniu elektrycznym w sprężarkowni A0UTF oznaczone:

* A0CKC70GH248, A0CJA70GH521 i A0CJA70GH522.

Oprócz sterowania z systemu DCS na sprężarkowni zastosowano lokalne dedykowane sterowniki PLC poszczególnych sprężarek i osuszaczy, które są dostarczane wraz z tymi urządzeniami przez ich producentów.

Sprężarkownia ma możliwość pracy w trybie automatycznym lub w trybie ręcznym inicjowanym przez operatora z systemu zdalnie z nastawni.

W trybie ręcznym operator ma możliwość zdalnego załączenia lub wyłączenia poszczególnych sprężarek i osuszaczy przez zainicjowanie rozruchu sprężarki po spełnieniu wszystkich warunków do jej rozruchu.

W trybie automatycznym operator wybiera tylko kolejność - priorytety zał/wył poszczególnych sprężarek i po jego zatwierdzeniu system automatycznie załączał i wyłączał kolejne sprężarki, tak aby utrzymać zadane ciśnienie sprężonego powietrza w sieci. System automatycznie kontroluje przepływ wody chłodzącej do sprężarek dla zapewnienia optymalnej temperatury pracy sprężarek i osuszaczy.

System obecnie zapewnia również automatyczną rezerwację pracy pomp wody chłodzącej w trakcie pracy sprężarkowni.

W istniejącym DCS firmy Emerson Ovation zrealizowano obecnie wszystkie blokady i zezwolenia dla pracy poszczególnych sprężarek i osuszaczy związane z układem chłodzenia.

Istniejący DCS firmy Emerson Ovation automatycznie dostosowuje wydajność układu chłodzenia do ilości pracujących sprężarek i temperatury wody chłodzącej na powrocie ze sprężarek.

W tym celu zrealizowano układ automatycznej regulacji przepływu z korekcją od temperatury wody chłodzącej.

Podstawowe funkcje sterowania i zabezpieczeń sprężarek i osuszaczy będą realizowane przez ich dedykowane sterowniki PLC dostarczone przez dostawców urządzeń.

Do celów serwisowych będzie możliwość lokalnego załączeni/wyłączania poszczególnych sprężarek i osuszaczy z ich lokalnych paneli HMI po zalogowaniu się z hasłem serwisowym.

* 1. Wymagania ogólne na potrzeby zabudowy nowego układu chłodzenia

System DCS posiada wolne moce obliczeniowe dla obsługi przewidywanej zabudowy nowych urządzeń technologicznych. Jednak szafy WE/WY systemu nie będą w stanie przyjąć przewidywanej ilości nowych sygnałów z rozbudowywanych instalacji. Ze względu na brak miejsca na nowe karty WE/WY w istniejących szafach systemu DCS A0CJA70GH521 i A0CJA70GH522, na potrzeby nowego układu chłodzenia należy przewidzieć nowa szafę modułów WE/WY, która będzie rozszerzeniem istniejącego systemu DCS Ovation – kontroler 52.

Szafę przewiduje się zabudować obok istniejących szaf systemu DCS zlokalizowanych w budynku sprężarkowi – pomieszczenie elektryczne.

Rozwiązanie takie pozwoli na zachowanie obecnej funkcjonalności/kompatybilności układu sterowania oraz umożliwi obsłudze sterowanie z istniejących stacji operatorski zlokalizowanych w nastawni centralnej. Obrazy synoptyczne na istniejących stacja operatorskich należy,w fazie realizacyjnej, zaktualizować o nowe instalacje.

Jako standard komunikacji cyfrowej do połączenia nowych chillerów (które będą wyposażone w własne sterowniki PLC) z istniejącym systemem DCS Ovation, proponuje się przyjąć rozwiązania oparte o protokół Ethernet Modbus TCP, gdzie DCS będzie Masterem a sterowniki PLC urządzeń Slave’ami w topologii proponowanej sieci.

* 1. Rozwiązania dla części obiektowej

Część obiektowa powinna realizować:

1. Pomiary i przesyłanie do części centralnej DCS wartości wszystkich parametrów, których pomiar jest wymagany przez Podwykonawców części technologicznej instalacji nowego układu chłodzenia, oraz wartości wszystkich innych parametrów charakteryzujących stan Instalacji (przebieg procesów technologicznych i stany ruchowe urządzeń, a także stan ruchowy i parametry układów elektrycznych) i niezbędnych dla realizacji innych funkcji AKPiA, takich jak:
   1. pomiary analogowe,
   2. pomiary binarne - wykrywanie osiągnięcia przez układy i urządzenia technologiczne i elektryczne statycznych poniższych stanów ruchowych:
   3. stan załączenia lub wyłączenia urządzeń,
   4. położenie (stan zamknięcia lub otwarcia, załączenia lub wyłączenia) zawieradeł, elementów nastawczych i łączników elektrycznych,
   5. osiągnięcie określonych wartości progowych przez wybrane parametry (poprzez zastosowanie np. termostatów i presostatów z wyświetlaniem wartości bieżących i wartości progowych).
2. Zmianę położenia elementów nastawczych i zawieradeł regulujących wydajność urządzeń technologicznych, rozpływy mediów, itp. - zgodnie z sygnałami sterującymi z części centralnej DCS;
3. Lokalne sterowanie elementów wykonawczych, poprzez DCS (lub z pominięciem DCS), za zgodą operatora nastawni - zgodnie z przyjętymi standardami.
4. BRANŻA EKONOMICZNA
5. GOSPODARKA REMONTOWA

Dostęp do zewnętrznych części instalacji, niezależnie od wybranego wariantu lokalizacji, zapewniony jest bezpośrednio z dróg na zakładzie.

Przy czym dla wariantu lokalizacyjnego od strony północnej dostęp ten jest nieznacznie ograniczony estakadą oraz torowiskiem.

Dla lokalizacji od strony południowej dostęp jest swobodny.

Most skośny zlokalizowany nad przestrzeniami nie stanowi utrudnienia ze względu na swoją wysokość.

Obraz zawierający na wolnym powietrzu, Korytarz transportowy, węzeł, Fotografia lotnicza

Zawartość wygenerowana przez AI może być niepoprawna.

Rysunek 5. Dostęp do urządzeń na zewnątrz budynku. Wariant A

Obraz zawierający na wolnym powietrzu, teleskop, lotnicze

Zawartość wygenerowana przez AI może być niepoprawna.

Rysunek 6. Dostęp do urządzeń na zewnątrz budynku. Wariant B

Dostęp do elementów zabudowanych wewnątrz budynku sprężarkowi zapewniony jest z wykorzystaniem istniejącej suwnicy 125 kN.

Obraz zawierający zrzut ekranu, Prostokąt, Równolegle, design

Zawartość wygenerowana przez AI może być niepoprawna.

Rysunek 7. Dostęp do urządzeń wewnątrz budynku.

1. BRANŻA EKONOMICZNA
2. PODSUMOWANIE

W niniejszym opracowaniu zaprezentowano koncepcję rozbudowy układu chłodzenia w sprężarkowni poprzez wprowadzenie nowego, niezależnego obiegu chłodniczego. Rozwiązanie to ma na celu zapewnienie ciągłości chłodzenia instalacji wytwarzania i uzdatniania sprężonego powietrza, w sytuacjach ograniczonego lub całkowitego braku dostępu do wody surowej, która obecnie stanowi podstawowe medium odbioru ciepła.

Proponowany układ obejmuje trzy zasadnicze elementy:

* chillery posadowione na niezależnych płytach fundamentowych, zlokalizowanych w bliskim sąsiedztwie budynku sprężarkowni,
* zbiornik buforowy, którego zadaniem jest zwiększenie pojemności cieplnej instalacji i stabilizacja pracy układu,
* wymiennik ciepła zabudowany wewnątrz budynku sprężarkowni, pełniący rolę kluczowego elementu transferu energii pomiędzy obiegami.

W opracowaniu przeanalizowano trzy warianty funkcjonowania układu chłodzenia, tj. dla pracy jednego, dwóch oraz trzech ciągów wytwarzania i uzdatniania sprężonego powietrza. Przeprowadzone obliczenia cieplne oraz analiza układu wykazały, najbardziej racjonalnym rozwiązaniem jest przyjęcie jednej koncepcji bazowej, w której układ chłodzenia został zaprojektowany docelowo na maksymalne obciążenie – czyli na pracę trzech ciągów produkcyjnych.

Natomiast, kluczowym, warunkującym dopuszczalne obciążenie cieplne instalacji, jest etapowa zabudowa chillerów:

* w pierwszym etapie możliwa jest instalacja jednego urządzenia, zapewniającego chłodzenie przy pracy ograniczonej liczby ciągów,
* w kolejnych etapach, wraz ze wzrostem zapotrzebowania, mogą zostać dołożone następne chillery, aż do konfiguracji pełnej (trzy jednostki).

A wszystkie pozostałe prace – tj. zabudowa wymiennika ciepła, wykonanie robót budowlanych, przygotowanie tras kablowych oraz rozbudowa szaf sygnałowych – zaleca się przyjmować, z myślą o docelowej konfiguracji trzech chillerów. Takie podejście pozwala na elastyczne dostosowanie systemu do bieżących potrzeb i uniknięcie ponoszenia nadmiernych kosztów inwestycyjnych na początku realizacji, przy jednoczesnym zachowaniu pełnej gotowości układu do obsługi maksymalnej liczby ciągów w przyszłości.

W ramach projektu przeanalizowano również dwie potencjalne lokalizacje podłączenia nowego wymiennika ciepła, a w konsekwencji także posadowienia urządzeń zewnętrznych. Na podstawie kryteriów funkcjonalnych i eksploatacyjnych rekomenduje się wybór wariantu B, zakładającego lokalizację po stronie północnej budynku. Rozwiązanie to zapewnia zdecydowanie lepszą integrację z istniejącą infrastrukturą.