

PROJEKT nr SRS-002-1001	
<i>Inwestor</i>	Sanok Rubber Company S.A. ul. Przemyska 24 38-500 Sanok
<i>Obiekt</i>	Sanok Rubber Company S.A.
<i>Przedmiot projektu</i>	Modernizacja wydziału produkcji ciepła Sanok Rubber Company S.A.
<i>Wykonawca</i>	PROEN Gliwice Sp. z o.o. ul. Karolinki 58 44-100 Gliwice
<i>Stadium projektu</i>	Projekt Podstawowy
<i>Branża</i>	Projekt wielobranżowy
<i>Rewizja</i>	00
<i>Miejsce i data</i>	Gliwice, Sierpień 2023

Spis treści

1. Autorzy opracowania	5
2. Strona koordynacji	6
3. Karta zmian	7
4. Strona Klauzul	8
5. Opis stanu istniejącego	9
6. Podstawa, przedmiot i zakres opracowania	12
7. Główne założenia dla realizacji inwestycji	13
8. Zagadnienia branży ciepłno-technologicznej.....	15
8.1. KOCIOŁ WODNY WR10/7-M	15
8.2. KOTŁY PAROWE OKR 5-M.....	17
8.3. INSTALACJA OCZYSZCZANIA SPALIN.....	19
8.4. UKŁAD WODY SIECIOWEJ	20
8.5. RUROCIĄGI PARY ŚWIEŻEJ	33
8.5.1. Parametry rurociągów pary świeżej.....	33
8.6. RUROCIĄGI PARY ZREDUKOWANEJ – ZABUDOWA SRS1.....	40
8.7. RUROCIĄGI PARY ZREDUKOWANEJ – ZABUDOWA SRS2.....	44
8.8. STACJA ODGAZOWANIA (TD30) WODY WRAZ ZE ZBIORNIKIEM WODY ZASILAJĄCEJ (ZWZ) 48	
8.9. RUROCIĄGI WODY ODGAZOWANEJ	49
8.10. RUROCIĄGI KONDENSATU Z WYMIENNIKÓW CIEPŁOWNICZYCH	53
8.11. RUROCIĄG KONDENSATU Z ODBIORÓW TECHNOLOGICZNYCH S-2.....	60
8.12. RUROCIĄGI Z ROZPRĘŻACZA ODSOLIN I ODMULIN	62

8.13.	UKŁAD ODZYSKU WODY	65
8.14.	RUROCIĄGI WODY ZASILAJĄCEJ, RECYRKULACJI I MINIMALNEGO PRZEPŁYWU	70
8.15.	UKŁAD SPRĘŻONEGO POWIETRZA.....	75
8.16.	UKŁAD WODY ZDEMINERALIZOWANEJ	76
8.17.	SPECYFIKACJA WYMAGAŃ TECHNICZNYCH	80
8.18.	WARUNKI TECHNICZNE WYKONANIA I ODBIORU	83
8.19.	KONTROLA I BADANIA	84
9.	Zagadnienia branży elektroenergetycznej.....	86
10.	Zagadnienia branży AKPiA.....	91
10.1.	NORMY.....	91
10.2.	ZAKRES DOSTAW, USŁUG I ODPOWIEDZIALNOŚCI	96
10.3.	GRANICE DOSTAW I USŁUG	99
10.4.	WYŁĄCZENIA Z ZAKRESU DOSTAW.....	99
10.5.	WYTYCZNE SZCZEGÓŁOWE DLA OBIEKTOWEJ APARATURY KONTROLNO-POMIAROWEJ	99
10.5.1.	Pomiary przepływu	101
10.5.2.	Pomiary ciśnienia	101
10.5.3.	Pomiary temperatury	101
10.5.4.	Wymagania dla przetworników sygnałowych rezystancji Ω/mA:.....	102
10.5.5.	Gospodarka kablowa dla układów automatyki.....	102
10.5.6.	Szafki i skrzynki obiektowe automatyki.....	104
10.5.7.	Wymagania dla montażu elementów obiektowych automatyki.....	104
10.5.8.	Zasilanie układów automatyki.....	105
10.6.	WYTYCZNE DOTYCZĄCE MODERNIZACJI CZĘŚCI SYSTEMOWEJ	105
11.	Zagadnienia branży konstrukcyjno-budowlanej	110

12. Zagadnienia branży wodno-instalacyjnej	112
12.1. INSTALACJA WENTYLACJI I KLIMATYZACJI	112
12.1.1. Wentylacja pompowni wody sieciowej	112
12.1.2. Wentylacja pompowni wody zasilającej	114
12.1.3. Wentylacja pomieszczeń elektrycznych	116
12.1.4. Klimatyzacja pomieszczeń elektrycznych	116
12.1.5. Zestawienie ilości powietrza wentylacyjnego	117
12.2. INSTALACJA OGRZEWANIA	117
12.2.1. Ogrzewanie pomieszczeń pompowni wody sieciowej i pompowni wody zasilającej	117
12.2.2. Ogrzewanie pomieszczeń elektrycznych	119
12.3. INSTALACJE WODNO-KANALIZACYJNE	120
12.3.1. Instalacja wody na cele technologiczne	120
12.3.2. Instalacja kanalizacji sanitarnej	120
12.3.3. Instalacja kanalizacji deszczowej	120
13. Zagadnienia ochrony przeciwpożarowej	121
14. Szacunkowe nakłady inwestycyjne	122
15. Spis dokumentów i załączników	124

1. Autorzy opracowania

Branża ciepłno-technologiczna:

mgr inż. Aleksandra BANASIK

mgr inż. Marcin KASZOWSKI

mgr inż. Michał MAJCHRZYK

dr inż. Piotr ŁUKOWICZ

mgr inż. Andrzej JEDYNAK

Branża architektoniczno-budowlana:

inż. Mateusz MAJOCHA

mgr inż. Marcin WĘGLARZ

Branża elektroenergetyczna i AKPiA:

mgr inż. Krzysztof CHROSTEK

mgr inż. Piotr ZARĘBSKI

inż. Marcin PIONTEK

Branża wodno-instalacyjna:

mgr inż. Wiktoria POHL

mgr inż. Dariusz SOWA

Branża mechaniczna:

mgr inż. Wojciech SALWACH

2. Strona koordynacji

Projekt skoordynowano z branżami	Rewizja	Imię i nazwisko projektanta	Podpis
Branża Drogowa i Konstrukcyjno-Budowlana	00	Marcin Węglarz	
	01		
	02		
	03		
Branża Elektryczna i AKPiA	00	Piotr Zarębski	
	01		
	02		
	03		
Branża Wodna i Instalacyjna	00	Dariusz Sowa	
	01		
	02		
	03		
Branża Technologiczna	00	Andrzej Jedynak	
	01		
	02		
	03		
Branża Mechaniczna	00	Wojciech Salwach	
	01		
	02		
	03		

3. Karta zmian

Rewizja	Data	Opis	Wprowadził	Zatwierdził
00	08.2023	Wydanie pierwsze	M.K.	A.J.

4. Strona Klauzul

1. Niniejsza dokumentacja jest kompletna z punktu widzenia technicznych wymagań zawartych w Umowie.
2. Niniejsze opracowanie zostało wykonane zgodnie z Umową, zasadami współczesnej wiedzy technicznej i wymaganiami Polskich Norm i przepisów obowiązujących w Rzeczypospolitej Polskiej w dniu przekazania projektu.
3. Kopiowanie lub udostępnianie osobom trzecim wymaga pisemnej zgody Wykonawcy.

5. Opis stanu istniejącego

Obecna infrastruktura techniczna źródła ciepła w Sanok Rubber Company S.A. obejmuje:

- kotłownię zakładową z oddzielnymi sekcjami kotłów wodnych i parowych opalanych węglem kamiennym,
- sieci pary technologicznej S-1 i S-2,
- sieci wody grzewczej S-1 i S-2,
- sieci ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji S-1 i S-2,
- ujęcie wody zlokalizowane w lewobrzeżnej S-1 części Zakładu,

Ponadto lokalnie w niektórych obiektach są wykorzystywane kotły gazowe oraz elektryczne podgrzewacze wody.

Woda gorąca jest wytwarzana w dedykowanych kotłach wodnych typu WR opalanych węglem kamiennym o sortymencie miał. Nieznaczna ilość wody pochodzi z kondensatu pary wodnej, który w sezonie grzewczym jest wprowadzany do sieci ciepłowniczej jako woda uzupełniająca. Woda uzupełniająca jest tłoczona pompami wody uzupełniającej ze zbiornika zmiękczalni (odgazowywacza termicznego) do rurociągu wody powrotnej przed głównymi pompami cyrkulacyjnymi. W kotłowni zastosowano typowy układ kolektorowy oraz obiegi mieszania zimnego i gorącego. Regulacja mocy cieplnej ma charakter jakościowy, tj. dla stałego przepływu wody sieciowej temperatura zasilania i powrotu sieci jest zmienna. Sieci wody grzewczej są zasilane ze wspólnego kolektora przez jedną pompownię.

Para technologiczna jest wytwarzana w dedykowanych kotłach parowych typu OKR i WLM opalanych węglem kamiennym sortymentu miał (analogicznie jak kotły wodne). Woda zasilająca kotły ze zmiękczalni (odgazowywacza termicznego) jest tłoczona pompami obiegowymi przez kolektor wody zasilającej do kotłów. Para z kotłów trafia do kolektora pary świeżej skąd jest wprowadzana do poszczególnych odcinków sieci pary technologicznej.

Całkowita moc zainstalowana w paliwie w kotłach wodnych wynosi 65,44 MW. Dane poszczególnych kotłów przedstawiono w Tabeli 5.1. Moc całkowita w paliwie zainstalowana w kotłach parowych wynosi 18,46 MW. Dane poszczególnych kotłów parowych przedstawiono w Tabeli 5.2.

Tabela 5.1. Podstawowe dane kotłów wodnych

Kocioł	WR-10	WR-10	WR-10	WR-10	WLM-5
Producent	FAKOP	FAKOP	FAKOP	SEFAKO	RAFAKO
Nr. fabryczny	30664	30665	32343	203	676
Rok produkcji	1972	1972	1974	1975	1958
Moc [MW]	11,6	11,6	11,6	11,6	5,8
Temperatura [°C]	75/150	75/150	75/150	75/150	75/150
Ciśnienie [bar]	10	10	10	10	10
Sprawność znamionowa [%]	80	80	80	80	78
Moc w paliwie [MW]	14,5	14,5	14,5	14,5	7,44

Tabela 5.2. Podstawowe dane kotłów parowych

Kocioł	OKR-5	OKR-5	OKR-5	OKR-5
Producent	RAFAKO	RAFAKO	RAFAKO	SZBK
Nr. fabryczny	94	144	602	29101
Rok produkcji	1955	1956	1963	1970
Moc [MW]	3.6	3.6	3.6	3.6
Temperatura [°C]	300	300	300	300
Ciśnienie [bar]	16	16	16	16
Sprawność znamionowa [%]	78	78	78	78
Moc w paliwie	4,62	4,62	4,62	4,62

Para wytwarzana w kotłach jest przegrzana. Ciśnienie pary na wyjściu z kotłów jest utrzymywane na poziomie 1,4 – 1,5 MPa(g). Temperatura pary w typowych warunkach eksploatacyjnych wynosi około 250-270°C. Parametry pary są uzyskiwane przy wykorzystaniu zaworów redukcyjnych i schładzaczy pary.

Parametry nominalne na wejściu do sieci pary technologicznej S-1 to $p = 0,8 \text{ MPa(g)}$ oraz $t = 175^\circ\text{C}$. Parametry nominalne sieci S-2 to $p = 1,1 \text{ MPa(g)}$ oraz $t = 195^\circ\text{C}$. Para technologiczna jest rozprowadzana do odbiorców sieciami pary technologicznej S-1 oraz S-2. Poszczególne odcinki sieci charakteryzują się innymi parametrami. Parametry nominalne sieci S-1 to $p = 0,8 \text{ MPa(g)}$ oraz $t = 175^\circ\text{C}$. Parametry nominalne sieci S-2 to $p = 1,1 \text{ MPa(g)}$ oraz $t = 195^\circ\text{C}$.

Znaczna część kondensatu nie wraca do kotłowni i jest zrzucana bezpośrednio do kanalizacji. Kondensat powracający do kotłowni nie jest zwracany do obiegu para-woda. W sezonie grzewczym jest on częściowo wykorzystywany do uzupełnienia sieci ciepłowniczej. Ciepło z kondensatu traktowane jako odpad procesu, poprzez system wymienników wykorzystywane jest jako dodatkowe źródło ciepła na potrzeby wytwarzania ciepłej wody użytkowej.

Podstawowym źródłem wody przemysłowo-gospodarczej zasilającej zakładowe sieci jest ujęcie wody zlokalizowane w lewobrzeżnej S-1 części Sanok RC S.A. Woda pobierana jest z rzeki San i poprzez sekcję klarowników, filtrów i po dezynfekcji podchlorynem sodu transportowana jest do zbiorników wody czystej. Zapas wody do celów przemysłowo-gospodarczych stanowią dwa zbiorniki o pojemności czynnej 150 m³ każdy.

W roku 2021 moc cieplna zamówiona w źródle w parze technologicznej (bez zwrotu kondensatu) wynosiła 14,1 MW, w tym odbiorcy zewnętrzni grupy P 4,45 MW oraz straty na przesyle 1,22 MW. Moc cieplna całkowita zamówiona w źródle w wodzie grzewczej wynosiła 33,528 MW, w tym odbiorcy zewnętrzni grupy W1 10,78 MW, odbiorcy zewnętrzni grupy W2 3,56 MW oraz straty na przesyle 1,60 MW.

Analiza danych o zmienności poszczególnych obciążeń w czasie wykazała, że obciążenia szczytowe na poziomie mocy zamówionej nigdy nie występują. Ponadto obciążenia szczytowe technologiczne i grzewcze, są względem siebie przesunięte w czasie i nie nakładają się. Sposób pracy poszczególnych odbiorników pary, a także jej dostępność jest niesystematyczna, co często prowadzi do jednoczesnego włączania i równoległego prowadzenia procesów technologicznych. W efekcie występują nagłe wzrosty pobieranej pary oraz gwałtowne redukcje poboru. Taki sposób prowadzenia procesów produkcyjnych wymaga od układu technologicznego źródła ciepła odpowiedniej elastyczności. W istniejącym układzie kotłowym jest ona zapewniona przez nadwyżkę ciśnienia pary wytwarzanej w kotłach oraz zdolność akumulacyjną kotłów i sieci pary technologicznej. Po eliminacji odbiorców zewnętrznych główne odbiorniki pary będą zasilane z sieci S-2. W sieci S-1 pozostanie jedynie nieznaczna ilość, która odpowiada około 20 – 25% obecnego zużycia. Całkowita moc szczytowa jedynie nieznacznie przekracza wartość 20 MW, a czas występowania przekroczenia jest krótki.

6. Podstawa, przedmiot i zakres opracowania

Podstawą formalną dla wykonania niniejszego opracowania jest Umowa nr 4700008957 zawarta w dniu 30 marca 2023 roku pomiędzy Sanok Rubber Company S.A. a PROEN Gliwice Sp. z o. o.

Podstawę merytoryczną wykonania niniejszej dokumentacji stanowią:

- uzgodnienia z Generalnym Wykonawcą, Inwestorem,
- wizje lokalne na terenie planowanej realizacji zadania,
- projekt nr 01/SRS/2021/01. Rewizja 01 – „Szczegółowa analiza stanu istniejącej infrastruktury ciepłej i elektroenergetycznej oraz wielowariantowa koncepcja modernizacji źródła ciepła w Sanok Rubber Company S.A. w Sanoku
- projekt nr 01/SRS/2021/01. Rewizja 03 – „Szczegółowa analiza stanu istniejącej infrastruktury ciepłej i elektroenergetycznej oraz wielowariantowa koncepcja modernizacji źródła ciepła w Sanok Rubber Company S.A. w Sanoku. Wstępna koncepcja rozwiązania zapewniającego obniżenie mocy zainstalowanej w paliwie do wartości mniejszej niż 20 MW”.
- Program Funkcjonalno-Użytkowy „Modernizacja wydziału produkcji ciepła Sanok Rubber Company SA”. Wykonany przez PROEN Gliwice w lipcu 2022r.
- Specyfikacji Istotnych Warunków Zamówienia, Część II – Program Funkcjonalno-Użytkowy, Opis Przedmiotu Zamówienia – Wymagania Techniczne wraz z załącznikami wykonany przez PROEN w 2022 r.
- Oferta przetargowa PRiMUE Energoserwis S.A. nr ES/OF/096/2022 rew.1 na realizację zadania „Modernizacja Wydziału Produkcji Ciepła Sanok Rubber Company SA”
- materiały od dostawców urządzeń,
- normy i przepisy obowiązującego prawa.

7. Główne założenia dla realizacji inwestycji

Głównym celem realizacji modernizacji wydziału produkcji ciepła jest obniżenie mocy źródła ciepła wyrażonej jako strumień energii chemicznej paliwa do wartości mniejszej niż 20MW. Modernizacja wydziału zakłada zmniejszenie mocy cieplnej i wyjście z europejskiego handlu emisjami (EU ETS). Wymaga to rezygnacji z zasilania wszystkich odbiorców zewnętrznych i wyrejestrowania kilku istniejących jednostek kotłowych. Pozostawione kotły OKR zapewnią pełne zaspokojenie potrzeb SRC S.A. w zakresie pary technologicznej, wraz z odpowiednią rezerwą mocy. Zaspokojenie potrzeb w zakresie gorącej wody zapewnią zainstalowane wymienniki ciepła typu para-woda i kocioł wodny.

Zakres realizacji modernizacji wymaga wykonania:

- zabudowy stacji odgazowania wody zasilającej,
- zabudowy kolektora pary świeżej,
- zabudowy rurociągów pary świeżej,
- zabudowy stacji redukcyjno-schładzających SRS1 (dla zasilania wymienników ciepła PC1,2,3) i SRS2 (dla zasilania potrzeb technologicznych zakładu i odgazowania termicznego)
- zabudowy wymienników ciepłowniczych (PC1,2,3),
- zabudowy układu wody sieciowej z nowymi pompami obiegowymi (PS1,2,3), pompami mieszającymi (PPS1,2), układem stabilizacji ciśnienia i magneto odmulaczami,
- zabudowy układu kondensatu z wymienników ciepłowniczych z pompami (PK1,2,3),
- zabudowy wymiennika WC1 do podgrzania wody uzupełniającej układ technologiczny,
- zabudowy układu spustów i odwodnień z pompami (PO1,2) i zbiornikiem o poj. 10m³,

Szczegółowy zakres planowanej modernizacji przedstawiono na schematach technologicznych załączonych do projektu, nr SRS-002-1001.T.801-00 i SRS-002-1001.T.802-00.

Plan inwestycyjny opiera się na następujących założeniach strategicznych:

- 1) Rezygnacja z zasilania wszystkich zewnętrznych odbiorców ciepła grzewczego (woda) i technologicznego (para).
- 2) Pozostawienie węgla kamiennego jako paliwa podstawowego w centralnej kotłowni.
- 3) Obniżenie całkowitej mocy zainstalowanej w źródle ciepła do wartości mniejszej niż 20 MW, liczonej jako moc doprowadzona w paliwie.
- 4) Pozostawienie kluczowych elementów istniejącej infrastruktury technicznej źródła ciepła, w tym wybranych kotłów opalanych węglem kamiennym.
- 5) Dostosowanie parametrów emisyjnych źródła ciepła do przyszłych standardów.
- 6) Podjęcie działań w zakresie poprawy efektywności energetycznej i wyrównywania obciążeń po stronie odbiorników pary i gorącej wody (w części technologicznej).

Szczegółowe rozwiązania techniczne przedstawiają się następująco:

- 1) Zostaną pozostawione cztery kotły parowe OKR-5 (jeden z nich będzie wyrejestrowany).
- 2) Zostaną pozostawione dwa kotły wodne WR-10 (jeden z nich będzie wyrejestrowany).
- 3) Zostanie wykonana nowa instalacja oczyszczania spalin z trzech kotłów OKR-5 i jednego kotła WR-10. W instalacji zostanie zastosowane odpylanie na filtrach workowych zapewniające spełnienie nowych standardów w zakresie emisji pyłów.
- 4) Na potrzeby wytwarzania gorącej wody do celów grzewczych zostaną zainstalowane wymienniki ciepłownicze para-woda 3 x 5,0 MW zasilane parą technologiczną.

Rozwiązanie zapewnia pełne pokrycie potrzeb SRC S.A. w zakresie pary technologicznej, wraz z odpowiednim poziomem rezerwy. Obecnie potrzeby wydziałów produkcyjnych, po rezygnacji z zasilania odbiorców zewnętrznych, zapewnia praca jednego lub dwóch kotłów OKR. W proponowanym rozwiązaniu praca układu technologicznego poza sezonem grzewczym będzie odbywać się bez zmian. W sezonie grzewczym pozostałe dwa kotły OKR będą pracowały na produkcję gorącej wody. Układ technologiczny zapewnia pełne pokrycie zapotrzebowania na parę, wraz z okresowymi, krótkotrwałymi szczytami poboru oraz w znacznej części sezonu również zapotrzebowanie na gorącą wodę.

8. Zagadnienia branży ciepłno-technologicznej

8.1. Kocioł wodny WR10/7-M

Istniejący kocioł rusztowy wodny WR10 nr 30665 w tradycyjnym obmurzu ciężkim zostanie zmodernizowany na kocioł w technologii ścian szczelnych o zmniejszonej mocy nominalnej w paliwie 7,9 MW_t. Kocioł zostanie zabudowany na istniejącym fundamencie w budynku Zakładu Obsługi Energetycznej Z-5. Kocioł w zakresie części ciśnieniowej, zmodernizowany będzie w technologii ścian szczelnych, wraz z nowym rusztem, instalacjami powietrza pierwotnego, wtórnego, odprowadzeniem popiołu, rurociągami wraz z armaturą, włączeniem do istniejącego układu technologicznego, a także z dostosowaniem systemu AKPiA. Część technologiczna i zabudowa kotła wykonana zostanie wg projektu firmy Biuro Techniki Kotłowej Sp. z o. o. Kocioł WR-10/7-M zostanie podłączony do nowej instalacji odpylania (opartej na filtrze tkaninowym) i odsiarczania spalin. Dane techniczne kotła WR10/7-M przedstawiają się następująco:

• Moc nominalna doprowadzona w paliwie	< 7,9 MW _t
• Nominalna wydajność cieplna kotła	6,8 MW _t
• Minimalna wydajność cieplna	3,0 MW _t
• Ciśnienie obliczeniowe	1,6 MPa
• Ciśnienie na wylocie z kotła (maksymalne)	< 1,6 MPa
• Ciśnienie na wylocie z kotła (minimalne)	≥ 0,85 MPa
• Nominalna temperatura wody na wlocie do kotła	70 °C
• Temperatura wody na wlocie do kotła (zakres pracy)	65 ÷ 95 °C
• Temperatura wody na wylocie z kotła robocza, dopuszczalna	135 °C
• Przepływ wody dla wydajności 6,8 MW _t (Δt=80°C)	72,5 Mg/h
• Przepływ wody dla wydajności 6,8 MW _t (Δt=65°C)	89,0 Mg/h
• Minimalny przepływ wody przez kocioł	65,0 Mg/h
• Opory przepływu wody przez kocioł (wyd. nom. i Δt≥70°C)	≤ 0,15 MPa
• Sprawność gwarantowana dla 45/60/80/100% wyd. nom.	≥ 86%*

*Podana sprawność kotła przy spalaniu paliwa gwarancyjnego tj. $W^r_d \geq 22 \text{ MJ/kg}$ i zawartości popiołu $A^r \leq 18\%$. Sprawność rusztu $\geq 95 \%$ oraz temperatura wody zasilającej $t_w = 65 \div 70 \text{ °C}$. Podane wartości dotyczą kotła niezabrudzonego osadami.

Kocioł wodny WR10/7-M opalany będzie węglem kamiennym energetycznym. Wymagania gwarancyjne dotyczące jakości paliwa są następujące:

• Wartość opałowa w stanie roboczym	20 ÷ 24 MJ/kg
• Typ węgla wg PN-82/G-97002	31.2, 32.1
• Klasa węgla wg PN-82/G-97003	A-22/20/12
• Sortyment wg PN-82/G-97001	Miał II A
• Całkowita zawartość siarki (w stanie roboczym)	≤ 0,80 %
• Zawartość azotu (w stanie roboczym)	≤ 0,90 %
• Całkowita zawartość chloru (w stanie roboczym)	< 0,15 %
• Zawartość części lotnych (w stanie roboczym)	28 ÷ 35 %
• Zawartość popiołu (w stanie roboczym)	8 ÷ 25 %
• Zawartość wilgoci (w stanie roboczym)	8 ÷ 12 %
• Temperatura mięknięcia popiołu (wg BB)	> 1100 °C
• Temperatura topnienia popiołu	> 1300 °C
• Granulacja	0 ÷ 20 mm
• Zawartość podziarna 0 ÷ 1 mm	< 25 %
• Obliczeniowe zużycie paliwa ($W'_d=22$ MJ/kg, $Q_{nom}=6,8$ MW _t)	~ 1295 kg/h

Dla węgla płomiennego o wyróżniku 31.2 i 32.1 zdolność spiekania RI 5 ÷ 20.

Kocioł WR10/7-M zasilany będzie wodą czystą, bezbarwną, bez zawiesin i detergentów, oleju, celulozy i substancji biologicznych. Ponadto woda zasilająca będzie spełniać poniższe wymagania:

• Wartość pH przy temp. 25 °C	> 9,2
• Twardość (Ca + Mg)	≤ 0,04 mval/l
• Zawartość O ₂	≤ 0,02 mg/l
• Zawartość żelaza Fe	< 0,05 mg/l
• Zawartość miedzi Cu	< 0,02 mg/l
• Zawartość olejów i tłuszczów	< 1 mg/l
• Alternatywnie wskaźnik permanganatu	5 mg/l

Całkowita moc urządzeń kotła wyniesie 81,25 kW_{el} (z wentylatorem wyciągowym spalin).

8.2. Kotły parowe OKR 5-M

Istniejące kotły parowe typu OKR 5 zostaną zmodernizowane. Pozostawiony zostanie istniejący układ powierzchni ogrzewalnych, parownika, p. pary, a wprowadzone zostaną zmiany mające na celu poprawę sprawności kotłów. Modernizacji podlegają kotły nr 144 oraz 94 i 602. Kocioł nr 29101 zostanie zachowany jako zimna rezerwa. Zakres modernizacji dla 3 kotłów OKR 5 nr 144, 94 oraz 602 obejmuje:

- Zabudowę nowego, niskoemisyjnego rusztu wraz z nową instalacją powietrza podmuchowego pierwotnego,
- Zabudowę nowej instalacji powietrza wtórnego w celu poprawy spalania w komorze paleniskowej i obniżenia powstania emisji tlenków węgla (CO) i tlenków azotu (NO_x),
- Zabudowę pęczków parownika – flagi,
- Fragmentaryczne uzupełnienie obmurza kotła w obszarze wymienianych podzespołów ciśnieniowych,
- Zabudowę w miejsce istniejącego żeliwnego podgrzewacza wody nowego z rurami gładkimi,
- Zabudowę dodatkowego podgrzewacza wody za kotłem,
- Zabudowę nowej armatury wraz z zaworami bezpieczeństwa,
- Zabudowę instalacji czyszczenia pęczków konwekcyjnych,
- Zabudowę nowego układu AKPiA kotła,
- Dostawę i zabudowę na istniejącym fundamencie nowego wentylatora WS o mocy 22kW.

Istniejące fundamenty betonowe z lejami popiołowymi i lejami żużłowymi zostaną wyremontowane. Zabudowane zostaną również nowe ruszty mechaniczne (o powierzchni użytecznej jak dla rusztu istniejącego) wraz ze strefowym rozdziałem powietrza do każdej strefy. Powierzchnia ogrzewalna każdego kotła rozbudowana zostanie o dodatkowy parownik konwekcyjny oraz nowy podgrzewacz wody. Dane techniczne zmodernizowanych kotłów przedstawiają się następująco:

- | | |
|------------------------------|---------|
| • Wydajność parowa chwilowa | 5,0 t/h |
| • Wydajność parowa nominalna | 4,6 t/h |
| • Wydajność parowa minimalna | 2,0 t/h |

• Wydajność cieplna w paliwie dla wyd. 4,6 t/h	4,0 MW
• Ciśnienie obliczeniowe	1,8 MPa
• Ciśnienie pary na wylocie z kotła	1,4 ÷ 1,6 MPa
• Temperatura pary przegrzanej wylotowej	< 300 ⁺³⁰ °C
• Temperatura wody zasilającej	≥ 105 °C
• Sprawność obliczeniowa dla wydajności parowej 4,6 t/h	≥ 84,5* %
• Sprawność obliczeniowa dla wydajności parowej 6,0 t/h	≥ 83,5* %

**Podane sprawności kotła dotyczą spalania węgla o charakterystyce $W_d \geq 22$ MJ/kg, zawartości popiołu $A_r < 18\%$, zawartości podziarna $0 \div 1$ mm < 25%, $1 \div 3$ mm < 20% i sprawności rusztu $\geq 95\%$.*

Wymagania jakościowe paliwa są identyczne jak dla kotła WR10/7-M z liczbą RI w zakresie 5÷40. Dodatkowo paliwo powinno być wolne od zanieczyszczeń mechanicznych i domieszek obcych: glina, piasek, kamienie, złom itp.

Wymagania jakościowe wody przedstawiają się następująco:

Woda zasilająca

• Odczyn pH	8,5 ÷ 9,5
• Twardość (Ca + Mg)	< 0,02 mmol/l
• Zawartość O ₂	≤ 0,02 mg/l
• Zawartość żelaza Fe	< 0,05 mg/l
• Zawartość miedzi Cu	< 0,02 mg/l
• Zawartość olejów i tłuszczów	< 1 mg/l
• Zawartość dwutlenku węgla CO ₂	< 10 mg/l

Woda kotłowa

• Zasadowość	1÷15 mmol/l
• Zawartość krzemionki (SiO ₂)	< 30 mg/l
• Fosforany (PO ₄)	5÷10 mg/l
• Odczyn pH w temp. 25 °C	10,5÷12
• Przewodność właściwa (bezpośrednia) w temp. 25 °C	< 2000 µS/cm

Całkowita moc urządzeń każdego kotła po modernizacji wyniesie 37,4 kW_{el} (z wentylatorem wyciągowym spalin).

Producent kotła wyposaży go w niezbędne układy zapewniające jego bezpieczną i pewną eksploatację zgodną z przepisami, normami, wymaganiami Zamawiającego oraz własnym doświadczeniem, a w szczególności w układy zabezpieczające chroniące go przed nieprzewidzianymi warunkami pracy, w tym m.in zabezpieczenia od:

- przekroczenia dopuszczalnej temperatury pary,
- przekroczenia dopuszczalnego ciśnienia pary,
- zbyt niskiej temperatury wody zasilającej,
- zbyt niskiego przepływu wody zasilającej.

8.3. Instalacja oczyszczania spalin

Dla modernizowanych kotłów OKR 5 (nr 94, nr 144, nr 602) oraz WR-10 nr 30665 zostanie zabudowana zbiorcza instalacja oczyszczania spalin (IOS). Kocioł OKR 5 nr 29101 wraz z istniejącą instalacją odpylania zostanie zachowany jako zimna rezerwa. Planowana instalacja oczyszczania zagwarantuje emisję pyłów poniżej 30 mg/Nm³ w przeliczeniu na 6% O₂ w spalinach oraz SO₂ poniżej 800 mg/Nm³ w przeliczeniu na 6% O₂ w spalinach w przypadku spalania węgla o zawartości siarki S,0,8%. Redukcja SO₂ będzie się odbywała za pomocą metody suchej, bez kondycjonowania spalin oraz zwilżania recyrkulatu. Do usuwania związków siarki (SO_x) za spalin zastosowany zostanie sorbent bazujący na wodorotlenku wapnia, który będzie wtryskiwany do reaktora.

W instalacji odpylania zostanie zastosowany filtr workowy typu DFN z poziomo zamontowanymi workami filtracyjnymi w celu usunięcia z zanieczyszczonego powietrza cząstek stałych. Worki filtracyjne będą regenerowane systemem sprężonego powietrza w sposób niezależny dla każdego z nich. System regenerujący będzie się składać z dysz przedmuchujących, zbiornika sprężonego powietrza, zaworów elektromagnetycznych oraz systemu sterowania i regulacji ciśnienia. Układ sterowania zostanie zrealizowany na sterowniku programowalnym Siemens wraz z graficznym panelem operatorskim, a informacje z poszczególnych systemów sterowania IOS zostaną udostępniane do wpięcia systemu nadrzędnego.

8.4. Układ wody sieciowej

Podstawowym zadaniem układu ciepłowniczego jest przekazanie ciepła z obiegu para-woda do układu wody sieciowej. W skład układu wody sieciowej wchodzi:

- Kocioł wodny WR10/7-M nr 30665 (KW1) – modernizowany;
- Kocioł wodny WR10/7 nr 203 (KW2) – wyrejestrowany (rezerwa);
- Wymienniki ciepłownicze PC1, PC2, PC3;
- Układ stabilizacji ciśnienia USC;
- Pompy wody sieciowej PS1, PS2, PS3;
- Pomocnicze pompy wody sieciowej PPS1, PPS2 (gorące podmieszanie).

W istniejącej pompowni wody sieciowej planowana jest zabudowa trzech nowych pomp wody sieciowej przeznaczonych do zapewnienia odpowiedniego ciśnienia dyspozycyjnego. Pompy zostaną zabudowane w miejscu aktualnie wykorzystywanych pomp wody sieciowej. Parametry pomp wody sieciowej, zgodnie z otrzymanymi ofertami, przedstawiono poniżej.

Podstawowe parametry pomp wody sieciowej PS1, PS2, PS3:

• Producent pomp:	HYDRO-VACUUM	KSB
• Ilość pomp:	3 szt.	3 szt.
• Wydajność:	162,5 m ³ /h	164 m ³ /h
• Wysokość podnoszenia:	45 mH ₂ O	45 mH ₂ O
• Sprawność pompy w punkcie pracy:	75,5%	85,1%
• Moc silnika:	30 kW	30 kW
• Regulacja:	Falownik	Falownik
• Króciec ssawny:	DN100 PN10	DN100 PN16
• Króciec tłoczny:	DN80 PN10	DN100 PN16

W celu zapewnienia wymaganej temperatury wody sieciowej na wlocie do kotłów wodnych, kierowanej bezpośrednio z powrotu, planowana jest recyrkulacja strumienia wody sieciowej zza kotła wodnego – gorące podmieszanie. Ze względu na konieczność podniesienia ciśnienia strumienia recyrkulowanego konieczna jest zabudowa pomocniczych pomp wody sieciowej, których parametry zestawiono poniżej.

Podstawowe parametry pomocniczych pomp wody sieciowej PPS1, PPS2:

• Producent pomp:	HYDRO-VACUUM	KSB
• Ilość pomp:	2 szt.	2 szt.
• Wydajność:	26,4 m ³ /h	24 m ³ /h
• Wysokość podnoszenia:	20 mH ₂ O	21,3 mH ₂ O
• Sprawność pompy w punkcie pracy:	37,5%	62,7%
• Moc silnika:	5,5 kW	3 kW
• Regulacja:	Falownik	Falownik
• Króciec ssawny:	DN100 PN40	DN40 PN16
• Króciec tłoczny:	DN65 PN40	DN40 PN16

W obiekcie, na poz. +3,10 m planowana jest zabudowa trzech wymienników ciepłowniczych PC1, PC2 i PC3, każdy o mocy nominalnej 5 MWt. Wymienniki ciepłownicze będą zasilane parą zredukowaną ze stacji redukcyjno-schładzającej SRS1. Kondensat pochodzący ze skraplania pary odprowadzany będzie, za pośrednictwem pomp kondensatu PK1, PK2 i PK3 i układu rurociągów, do odgazowacza ODG1.

Podstawowe parametry wymienników ciepłowniczych PC1, PC2, PC3:

• Producent wymienników:	HEXONIC
• Ilość wymienników:	3 szt.
• Moc nominalna:	5 MWt
• Nominalny przepływ pary:	7,7 Mg/h
• Ciśnienie pary wlotowej:	0,2 MPa(g)
• Temperatura pary wlotowej:	138°C
• Przepływ wody sieciowej:	8 Mg/h
• Temperatura wody na dopływie:	40 ÷ 65°C
• Temperatura wody na odpływie:	90 ÷ 130°C

Przewiduje się także wykonanie obejścia każdego z wymienników zabudowanego w układzie. Obejścia wraz z niezbędną armaturą zaplanowano zabudować pod wymiennikami, na poz. 0,00 m (poziom odzūżlania pod halą kotłową).

Ponadto dodatkowym źródłem ciepła w układzie będą dwa istniejące kotły wodne WR10/7 o numerach 30665 (KW1) i 203 (KW2), przy czym drugi z wymienionych będzie wyrejestrowany (rezerwa). W układzie zostanie przewidziane połączenie kołnierzowe umożliwiające włączenie kotła rezerwowego do układu.

Cały układ zostanie wyposażony we wszystkie, niezbędne dla poprawnej pracy i bezpiecznej eksploatacji elementy: armaturę, zamocowania, króćce pomiarowe, izolację termiczną oraz inne.

Do celów rozliczeniowych planowana jest zabudowa licznika ciepła opartego o legalizowany pomiar przepływu, który wykorzystując dane dotyczące temperatury wody sieciowej na zasilaniu i powrocie układu pozwoli określić wyprodukowany strumień ciepła. Oferta na wstępnie dobrany licznik ciepła stanowi załącznik do niniejszego opracowania.

Parametry wody sieciowej kształtują się następująco:

Czynnik	Materiał	Parametry obliczeniowe		Parametry robocze		Przepływ Mg/h
		Ciśnienie pc	Temperatura tc	Ciśnienie po	Temperatura to	
		MPa(g)	°C	MPa(g)	[°C]	
Woda sieciowa (powrót)	P235GH	0,4 (ssanie) 0,8 (tłoczenie)	70	0,15-0,3 (ssanie) 0,65 (tłoczenie)	40 – 65	350
Woda sieciowa (zasilanie)		0,8	150	0,5-0,65	90 - 130	350

Zastosowane średnice i kategorie rurociągów:

Materiał	DN	Dz	g	Kolana	Kategoria rurociągu wg EN-13480-1	Całkowita grubość izolacji [mm]	Materiał izolacji
P235GH	250	273,0	6,3	2D	0 / I	30 / 60	PAROC Pro Wired Mat (WR) 660 o gęstości 80 kg/m ³ + Płaszcz z blachy ocynkowanej
	200	219,1	6,3	2D	0 / I	30 / 60	
	150	168,3	4,5	3D	0 / I	30 / 60	
	100	114,3	3,6	3D	0	30	
	80	88,9	3,2	3D	0	60	
	65	76,1	2,9	3D	0	30 / 60	
	25	33,7	2,6	3D	0	30	

Rurociągi wody sieciowej należą do klasy 0 oraz I wg PN-EN 13480 i Dyrektywy 2014/68/UE.

Wyniki obliczeń przepływowych:

Dz [mm]	g [mm]	Dw [mm]	F [m2]	Q [t/h]	Q [kg/s]	v [m3/kg]	V [m3/s]	w [m/s]
Woda sieciowa powrót – ssanie pomp wody sieciowej								
273	6,3	260,4	0,05326	235	65,278	0,00102	0,067	1,25
273	6,3	260,4	0,05326	315	87,500	0,00102	0,090	1,68
219,1	6,3	206,5	0,03349	160	44,444	0,00102	0,045	1,36
168,3	4,5	159,3	0,01993	80	22,222	0,00102	0,023	1,14
76,1	2,9	70,3	0,00388	15	4,167	0,00102	0,004	1,10
Woda sieciowa powrót – tłoczenie pomp wody sieciowej								
273	6,3	260,4	0,05326	315	87,500	0,00102	0,090	1,68
219,1	6,3	206,5	0,03349	160	44,444	0,00102	0,045	1,36
168,3	4,5	159,3	0,01993	80	22,222	0,00102	0,023	1,14
114,3	3,6	107,1	0,00901	65	18,056	0,00102	0,018	2,05
Woda sieciowa zasilanie (za wymiennikami i kotłami wodnymi)								
273	6,3	260,4	0,05326	315	87,500	0,00109	0,095	1,79
273	6,3	260,4	0,05326	235	65,278	0,00109	0,071	1,34
168,3	4,5	159,3	0,01993	150	41,667	0,00109	0,045	2,28
168,3	4,5	159,3	0,01993	80	22,222	0,00109	0,024	1,22
88,9	3,2	82,5	0,00535	22	6,111	0,00109	0,007	1,25
76,1	2,9	70,3	0,00388	15	4,167	0,00109	0,005	1,17

Oznaczenia:

Dz – średnica zewnętrzna

g – grubość ścianki

v – objętość właściwa

Dw – średnica wewnętrzna

V – strumień objętości

F – pole powierzchni

w – prędkość przepływu

Q – strumień masy

Obliczone prędkości są zgodne z wartościami podanymi w normie *PN76/M-34034*

Rurociągi – Zasady obliczeń strat ciśnienia.

Wyniki obliczeń wytrzymałościowych

(Woda sieciowa powrót – ssanie pomp wody sieciowej)

Obliczenia grubości ścianek rur w zależności od ciśnienia wewnętrznego dla $t_o < t_g$

Obliczenia wg PN-EN 13480-3 : 2017

Symbole, oznaczenia i numery w zórów wg PN-EN 13480-3 : 2017

Parametry obliczeniowe i założenia:

$p_c = 0,40$ MPa $t_c = 70$ °C $t_g = 413$ °C

rura wg EN 10216-2

R_m, R_e wg EN 10216-2

materiał rury: **P235GH (1.0345)**

$R_m = 360$ MPa $A = 23$ %

Grubość ścianki rury prostej:

$$\text{dla } D_o / D_i \leq 1,7 \quad e_p = \frac{p_c D_o}{2 f_z + p_c} \quad (6.1-2); \quad \text{dla } D_o / D_i > 1,7 \quad e_p = \frac{D_o}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{f_z - p_c}{f_z + p_c}} \right) \quad (6.1-4)$$

$$\text{gdzie: } f = \min \left\{ \frac{R_{eHt}}{1,5} \text{ lub } \frac{R_{p0,2t}}{1,5}, \frac{R_m}{2,4} \right\} \quad z=1 \quad (5.2.1-1)$$

grubość ścianki łuku o jednakowej grubości ścianki wewnętrznej i zewnętrznej:
(łuki "hamburskie")

$$e_{int} = e_{ext} = e_p B \quad (B.4.1-10)$$

gdzie:

$$B = \frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} + \sqrt{\left(\frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} \right)^2 + 2 \frac{R}{e_p} - \frac{D_o}{2e_p}} \quad (B.4.1-11)$$

grubość zamówieniowa rury: $e_{ord} \geq e_r$ gdzie: $e_r = e + c_0 + c_1 + c_2$ (4.3-3)

gdzie: e - obliczeniowa grubość ścianki rury

e_p - obliczeniowa grubość ścianki prostki

c_0 - nadatek na korozję

e_{pr} - obliczeniowa grubość ścianki prostki z nadatkami

c_1 - ujemna odchyłka grubości ścianki

e_a - grubość oblicz. rury przy sprawdzaniu wytrzymałości.

c_2 - dodatkowy nadatek na pocienienie ścianki w czasie obróbki

Wyniki obliczeń rury prostej

$e_{pmin} = e_p + c_0$ - minimalna grubość ścianki gotowego elementu

D_o mm	R_{e20} MPa	R_{eHt} MPa	f_{test} MPa	f MPa	e_p mm	e_{pr} mm	$e_{ord p}$ mm	c_0 mm	c_1 mm	c_2 mm	D_o/D_i -	e_a mm	e_{pmin} mm
273	235	208,2	150,0	138,7	0,4	2,7	6,3	1,0	1,3	0,0	1,03	4,1	1,4
219,1	235	208,2	150,0	138,7	0,4	2,2	6,3	1,0	0,8	0,0	1,04	4,6	1,4
168,3	235	208,2	150,0	138,7	0,3	1,9	4,5	1,0	0,6	0,0	1,04	3,0	1,3
76,1	235	208,2	150,0	138,7	0,2	1,6	2,9	1,0	0,4	0,0	1,04	1,5	1,2

Ciśnienie próbne : $P_t = \max \{ 1,43 PS ; 1,25 PS (f_{test} / f) \}$

$p_t = 5,8$ bar

Największe naprężenia w czasie próby dla rury $\varnothing 273 \times 6,3$

$f_{ptest} = 18,8 < 0,95 \times R_{e20} = 223,3$ MPa

(Woda sieciowa powrót – ssanie pomp wody sieciowej)

Obliczenia grubości ścianek rur w zależności od ciśnienia wewnętrznego dla $t_o < t_g$ – c.d.

Obliczenia wg PN-EN 13480-3 : 2017

Symbole, oznaczenia i numery wzorów wg PN-EN 13480-3 : 2017

Parametry obliczeniowe i założenia:

$p_c = 0,40$ MPa $t_c = 70$ °C $t_g = 413$ °C

rura wg EN 10216-2

R_m, R_e wg EN 10216-2

materiał rury: **P235GH (1.0345)**

$R_m = 360$ MPa $A = 23$ %

Grubość ścianki rury prostej:

$$\text{dla } D_o / D_i \leq 1,7 \quad e_p = \frac{p_c D_o}{2 f_z + p_c} \quad (6.1-2); \quad \text{dla } D_o / D_i > 1,7 \quad e_p = \frac{D_o}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{f_z - p_c}{f_z + p_c}} \right) \quad (6.1-4)$$

$$\text{gdzie: } f = \min \left\{ \frac{R_{eHt}}{1,5} \text{ lub } \frac{R_{p0,2t}}{1,5}, \frac{R_m}{2,4} \right\} \quad z=1 \quad (5.2.1-1)$$

grubość ścianki łuku o jednakowej grubości ścianki wewnętrznej i zewnętrznej:
(łuki "hamburskie")

$$e_{int} = e_{ext} = e_p B \quad (B.4.1-10)$$

gdzie:

$$B = \frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} + \sqrt{\left(\frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} \right)^2 + 2 \frac{R}{e_p} - \frac{D_o}{2e_p}} \quad (B.4.1-11)$$

grubość zamówieniowa rury: $e_{ord} \geq e_r$ gdzie: $e_r = e + c_0 + c_1 + c_2$ (4.3-3)

gdzie: e - obliczeniowa grubość ścianki rury

e_p - obliczeniowa grubość ścianki prostej

c_0 - nadatek na korozję

e_{pr} - obliczeniowa grubość ścianki prostej z nadatkami

c_1 - ujemna odchyłka grubości ścianki

e_a - grubość oblicz. rury przy sprawdzaniu wytrzymałości.

c_2 - dodatkowy nadatek na pocienienie ścianki w czasie obróbki

Wyniki obliczeń rury prostej

$e_{pmin} = e_p + c_0$ - minimalna grubość ścianki gotowego elementu

D_o mm	R_{e20} MPa	R_{eHt} MPa	f_{test} MPa	f MPa	e_p mm	e_{pr} mm	$e_{ord p}$ mm	c_0 mm	c_1 mm	c_2 mm	D_o/D_i -	e_a mm	e_{pmin} mm
88,9	235	208,2	150,0	138,7	0,2	1,6	3,2	1,0	0,4	0,0	1,04	1,8	1,2
33,7	235	208,2	150,0	138,7	0,1	1,5	2,6	1,0	0,4	0,0	1,08	1,2	1,1

Ciśnienie próbne: $P_t = \max \{ 1,43 PS ; 1,25 PS (f_{test} / f) \}$

$p_t = 5,8$ bar

Największe naprężenia w czasie próby dla rury $\varnothing 88,9 \times 3,2$

$f_{ptest} = 13,8 < 0,95 \times R_{e20} = 223,3$ MPa

(Woda sieciowa powrót – ssanie pomp wody sieciowej)

Sprawdzenie doboru kształtek spawanych typu A wg normy PN-EN 10253-2

Maksymalne ciśnienie na odcinkach prostych przyjętych rur

pc= 0,40 MPa tc= 70 °C

$$e_{\min} = e_{\text{ord}} - c_1 - c_o - c_2$$

DN	Do	e _{ord}	c ₁	c _o	c ₂	e _{min}	p _{max}	p _{testmax}
–	mm	mm	mm	mm	mm	mm	MPa	bar
250	273,0	6,3	1,3	1,0	0,0	4,0	4,12	66,3
200	219,1	6,3	0,8	1,0	0,0	4,5	5,82	93,6
150	168,3	4,5	0,6	1,0	0,0	2,9	4,86	78,2
65	76,1	2,9	0,4	1,0	0,0	1,5	5,58	89,7

dla $D_o / D_i \leq 1.7$
 $p_{\max} = 2 * T_{\min} * f * z / (D_o - T_{\min})$
dla $D_o / D_i > 1.7$
 $p_{\max} = f * z * (1 - K) / (1 + K)$
gdzie: $K = (D_o - 2 * T_{\min}) / D_o$
 $D_i = D_o - 2 * T_{\min}$

Obliczenie wartości p_{max} dla kształtek typu A wg normy PN EN 10253-2 z materiału P235GH (1.0345)

$T_{\min} = T * (100 - 12.5) / 100 - c_o$ gdy $D_o \leq 610$
 $T_{\min} = T - 0.35 - c_o$ gdy $D_o > 610 ; T \leq 10$
 $T_{\min} = T - 0.5 - c_o$ gdy $D_o > 610$ i $T > 10$

$p_{\text{test}} = 5,80 \text{ bar}$
 $f_p = 0,95 * R_{e20} \text{ MPa}$

Obliczenie wartości p_{max} dla łuków

Do	Odm.	R	T	T _{min}	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
–	–	mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
273,0	2D	254,0	6,3	4,5	64	138,80	2,98	223,25	47,9
219,1	3D	305,0	6,3	4,5	78	138,80	4,55	223,25	73,1
168,3	3D	229,0	4,5	2,9	78	138,80	3,84	223,25	61,7
76,1	3D	95,0	2,9	1,5	76	138,80	4,35	223,25	69,9

Obliczenie wartości p_{max} dla trójkątów

D	D1	T	T _{min}	Dis	T1	T1 _{min}	Dib	Dib/Dis	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	–	%	MPa	MPa	MPa	bar
273,0	273,0	6,3	4,5	264,0	6,3	4,5	264,0	1,0	32	138,80	1,49	223,25	23,9
273,0	219,1	6,3	4,5	264,0	6,3	4,5	210,1	0,8	38	138,80	1,77	223,25	28,4
273,0	168,3	6,3	4,5	264,0	4,5	2,9	162,4	0,6	37	138,80	1,72	223,25	27,6

Obliczenie wartości p_{max} dla zwężek

D	D1	T	T _{min}	T1	T1 _{min}	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
219,1	114,3	6,3	4,5	3,6	2,2	95	139	5,54	223,3	89,1

Obliczenie wartości p_{max} dla den koszykowych

D	T	T _{min}	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
273,0	6,3	4,5	100	138,80	4,66	223,25	74,9

Cięśnienie p_{max} dla dobranych kształtek jest większe od założonego ciśnienia obliczeniowego

(Woda sieciowa powrót – tłoczenie pomp wody sieciowej)

Obliczenia grubości ścianek rur w zależności od ciśnienia wewnętrznego dla $t_o < t_g$

Obliczenia wg PN-EN 13480-3 : 2017

Symbole, oznaczenia i numery wzorów wg PN-EN 13480-3 : 2017

Parametry obliczeniowe i założenia:

$p_c = 0,80$ MPa $t_c = 70$ °C $t_g = 413$ °C

rura wg EN 10216-2

R_m, R_e wg EN 10216-2

materiał rury: **P235GH (1.0345)**

$R_m = 360$ MPa $A = 23$ %

Grubość ścianki rury prostej:

$$\text{dla } D_o / D_i \leq 1,7 \quad e_p = \frac{p_c D_o}{2 f_z + p_c} \quad (6.1-2); \quad \text{dla } D_o / D_i > 1,7 \quad e_p = \frac{D_o}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{f_z - p_c}{f_z + p_c}} \right) \quad (6.1-4)$$

$$\text{gdzie: } f = \min \left\{ \frac{R_{eHt}}{1,5} \text{ lub } \frac{R_{p0,2t}}{1,5}; \frac{R_m}{2,4} \right\} \quad z=1 \quad (5.2.1-1)$$

grubość ścianki łuku o jednakowej grubości ścianki wewnętrznej i zewnętrznej:
(łuki "hamburskie")

$$e_{int} = e_{ext} = e_p B \quad (B.4.1-10)$$

gdzie:

$$B = \frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} + \sqrt{\left(\frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} \right)^2 + 2 \frac{R}{e_p} - \frac{D_o}{2e_p}} \quad (B.4.1-11)$$

grubość zamówieniowa rury: $e_{ord} \geq e_r$ gdzie: $e_r = e + c_0 + c_1 + c_2$ (4.3-3)

gdzie: e - obliczeniowa grubość ścianki rury

e_p - obliczeniowa grubość ścianki prostej

c_0 - nadatek na korozję

e_{pr} - obliczeniowa grubość ścianki prostej z nadatkami

c_1 - ujemna odchyłka grubości ścianki

e_a - grubość oblicz. rury przy sprawdzaniu wytrzymałości.

c_2 - dodatkowy nadatek na pocienienie ścianki w czasie obróbki

Wyniki obliczeń rury prostej

$e_{pmin} = e_p + c_0$ - minimalna grubość ścianki gotowego elementu

D_o	R_{e20}	R_{eHt}	f_{test}	f	e_p	e_{pr}	$e_{ord p}$	c_0	c_1	c_2	D_o/D_i	e_a	e_{pmin}
mm	MPa	MPa	MPa	MPa	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	mm	mm
273	235	208,2	150,0	138,7	0,8	3,1	6,3	1,0	1,3	0,0	1,03	4,1	1,8
219,1	235	208,2	150,0	138,7	0,7	2,5	6,3	1,0	0,8	0,0	1,04	4,6	1,7
168,3	235	208,2	150,0	138,7	0,5	2,1	4,5	1,0	0,6	0,0	1,04	3,0	1,5
114,3	235	208,2	150,0	138,7	0,4	1,8	3,6	1,0	0,5	0,0	1,04	2,2	1,4

Ciśnienie próbne : $P_t = \max \{ 1,43 PS ; 1,25 PS (f_{test} / f) \}$

$p_t = 11,5$ bar

Największe naprężenia w czasie próby dla rury $\varnothing 273 \times 6,3$

$f_{ptest} = 37,5 < 0,95 \times R_{e20} = 223,3$ MPa

(Woda sieciowa powrót – tłoczenie pomp wody sieciowej)

Sprawdzenie doboru kształtek spawanych typu A wg normy PN-EN 10253-2

Maksymalne ciśnienie na odcinkach prostych przyjętych rur

pc= 0,80 MPa tc= 70 oC

$$e_{\min} = e_{\text{ord}} - c_1 - c_o - c_2$$

DN	Do	e _{ord}	c ₁	c _o	c ₂	e _{min}	p _{max}	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	MPa	bar
250	273,0	6,3	1,3	1,0	0,0	4,0	4,12	66,3
200	219,1	6,3	0,8	1,0	0,0	4,5	5,82	93,6
150	168,3	4,5	0,6	1,0	0,0	2,9	4,86	78,2
100	114,3	3,6	0,5	1,0	0,0	2,1	5,19	83,5

dla $D_o / D_i \leq 1.7$

$$p_{\max} = 2 * T_{\min} * f * z / (D_o - T_{\min})$$

dla $D_o / D_i > 1.7$

$$p_{\max} = f * z * (1 - K) / (1 + K)$$

gdzie: $K = ((D_o - 2 * T_{\min}) / D_o)^2$

$$D_i = D_o - 2 * T_{\min}$$

Obliczenie wartości p_{max} dla kształtek typu A wg normy PN EN 10253-2 z materiału P235GH (1.0345)

$$T_{\min} = T * (100 - 12.5) / 100 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o \leq 610$$

$$T_{\min} = T - 0.35 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o > 610 ; T \leq 10$$

$$T_{\min} = T - 0.5 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o > 610 \text{ i } T > 10$$

$$p_{\text{test}} = 11,50 \text{ bar}$$

$$f_p = 0,95 * R_{e20} \text{ MPa}$$

Obliczenie wartości p_{max} dla łuków

Do	Odm.	R	T	T _{min}	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
273,0	2D	254,0	6,3	4,5	64	138,80	2,98	223,25	47,9
219,1	2D	203,0	6,3	4,5	64	138,80	3,73	223,25	59,9
168,3	3D	229,0	4,5	2,9	78	138,80	3,84	223,25	61,7
114,3	3D	152,0	3,6	2,2	77	138,80	4,09	223,25	65,7

Obliczenie wartości p_{max} dla trójników

D	D1	T	Tmin	Dis	T1	T1min	Dib	Dib/Dis	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	%	MPa	MPa	MPa	bar
273,0	273,0	6,3	4,5	264,0	6,3	4,5	264,0	1,0	32	138,80	1,49	223,25	23,9
273,0	219,1	6,3	4,5	264,0	6,3	4,5	210,1	0,8	38	138,80	1,77	223,25	28,4
273,0	168,3	6,3	4,5	264,0	4,5	2,9	162,4	0,6	37	138,80	1,72	223,25	27,6
273,0	114,3	6,3	4,5	264,0	3,6	2,2	110,0	0,4	43	138,80	2,00	223,25	32,1

Obliczenie wartości p_{max} dla zwężeń

D	D1	T	Tmin	T1	T1min	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
219,1	88,9	6,3	4,5	3,2	1,8	90	139	5,25	223,3	84,4

Cięśnienie p_{max} dla dobranych kształtek jest większe od założonego ciśnienia obliczeniowego

(Woda sieciowa zasilanie)

Obliczenia grubości ścianek rur w zależności od ciśnienia wewnętrznego dla $t_o < t_{gr}$

Obliczenia wg PN-EN 13480-3 : 2017

Symbole, oznaczenia i numery wzorów wg PN-EN 13480-3 : 2017

Parametry obliczeniowe i założenia:

$p_c = 0,80$ MPa $t_c = 150$ °C $t_{gr} = 413$ °C

rura wg EN 10216-2

R_m, R_e wg EN 10216-2

materiał rury: **P235GH (1.0345)**

$R_m = 360$ MPa $A = 23$ %

Grubość ścianki rury prostej:

$$\text{dla } D_o / D_i \leq 1,7 \quad e_p = \frac{p_c D_o}{2 f_z + p_c} \quad (6.1-2); \quad \text{dla } D_o / D_i > 1,7 \quad e_p = \frac{D_o}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{f_z - p_c}{f_z + p_c}} \right) \quad (6.1-4)$$

$$\text{gdzie: } f = \min \left\{ \frac{R_{eHt}}{1,5} \text{ lub } \frac{R_{p0,2t}}{1,5}; \frac{R_m}{2,4} \right\} \quad z=1 \quad (5.2.1-1)$$

grubość ścianki łuku o jednakowej grubości ścianki wewnętrznej i zewnętrznej:
(łuki "hamburskie")

$$e_{int} = e_{ext} = e_p B \quad (B.4.1-10)$$

gdzie:

$$B = \frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} + \sqrt{\left(\frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} \right)^2 + 2 \frac{R}{e_p} - \frac{D_o}{2e_p}} \quad (B.4.1-11)$$

grubość zamówieniowa rury: $e_{ord} \geq e_r$ gdzie: $e_r = e + c_0 + c_1 + c_2$ (4.3-3)

gdzie: e - obliczeniowa grubość ścianki rury

e_p - obliczeniowa grubość ścianki prostki

c_0 - nadatek na korozję

e_{pr} - obliczeniowa grubość ścianki prostki z nadatkami

c_1 - ujemna odchyłka grubości ścianki

e_a - grubość oblicz. rury przy sprawdzaniu wytrzymałości.

c_2 - dodatkowy nadatek na pocienienie ścianki w czasie obróbki

Wyniki obliczeń rury prostej

$e_{pmin} = e_p + c_0$ - minimalna grubość ścianki gotowego elementu

D_o	R_{e20}	R_{eHt}	f_{test}	f	e_p	e_{pr}	$e_{ord p}$	c_0	c_1	c_2	D_o/D_i	e_a	e_{pmin}
mm	MPa	MPa	MPa	MPa	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	mm	mm
273	235	187	150,0	124,6	0,9	3,2	6,3	1,0	1,3	0,0	1,03	4,1	1,9
168,3	235	187	150,0	124,6	0,6	2,2	4,5	1,0	0,6	0,0	1,04	3,0	1,6
88,9	235	187	150,0	124,6	0,3	1,7	3,2	1,0	0,4	0,0	1,04	1,8	1,3
76,1	235	187	150,0	124,6	0,3	1,7	2,9	1,0	0,4	0,0	1,04	1,5	1,3

Ciśnienie próbne : $P_t = \max \{ 1,43 PS ; 1,25 PS (f_{test} / f) \}$

$p_t = 12,1$ bar

Największe naprężenia w czasie próby dla rury $\varnothing 273 \times 6,3$

$f_{ptest} = 39,5 < 0,95 \times R_{e20} = 223,3$ MPa

(Woda sieciowa zasilanie)

Obliczenia grubości ścianek rur w zależności od ciśnienia wewnętrznego dla $t_o < t_g$ – c.d.

Obliczenia wg PN-EN 13480-3 : 2017

Symbole, oznaczenia i numery w wzorów wg PN-EN 13480-3 : 2017

Parametry obliczeniowe i założenia:

$p_c = 0,80$ MPa $t_c = 150$ °C $t_g = 413$ °C

rura wg EN 10216-2

R_m, R_e wg EN 10216-2

materiał rury: **P235GH (1.0345)**

$R_m = 360$ MPa $A = 23$ %

Grubość ścianki rury prostej:

$$\text{dla } D_o / D_i \leq 1,7 \quad e_p = \frac{p_c D_o}{2 f_z + p_c} \quad (6.1-2); \quad \text{dla } D_o / D_i > 1,7 \quad e_p = \frac{D_o}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{f_z - p_c}{f_z + p_c}} \right) \quad (6.1-4)$$

$$\text{gdzie: } f = \min \left\{ \frac{R_{eHt}}{1,5} \text{ lub } \frac{R_{p0,2t}}{1,5}; \frac{R_m}{2,4} \right\} \quad z=1 \quad (5.2.1-1)$$

grubość ścianki łuku o jednakowej grubości ścianki wewnętrznej i zewnętrznej:
(łuki "hamburskie")

$$e_{int} = e_{ext} = e_p B \quad (B.4.1-10)$$

gdzie:

$$B = \frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} + \sqrt{\left(\frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} \right)^2 + 2 \frac{R}{e_p} - \frac{D_o}{2e_p}} \quad (B.4.1-11)$$

grubość zamówieniowa rury: $e_{ord} \geq e_r$ gdzie: $e_r = e + c_0 + c_1 + c_2$ (4.3-3)

gdzie: e - obliczeniowa grubość ścianki rury

e_p - obliczeniowa grubość ścianki prostki

c_0 - naddatek na korozję

e_{pr} - obliczeniowa grubość ścianki prostki z nadatkami

c_1 - ujemna odchyłka grubości ścianki

e_a - grubość oblicz. rury przy sprawdzaniu wytrzymałości.

c_2 - dodatkowy nadatek na pocienienie ścianki w czasie obróbki

Wyniki obliczeń rury prostej

$e_{pmin} = e_p + c_0$ - minimalna grubość ścianki gotowego elementu

D_o	R_{e20}	R_{eHt}	f_{test}	f	e_p	e_{pr}	$e_{ord p}$	c_0	c_1	c_2	D_o/D_i	e_a	e_{pmin}
mm	MPa	MPa	MPa	MPa	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	mm	mm
33,7	235	187	150,0	124,6	0,2	1,6	2,6	1,0	0,4	0,0	1,08	1,2	1,2

Ciśnienie próbne: $P_t = \max \{ 1,43 PS ; 1,25 PS (f_{test} / f) \}$

$p_t = 12,1$ bar

Największe naprężenia w czasie próby dla rury $\varnothing 33,7 \times 2,6$

$f_{ptest} = 16,3 < 0,95 \times R_{e20} = 223,3$ MPa

(Woda sieciowa zasilanie)

Sprawdzenie doboru kształtek spawanych typu A wg normy PN-EN 10253-2

Maksymalne ciśnienie na odcinkach prostych przyjętych rur

pc= 0,80 MPa

tc= 150 oC

$$e_{\min} = e_{\text{ord}} - c_1 - c_o - c_2$$

DN	Do	e _{ord}	c ₁	c _o	c ₂	e _{min}	p _{max}	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	MPa	bar
250	273,0	6,3	1,3	1,0	0,0	4,0	3,70	66,3
150	168,3	4,5	0,6	1,0	0,0	2,9	4,37	78,2
80	88,9	3,2	0,4	1,0	0,0	1,8	5,15	92,2
65	76,1	2,9	0,4	1,0	0,0	1,5	5,01	89,7

dla $D_o/D_i \leq 1.7$

$$p_{\max} = 2 * T_{\min} * f * z / (D_o - T_{\min})$$

dla $D_o/D_i > 1.7$

$$p_{\max} = f * z * (1 - K) / (1 + K)$$

gdzie: $K = ((D_o - 2 * T_{\min}) / D_o)^2$

$$D_i = D_o - 2 * T_{\min}$$

Obliczenie wartości p_{max} dla kształtek typu A wg normy PN EN 10253-2 z materiału P235GH (1.0345)

$$T_{\min} = T * (100 - 12.5) / 100 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o \leq 610$$

$$T_{\min} = T - 0.35 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o > 610 ; T \leq 10$$

$$T_{\min} = T - 0.5 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o > 610 \text{ i } T > 10$$

$$p_{\text{test}} = 12,10 \text{ bar}$$

$$f_p = 0,95 * R_{e20} \text{ MPa}$$

Obliczenie wartości p_{max} dla łuków

Do	Odm.	R	T	T _{min}	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
273,0	2D	254,0	6,3	4,5	64	124,67	2,68	223,25	47,9
168,3	3D	229,0	4,5	2,9	78	124,67	3,45	223,25	61,7
88,9	3D	114,0	3,2	1,8	76	124,67	3,91	223,25	70,0
76,1	3D	95,0	2,9	1,5	76	124,67	3,90	223,25	69,8

Obliczenie wartości p_{max} dla trójkników

D	D1	T	T _{min}	Dis	T1	T1 _{min}	Dib	Dib/Dis	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
273,0	273,0	6,3	4,5	264,0	6,3	4,5	264,0	1,0	32	124,67	1,34	223,25	23,9
273,0	168,3	6,3	4,5	264,0	4,5	2,9	162,4	0,6	37	124,67	1,55	223,25	27,7

Obliczenie wartości p_{max} dla den koszykowych

D	T	T _{min}	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
273,0	6,3	4,5	100	124,67	4,19	223,25	75,0

Ciężnienie p_{max} dla dobranych kształtek jest większe od założonego ciśnienia obliczeniowego

(Woda sieciowa zasilanie)

Sprawdzenie doboru kształtek spawanych typu A wg normy PN-EN 10253-2 – c.d.

Maksymalne ciśnienie na odcinkach prostych przyjętych rur

pc= 0,80 MPa tc= 150 oC

$$e_{\min} = e_{\text{ord}} - c_1 - c_o - c_2$$

DN	Do	e _{ord}	c ₁	c _o	c ₂	e _{min}	p _{max}	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Mpa	bar
250	273,0	6,3	1,3	1,0	0,0	4,0	3,70	66,3
150	168,3	4,5	0,6	1,0	0,0	2,9	4,37	78,2
80	88,9	3,2	0,4	1,0	0,0	1,8	5,15	92,2
65	76,1	2,9	0,4	1,0	0,0	1,5	5,01	89,7

dla $D_o / D_i \leq 1.7$
 $p_{\max} = 2 * T_{\min} * f * z / (D_o - T_{\min})$

dla $D_o / D_i > 1.7$
 $p_{\max} = f * z * (1 - K) / (1 + K)$

gdzie: $K = ((D_o - 2 * T_{\min}) / D_o)^2$
 $D_i = D_o - 2 * T_{\min}$

Obliczenie wartości pmax dla kształtek typu A wg normy PN EN 10253-2 z materiału P235GH (1.0345)

$$T_{\min} = T * (100 - 12.5) / 100 - c_o \quad \text{gd}y \quad D_o \leq 610$$

$$T_{\min} = T - 0.35 - c_o \quad \text{gd}y \quad D_o > 610 ; T \leq 10$$

$$T_{\min} = T - 0.5 - c_o \quad \text{gd}y \quad D_o > 610 \text{ i } T > 10$$

$$p_{\text{test}} = 12,10 \text{ bar}$$

$$f_p = 0,95 * R_{e20} \text{ MPa}$$

Obliczenie wartości pmax dla trójników

D	D1	T	Tmin	Dis	T1	T1min	Dib	Dib/Dis	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	–	%	MPa	MPa	MPa	bar
168,3	88,9	4,5	2,9	162,4	3,2	1,8	85,3	0,5	42	124,67	1,86	223,25	33,3
88,9	88,9	3,2	1,8	85,3	3,2	1,8	85,3	1,0	34	124,67	1,75	223,25	31,3
114,3	88,9	3,6	2,2	110,0	3,2	1,8	85,3	0,8	37	124,67	1,76	223,25	31,5
168,3	114,3	4,5	2,9	162,4	3,6	2,2	110,0	0,7	38	124,67	1,68	223,25	30,0

Ciśnienie pmax dla dobranych kształtek jest większe od założonego ciśnienia obliczeniowego

8.5. Rurociągi pary świeżej

Układ rurociągów pary świeżej pozwoli na przesłanie czynnika z kotłów parowych do zasilenia układu ciepłowniczego i potrzeb technologicznych zakładu. Zostaną wykonane rurociągi pary świeżej:

- z kotła OKR-5 nr 94,
- z kotła OKR-5 nr 144,
- z kotła OKR-5 nr 602,
- z kotła OKR-5 nr 29101 (kocioł wyrejestrowany, rezerwa),
- kolektor pary świeżej z zasilaniem stacji redukcyjno-schładzających SRS1 i SRS2,

Rurociągi pary świeżej zostaną wyposażone we wszystkie, niezbędne dla poprawnej pracy i bezpiecznej eksploatacji, elementy:

- armaturę,
- zamocowania,
- króćce pomiarowe,
- izolację termiczną.

Na rurociągach zabudowane zostaną pomiary przepływu niezbędne do zbilansowania pracy układu technologicznego.

Kolektor pary świeżej zostanie zabudowany w kotłowni, poz. +3,10m w miejscu po kotle WLM-5 nr 676. Każda zasuwa będzie wyposażona w obejście do grzania z dwoma zaworami z napędem ręcznym i elektrycznym. Nad każdą zasuwą zabudowane będzie odwodnienie do odbioru kondensatu podczas nagrzewania rurociągów i pomiar temperatury. Kolektor zostanie odwodniony. Na kolektorze zabudowane zostaną pomiary ciśnienia i temperatury. Stacje redukcyjne SRS1 i SRS2 zostaną zabudowane w kotłowni wzdłuż osi A' i ściany zewnętrznej budynku, między osiami 2-4.

8.5.1. Parametry rurociągów pary świeżej

W tabeli poniżej zawarto parametry rurociągów pary świeżej.

Czynnik	Materiał	Parametry robocze		Parametry obliczeniowe		Przepływ
		Ciśnienie po	Temperatura to	Ciśnienie pc	Temperatura tc	Mg/h
		MPa (g)	°C	MPa (g)	°C	

Para z kotła OKR-5 nr 94	P265GH	1,4÷1,6	250÷330	2,0	350	nom. 4,6 max. 5,0
Para z kotła OKR-5 nr 144	P265GH	1,4÷1,6	250÷330	2,0	350	nom. 4,6 max. 5,0
Para z kotła OKR-5 nr 602	P265GH	1,4÷1,6	250÷330	2,0	350	nom. 4,6 max. 5,0
Para z kotła OKR-5 nr 29101	P265GH	1,4÷1,6	250÷330	2,0	350	nom. 4,6 max. 5,0
Para do SRS1	P265GH	1,4÷1,6	250÷330	2,0	350	min. 4,59 max. 22,45
Para do SRS2	P265GH	1,4÷1,6	250÷330	2,0	350	min. 1,62 max. 6,21

Rurociągi pary świeżej DN150, DN125, DN100 i DN80 należą do klasy I wg PN-EN 13480 i Dyrektywy 2014/68/UE.

Wszystkie główne rurociągi pary świeżej układu podlegają Ocenie Zgodności oraz nadzorowi Urzędu Dozoru Technicznego.

Rurociągi odwodnień i odpowietrzeń należą do klasy 0 wg PN-EN 13480 i Dyrektywy 2014/68/EU.

Ciśnienie próby hydraulicznej wg PN-EN 13480 wynosi 45,5 bar (g).

Warunki wykonania i odbioru, zakres badań, szczegółowe wymagania dla montażu rurociągów pary świeżej, wytyczne realizacji próby ciśnieniowej, założenia dla instrukcji eksploatacji, analiza zagrożeń, szczegółowe obliczenia wytrzymałościowe, określenie poziomu naprężeń oraz rysunki aksonometryczne zgodnie z wymaganiami Dyrektywy Ciśnieniowej zostaną określone w następnych etapach prac projektowych.

Wyniki obliczeń przepływowych:

Dz [mm]	g [mm]	Dw [mm]	F [m2]	Q [t/h]	Q [kg/s]	v [m3/kg]	V [m3/s]	w [m/s]
139,7	4,0	131,7	0,01362	22,45	6,24	0,18	1,12	82,33
114,3	3,6	107,1	0,00901	1,72	1,76	0,18	0,31	34,44
88,9	3,6	81,7	0,005	5,00	1,39	0,18	0,25	47,65

Oznaczenia:

Dz – średnica zewnętrzna

v – objętość właściwa

g – grubość ścianki

Dw – średnica wewnętrzna

V – strumień objętości

w – prędkość przepływu

F – pole powierzchni

Q – strumień masy

Obliczone prędkości są zgodne z wartościami podanymi w normie PN76/M-34034

Rurociągi – Zasady obliczeń strat ciśnienia.

Zastosowane średnice i kategorie rurociągów:

Materiał	DN	Dz	g	Kolana	Kategoria rurociągu wg EN-13480-1	Całkowita grubość izolacji [mm]	Materiał izolacji
P265GH	150	168,3	4,5	-	I	120	Paroc Pro Section (WR) 100 + Płaszcz z blachy ocynkowanej
	125	139,7	4,0	3D/5D	I	100	
	100	114,3	3,6	3D/5D	I	100	
	80	88,9	3,6	3D/5D	I	100	
	25	33,7	2,6	3D	0	80	
	15	21,3	2,0	3D	0	80	

Wyniki obliczeń wytrzymałościowych

Obliczenia grubości ścianek rur w zależności od ciśnienia wewnętrznego dla $t_o < t_{gr}$

Obliczenia wg PN-EN 13480-3 : 2017

Symbole, oznaczenia i numery wzorów wg PN-EN 13480-3 : 2017

Parametry obliczeniowe i założenia:

$p_c = 2,00$ MPa $t_c = 350$ °C $t_{gr} = 395$ °C

rura wg EN 10216-2

R_m, R_e wg EN 10216-2

materiał rury: **P265GH (1.0425)**

$R_m = 410$ MPa $A = 21$ %

Grubość ścianki rury prostej:

$$\text{dla } D_o / D_i \leq 1,7 \quad e_p = \frac{p_c D_o}{2 f_z + p_c} \quad (6.1-2); \quad \text{dla } D_o / D_i > 1,7 \quad e_p = \frac{D_o}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{f_z - p_c}{f_z + p_c}} \right) \quad (6.1-4)$$

$$\text{gdzie: } f = \min \left\{ \frac{R_{eHt}}{1,5} \text{ lub } \frac{R_{p0,2t}}{1,5}; \frac{R_m}{2,4} \right\} \quad z=1 \quad (5.2.1-1)$$

grubość ścianki łuku o jednakowej grubości ścianki wewnętrznej i zewnętrznej:
(łuki "hamburskie")

$$e_{int} = e_{ext} = e_p B \quad (B.4.1-10)$$

gdzie:

$$B = \frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} + \sqrt{\left(\frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} \right)^2 + 2 \frac{R}{e_p} - \frac{D_o}{2e_p}} \quad (B.4.1-11)$$

grubość zamówieniowa rury: $e_{ord} \geq e_r$ gdzie: $e_r = e + c_0 + c_1 + c_2$ (4.3-3)

gdzie: e - obliczeniowa grubość ścianki rury

e_p - obliczeniowa grubość ścianki prostej

c_0 - nadatek na korozję

e_{pr} - obliczeniowa grubość ścianki prostej z nadatkami

c_1 - ujemna odchyłka grubości ścianki

e_a - grubość oblicz. rury przy sprawdzaniu wytrzymałości.

c_2 - dodatkowy nadatek na pocienienie ścianki w czasie obróbki

Wyniki obliczeń rury prostej

$e_{pmin} = e_p + c_0$ - minimalna grubość ścianki gotowego elementu

D_o	R_{e20}	R_{eHt}	f_{test}	f	e_p	e_{pr}	$e_{ord p}$	c_0	c_1	c_2	D_o/D_i	e_a	e_{pmin}
mm	MPa	MPa	MPa	MPa	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	mm	mm
168,3	265	141	170,8	94,0	1,8	3,4	4,5	1,0	0,6	0,0	1,04	3,0	2,8
139,7	265	141	170,8	94,0	1,5	3,0	4,0	1,0	0,5	0,0	1,04	2,5	2,5
114,3	265	141	170,8	94,0	1,3	2,7	3,6	1,0	0,5	0,0	1,04	2,2	2,3
88,9	265	141	170,8	94,0	1,0	2,4	3,6	1,0	0,5	0,0	1,05	2,2	2,0

Ciśnienie próbne : $P_t = \max \{ 1,43 PS ; 1,25 PS (f_{test} / f) \}$

$p_t = 45,5$ bar

Największe naprężenia w czasie próby dla rury $\varnothing 168,3 \times 4,5$

$f_{ptest} = 125,2 < 0,95 \times R_{e20} = 251,8$ MPa

Obliczenia grubości ścianek rur w zależności od ciśnienia wewnętrznego dla $t_o < t_g$

Obliczenia wg PN-EN 13480-3 : 2017

Symbole, oznaczenia i numery wzorów wg PN-EN 13480-3 : 2017

Parametry obliczeniowe i założenia:

$p_c = 2,00$ MPa $t_c = 350$ °C $t_g = 395$ °C

rura wg EN 10216-2

R_m, R_e wg EN 10216-2

materiał rury: **P265GH (1.0425)**

$R_m = 410$ MPa $A = 21$ %

Grubość ścianki rury prostej:

$$\text{dla } D_o / D_i \leq 1,7 \quad e_p = \frac{p_c D_o}{2 f_z + p_c} \quad (6.1-2); \quad \text{dla } D_o / D_i > 1,7 \quad e_p = \frac{D_o}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{f_z - p_c}{f_z + p_c}} \right) \quad (6.1-4)$$

$$\text{gdzie: } f = \min \left\{ \frac{R_{eHt}}{1,5} \text{ lub } \frac{R_{p0,2t}}{1,5}; \frac{R_m}{2,4} \right\} \quad z=1 \quad (5.2.1-1)$$

grubość ścianki łuku o jednakowej grubości ścianki wewnętrznej i zewnętrznej:
(łuki "hamburskie")

$$e_{int} = e_{ext} = e_p B \quad (B.4.1-10)$$

gdzie:

$$B = \frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} + \sqrt{\left(\frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} \right)^2 + 2 \frac{R}{e_p} - \frac{D_o}{2e_p}} \quad (B.4.1-11)$$

grubość zamówieniowa rury: $e_{ord} \geq e_r$ gdzie: $e_r = e + c_0 + c_1 + c_2$ (4.3-3)

gdzie: e - obliczeniowa grubość ścianki rury

e_p - obliczeniowa grubość ścianki prostki

c_0 - naddatek na korozję

e_{pr} - obliczeniowa grubość ścianki prostki z naddatkami

c_1 - ujemna odchyłka grubości ścianki

e_a - grubość oblicz. rury przy sprawdzaniu wytrzymałości.

c_2 - dodatkowy naddatek na pocienienie ścianki w czasie obróbki

Wyniki obliczeń rury prostej

$e_{pmin} = e_p + c_0$ - minimalna grubość ścianki gotowego elementu

D_o	R_{e20}	R_{eHt}	f_{test}	f	e_p	e_{pr}	$e_{ord p}$	c_0	c_1	c_2	D_o/D_i	e_a	e_{pmin}
mm	MPa	MPa	MPa	MPa	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	mm	mm
33,7	265	141	170,8	94,0	0,4	1,8	2,6	1,0	0,4	0,0	1,08	1,2	1,4
21,3	265	141	170,8	94,0	0,3	1,7	2,0	1,0	0,4	0,0	1,06	0,6	1,3

Ciśnienie próbne : $P_t = \max \{ 1,43 PS ; 1,25 PS (f_{test} / f) \}$

$p_t = 45,5$ bar

Największe naprężenia w czasie próby dla rury $\varnothing 21,3 \times 2$

$f_{ptest} = 78,4 < 0,95 \times R_{e20} = 251,8$ MPa

Maksymalne ciśnienie na odcinkach prostych przyjętych rur

pc= 2,00 MPa

tc= 350 oC

$$e_{\min} = e_{\text{ord}} - c_1 - c_o - c_2$$

DN	Do	e _{ord}	c ₁	c _o	c ₂	e _{min}	p _{max}	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Mpa	bar
150	168,3	4,5	0,6	1,0	0,0	2,9	3,29	88,2
125	139,7	4,0	0,5	1,0	0,0	2,5	3,42	91,7
100	114,3	3,6	0,5	1,0	0,0	2,1	3,51	94,2
80	88,9	3,6	0,5	1,0	0,0	2,1	4,54	121,8

dla $D_o / D_i \leq 1.7$

$$p_{\max} = 2 * T_{\min} * f * z / (D_o - T_{\min})$$

dla $D_o / D_i > 1.7$

$$p_{\max} = f * z * (1 - K) / (1 + K)$$

gdzie: $K = (D_o - 2 * T_{\min}) / D_o$

$$D_i = D_o - 2 * T_{\min}$$

Obliczenie wartości pmax dla kształtek typu A wg normy PN EN 10253-2 z materiału P265GH (1.0425)

$$T_{\min} = T * (100 - 12.5) / 100 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o \leq 610$$

$$T_{\min} = T - 0.35 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o > 610 ; T \leq 10$$

$$T_{\min} = T - 0.5 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o > 610 \text{ i } T > 10$$

p_{test} = 45,50 bar

$$f_p = 0.95 * R_{e20} \text{ MPa}$$

Obliczenie wartości pmax dla łuków

Do	Odm.	R	T	T _{min}	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
139,7	3D	190,0	4,0	2,5	78	94,00	2,67	251,75	71,5
139,7	5D	330,0	4,0	2,5	88	94,00	3,01	251,75	80,6
114,3	3D	152,0	3,6	2,2	77	94,00	2,77	251,75	74,1
88,9	3D	114,0	3,2	1,8	76	94,00	2,95	251,75	79,0

Obliczenie wartości pmax dla zwężek

D	D1	T	Tmin	T1	T1min	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
219,1	168,3	6,3	4,5	4,5	2,9	100	94	3,95	251,8	105,7

Ciśnienie pmax dla dobranych kształtek jest większe od założonego ciśnienia obliczeniowego

Maksymalne ciśnienie na odcinkach prostych przyjętych rur

pc= 2,00 MPa

tc= 350 oC

$$e_{\min} = e_{\text{ord}} - c_1 - c_o - c_2$$

DN	Do	e _{ord}	c ₁	c _o	c ₂	e _{min}	p _{max}	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Mpa	bar
25	33,7	2,6	0,4	1,0	0,0	1,2	6,94	185,9
15	21,3	2,0	0,4	1,0	0,0	0,6	5,44	145,9

dla $D_o / D_i \leq 1.7$

$$p_{\max} = 2 * T_{\min} * f * z / (D_o - T_{\min})$$

dla $D_o / D_i > 1.7$

$$p_{\max} = f * z * (1 - K) / (1 + K)$$

gdzie: $K = (D_o - 2 * T_{\min}) / D_o$

$$D_i = D_o - 2 * T_{\min}$$

Obliczenie wartości pmax dla kształtek typu A wg normy PN EN 10253-2 z materiału P265GH (1.0425)

$$T_{\min} = T * (100 - 12.5) / 100 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o \leq 610$$

$$T_{\min} = T - 0.35 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o > 610 ; T \leq 10$$

$$T_{\min} = T - 0.5 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o > 610 \text{ i } T > 10$$

p_{test} = **45,50 bar**

$$f_p = 0.95 * R_{e20} \text{ MPa}$$

Obliczenie wartości pmax dla łuków

Do	Odm.	R	T	T _{min}	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
33,7	3D	38,0	2,6	1,3	74	94,00	5,47	251,75	146,4
21,3	3D	38,0	2,0	0,8	85	94,00	5,83	251,75	156,1

Obliczenie wartości pmax dla zwężeń

D	D1	T	Tmin	T1	T1min	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
219,1	168,3	6,3	4,5	4,5	2,9	100	94	3,95	251,8	105,7

Ciśnienie pmax dla dobranych kształtek jest większe od założonego ciśnienia obliczeniowego

8.6. Rurociągi pary zredukowanej – Zabudowa SRS1

Para wylotowa ze stacji SRS1 będzie zasilala wymienniki ciepła PC1,2,3.

Parametry pracy stacji redukcyjno-schładzającej SRS1:

Parametry pary dolotowej do SRS1:

- parametry obliczeniowe: 2,0 MPa(g) / 350 stC
- parametry robocze: 1,4÷1,6 MPa(g) / 250÷330 stC

Parametry pary wylotowej z SRS1:

- parametry obliczeniowe: 0,6 MPa(g) / 150 stC
- parametry robocze: 0,1÷0,2 MPa(g) / 126÷139 stC

Parametry wody wtryskowej do SRS1:

- parametry obliczeniowe: 3,0 MPa(g) / 110 stC
- parametry robocze: 2,5 MPa(g) / 105 stC

Przepływ min/max:

- para wlotowa do SRS1 4,59 Mg/h / 22,45 Mg/h
- woda wtryskowa do SRS1 0,41 Mg/h / 3,55 Mg/h
- para wylotowa z SRS1 5,00 Mg/h / 26,00 Mg/h

Średnica znamionowa zaworu regulacyjnego wynosi DN125/350. Zawór wyposażony zostanie w napęd zasilany sprężonym powietrzem. Minimalny regulowany przepływ przez stację SRS1 wynosi 5 Mg/h.

Wymagany odcinek prosty rurociągu za punktem wtrysku to 9m.

Pomiar temperatury do zabudowy min. 18m za punktem wtrysku wody do stacji.

Na odcinku wylotowym ze stacji zostanie zabudowany zawór bezpieczeństwa 10LBD10AA701 o wydajności 26Mg/h i ciśnieniu otwarcia Potw=6,0 bar(g).

Parametry rurociągów pary zredukowanej za SRS1 kształtują się następująco:

Czynnik	Materiał	Parametry obliczeniowe		Parametry robocze		Przepływ
		Ciśnienie pc	Temperatura tc	Ciśnienie po	Temperatura to	Mg/h
		MPa(g)	°C	MPa(g)	[°C]	
Para zredukowana SRS1	P265GH	0,6	150	0,1÷0,2	126÷139	5÷26

Zastosowane średnice i kategorie rurociągów:

Materiał	DN	Dz	g	Kolana	Kategoria rurociągu wg EN-13480-1	Całkowita grubość izolacji [mm]	Materiał izolacji
P265GH	350	355,6	8,0	3D/5D	I	40	Paroc Pro Section (WR) 100 + Płaszcz z blachy ocynkowanej
	250	273,0	6,3	3D/5D	I	40	
	25	33,7	2,6	3D/5D	0	30	

Wyniki obliczeń przepływowych:

Dz [mm]	g [mm]	Dw [mm]	F [m2]	Q [t/h]	Q [kg/s]	v [m3/kg]	V [m3/s]	w [m/s]
355,6	8,0	339,6	0,09058	26	7,22	0,62	4,44	49,05
273	6,3	260,4	0,05326	7,7	2,139	0,62	1,32	24,71

Norma PN76/M-34034 Rurociągi – Zasady obliczeń strat ciśnienia, dla rurociągów pary nasyconej zaleca prędkości z zakresu 40÷50 m/s. Zalecane w PN prędkości to utrzymanie strat ciśnienia na optymalnym poziomie.

Wyniki obliczeń wytrzymałościowych

Obliczenia grubości ścianek rur w zależności od ciśnienia wewnętrznego dla $t_o < t_g$

Obliczenia wg PN-EN 13480-3 : 2017

Symbole, oznaczenia i numery wzorów wg PN-EN 13480-3 : 2017

Parametry obliczeniowe i założenia:

$p_c = 0,60$ MPa $t_c = 150$ °C $t_{gr} = 395$ °C

rura wg EN 10216-2

R_m, R_e wg EN 10216-2

materiał rury: **P265GH (1.0425)**

$R_m = 410$ MPa $A = 21$ %

Grubość ścianki rury prostej:

$$\text{dla } D_o / D_i \leq 1,7 \quad e_p = \frac{p_c D_o}{2 f_z + p_c} \quad (6.1-2); \quad \text{dla } D_o / D_i > 1,7 \quad e_p = \frac{D_o}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{f_z - p_c}{f_z + p_c}} \right) \quad (6.1-4)$$

$$\text{gdzie: } f = \min \left\{ \frac{R_{eHt}}{1,5} \text{ lub } \frac{R_{p0,2t}}{1,5}; \frac{R_m}{2,4} \right\} \quad z=1 \quad (5.2.1-1)$$

grubość ścianki łuku o jednakowej grubości ścianki wewnętrznej i zewnętrznej:
(łuki "hamburskie")

$$e_{int} = e_{ext} = e_p B \quad (B.4.1-10)$$

gdzie:

$$B = \frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} + \sqrt{\left(\frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} \right)^2 + 2 \frac{R}{e_p} - \frac{D_o}{2e_p}} \quad (B.4.1-11)$$

grubość zamówieniowa rury: $e_{ord} \geq e_r$ gdzie: $e_r = e + c_0 + c_1 + c_2$ (4.3-3)

gdzie: e - obliczeniowa grubość ścianki rury

e_p - obliczeniowa grubość ścianki prostki

c_0 - nadatek na korozję

e_{pr} - obliczeniowa grubość ścianki prostki z nadatkami

c_1 - ujemna odchyłka grubości ścianki

e_a - grubość oblicz. rury przy sprawdzaniu wytrzymałości.

c_2 - dodatkowy nadatek na pocienienie ścianki w czasie obróbki

Wyniki obliczeń rury prostej

$e_{pmin} = e_p + c_0$ - minimalna grubość ścianki gotowego elementu

D_o	R_{e20}	R_{eHt}	f_{test}	f	e_p	e_{pr}	$e_{ord p}$	c_0	c_1	c_2	D_o/D_i	e_a	e_{pmin}
mm	MPa	MPa	MPa	MPa	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	mm	mm
355,6	265	213	170,8	142,0	0,8	3,4	8,0	1,0	1,6	0,0	1,03	5,4	1,8
273	265	213	170,8	142,0	0,6	2,9	6,3	1,0	1,3	0,0	1,03	4,1	1,6
33,7	265	213	170,8	142,0	0,1	1,5	2,6	1,0	0,4	0,0	1,08	1,2	1,1

Ciśnienie próbne : $P_t = \max \{ 1,43 PS ; 1,25 PS (f_{test} / f) \}$

$p_t = 9,1$ bar

Największe naprężenia w czasie próby dla rury $\varnothing 273 \times 6,3$

$f_{ptest} = 29,6 < 0,95 \times R_{e20} = 251,8$ MPa

Maksymalne ciśnienie na odcinkach prostych przyjętych rur

pc= 0,60 MPa

tc= 150 oC

$$e_{\min} = e_{ord} - c_1 - c_o - c_2$$

DN	Do	e _{ord}	c ₁	c _o	c ₂	e _{min}	p _{max}	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Mpa	bar
350	355,6	8,0	1,6	1,0	0,0	5,4	4,37	77,6
250	273,0	6,3	1,3	1,0	0,0	4,0	4,22	74,8
25	33,7	2,6	0,4	1,0	0,0	1,2	10,48	185,9

dla $D_o / D_i \leq 1.7$

$$p_{\max} = 2 * T_{\min} * f * z / (D_o - T_{\min})$$

dla $D_o / D_i > 1.7$

$$p_{\max} = f * z * (1 - K) / (1 + K)$$

gdzie: $K = (D_o - 2 * T_{\min}) / D_o$

$$D_i = D_o - 2 * T_{\min}$$

Obliczenie wartości pmax dla kształtek typu A wg normy PN EN 10253-2 z materiału P265GH (1.0425)

$$T_{\min} = T * (100 - 12.5) / 100 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o \leq 610$$

$$T_{\min} = T - 0.35 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o > 610 ; T \leq 10$$

$$T_{\min} = T - 0.5 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o > 610 \text{ i } T > 10$$

$$p_{\text{test}} = 9,10 \text{ bar}$$

$$f_p = 0,95 * R_{e20} \text{ MPa}$$

Obliczenie wartości pmax dla łuków

Do	Odm.	R	T	T _{min}	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
355,6	5D	850,0	8,0	6,0	88	142,00	4,28	251,75	75,8
355,6	3D	533,0	8,0	6,0	80	142,00	3,89	251,75	68,9
273,0	5D	650,0	6,3	4,5	88	142,00	4,20	251,75	74,4
273,0	3D	381,0	6,3	4,5	78	142,00	3,72	251,75	65,9

Ciśnienie pmax dla dobranych kształtek jest większe od założonego ciśnienia obliczeniowego

8.7. Rurociągi pary zredukowanej – Zabudowa SRS2

Para wylotowa ze stacji SRS2 będzie wykorzystana do zasilenia odbiorów technologicznych S1 i S2 zakładu, oraz zasilenia procesu odgazowania termicznego.

Parametry pracy stacji redukcyjno-schładzającej SRS2:

Parametry pary dolotowej do SRS2:

- parametry obliczeniowe: 2,0 MPa(g) / 350 stC
- parametry robocze: 1,4÷1,6 MPa(g) / 250÷330 stC

Parametry pary wylotowej z SRS2:

- parametry obliczeniowe: 1,4 MPa(g) / 220 stC
- parametry robocze: 1,2 MPa(g) / 197 stC

Parametry wody wtryskowej do SRS2:

- parametry obliczeniowe: 3,0 MPa(g) / 110 stC
- parametry robocze: 2,5 MPa(g) / 105 stC

Przepływ min/max:

- para wlotowa do SRS2 1,7 Mg/h / 7,0 Mg/h
- woda wtryskowa do SRS2 0,09 Mg/h / 0,78 Mg/h
- para wylotowa z SRS2 1,7 Mg/h / 7,0 Mg/h (*)

* Producent dopuszcza przepływ chwilowy przez stację w ilości 8 Mg/h.

Średnica znamionowa zaworu regulacyjnego wynosi DN100. Zawór wyposażony zostanie w napęd zasilany sprężonym powietrzem. Minimalny regulowany przepływ przez stację SRS1 wynosi 1,7 Mg/h.

Wymagany odcinek prosty rurociągu za punktem wtrysku to 7m.

Pomiar temperatury do zabudowy min. 14m za punktem wtrysku wody do stacji.

Na odcinku wylotowym ze stacji zostanie zabudowany zawór bezpieczeństwa 10LBD20AA701 o wydajności 7Mg/h i ciśnieniu otwarcia Potw=14,0 bar(g).

Parametry rurociągów pary zredukowanej za SRS2 kształtują się następująco:

Czynnik	Materiał	Parametry obliczeniowe		Parametry robocze		Przepły w
		Ciśnienie pc	Temperatura tc	Ciśnienie po	Temperatura to	Mg/h
		MPa(g)	°C	MPa(g)	[°C]	
Para zredukowana do zbiorników oleju	P265GH	1,4	220	1,2	195	0÷0,2
Para zredukowana na technologię zakładu (S2)		1,4	220	1,2	195	0÷6
Para na odgazowanie		1,4	220	1,2	195	0÷1,65

Zastosowane średnice i kategorie rurociągów:

Materiał	DN	Dz	g	Kolana	Kategoria rurociągu wg EN-13480-1	Całkowita grubość izolacji [mm]	Materiał izolacji
P265GH	100	114,3	3,6	3D/5D	I	50	Paroc Pro Section (WR) 100 + Płaszcz z blachy ocynkowanej
	50	60,3	2,9	3D/5D	0	40	
	25	33,7	2,6	3D/5D	0	40	

Wyniki obliczeń przepływowych:

Dz [mm]	g [mm]	Dw [mm]	F [m2]	Q [t/h]	Q [kg/s]	v [m3/kg]	V [m3/s]	w [m/s]
114,3	3,6	107,1	0,00901	7,85	2,181	0,15	0,33	36,97
114,3	3,6	107,1	0,00901	6,00	1,667	0,15	0,26	28,26
60,3	2,9	54,5	0,00233	1,65	0,458	0,15	0,07	30,01

Norma PN76/M-34034 Rurociągi – Zasady obliczeń strat ciśnienia, dla rurociągów pary nasyconej zaleca prędkości z zakresu 40÷55 m/s. Zalecane w PN prędkości to utrzymanie strat ciśnienia na optymalnym poziomie.

Wyniki obliczeń wytrzymałościowych

Obliczenia grubości ścianek rur w zależności od ciśnienia wewnętrznego dla $t_o < t_g$

Obliczenia wg PN-EN 13480-3 : 2017

Symbole, oznaczenia i numery wzorów wg PN-EN 13480-3 : 2017

Parametry obliczeniowe i założenia:

$p_c = 1,40$ MPa $t_c = 220$ °C $t_{gr} = 395$ °C

rura wg EN 10216-2

R_m, R_e wg EN 10216-2

materiał rury: **P265GH (1.0425)**

$R_m = 410$ MPa $A = 21$ %

Grubość ścianki rury prostej:

$$\text{dla } D_o / D_i \leq 1,7 \quad e_p = \frac{p_c D_o}{2 f_z + p_c} \quad (6.1-2); \quad \text{dla } D_o / D_i > 1,7 \quad e_p = \frac{D_o}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{f_z - p_c}{f_z + p_c}} \right) \quad (6.1-4)$$

$$\text{gdzie: } f = \min \left\{ \frac{R_{eHt}}{1,5} \text{ lub } \frac{R_{p0,2t}}{1,5}; \frac{R_m}{2,4} \right\} \quad z=1 \quad (5.2.1-1)$$

grubość ścianki łuku o jednakowej grubości ścianki wewnętrznej i zewnętrznej:
(łuki "hamburskie")

$$e_{int} = e_{ext} = e_p B \quad (B.4.1-10)$$

gdzie:

$$B = \frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} + \sqrt{\left(\frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} \right)^2 + 2 \frac{R}{e_p} - \frac{D_o}{2e_p}} \quad (B.4.1-11)$$

grubość zamówieniowa rury: $e_{ord} \geq e_r$ gdzie: $e_r = e + c_0 + c_1 + c_2$ (4.3-3)

gdzie: e - obliczeniowa grubość ścianki rury

e_p - obliczeniowa grubość ścianki prostki

c_0 - nadatek na korozję

e_{pr} - obliczeniowa grubość ścianki prostki z nadatkami

c_1 - ujemna odchyłka grubości ścianki

e_a - grubość oblicz. rury przy sprawdzaniu wytrzymałości.

c_2 - dodatkowy nadatek na pocienienie ścianki w czasie obróbki

Wyniki obliczeń rury prostej

$e_{pmin} = e_p + c_0$ - minimalna grubość ścianki gotowego elementu

D_o	R_{e20}	R_{eHt}	f_{test}	f	e_p	e_{pr}	$e_{ord p}$	c_0	c_1	c_2	D_o/D_i	e_a	e_{pmin}
mm	MPa	MPa	MPa	MPa	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	mm	mm
114,3	265	183,6	170,8	122,4	0,7	2,1	3,6	1,0	0,5	0,0	1,04	2,2	1,7
60,3	265	183,6	170,8	122,4	0,4	1,8	2,9	1,0	0,4	0,0	1,05	1,5	1,4
33,7	265	183,6	170,8	122,4	0,2	1,6	2,6	1,0	0,4	0,0	1,08	1,2	1,2

Ciśnienie próbne : $P_t = \max \{ 1,43 PS ; 1,25 PS (f_{test} / f) \}$

$p_t = 24,5$ bar

Największe naprężenia w czasie próby dla rury $\varnothing 114,3 \times 3,6$

$f_{ptest} = 62,2 < 0,95 \times R_{e20} = 251,8$ MPa

Maksymalne ciśnienie na odcinkach prostych przyjętych rur

pc= 1,40 MPa

tc= 220 oC

$$e_{\min} = e_{\text{ord}} - c_1 - c_o - c_2$$

DN	Do	e _{ord}	c ₁	c _o	c ₂	e _{min}	p _{max}	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Mpa	bar
100	114,3	3,6	0,5	1,0	0,0	2,1	4,58	94,2
50	60,3	2,9	0,4	1,0	0,0	1,5	6,24	128,4
25	33,7	2,6	0,4	1,0	0,0	1,2	9,03	185,9

dla $D_o / D_i \leq 1.7$

$$p_{\max} = 2 * T_{\min} * f * z / (D_o - T_{\min})$$

dla $D_o / D_i > 1.7$

$$p_{\max} = f * z * (1 - K) / (1 + K)$$

gdzie: $K = (D_o - 2 * T_{\min}) / D_o$

$$D_i = D_o - 2 * T_{\min}$$

Obliczenie wartości pmax dla kształtek typu A wg normy PN EN 10253-2 z materiału P265GH (1.0425)

$$T_{\min} = T * (100 - 12.5) / 100 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o \leq 610$$

$$T_{\min} = T - 0.35 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o > 610 ; T \leq 10$$

$$T_{\min} = T - 0.5 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o > 610 \text{ i } T > 10$$

$$p_{\text{test}} = 24,50 \text{ bar}$$

$$f_p = 0,95 * R_{e20} \text{ MPa}$$

Obliczenie wartości pmax dla łuków

Do	Odm.	R	T	T _{min}	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
114,3	3D	152,0	3,6	2,2	77	122,40	3,61	251,75	74,2
114,3	5D	270,0	3,6	2,2	88	122,40	4,12	251,75	84,7
60,3	5D	137,5	2,9	1,5	88	122,40	5,63	251,75	115,7
60,3	3D	76,0	2,9	1,5	76	122,40	4,86	251,75	99,9

Ciśnienie pmax dla dobranych kształtek jest większe od założonego ciśnienia obliczeniowego

8.8. Stacja odgazowania (TD30) wody wraz ze zbiornikiem wody zasilającej (ZWZ)

Podstawowym zadaniem stacji odgazowania wody jest usunięcie tlenu oraz niekondensujących gazów z czynnika doprowadzanego do stacji odgazowania. Do zbiornika lub jego wypływu dozowane będą również chemikalia zapewniające uzyskanie wymaganych parametrów fizyko-chemicznych wody w obiegu. Działania te mają na celu zapewnienie właściwej jakości wody zasilającej, pozwalającej zapobiec korozji w pozostałych urządzeniach i elementach obiegu parowo-wodnego. Zbiornik zabezpieczony będzie zaworem bezpieczeństwa oraz przystosowany będzie do uzupełniania wody w obiegu wodą zdemineralizowaną.

Parametry stacji odgazowania przedstawiają się następująco:

- Wydajność wężła odgazowania TD30 (min/nom/max.) 6,5/25,0/30,5 Mg/h
- Pojemność użytkowa ZWZ (całkowita/zwilżona) 19,7/14,8 m³
- Pojemność użytkowa określona jako objętość wody odgazowanej pomiędzy poprawnym poziomem minimalnym, a maksymalnym utrzymywanym normalnie i automatycznie przez DCS wynosi 14,1 m³, co przy wydajności nominalnej wężła odgazowania termicznego 25,0 Mg/h (26,181 m³/h) o ciśnieniu 1,2 bar(abs) i temperaturze 104,80stC zapewni 32,3 minuty ciągłej pracy kotłowni. Dla wydajności maksymalnej 30,5 Mg/h (31,941 m³/h) czas retencji wyniesie 26,5 minuty.
- Ciśnienie odgazowania 1,2 bar(abs) w temperaturze nasycenia 104,8stC

Do stacji odgazowania będą dopływać następujące czynniki:

- para technologiczna zasilająca barboter zbiornika wody zasilającej (ZWZ) o parametrach 13,0 bar(abs) i 191,6stC,
- kondensat z wymienników ciepłowniczych PC1, PC2 i PC3 o ciśnieniu przed odgazowywaczem 3,0 bar(abs), 90stC dopływającym do kolumny odgazowywacza (ODG) i o dostępności od 0÷25 Mg/h,
- kondensat z odbiorów technologicznych S2 o ciśnieniu przed odgazowywaczem 3,0 bar(abs) i 80÷90stC, (w ilości 0÷50%, tj. 0÷3 Mg/h),

- woda zdemineralizowana podgrzana w wymienniku do odzysku energii, dopływającej do kolumny odgazowywacza (ODG) o ciśnieniu przed odgazowywaczem 3,0 bar(abs) i 10÷30stC i o przepływie 6,0 m³/h.
- recyrkulacja minimalnego przepływu wody zasilającej,
- woda ze zbiornika spustów i odwodnień,
- opary z rozprężacza odsolin,

Ze stacji odgazowania będą odpływać następujące czynniki:

- woda zasilająca na ssanie pomp,
- opary z układu odgazowania.

Stacja odgazowania wody wraz ze zbiornikiem wody zasilającej zabudowana zostanie na w pomieszczeniu zmiękczenia wody przy hali kotłów w budynku głównym.

8.9. Rurociągi wody odgazowanej

Rurociągi wody odgazowanej doprowadzą czynnik o temperaturze nominalnej 105 °C ze zbiornika wody zasilającej na króćce ssawne pomp wody zasilającej oraz do obiegu wody sieciowej jako jego uzupełnienie przez układ stabilizacji ciśnienia.

Parametry robocze układu rurociągów wody odgazowanej:

- ciśnienie robocze $p_o = 1,2 \text{ bar(g)}$
- temperatura robocza $t_o = 105 \text{ °C}$

Parametry obliczeniowe układu rurociągów wody odgazowanej:

- ciśnienie robocze $p_c = 6,0 \text{ bar(g)}$
- temperatura robocza $t_c = 110 \text{ °C}$

Przed pompami zostaną zabudowane ręczne zawory odcinające oraz filtry dla zabezpieczenia urządzeń przed doprowadzeniem zanieczyszczeń stałych. Parametry pomp zasilających zostały zawarte w załączniku niniejszego projektu podstawowego.

Rurociągi wody odgazowanej zostaną opomiarowane pod względem temperatury i ciśnienia na wyjściu ze zbiornika wody zasilającej. Na osadnikach skośnych przed pompami zostanie opomiarowany spadek ciśnienia do monitorowania stopnia zanieczyszczenia. Ponadto układ zostanie wyposażony w pomiar ciśnienia na rurociągu

uzupełniającym obieg wody sieciowej sprzężony z automatyczną regulacją strumienia wody zaworem z napędem elektrycznym.

Woda odgazowana będzie poddawana korekcie chemicznej w stacji odgazowania wody, aby spełnić wymagania dostawców urządzeń para-woda.

Rurociągi wody odgazowanej zostaną wykonane zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 13480 i wykonane ze stali P235GH. Rurociągi wody odgazowanej należą do klasy 0 wg PN-EN 13480 i Dyrektywy 2014/68/UE.

Parametry rurociągów wody odgazowanej kształtują się następująco:

Czynnik	Materiał	Parametry obliczeniowe		Parametry robocze		Przepływ
		Ciśnienie pc	Temperatura tc	Ciśnienie po	Temperatura to	Mg/h
		MPa(g)	°C	MPa(g)	[°C]	
Woda odgazowana	P235GH	0,6	110	0,12	105	5÷26

Zastosowane średnice i kategorie rurociągów:

Materiał	DN	Dz	g	Kolana	Kategoria rurociągu wg EN-13480-1	Całkowita grubość izolacji [mm]	Materiał izolacji
P235GH	80	88,9	3,2	3D	0	30	Paroc Pro Wired Mat WR 660
P235GH	50	60,3	2,9	3D	0	30	
P235GH	25	33,7	2,3	3D	0	30	

Wyniki obliczeń przepływowych:

Dz [mm]	g [mm]	Dw [mm]	F [m2]	Q [t/h]	Q [kg/s]	v [m3/kg]	V [m3/s]	w [m/s]
88,9	3,2	82,5	0,00535	26,00	7,22	0,00111	0,01	1,50
88,9	3,2	82,5	0,00535	15,60	4,33	0,00111	0,00	0,90
88,9	3,2	82,5	0,00535	5,20	1,44	0,00111	0,00	0,30
60,3	2,9	54,5	0,00233	8,80	2,44	0,00111	0,00	1,16
60,3	2,9	54,5	0,00233	5,28	1,47	0,00111	0,00	0,70
60,3	2,9	54,5	0,00233	3,52	0,98	0,00111	0,00	0,46

Wyniki obliczeń wytrzymałościowych

Obliczenia grubości ścianek rur w zależności od ciśnienia wewnętrznego dla $t_o < t_g$

Obliczenia wg PN-EN 13480-3 : 2017

Symbole, oznaczenia i numery w wzorów wg PN-EN 13480-3 : 2017

Parametry obliczeniowe i założenia:

$p_c = 0,60$ MPa $t_c = 110$ °C $t_{gr} = 413$ °C

rura wg EN 10216-2

R_m, R_e wg EN 10216-2

materiał rury: **P235GH (1.0345)**

$R_m = 360$ MPa $A = 23$ %

Grubość ścianki rury prostej:

$$\text{dla } D_o / D_i \leq 1,7 \quad e_p = \frac{p_c D_o}{2 f_z + p_c} \quad (6.1-2); \quad \text{dla } D_o / D_i > 1,7 \quad e_p = \frac{D_o}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{f_z - p_c}{f_z + p_c}} \right) \quad (6.1-4)$$

$$\text{gdzie: } f = \min \left\{ \frac{R_{eHt}}{1,5} \text{ lub } \frac{R_{p0,2t}}{1,5}; \frac{R_m}{2,4} \right\} \quad z=1 \quad (5.2.1-1)$$

grubość ścianki łuku o jednakowej grubości ścianki wewnętrznej i zewnętrznej:
(łuki "hamburskie")

$$e_{int} = e_{ext} = e_p B \quad (B.4.1-10)$$

gdzie:

$$B = \frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} + \sqrt{\left(\frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} \right)^2 + 2 \frac{R}{e_p} - \frac{D_o}{2e_p}} \quad (B.4.1-11)$$

grubość zamówieniowa rury: $e_{ord} \geq e_r$ gdzie: $e_r = e + c_0 + c_1 + c_2$ (4.3-3)

gdzie: e - obliczeniowa grubość ścianki rury

e_p - obliczeniowa grubość ścianki prostki

c_0 - nadatek na korozję

e_{pr} - obliczeniowa grubość ścianki prostki z nadatkami

c_1 - ujemna odchyłka grubości ścianki

e_a - grubość oblicz. rury przy sprawdzaniu wytrzymałości.

c_2 - dodatkowy nadatek na pocienienie ścianki w czasie obróbki

Wyniki obliczeń rury prostej

$e_{pmin} = e_p + c_0$ - minimalna grubość ścianki gotowego elementu

D_o	R_{e20}	R_{eHt}	f_{test}	f	e_p	e_{pr}	$e_{ord p}$	c_0	c_1	c_2	D_o/D_i	e_a	e_{pmin}
mm	MPa	MPa	MPa	MPa	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	mm	mm
88,9	235	195,8	150,0	130,5	0,3	1,7	3,2	1,0	0,4	0,0	1,04	1,8	1,3
60,3	235	195,8	150,0	130,5	0,2	1,6	2,9	1,0	0,4	0,0	1,05	1,5	1,2
33,7	235	195,8	150,0	130,5	0,1	1,5	2,3	1,0	0,4	0,0	1,06	0,9	1,1

Ciśnienie próbne : $P_t = \max \{ 1,43 PS ; 1,25 PS (f_{test} / f) \}$

$p_t = 8,7$ bar

Największe naprężenia w czasie próby dla rury $\varnothing 88,9 \times 3,2$

$f_{ptest} = 20,9 < 0,95 \times R_{e20} = 223,3$ MPa

Sprawdzenie doboru kształtek spawanych typu A wg normy PN EN 10253-2

Maksymalne ciśnienie na odcinkach prostych przyjętych rur

pc= 0,60 MPa

tc= 110 oC

$$e_{\min} = e_{\text{ord}} - c_1 - c_o - c_2$$

DN	Do	e _{ord}	c ₁	c _o	c ₂	e _{min}	p _{max}	p _{testmax}
-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	MPa	bar
80	88,9	3,2	0,4	1,0	0,0	1,8	5,39	92,2
50	60,3	2,9	0,4	1,0	0,0	1,5	6,65	113,9
25	33,7	2,3	0,4	1,0	0,0	0,9	7,16	122,5

dla $D_o / D_i \leq 1.7$

$$p_{\max} = 2 * T_{\min} * f * z / (D_o - T_{\min})$$

dla $D_o / D_i > 1.7$

$$p_{\max} = f * z * (1 - K) / (1 + K)$$

gdzie: $K = ((D_o - 2 * T_{\min}) / D_o)^2$

$$D_i = D_o - 2 * T_{\min}$$

Obliczenie wartości pmax dla kształtek typu A wg normy PN EN 10253-2 z materiału P235GH (1.0345)

$$T_{\min} = T * (100 - 12.5) / 100 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o \leq 610$$

$$T_{\min} = T - 0.35 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o > 610 ; T \leq 10$$

$$T_{\min} = T - 0.5 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o > 610 \text{ i } T > 10$$

$$p_{\text{test}} = 8,70 \text{ bar}$$

$$f_p = 0,95 * R_{e20} \text{ MPa}$$

Obliczenie wartości pmax dla łuków

Do	Odm.	R	T	T _{min}	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
-	-	mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
88,9	3D	114,0	3,2	1,8	76	130,53	4,10	223,25	70,1
60,3	3D	76,0	2,9	1,5	76	130,53	5,19	223,25	88,7
33,7	3D	38,0	2,6	1,3	74	130,53	7,59	223,25	129,8

Obliczenie wartości pmax dla trójników

D	D1	T	Tmin	Dis	T1	T1min	Dib	Dib/Dis	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	%	MPa	MPa	MPa	bar
88,9	60,3	3,2	1,8	85,3	2,9	1,5	57,2	0,7	42	130,53	2,26	223,25	38,6

Obliczenie wartości pmax dla den koszykowych

D	T	Tmin	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
88,9	3,2	1,8	100	130,53	5,39	223,25	92,1

Cięśnienie pmax dla dobranych kształtek jest większe od założonego ciśnienia obliczeniowego

8.10. Rurociągi kondensatu z wymienników ciepłowniczych

Rurociągi kondensatu z wymienników ciepłowniczych PC1, PC2, PC3 umożliwią odprowadzenie czynnika po przemianie fazowej pary wlotowej o temperaturze 138 °C do króćców ssawnych pomp kondensatu PK1, PK2, PK3 zabudowanych na poziomie +0,00m. pod halą kotłów, a następnie do nowej stacji odgazowania wody zasilającej.

Parametry robocze kondensatu z wymienników PC1, PC2 i PC3 (ssanie/tłoczenie):

- ciśnienie robocze $p_o = 2,0 / 6,0 \text{ bar(g)}$
- temperatura robocza $t_o = 90 \text{ °C}$

Parametry obliczeniowe kondensatu z wymienników PC1, PC2 i PC3 (ssanie/tłoczenie):

- ciśnienie obliczeniowe $p_c = 6,0 / 10,0 \text{ bar(g)}$
- temperatura obliczeniowa $t_c = 110 \text{ °C}$

Pompy kondensatu zostaną zabudowane pod wymiennikami ciepłowniczymi PC1,2,3 w hali kotłów na poz. +0,00m. Na potrzeby niniejszego opracowania pozyskano dwie oferty pomp kondensatu z firm Hydro-Vacuum oraz KSB. Obie oferty załączono do niniejszego projektu podstawowego. Do projektu podstawowego wybrano ofertę firmy KSB.

Podstawowe parametry pomp kondensatu PK1, PK2, PK3:

- | | | |
|------------------------------------|-----------------------|------------------------|
| • Producent pomp: | HYDRO-VACUUM | KSB |
| • Ilość pomp: | 3 szt. | 3 szt. |
| • Wydajność: | 9,3 m ³ /h | 8,6 m ³ /h |
| • Wysokość podnoszenia: | 40 mH ₂ O | 46,6 mH ₂ O |
| • Sprawność pompy w punkcie pracy: | 39,2% | 66,4% |
| • Moc silnika: | 4 kW | 2,2 kW |
| • Regulacja: | Falownik | Falownik |
| • Króciec ssawny: | DN40 PN40 | DN50 PN25 |
| • Króciec tłoczny: | DN40 PN40 | DN50 PN25 |

Na wyjściu z każdego wymiennika zostanie zabudowany zawór regulacyjny z napędem elektrycznym oraz jego obejście z dwoma zaworami odcinającymi ręcznymi. Po stronie ssawnej pomp zostaną zamontowane zawory odcinające, a po stronie tłocznej zawory zwrotne i odcinające ręczne. Po podniesieniu ciśnienia czynnika kondensat zostanie przetłoczony kolektorem do kolumny odgazowania w nowej stacji odgazowania wody zasilającej, gdzie zostanie zabudowany dodatkowy zawór zwrotny i odcinający. Kolektor tłoczny kondensatu zostanie opomiarowany pod względem temperatury, ciśnienia i przepływu.

Rurociągi kondensatu z wymienników PC1, PC2 i PC3 zostaną wykonane zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 13480 i wykonane ze stali P235GH. Powyższe rurociągi należą do klasy 0 wg PN-EN 13480 i Dyrektywy 2014/68/UE.

Parametry kondensatu z wymienników PC1, PC2 i PC3 kształtują się następująco:

Czynnik	Materiał	Parametry obliczeniowe		Parametry robocze		Przepływ
		Ciśnienie pc	Temperatura tc	Ciśnienie po	Temperatura to	Mg/h
		MPa(g)	°C	MPa(g)	[°C]	
Kondensat (ssanie)	P235GH	0,6	110	0,2	90	5÷26
Kondensat (tłoczenie)		1,0	110	0,6	90	

Zastosowane średnice i kategorie rurociągów:

Materiał	DN	Dz	g	Kolana	Kategoria rurociągu wg EN-13480-1	Całkowita grubość izolacji [mm]	Materiał izolacji
P235GH	80	88,9	3,2	3D	0	30	Paroc Pro Wired Mat WR 660
	65	76,1	2,9	3D	0	30	
	50	60,3	2,9	3D	0	30	
	40	48,3	2,6	3D	0	30	
	25	33,7	2,3	3D	0	30	
	15	21,3	2,0	3D	0	30	

Wyniki obliczeń przepływowych:

Dz [mm]	g [mm]	Dw [mm]	F [m2]	Q [t/h]	Q [kg/s]	v [m3/kg]	V [m3/s]	w [m/s]
88,9	3,2	82,5	0,00535	26,00	7,22	0,00111	0,01	1,50
88,9	3,2	82,5	0,00535	15,60	4,33	0,00111	0,00	0,90
88,9	3,2	82,5	0,00535	5,20	1,44	0,00111	0,00	0,30
76,1	2,9	70,3	0,00388	26,00	7,22	0,00111	0,01	2,06
76,1	2,9	70,3	0,00388	15,60	4,33	0,00111	0,00	1,24
76,1	2,9	70,3	0,00388	5,20	1,44	0,00111	0,00	0,41
60,3	2,9	54,5	0,00233	8,40	2,33	0,00111	0,00	1,11
60,3	2,9	54,5	0,00233	6,72	1,87	0,00111	0,00	0,89
60,3	2,9	54,5	0,00233	5,04	1,40	0,00111	0,00	0,67
48,3	2,6	43,1	0,00146	8,40	2,33	0,00111	0,00	1,77
48,3	2,6	43,1	0,00146	6,72	1,87	0,00111	0,00	1,42
48,3	2,6	43,1	0,00146	5,04	1,40	0,00111	0,00	1,06

Wyniki obliczeń wytrzymałościowych

Obliczenia grubości ścianek rur w zależności od ciśnienia wewnętrznego dla $t_o < t_g$

Obliczenia wg PN-EN 13480-3 : 2017

Symbole, oznaczenia i numery w wzorów wg PN-EN 13480-3 : 2017

Parametry obliczeniowe i założenia:

$p_c = 0,60$ MPa $t_c = 110$ °C $t_g = 413$ °C

rura wg EN 10216-2

R_m, R_e wg EN 10216-2

materiał rury: **P235GH (1.0345)**

$R_m = 360$ MPa $A = 23$ %

Grubość ścianki rury prostej:

$$\text{dla } D_o / D_i \leq 1,7 \quad e_p = \frac{p_c D_o}{2 f_z + p_c} \quad (6.1-2); \quad \text{dla } D_o / D_i > 1,7 \quad e_p = \frac{D_o}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{f_z - p_c}{f_z + p_c}} \right) \quad (6.1-4)$$

$$\text{gdzie: } f = \min \left\{ \frac{R_{eHt}}{1,5} \text{ lub } \frac{R_{p0,2t}}{1,5}; \frac{R_m}{2,4} \right\} \quad z=1 \quad (5.2.1-1)$$

grubość ścianki łuku o jednakowej grubości ścianki wewnętrznej i zewnętrznej:
(łuki "hamburskie")

$$e_{int} = e_{ext} = e_p B \quad (B.4.1-10)$$

gdzie:

$$B = \frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} + \sqrt{\left(\frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} \right)^2 + 2 \frac{R}{e_p} - \frac{D_o}{2e_p}} \quad (B.4.1-11)$$

grubość zamówieniowa rury: $e_{ord} \geq e_r$ gdzie: $e_r = e + c_0 + c_1 + c_2$ (4.3-3)

gdzie: e - obliczeniowa grubość ścianki rury

e_p - obliczeniowa grubość ścianki prostki

c_0 - nadatek na korozję

e_{pr} - obliczeniowa grubość ścianki prostki z nadatkami

c_1 - ujemna odchyłka grubości ścianki

e_a - grubość oblicz. rury przy sprawdzaniu wytrzymałości.

c_2 - dodatkowy nadatek na pocienienie ścianki w czasie obróbki

Wyniki obliczeń rury prostej

$e_{pmin} = e_p + c_0$ - minimalna grubość ścianki gotowego elementu

D_o	R_{e20}	R_{eHt}	f_{test}	f	e_p	e_{pr}	$e_{ord p}$	c_0	c_1	c_2	D_o/D_i	e_a	e_{pmin}
mm	MPa	MPa	MPa	MPa	mm	mm	mm	mm	mm	mm	—	mm	mm
88,9	235	195,8	150,0	130,5	0,3	1,7	3,2	1,0	0,4	0,0	1,04	1,8	1,3
60,3	235	195,8	150,0	130,5	0,2	1,6	2,9	1,0	0,4	0,0	1,05	1,5	1,2
33,7	235	195,8	150,0	130,5	0,1	1,5	2,3	1,0	0,4	0,0	1,06	0,9	1,1
21,3	235	195,8	150,0	130,5	0,1	1,5	2,0	1,0	0,4	0,0	1,06	0,6	1,1

Ciśnienie próbne : $P_t = \max \{ 1,43 PS ; 1,25 PS (f_{test} / f) \}$

$p_t = 8,7$ bar

Największe naprężenia w czasie próby dla rury $\varnothing 88,9 \times 3,2$

$f_{ptest} = 20,9 < 0,95 \times R_{e20} = 223,3$ MPa

Wyniki obliczeń wytrzymałościowych

Obliczenia grubości ścianek rur w zależności od ciśnienia wewnętrznego dla $t_o < t_g$

Obliczenia wg PN-EN 13480-3 : 2017

Symbole, oznaczenia i numery w zórów wg PN-EN 13480-3 : 2017

Parametry obliczeniowe i założenia:

$p_c = 1,00$ MPa $t_c = 110$ °C $t_{gr} = 413$ °C

rura wg EN 10216-2

R_m, R_e wg EN 10216-2

materiał rury: **P235GH (1.0345)**

$R_m = 360$ MPa $A = 23$ %

Grubość ścianki rury prostej:

$$\text{dla } D_o / D_i \leq 1,7 \quad e_p = \frac{p_c D_o}{2 f_z + p_c} \quad (6.1-2); \quad \text{dla } D_o / D_i > 1,7 \quad e_p = \frac{D_o}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{f_z - p_c}{f_z + p_c}} \right) \quad (6.1-4)$$

$$\text{gdzie: } f = \min \left\{ \frac{R_{eHt}}{1,5} \text{ lub } \frac{R_{p0,2t}}{1,5}; \frac{R_m}{2,4} \right\} \quad z=1 \quad (5.2.1-1)$$

grubość ścianki łuku o jednakowej grubości ścianki wewnętrznej i zewnętrznej:
(łuki "hamburskie")

$$e_{int} = e_{ext} = e_p B \quad (B.4.1-10)$$

gdzie:

$$B = \frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} + \sqrt{\left(\frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} \right)^2 + 2 \frac{R}{e_p} - \frac{D_o}{2e_p}} \quad (B.4.1-11)$$

grubość zamówieniowa rury: $e_{ord} \geq e_r$ gdzie: $e_r = e + c_0 + c_1 + c_2$ (4.3-3)

gdzie: e - obliczeniowa grubość ścianki rury

e_p - obliczeniowa grubość ścianki prostki

c_0 - nadatek na korozję

e_{pr} - obliczeniowa grubość ścianki prostki z nadatkami

c_1 - ujemna odchyłka grubości ścianki

e_a - grubość oblicz. rury przy sprawdzaniu wytrzymałości.

c_2 - dodatkowy nadatek na pocienienie ścianki w czasie obróbki

Wyniki obliczeń rury prostej

$e_{pmin} = e_p + c_0$ - minimalna grubość ścianki gotowego elementu

D_o	R_{e20}	R_{eHt}	f_{test}	f	e_p	e_{pr}	$e_{ord p}$	c_0	c_1	c_2	D_o/D_i	e_a	e_{pmin}
mm	MPa	MPa	MPa	MPa	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	mm	mm
76,1	235	195,8	150,0	130,5	0,3	1,7	2,9	1,0	0,4	0,0	1,04	1,5	1,3
48,3	235	195,8	150,0	130,5	0,2	1,6	2,6	1,0	0,4	0,0	1,05	1,2	1,2
33,7	235	195,8	150,0	130,5	0,2	1,6	2,3	1,0	0,4	0,0	1,06	0,9	1,2
21,3	235	195,8	150,0	130,5	0,1	1,5	2,0	1,0	0,4	0,0	1,06	0,6	1,1

Ciśnienie próbne : $P_t = \max \{ 1,43 PS ; 1,25 PS (f_{test} / f) \}$

$p_t = 14,4$ bar

Największe naprężenia w czasie próby dla rury $\varnothing 76,1 \times 2,9$

$f_{ptest} = 35,7 < 0,95 \times R_{e20} = 223,3$ MPa

Sprawdzenie doboru kształtek spawanych typu A wg normy PN EN 10253-2

Maksymalne ciśnienie na odcinkach prostych przyjętych rur

pc= 0,60 MPa

tc= 110 oC

$$e_{\min} = e_{\text{ord}} - c_1 - c_o - c_2$$

DN	Do	e _{ord}	c ₁	c _o	c ₂	e _{min}	p _{max}	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	MPa	bar
80	88,9	3,2	0,4	1,0	0,0	1,8	5,39	92,2
50	60,3	2,9	0,4	1,0	0,0	1,5	6,65	113,9
25	33,7	2,3	0,4	1,0	0,0	0,9	7,16	122,5
15	21,3	2,0	0,4	1,0	0,0	0,6	7,56	129,4

dla $D_o / D_i \leq 1.7$

$$p_{\max} = 2 * T_{\min} * f * z / (D_o - T_{\min})$$

dla $D_o / D_i > 1.7$

$$p_{\max} = f * z * (1 - K) / (1 + K)$$

gdzie: $K = (D_o - 2 * T_{\min}) / D_o$

$$D_i = D_o - 2 * T_{\min}$$

Obliczenie wartości pmax dla kształtek typu A wg normy PN EN 10253-2 z materiału P235GH (1.0345)

$$T_{\min} = T * (100 - 12.5) / 100 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o \leq 610$$

$$T_{\min} = T - 0.35 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o > 610 ; T \leq 10$$

$$T_{\min} = T - 0.5 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o > 610 \text{ i } T > 10$$

p_{test} = 8,70 bar

$$f_p = 0.95 * R_{e20} \text{ MPa}$$

Obliczenie wartości pmax dla łuków

Do	Odm.	R	T	T _{min}	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
88,9	3D	114,0	3,2	1,8	76	130,53	4,10	223,25	70,1
60,3	3D	76,0	2,9	1,5	76	130,53	5,19	223,25	88,7
33,7	3D	38,0	2,6	1,3	74	130,53	7,59	223,25	129,8
21,3	3D	38,0	2,0	0,8	85	130,53	8,09	223,25	138,3

Obliczenie wartości pmax dla trójkątów

D	D1	T	Tmin	Dis	T1	T1min	Dib	Dib/Dis	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	%	MPa	MPa	MPa	bar
88,9	60,3	3,2	1,8	85,3	2,9	1,5	57,2	0,7	42	130,53	2,26	223,25	38,6

Obliczenie wartości pmax dla den koszykowych

D	T	Tmin	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
88,9	3,2	1,8	100	130,53	5,39	223,25	92,1

Cięśnienie pmax dla dobranych kształtek jest większe od założonego ciśnienia obliczeniowego

Sprawdzenie doboru kształtek spawanych typu A wg normy PN EN 10253-2

Maksymalne ciśnienie na odcinkach prostych przyjętych rur

pc= 1,00 MPa

tc= 110 oC

$$e_{\min} = e_{\text{ord}} - c_1 - c_o - c_2$$

DN	Do	e _{ord}	c ₁	c _o	c ₂	e _{min}	p _{max}	p _{testmax}
–	mm	mm	mm	mm	mm	mm	MPa	bar
65	76,1	2,9	0,4	1,0	0,0	1,5	5,24	89,7
40	48,3	2,6	0,4	1,0	0,0	1,2	6,65	113,7
25	33,7	2,3	0,4	1,0	0,0	0,9	7,16	122,5
15	21,3	2,0	0,4	1,0	0,0	0,6	7,56	129,4

dla $D_o / D_i \leq 1.7$

$$p_{\max} = 2 * T_{\min} * f * z / (D_o - T_{\min})$$

dla $D_o / D_i > 1.7$

$$p_{\max} = f * z * (1 - K) / (1 + K)$$

gdzie: $K = ((D_o - 2 * T_{\min}) / D_o)^2$

$$D_i = D_o - 2 * T_{\min}$$

Obliczenie wartości p_{max} dla kształtek typu A wg normy PN EN 10253-2 z materiału P235GH (1.0345)

$$T_{\min} = T * (100 - 12.5) / 100 - c_o \quad \text{gd}y \quad D_o \leq 610$$

$$T_{\min} = T - 0.35 - c_o \quad \text{gd}y \quad D_o > 610 ; T \leq 10$$

$$T_{\min} = T - 0.5 - c_o \quad \text{gd}y \quad D_o > 610 \text{ i } T > 10$$

p_{test} = 14,40 bar

$$f_p = 0.95 * R_{e20} \text{ MPa}$$

Obliczenie wartości p_{max} dla łuków

Do	Odm.	R	T	T _{min}	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
–	–	mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
76,1	3D	95,0	2,9	1,5	76	130,53	4,09	223,25	69,9
48,3	3D	57,0	2,6	1,3	74	130,53	5,23	223,25	89,4
33,7	3D	38,0	2,6	1,3	74	130,53	7,59	223,25	129,8
21,3	3D	38,0	2,0	0,8	85	130,53	8,09	223,25	138,3

Obliczenie wartości p_{max} dla trójkątów

D	D1	T	T _{min}	Dis	T1	T1 _{min}	Dib	Dib/Dis	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	–	%	MPa	MPa	MPa	bar
76,1	48,3	2,9	1,5	73,0	2,6	1,3	45,8	0,6	44	130,53	2,36	223,25	40,3

Obliczenie wartości p_{max} dla zwężeń

D	D1	T	T _{min}	T1	T1 _{min}	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
60,3	48,3	2,9	1,5	2,6	1,3	100	131	6,83	223,3	116,8

Obliczenie wartości p_{max} dla den koszykowych

D	T	T _{min}	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
76,1	2,9	1,5	100	130,53	5,38	223,25	92,0

Ciśnienie p_{max} dla dobranych kształtek jest większe od założonego ciśnienia obliczeniowego

8.11. Rurociąg kondensatu z odbiorów technologicznych S-2

Rurociąg kondensatu z odbiorów technologicznych S-2 na potrzeby zakładu umożliwi odprowadzenie czynnika do kolumny odgazowywacza do nowej stacji odgazowania.

Parametry robocze kondensatu z odbiorów technologicznych S-2:

- ciśnienie robocze $p_o = 2,0 \text{ bar(g)}$
- temperatura robocza $t_o = 90 \text{ }^\circ\text{C}$

Parametry obliczeniowe kondensatu z odbiorów technologicznych S-2:

- ciśnienie obliczeniowe $p_c = 5,0 \text{ bar(g)}$
- temperatura obliczeniowa $t_c = 110 \text{ }^\circ\text{C}$

W punkcie przyłączeniowym z odbiorów technologicznych zostanie zamontowany ręczny zawór odcinający, a przy kolumnie odgazowywacza zawór zwrotny oraz ręczny odcinający. Temperatura, ciśnienie i przepływ kondensatu zostaną opomiarowane.

Rurociąg kondensatu z odbiorów technologicznych S-2 zostanie wykonany zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 13480 i wykonany ze stali P235GH. Powyższy rurociąg należy do klasy 0 wg PN-EN 13480 i Dyrektywy 2014/68/UE.

Parametry kondensatu z odbiorów technologicznych S2 kształtują się następująco:

Czynnik	Materiał	Parametry obliczeniowe		Parametry robocze		Przepływ Mg/h
		Ciśnienie p_c	Temperatura t_c	Ciśnienie p_o	Temperatura t_o	
		MPa(g)	$^\circ\text{C}$	MPa(g)	$[\text{ }^\circ\text{C}]$	
Kondensat	P235GH	0,5	110	0,2	90	0÷3

Zastosowane średnice i kategorie rurociągów:

Materiał	DN	Dz	g	Kolana	Kategoria rurociągu wg EN-13480-1	Całkowita grubość izolacji [mm]	Materiał izolacji
P235GH	25	33,7	2,3	łuki gięte	0	30	Paroc Pro Wired Mat WR660

Wyniki obliczeń przepływowych:

Dz [mm]	g [mm]	Dw [mm]	F [m ²]	Q [t/h]	Q [kg/s]	v [m ³ /kg]	V [m ³ /s]	w [m/s]
33,7	2,3	29,1	0,00067	3,00	0,83	0,00111	0,00	1,39
33,7	2,3	29,1	0,00067	2,40	0,67	0,00111	0,00	1,11
33,7	2,3	29,1	0,00067	1,80	0,50	0,00111	0,00	0,83

Wyniki obliczeń wytrzymałościowych

Obliczenia grubości ścianek rur w zależności od ciśnienia wewnętrznego dla $t_o < t_{gr}$

Obliczenia wg PN-EN 13480-3 : 2017

Symbole, oznaczenia i numery w wzorów wg PN-EN 13480-3 : 2017

Parametry obliczeniowe i założenia:

$p_c = 0,50$ MPa $t_c = 110$ °C $t_{gr} = 413$ °C

rura wg EN 10216-2

R_m, R_e wg EN 10216-2

materiał rury: **P235GH (1.0345)**

$R_m = 360$ MPa $A = 23$ %

Grubość ścianki rury prostej:

$$\text{dla } D_o / D_i \leq 1,7 \quad e_p = \frac{p_c D_o}{2 f_z + p_c} \quad (6.1-2) \quad \text{dla } D_o / D_i > 1,7 \quad e_p = \frac{D_o}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{f_z - p_c}{f_z + p_c}} \right) \quad (6.1-4)$$

$$\text{gdzie: } f = \min \left\{ \frac{R_{effl}}{1,5} \text{ lub } \frac{R_{p0,2r}}{1,5}; \frac{R_m}{2,4} \right\} \quad z=1 \quad (5.2.1-1)$$

grubość ścianki wewnętrznej łuku: $e_{int} = e_p B_{int}$ (B.4.1-1)

$$\text{gdzie: } B_{int} = \frac{D_o}{2e_p} + \frac{r}{e_p} - \left(\frac{D_o}{2e_p} + \frac{r}{e_p} - 1 \right) \sqrt{\frac{\left(\frac{r}{e_p} \right)^2 - \left(\frac{D_o}{2e_p} \right)^2}{\left(\frac{r}{e_p} \right)^2 - \frac{D_o}{2e_p} \left(\frac{D_o}{2e_p} - 1 \right)}} \quad (B.4.1-3)$$

$$\frac{r}{e_p} = \sqrt{\frac{1}{2} \left[\left(\frac{D_o}{2e_p} \right)^2 + \left(\frac{R}{e_p} \right)^2 \right]} + \sqrt{\frac{1}{4} \left[\left(\frac{D_o}{2e_p} \right)^2 + \left(\frac{R}{e_p} \right)^2 \right]^2 - \frac{D_o}{2e_p} \left(\frac{D_o}{2e_p} - 1 \right) \left(\frac{R}{e_p} \right)^2}} \quad (B.4.1-4)$$

grubość ścianki zewnętrznej łuku: $e_{ext} = e_p B_{ext}$ (B.4.1-7)

$$\text{gdzie: } B_{ext} = \frac{D_o}{2e_p} - \frac{r}{e_p} - \left(\frac{D_o}{2e_p} - \frac{r}{e_p} - 1 \right) \sqrt{\frac{\left(\frac{r}{e_p} \right)^2 - \left(\frac{D_o}{2e_p} \right)^2}{\left(\frac{r}{e_p} \right)^2 - \frac{D_o}{2e_p} \left(\frac{D_o}{2e_p} - 1 \right)}} \quad (B.4.1-9)$$

grubość zamówieniowa rury: $e_{ord} \geq e_r$ **gdzie:** $e_r = e + c_0 + c_1 + c_2$ (4.3-3)

gdzie: e - obliczeniowa grubość ścianki rury

e_p - obliczeniowa grubość ścianki prostej

c_0 - nadatek na korozję

e_{pr} - obliczeniowa grubość ścianki prostej z nadatkami

c_1 - ujemna odchyłka grubości ścianki

e_a - grubość oblicz. rury przy sprawdzaniu wytrzymałości.

c_2 - dodatkowy nadatek na pocienienie ścianki w czasie obróbki

Wyniki obliczeń rury prostej

$e_{pmin} = e_p + c_0$ - minimalna grubość ścianki gotowego elementu

D_o mm	R_{e20} MPa	R_{eHt} MPa	f_{test} MPa	f MPa	e_p mm	e_{pr} mm	$e_{ord p}$ mm	c_0 mm	c_1 mm	c_2 mm	D_o/D_i	e_a mm	e_{pmin} mm
33,7	235	195,8	150,0	130,5	0,1	1,5	2,3	1,0	0,4	0,0	1,06	0,9	1,1

Wyniki obliczeń łuków

D_o mm	R mm	r/e -	B_{int} -	e_{int} mm	$e_{r int}$ mm	$e_{ord int}$ mm	$e_{min int}$ mm	B_{ext}	e_{ext} mm	$e_{r ext}$ mm	$e_{ord ext}$ mm	$e_{min ext}$ mm
33,7	50	776,4	1,25	0,1	1,5	2,3	1,10	0,87	0,1	1,5	2,3	1,1

Ciśnienie próbne: $P_t = \max \{ 1,43 PS ; 1,25 PS (f_{test} / f) \}$

$p_t = 7,2$ bar

Największe naprężenia w czasie próby dla rury $\varnothing 33,7 \times 2,3$

$f_{ptest} = 13,1 < 0,95 \times R_{e20} = 223,3$ MPa

8.12. Rurociągi z rozprężacza odsolin i odmulin

Rurociągi z rozprężacza odsolin i odmulin umożliwią odzysk pary rurociągiem wydmuchowym opar do zbiornika wody zasilającej oraz wykorzystanie ciepła skroplin do podgrzania wody zdemineralizowanej w wymienniku WC1.

Parametry robocze rurociągów z rozprężacza odsolin i odmulin:

- ciśnienie robocze $p_o = 0,2 \text{ bar(g)}$
- temperatura robocza $t_o = 105 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Parametry obliczeniowe rurociągów z rozprężacza odsolin i odmulin:

- ciśnienie obliczeniowe $p_c = 0,5 \text{ bar(g)}$
- temperatura obliczeniowa $t_c = 200 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Na rurociągu wydmuchu oparów z rozprężacza odsolin do zbiornika wody zasilającej zostanie zamontowany zawór zwrotny. W przypadku odzysku ciepła ze skroplin na rurociągu do wymiennika WC1 zostanie zamontowany zawór ręczny odcinający przed i za wymiennikiem. Skropliny wylotowe zostaną sprowadzone do studzienki schładzającej.

Rurociągi z rozprężacza odsolin i odmulin zostaną wykonane zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 13480 i wykonane ze stali P235GH. Powyższe rurociągi należą do klasy 0 wg PN-EN 13480 i Dyrektywy 2014/68/UE.

Parametry rurociągów z rozprężacza odsolin i odmulin kształtują się następująco:

Czynnik	Materiał	Parametry obliczeniowe		Parametry robocze		Przepływ
		Ciśnienie pc	Temperatura tc	Ciśnienie po	Temperatura to	Mg/h
		MPa(g)	°C	MPa(g)	[°C]	
Opary/skropliny	P235GH	0,05	300	0,02	200	0,4 ÷ 1,5

Zastosowane średnice i kategorie rurociągów:

Materiał	DN	Dz	g	Kolana	Kategoria rurociągu wg EN-13480-1	Całkowita grubość izolacji [mm]	Materiał izolacji
P235GH	65	76,1	2,9	3D	0	60	Paroc Pro Wired Mat WR 660
P235GH	20	26,9	2,0	3D	0	50	

Wyniki obliczeń przepływowych:

Dz [mm]	g [mm]	Dw [mm]	F [m2]	Q [t/h]	Q [kg/s]	v [m3/kg]	V [m3/s]	w [m/s]
76,1	2,9	70,3	0,00388	0,37	0,10	0,27278	0,03	7,18
76,1	2,9	70,3	0,00388	0,22	0,06	0,27278	0,02	4,31
76,1	2,9	70,3	0,00388	0,07	0,02	0,27278	0,01	1,44
26,9	2	22,9	0,00041	1,47	0,41	0,00111	0,00	1,10
26,9	2	22,9	0,00041	0,88	0,25	0,00111	0,00	0,66
26,9	2	22,9	0,00041	0,29	0,08	0,00111	0,00	0,22

Wyniki obliczeń wytrzymałościowych

Obliczenia grubości ścianek rur w zależności od ciśnienia wewnętrznego dla $t_o < t_g$

Obliczenia wg PN-EN 13480-3 : 2017

Symbole, oznaczenia i numery w zórów wg PN-EN 13480-3 : 2017

Parametry obliczeniowe i założenia:

$p_c = 0,05$ MPa $t_c = 300$ °C $t_{gr} = 413$ °C

rura wg EN 10216-2

R_m, R_e wg EN 10216-2

materiał rury: **P235GH (1.0345)**

$R_m = 360$ MPa $A = 23$ %

Grubość ścianki rury prostej:

$$\text{dla } D_o / D_i \leq 1,7 \quad e_p = \frac{p_c D_o}{2 f_z + p_c} \quad (6.1-2); \quad \text{dla } D_o / D_i > 1,7 \quad e_p = \frac{D_o}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{f_z - p_c}{f_z + p_c}} \right) \quad (6.1-4)$$

$$\text{gdzie: } f = \min \left\{ \frac{R_{eHt}}{1,5} \text{ lub } \frac{R_{p0,2t}}{1,5}; \frac{R_m}{2,4} \right\} \quad z=1 \quad (5.2.1-1)$$

grubość ścianki łuku o jednakowej grubości ścianki wewnętrznej i zewnętrznej:
(łuki "hamburskie")

$$e_{int} = e_{ext} = e_p B \quad (B.4.1-10)$$

gdzie:

$$B = \frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} + \sqrt{\left(\frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} \right)^2 + 2 \frac{R}{e_p} - \frac{D_o}{2e_p}} \quad (B.4.1-11)$$

grubość zamówieniowa rury: $e_{ord} \geq e_r$ gdzie: $e_r = e + c_0 + c_1 + c_2$ (4.3-3)

gdzie: e - obliczeniowa grubość ścianki rury

e_p - obliczeniowa grubość ścianki prostki

c_0 - nadatek na korozję

e_{pr} - obliczeniowa grubość ścianki prostki z nadatkami

c_1 - ujemna odchyłka grubości ścianki

e_a - grubość oblicz. rury przy sprawdzaniu wytrzymałości.

c_2 - dodatkowy nadatek na pocienienie ścianki w czasie obróbki

Wyniki obliczeń rury prostej

$e_{pmin} = e_p + c_0$ - minimalna grubość ścianki gotowego elementu

D_o	R_{e20}	R_{eHt}	f_{test}	f	e_p	e_{pr}	$e_{ord p}$	c_0	c_1	c_2	D_o/D_i	e_a	e_{pmin}
mm	MPa	MPa	MPa	MPa	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	mm	mm
76,1	235	132	150,0	88,0	0,1	1,5	2,9	1,0	0,4	0,0	1,04	1,5	1,1
26,9	235	132	150,0	88,0	0,1	1,5	2,0	1,0	0,4	0,0	1,05	0,6	1,1

Ciśnienie próbne : $P_t = \max \{ 1,43 PS ; 1,25 PS (f_{test} / f) \}$

$p_t = 1,1$ bar

Największe naprężenia w czasie próby dla rury $\varnothing 76,1 \times 2,9$

$f_{ptest} = 2,6 < 0,95 \times R_{e20} = 223,3$ MPa

Sprawdzenie doboru kształtek spawanych typu A wg normy PN EN 10253-2

Maksymalne ciśnienie na odcinkach prostych przyjętych rur

pc= 0,05 MPa tc= 300 oC

$$e_{\min} = e_{\text{ord}} - c_1 - c_o - c_2$$

DN	Do	e _{ord}	c ₁	c _o	c ₂	e _{min}	p _{max}	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	MPa	bar
65	76,1	2,9	0,4	1,0	0,0	1,5	3,53	89,7
20	26,9	2,0	0,4	1,0	0,0	0,6	4,01	101,8

$$\text{dla } D_o / D_i \leq 1.7$$

$$p_{\max} = 2 * T_{\min} * f * z / (D_o - T_{\min})$$

$$\text{dla } D_o / D_i > 1.7$$

$$p_{\max} = f * z * (1 - K) / (1 + K)$$

$$\text{gdzie: } K = (D_o - 2 * T_{\min}) / D_o$$

$$D_i = D_o - 2 * T_{\min}$$

Obliczenie wartości pmax dla kształtek typu A wg normy PN EN 10253-2 z materiału P235GH (1.0345)

$$T_{\min} = T * (100 - 12.5) / 100 - c_o \quad \text{gd } D_o \leq 610$$

$$T_{\min} = T - 0.35 - c_o \quad \text{gd } D_o > 610 ; T \leq 10$$

$$T_{\min} = T - 0.5 - c_o \quad \text{gd } D_o > 610 \text{ i } T > 10$$

$$p_{\text{test}} = 1,10 \text{ bar}$$

$$f_p = 0,95 * R_{e20} \text{ MPa}$$

Obliczenie wartości pmax dla łuków

Do	Odm.	R	T	T _{min}	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
76,1	3D	95,0	2,9	1,5	76	88,00	2,75	223,25	69,7
26,9	3D	38,0	2,3	1,0	80	88,00	5,50	223,25	139,5

Cięśnienie pmax dla dobranych kształtek jest większe od założonego ciśnienia obliczeniowego

8.13. Układ odzysku wody

Zabudowa zbiornika na spusty i odwodnienia umożliwi odzysk wody z odwodnień parowych oraz czystych bezciśnieniowych. Pod zbiornikiem zostaną zabudowane pompy przetłaczające napływającą wodę do zbiornika wody zasilającej.

Parametry robocze układu odzysku wody (bezciśnieniowe / ciśnieniowe):

- ciśnienie robocze $p_o = 0,2 / 2,7 \text{ bar(g)}$
- temperatura robocza $t_o = 95 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Parametry obliczeniowe układu odzysku wody:

- ciśnienie obliczeniowe $p_c = 0,5 / 3,0 \text{ bar(g)}$
- temperatura obliczeniowa $t_c = 105 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Zbiornik spustów i odwodnień zostanie zabudowany w pomieszczeniu starej pompowni na poziomie +0,00m. pod nową stacją odgazowania wody zasilającej. Zbiornik zostanie odpowiednio skonfigurowany o przelew i spust awaryjny z zaworem odcinającym przez wybranego Dostawcę. Podstawowe parametry zbiornika spustów i odwodnień przedstawiają się następująco:

- ciśnienie robocze 0,2 bar(g)
- temperatura robocza 105 °C
- pojemność zbiornika 10 m³
- wydmuch atmosferyczny

Pompy tłoczące wodę do stacji odgazowania wody zasilającej zostaną zabudowane pod zbiornikiem spustów i odwodnień na poz. -4,10m. Parametry techniczne pomp zostały zawarte w załączniku niniejszego projektu podstawowego. Parametry pomp przedstawiają się następująco:

- wydajność wymagana 1,0 m³/h
- wysokość podnoszenia 29,18 mH₂O
- wysokość podnoszenia wymagana 25 mH₂O
- ilość szt. 2 x 100%
- regulacja brak

Po stronie ssawnej pomp zostaną zabudowane zawory ręczne odcinające, a po stronie tłocznej zawory zwrotne oraz ręczne odcinające. Do pomp zostanie doprowadzony sygnał z poziomowskazu sygnalizujący konieczność przetłoczenia wody do zbiornika wody zasilającej. Pompy będą pracować w systemie 2 x 100%.

Rurociągi w układzie odzysku wody zostaną wykonane zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 13480 i wykonane ze stali P235GH. Powyższe rurociągi należą do klasy 0 wg PN-EN 13480 i Dyrektywy 2014/68/UE.

Parametry rurociągów w układzie odzysku wody kształtują się następująco:

Czynnik	Materiał	Parametry obliczeniowe		Parametry robocze		Przepływ
		Ciśnienie pc	Temperatura tc	Ciśnienie po	Temperatura to	Mg/h
		MPa(g)	°C	MPa(g)	[°C]	
Woda	P235GH	0,05 / 0,3	105	0,02 / 0,27	100	1

Zastosowane średnice i kategorie rurociągów:

Materiał	DN	Dz	g	Kolana	Kategoria rurociągu wg EN-13480-1	Całkowita grubość izolacji [mm]	Materiał izolacji
P235GH	40	48,3	2,6	łuki gięte	0	30	Paroc Pro Wired Mat WR 660
P235GH	25	33,7	2,3	łuki gięte	0	30	

Wyniki obliczeń przepływowych:

Dz [mm]	g [mm]	Dw [mm]	F [m2]	Q [t/h]	Q [kg/s]	v [m3/kg]	V [m3/s]	w [m/s]
33,7	2,3	29,1	0,00067	1,50	0,42	0,00111	0,00	0,69
33,7	2,3	29,1	0,00067	1,00	0,28	0,00111	0,00	0,46
33,7	2,3	29,1	0,00067	0,50	0,14	0,00111	0,00	0,23

Wyniki obliczeń wytrzymałościowych

Obliczenia grubości ścianek rur w zależności od ciśnienia wewnętrznego dla $t_o < t_{gr}$

Obliczenia wg PN-EN 13480-3 : 2017

Symbole, oznaczenia i numery w wzorów wg PN-EN 13480-3 : 2017

Parametry obliczeniowe i założenia:

$p_c = 0,30$ MPa $t_c = 105$ °C $t_{gr} = 413$ °C

rura wg EN 10216-2

R_m, R_e wg EN 10216-2

materiał rury: **P235GH (1.0345)**

$R_m = 360$ MPa $A = 23$ %

Grubość ścianki rury prostej:

$$\text{dla } D_o / D_i \leq 1,7 \quad e_p = \frac{p_c D_o}{2 f_z + p_c} \quad (6.1-2) \quad \text{dla } D_o / D_i > 1,7 \quad e_p = \frac{D_o}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{f_z - p_c}{f_z + p_c}} \right) \quad (6.1-4)$$

$$\text{gdzie: } f = \min \left\{ \frac{R_{eHt}}{1,5} \text{ lub } \frac{R_{p0,2t}}{1,5}; \frac{R_m}{2,4} \right\} \quad z=1 \quad (5.2.1-1)$$

grubość ścianki wewnętrznej łuku: $e_{int} = e_p B_{int}$ (B.4.1-1)

gdzie:

$$B_{int} = \frac{D_o}{2e_p} + \frac{r}{e_p} - \left(\frac{D_o}{2e_p} + \frac{r}{e_p} - 1 \right) \sqrt{\frac{\left(\frac{r}{e_p} \right)^2 - \left(\frac{D_o}{2e_p} \right)^2}{\left(\frac{r}{e_p} \right)^2 - \frac{D_o}{2e_p} \left(\frac{D_o}{2e_p} - 1 \right)}} \quad (B.4.1-3)$$

$$\frac{r}{e_p} = \sqrt{\frac{1}{2} \left\{ \left(\frac{D_o}{2e_p} \right)^2 + \left(\frac{R}{e_p} \right)^2 \right\}} + \sqrt{\frac{1}{4} \left[\left(\frac{D_o}{2e_p} \right)^2 + \left(\frac{R}{e_p} \right)^2 \right]^2 - \frac{D_o}{2e_p} \left(\frac{D_o}{2e_p} - 1 \right) \left(\frac{R}{e_p} \right)^2}} \quad (B.4.1-4)$$

grubość ścianki zewnętrznej łuku: $e_{ext} = e_p B_{ext}$ (B.4.1-7)

gdzie:

$$B_{ext} = \frac{D_o}{2e_p} - \frac{r}{e_p} - \left(\frac{D_o}{2e_p} - \frac{r}{e_p} - 1 \right) \sqrt{\frac{\left(\frac{r}{e_p} \right)^2 - \left(\frac{D_o}{2e_p} \right)^2}{\left(\frac{r}{e_p} \right)^2 - \frac{D_o}{2e_p} \left(\frac{D_o}{2e_p} - 1 \right)}} \quad (B.4.1-9)$$

grubość zamówieniowa rury: $e_{ord} \geq e_r$ **gdzie:** $e_r = e + c_0 + c_1 + c_2$ (4.3-3)

gdzie: e - obliczeniowa grubość ścianki rury

e_p - obliczeniowa grubość ścianki prostej

c_0 - nadatek na korozję

e_{pr} - obliczeniowa grubość ścianki prostej z nadatkami

c_1 - ujemna odchyłka grubości ścianki

e_a - grubość oblicz. rury przy sprawdzaniu wytrzymałości.

c_2 - dodatkowy nadatek na pocienienie ścianki w czasie obróbki

Wyniki obliczeń rury prostej

$e_{pmin} = e_p + c_0$ - minimalna grubość ścianki gotowego elementu

D_o mm	R_{e20} MPa	R_{eHt} MPa	f_{test} MPa	f MPa	e_p mm	e_{pr} mm	$e_{ord p}$ mm	c_0 mm	c_1 mm	c_2 mm	D_o/D_i -	e_a mm	e_{pmin} mm
48,3	235	196,9	150,0	131,2	0,1	1,5	2,6	1,0	0,4	0,0	1,05	1,2	1,1
33,7	235	196,9	150,0	131,2	0,1	1,5	2,3	1,0	0,4	0,0	1,1	0,9	1,1

Wyniki obliczeń łuków

D_o mm	R mm	r/e -	B_{int} -	e_{int} mm	$e_{r int}$ mm	$e_{ord int}$ mm	$e_{min int}$ mm	B_{ext} -	e_{ext} mm	$e_{r ext}$ mm	$e_{ord ext}$ mm	$e_{min ext}$ mm
48,3	65	1179,2	1,30	0,1	1,5	2,6	1,10	0,86	0,1	1,5	2,6	1,1
33,7	50	1300,1	1,25	0,1	1,5	2,3	1,1	0,87	0,1	1,5	2,3	1,1

Ciśnienie próbne : $P_t = \max \{ 1,43 PS ; 1,25 PS (f_{test} / f) \}$

$p_t = 4,3$ bar

Największe naprężenia w czasie próby dla rury $\varnothing 48,3 \times 2,6$

$f_{ptest} = 8,4 < 0,95 \times R_{e20} = 223,3$ MPa

Sprawdzenie doboru kształtek spawanych typu A wg normy PN EN 10253-2

Maksymalne ciśnienie na odcinkach prostych przyjętych rur

pc= 0,30 MPa

tc= 105 oC

$$e_{\min} = e_{\text{ord}} - c_1 - c_o - c_2$$

DN	Do	e _{ord}	c ₁	c _o	c ₂	e _{min}	p _{max}	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Mpa	bar
40	48,3	2,6	0,4	1,0	0,0	1,2	6,68	113,7
25	33,7	2,3	0,4	1,0	0,0	0,9	7,20	122,5

dla $D_o / D_i \leq 1.7$

$$p_{\max} = 2 * T_{\min} * f * z / (D_o - T_{\min})$$

dla $D_o / D_i > 1.7$

$$p_{\max} = f * z * (1 - K) / (1 + K)$$

gdzie: $K = (D_o - 2 * T_{\min}) / D_o$

$$D_i = D_o - 2 * T_{\min}$$

Obliczenie wartości p_{max} dla kształtek typu A wg normy PN EN 10253-2 z materiału P235GH (1.0345)

$$T_{\min} = T * (100 - 12.5) / 100 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o \leq 610$$

$$T_{\min} = T - 0.35 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o > 610 ; T \leq 10$$

$$T_{\min} = T - 0.5 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o > 610 \text{ i } T > 10$$

$$p_{\text{test}} = 4,30 \text{ bar}$$

$$f_p = 0,95 * R_{e20} \text{ MPa}$$

Obliczenie wartości p_{max} dla trójników

D	D1	T	Tmin	Dis	T1	T1min	Dib	Dib/Dis	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	%	MPa	MPa	MPa	bar
48,3	33,7	2,6	1,3	45,8	2,6	1,3	31,2	0,7	42	131,27	2,98	223,25	50,6

Obliczenie wartości p_{max} dla zwężeń

D	D1	T	Tmin	T1	T1min	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
48,3	33,7	2,6	1,3	2,6	1,3	100	131	7,11	223,3	120,9

Ciśnienie p_{max} dla dobranych kształtek jest większe od założonego ciśnienia obliczeniowego

8.14. Rurociągi wody zasilającej, recyrkulacji i minimalnego przepływu

Układ rurociągów wody zasilającej doprowadza wodę odgazowaną ze zbiornika wody zasilającej ZWZ1 za pomocą pomp wody zasilającej PZ1, PZ2, PZ3 do węzłów regulacyjnych kotłów parowych oraz na wtryski do stacji redukcyjno-schładzających: SRS1 i SRS2.

Planowana jest zabudowa trzech nowych pomp wody zasilającej PZ1, PZ2, PZ3 przeznaczonych do zapewnienia odpowiedniego poziomu ciśnienia i przepływu do kotłów parowych. Pompy zostaną zabudowane w miejscu aktualnej lokalizacji stacji redukcyjno-schładzających, na poziomie -4,00 m. Parametry pomp wody zasilającej, zgodnie z otrzymanymi ofertami, przedstawiono poniżej.

Podstawowe parametry pomp wody sieciowej PZ1, PZ2, PZ3:

• Producent pomp:	HYDRO-VACUUM	KSB
• Ilość pomp:	3 szt.	3 szt.
• Wydajność:	6,45 m ³ /h	8 m ³ /h
• Wysokość podnoszenia:	230 mH ₂ O	230,5 mH ₂ O
• Sprawność pompy w punkcie pracy:	47,9%	46,4%
• Moc silnika:	15 kW	15 kW
• Regulacja:	Falownik	Falownik
• Króciec ssawny:	DN50 PN25	DN50 PN25
• Króciec tłoczny:	DN50 PN25	DN32 PN63

Na króćcu tłocznym zostanie zabudowany zawór czterodrogowy. Minimalny przepływ z trzech pomp kierowany będzie do zbiornika wody zasilającej ZWZ1. Minimalna wydajność pomp w króćcu tłocznym jest większa od minimalnego przepływu wody zasilającej do kotłów parowych i wynosi 3,55 m³/h (KSB) oraz 4 m³/h (HV). Z tego względu minimalny wymagany przepływ wody zasilającej do kotła w ilości 2 Mg/h osiągnąć będzie można poprzez recyrkulację nadmiaru wody do zbiornika wody zasilającej ZWZ1.

Pompy wody zasilającej zostaną wyposażone w układy płynnej regulacji prędkości obrotowej polegającej na zasilaniu silników urządzeń poprzez falowniki.

Cały układ zostanie wyposażony we wszystkie, niezbędne dla poprawnej pracy i bezpiecznej eksploatacji elementy: armaturę, zamocowania, króćce pomiarowe, izolację termiczną oraz inne.

Parametry wody zasilającej kształtują się następująco:

Czynnik	Materiał	Parametry obliczeniowe		Parametry robocze		Przepływ
		Ciśnienie pc	Temperatura tc	Ciśnienie po	Temperatura to	Mg/h
		MPa(g)	°C	MPa(g)	[°C]	
Woda zasilająca	P235GH	3,0	110	2,5	105	8,8

Zastosowane średnice i kategorie rurociągów:

Materiał	DN	Dz	g	Kolana	Kategoria rurociągu wg EN-13480-1	Całkowita grubość izolacji [mm]	Materiał izolacji
P235GH	50	60,3	2,9	3D	0	30	PAROC Pro Wired Mat (WR) 660 + Płaszcz z blachy ocynkowanej
	32	42,4	2,6	3D	0	30	
	25	33,7	2,6	3D	0	30	
	15	21,3	2,0	3D	0	30	

Rurociągi wody zasilającej, minimalnego przepływu, recyrkulacji oraz wtryski należą do klasy 0 wg PN-EN 13480 i Dyrektywy 2014/68/UE.

Wyniki obliczeń przepływowych:

Dz [mm]	g [mm]	Dw [mm]	F [m2]	Q [t/h]	Q [kg/s]	v [m3/kg]	V [m3/s]	w [m/s]
60,3	2,9	54,5	0,00233	16	4,444	0,00105	0,005	2,00
42,4	2,6	37,2	0,00109	8	2,222	0,00105	0,002	2,15
42,4	2,6	37,2	0,00109	5	1,389	0,00105	0,001	1,34
33,7	2,6	28,5	0,00064	3,55	0,986	0,00105	0,001	1,62
21,3	2	17,3	0,00024	0,79	0,219	0,00105	0,000	0,98

Oznaczenia:

Dz – średnica zewnętrzna

g – grubość ścianki

v – objętość właściwa

Dw – średnica wewnętrzna

V – strumień objętości

F – pole powierzchni

w – prędkość przepływu

Q – strumień masy

Obliczone prędkości są zgodne z wartościami podanymi w normie *PN76/M-34034 Rurociągi – Zasady obliczeń strat ciśnienia*.

Wyniki obliczeń wytrzymałościowych

Obliczenia grubości ścianek rur w zależności od ciśnienia wewnętrznego dla $t_o < t_{gr}$

Obliczenia wg PN-EN 13480-3 : 2017

Symbole, oznaczenia i numery wzorów wg PN-EN 13480-3 : 2017

Parametry obliczeniowe i założenia:

$p_c = 3,00$ MPa $t_c = 110$ °C $t_{gr} = 413$ °C

rura wg EN 10216-2

R_m, R_e wg EN 10216-2

materiał rury: **P235GH (1.0345)**

$R_m = 360$ MPa $A = 23$ %

Grubość ścianki rury prostej:

$$\text{dla } D_o / D_i \leq 1,7 \quad e_p = \frac{p_c D_o}{2 f \bar{z} + p_c} \quad (6.1-2) \quad \text{dla } D_o / D_i > 1,7 \quad e_p = \frac{D_o}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{f \bar{z} - p_c}{f \bar{z} + p_c}} \right) \quad (6.1-4)$$

$$\text{gdzie: } f = \min \left\{ \frac{R_{eHt}}{1,5} \text{ lub } \frac{R_{p0,2t}}{1,5}; \frac{R_m}{2,4} \right\} \quad z = 1 \quad (5.2.1-1)$$

grubość ścianki wewnętrznej łuku: $e_{int} = e_p B_{int}$ (B.4.1-1)

$$\text{gdzie: } B_{int} = \frac{D_o}{2e_p} + \frac{r}{e_p} - \left(\frac{D_o}{2e_p} + \frac{r}{e_p} - 1 \right) \sqrt{\frac{\left(\frac{r}{e_p} \right)^2 - \left(\frac{D_o}{2e_p} \right)^2}{\left(\frac{r}{e_p} \right)^2 - \frac{D_o}{2e_p} \left(\frac{D_o}{2e_p} - 1 \right)}} \quad (B.4.1-3)$$

$$\frac{r}{e_p} = \sqrt{\frac{1}{2} \left\{ \left(\frac{D_o}{2e_p} \right)^2 + \left(\frac{R}{e_p} \right)^2 \right\}} + \sqrt{\frac{1}{4} \left[\left(\frac{D_o}{2e_p} \right)^2 + \left(\frac{R}{e_p} \right)^2 \right]^2 - \frac{D_o}{2e_p} \left(\frac{D_o}{2e_p} - 1 \right) \left(\frac{R}{e_p} \right)^2}} \quad (B.4.1-4)$$

grubość ścianki zewnętrznej łuku: $e_{ext} = e_p B_{ext}$ (B.4.1-7)

$$\text{gdzie: } B_{ext} = \frac{D_o}{2e_p} - \frac{r}{e_p} - \left(\frac{D_o}{2e_p} - \frac{r}{e_p} - 1 \right) \sqrt{\frac{\left(\frac{r}{e_p} \right)^2 - \left(\frac{D_o}{2e_p} \right)^2}{\left(\frac{r}{e_p} \right)^2 - \frac{D_o}{2e_p} \left(\frac{D_o}{2e_p} - 1 \right)}} \quad (B.4.1-9)$$

grubość zamówieniowa rury: $e_{ord} \geq e_r$ **gdzie:** $e_r = e + c_0 + c_1 + c_2$ (4.3-3)

gdzie: e - obliczeniowa grubość ścianki rury

e_p - obliczeniowa grubość ścianki prostej

c_0 - nadatek na korozję

e_{pr} - obliczeniowa grubość ścianki prostej z nadatkami

c_1 - ujemna odchyłka grubości ścianki

e_a - grubość oblicz. rury przy sprawdzaniu wytrzymałości.

c_2 - dodatkowy nadatek na pocienienie ścianki w czasie obróbki

Wyniki obliczeń rury prostej

$e_{pmin} = e_p + c_0$ - minimalna grubość ścianki gotowego elementu

D_o mm	R_{e20} MPa	R_{eHt} MPa	f_{test} MPa	f MPa	e_p mm	e_{pr} mm	$e_{ord p}$ mm	c_0 mm	c_1 mm	c_2 mm	D_o/D_i -	e_a mm	e_{pmin} mm
60,3	235	195,8	150,0	130,5	0,7	2,1	2,9	1,0	0,4	0,0	1,05	1,5	1,7
42,4	235	195,8	150,0	130,5	0,5	1,9	2,6	1,0	0,4	0,0	1,1	1,2	1,5
33,7	235	195,8	150,0	130,5	0,4	1,8	2,6	1,0	0,4	0,0	1,1	1,2	1,4
21,3	235	195,8	150,0	130,5	0,3	1,7	2,0	1,0	0,4	0,0	1,1	0,6	1,3

Ciśnienie próbne : $Pt = \max \{ 1,43 PS ; 1,25 PS (f_{test} / f) \}$

$pt = 43,1$ bar

Największe naprężenia w czasie próby dla rury $\varnothing 60,3 \times 2,9$

$f_{ptest} = 84,5 < 0,95 \times R_{e20} = 223,3$ MPa

Sprawdzenie doboru kształtek spawanych typu A wg normy PN-EN 10253-2

Maksymalne ciśnienie na odcinkach prostych przyjętych rur

pc= 3,00 MPa

tc= 110 °C

$$e_{\min} = e_{\text{ord}} - c_1 - c_o - c_2$$

DN	Do	e _{ord}	c ₁	c _o	c ₂	e _{min}	p _{max}	p _{testmax}
-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	MPa	bar
50	60,3	2,9	0,4	1,0	0,0	1,5	6,65	113,9
32	42,4	2,6	0,4	1,0	0,0	1,2	7,60	130,0
25	33,7	2,6	0,4	1,0	0,0	1,2	9,63	164,8
15	21,3	2,0	0,4	1,0	0,0	0,6	7,56	129,4

dla $D_o / D_i \leq 1.7$

$$p_{\max} = 2 * T_{\min} * f * z / (D_o - T_{\min})$$

dla $D_o / D_i > 1.7$

$$p_{\max} = f * z * (1 - K) / (1 + K)$$

gdzie: $K = ((D_o - 2 * T_{\min}) / D_o)^2$

$$D_i = D_o - 2 * T_{\min}$$

Obliczenie wartości pmax dla kształtek typu A wg normy PN EN 10253-2

z materiału P235GH (1.0345)

$$T_{\min} = T * (100 - 12.5) / 100 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o \leq 610$$

$$T_{\min} = T - 0.35 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o > 610 ; T \leq 10$$

$$T_{\min} = T - 0.5 - c_o \quad \text{gdy} \quad D_o > 610 \text{ i } T > 10$$

$$p_{\text{test}} = 43,10 \text{ bar}$$

$$f_p = 0,95 * R_{e20} \text{ MPa}$$

Obliczenie wartości pmax dla łuków

Do	Odm.	R	T	T _{min}	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
-	-	mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
60,3	3D	76,0	2,9	1,5	76	130,53	5,19	223,25	88,7
42,4	3D	48,0	2,6	1,3	73	130,53	5,90	223,25	100,9
33,7	3D	38,0	2,6	1,3	74	130,53	7,59	223,25	129,8
21,3	3D	38,0	2,0	0,8	85	130,53	8,09	223,25	138,3

Obliczenie wartości pmax dla zwężek

D	D1	T	T _{min}	T1	T1 _{min}	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
60,3	42,4	2,9	1,5	2,6	1,3	100	131	6,83	223,3	116,8

Obliczenie wartości pmax dla den koszykowych

D	T	T _{min}	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	%	MPa	MPa	MPa	bar
60,3	2,9	1,5	100	130,53	6,83	223,25	116,8

Cięśnienie pmax dla dobranych kształtek jest większe od założonego ciśnienia obliczeniowego

Sprawdzenie doboru kształtek spawanych typu B wg normy PN-EN 10253-2

Maksymalne ciśnienie na odcinkach prostych przyjętych rur

pc= 3,0 MPa

tc= 110 °C

$$e_{\min} = e_{\text{ord}} - c_1 - c_o - c_2$$

DN	Do	e _{ord}	c ₁	c _o	c ₂	e _{min}	p _{max}	p _{testmax}
-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Mpa	bar
50	60,3	2,9	0,4	1,0	0,0	1,5	6,65	113,7
32	42,4	2,6	0,4	1,0	0,0	1,2	7,60	129,9
25	33,7	2,6	0,4	1,0	0,0	1,2	9,63	164,7
15	21,3	2,0	0,4	1,0	0,0	0,6	7,56	129,2

dla $D_o / D_i \leq 1.7$

$$p_{\max} = 2 * T_{\min} * f * z / (D_o - T_{\min})$$

dla $D_o / D_i > 1.7$

$$p_{\max} = f * z * (1 - K) / (1 + K)$$

gdzie: $K = (D_o - 2 * T_{\min}) / D_o$

$$D_i = D_o - 2 * T_{\min}$$

Obliczenie wartości pmax dla kształtek typu B wg normy PN EN 10253-2

z materiału **P235GH (1.0345)**

$$T_{\min} = T * (100 - 12.5) / 100 - c_o \quad \text{gd} \quad D_o \leq 610$$

$$T_{\min} = T - 0.35 - c_o \quad \text{gd} \quad D_o > 610 ; T \leq 10$$

$$T_{\min} = T - 0.5 - c_o \quad \text{gd} \quad D_o > 610 \text{ i } T > 10$$

$$p_{\text{test}} = 43,1 \text{ bar}$$

$$f_p = 0,95 * R_{e20} \text{ MPa}$$

Obliczenie wartości pmax dla trójników

D	D1	T	Tmin	Dis	T1	T1min	Dib	Dib/Dis	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	MPa	MPa	MPa	bar
60,3	42,4	2,9	1,5	57,2	2,6	1,3	39,9	0,7	130,5	6,8	223,3	116,8
60,3	33,7	2,9	1,5	57,2	2,6	1,3	31,2	0,5	130,5	6,8	223,3	116,8

Ciśnienie pmax dla dobranych kształtek jest większe od założonego ciśnienia obliczeniowego

8.15. Układ sprężonego powietrza

Układ sprężonego powietrza na potrzeby sterowania armaturami układu technologicznego pokazano na rysunku SRS.002.1001.T.901-00.

Zakłada się wykorzystanie sprężonego powietrza do sterowania armaturami:

L.p.	Wyszczególnienie	KKS
1	Stacja redukcyjno-schładzająca SRS1	10LBH10AA401
2	Stacja redukcyjno-schładzająca SRS2	10LBH20AA401
3	Zawór regulacyjny wody zasilającej SRS1	10LAE10AA401
4	Zawór regulacyjny wody zasilającej SRS2	10LAE20AA201
5	Zawór regulacyjny pary do ZWZ	10LBD20AA401

Ewentualne inne odbiorniki sprężonego powietrza zostaną zdefiniowane na dalszych etapach projektowania.

Zakłada się, że głównym źródłem sprężonego powietrza będzie stacja produkcji i uzdatniania dostarczona w zakresie zadania obejmującym modernizowane kotły i układ oczyszczania spalin. Powietrze będzie rozprowadzone rurociągami stalowymi nierdzewnymi (stal X5CrNi18-10).

Przewidywane parametry sprężonego powietrza:

Parametr	Wartość
Ciśnienie	6÷8 bar(g)
Przepływ	do określenia na dalszym etapie projektowania
Klasa czystości wg EN ISO 8573-1	1:2:1 1 – stężenie cząstek stałych (0,1µm<d≤0,5 µm; ≤20 000/m ³) (0,5µm<d≤1,0 µm; ≤400/m ³) (1,0µm<d≤5,0 µm; ≤10/m ³)

	2 – wilgoć resztkowa (PDP $\leq -40^{\circ}\text{C}$)
	1 – całkowita zawartość oleju ($\leq 0,01\text{mg/m}^3$)

8.16. Układ wody zdemineralizowanej

Stacja uzdatniania wody

Na potrzebę uzupełniania obiegu parowo-wodnego przewiduje się zabudowę nowej stacji demineralizacji wody oraz podgrzew wody demi w wymienniku WC1 ciepłem pochodzącym ze skroplin rozprężacza odsolin i odmulin. Wydajność stacji odpowiadać będzie maksymalnemu przewidywanemu strumieniowi uzupełniania na poziomie $6\text{ m}^3/\text{h}$.

Parametry robocze wody demi (przed WC1 / za WC1):

- ciśnienie robocze $p_o = 5,0\text{ bar(g)}$
- temperatura robocza $t_o = 20 / 30\text{ }^{\circ}\text{C}$

Parametry obliczeniowe wody demi (przed WC1 / za WC1):

- ciśnienie obliczeniowe $p_c = 10,0\text{ bar(g)}$
- temperatura obliczeniowa $t_c = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$

Stacja demineralizacji będzie zasilana wodą zmiękczoną z nowej stacji uzdatniania wody.

Na potrzeby magazynowania przygotowanej wody demi zabudowany zostanie zbiornik o pojemności 10 m^3 .

Woda demi ze stacji uzdatniania wody zostanie skierowana do wymiennika WC1, gdzie przejmie ciepło od skroplin odsolin i odmulin. Przed i za wymiennikiem zostanie zamontowany zawór odcinający ręczny oraz dodatkowo obejście wymiennika z zaworem odcinającym ręcznym. Przed stacją odgazowania wody zostanie zabudowany węzeł z zaworami odcinającymi, zwrotnym, elektrycznym regulacyjnym oraz obejście z zaworem regulacyjnym ręcznym.

Rurociągi w układzie odzysku wody zostaną wykonane zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 13480 i wykonane ze stali nierdzewnej X6CrNiTi18-10. Powyższe rurociągi należą do klasy 0 wg PN-EN 13480 i Dyrektywy 2014/68/UE.

Parametry rurociągów wody demi kształtują się następująco:

Czynnik	Materiał	Parametry obliczeniowe		Parametry robocze		Przepływ
		Ciśnienie pc	Temperatura tc	Ciśnienie po	Temperatura to	Mg/h
		MPa(g)	°C	MPa(g)	[°C]	
Woda demi	X6CrNiTi18-10	0,9	20	0,6	30	6

Zastosowane średnice i kategorie rurociągów:

Materiał	DN	Dz	g	Kolana	Kategoria rurociągu wg EN-13480-1	Całkowita grubość izolacji [mm]	Materiał izolacji
X6CrNiTi18-10	32	42,3	2,0	3D	0	-	-
X6CrNiTi18-10	25	33,7	2,0	3D	0	-	-

Wyniki obliczeń przepływowych:

Dz [mm]	g [mm]	Dw [mm]	F [m2]	Q [t/h]	Q [kg/s]	v [m3/kg]	V [m3/s]	w [m/s]
42,3	2	38,3	0,00115	6,00	1,67	0,00111	0,00	1,60
42,3	2	38,3	0,00115	3,60	1,00	0,00111	0,00	0,96
42,3	2	38,3	0,00115	1,20	0,33	0,00111	0,00	0,32
33,7	2	29,7	0,00069	6,00	1,67	0,00111	0,00	2,67
33,7	2	29,7	0,00069	3,60	1,00	0,00111	0,00	1,60
33,7	2	29,7	0,00069	1,20	0,33	0,00111	0,00	0,53

Wyniki obliczeń wytrzymałościowych

Obliczenia grubości ścianek rur w zależności od ciśnienia wewnętrznego dla $t_o < t_g$

$p_c = 1 \text{ MPa}$; $t_c = 30^\circ\text{C}$; dla X6CrNiTi18-10 (1.4541)

Obliczenia wg PN-EN 13480-3: 2017

Symbole, oznaczenia i numery wzorów wg PN-EN 13480-3:2017

Parametry obliczeniowe i założenia:

$p_c = 1,0 \text{ MPa}$ $t_c = 30^\circ\text{C}$

rura $D_o = 42,4 ; 33,7$

wg PN-EN 10216-5

R_m, R_e wg PN-EN 10216-5

materiał rury: **X6CrNiTi18-10 (1.4541)**

$R_m = 460 \text{ MPa}$

$A = 30 \%$

Grubość ścianki rury prostej:

$$\text{dla } D_o / D_i \leq 1,7 \quad e_p = \frac{p_c D_o}{2 f z + p_c} \quad (6.1-2) \quad \text{dla } D_o / D_i > 1,7 \quad e_p = \frac{D_o}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{f z - p_c}{f z + p_c}} \right) \quad (6.1-4)$$

$$\text{dla } A > 35\% \quad f = \frac{R_{p1,0t}}{1,5} \quad (5.2.2-1) \quad z = 1$$

$$\text{dla } 35\% \geq A \geq 30\% \quad f = \min \left\{ \frac{R_{p1,0t}}{1,5}; \frac{R_m}{2,4} \right\} \quad (5.2.2-2)$$

$$\text{dla } A < 30\% \quad f = \min \left\{ \frac{R_{eHt}}{1,5} \text{ lub } \frac{R_{p0,2t}}{1,5}; \frac{R_m}{2,4} \right\} \quad (5.2.2-3)$$

grubość ścianki łuku o jednakowej grubości ścianki wewnętrznej i zewnętrznej:

(łuki "hamburskie")

$$e_{int} = e_{ext} = e_p B \quad (B.4.1-10)$$

gdzie:

$$B = \frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} + \sqrt{\left(\frac{D_o}{2e_p} - \frac{R}{e_p} \right)^2 + 2 \frac{R}{e_p} - \frac{D_o}{2e_p}} \quad (B.4.1-11)$$

grubość zamówieniowa rury: $e_{ord} \geq e_r$ gdzie: $e_r = e + C_0 + C_1 + C_2$ (4.3-3)

gdzie: e - obliczeniowa grubość ścianki rury (e_p - obliczeniowa grubość ścianki prostej)

C_0 - naddatek na korozję

C_1 - ujemna odchyłka grubości ścianki

C_2 - dodatkowy naddatek na pocienienie ścianki w czasie obróbki

Wyniki obliczeń rury prostej

$e_{pmin} = e_p + C_0$ - minimalna grubość ścianki gotowego elementu

D_o mm	$R_{p1,0,20}$ MPa	$R_{p1,0,t}$ MPa	f_{test} MPa	f MPa	e_p mm	e_{rp} mm	e_{ordp} mm	C_0 mm	C_1 mm	C_2 mm	D_o/D_i —	e_a mm	e_{pmin} mm
42,4	215	209	143,3	139,3	0,2	0,6	2,0	0	0,4	0,0	1,08	1,6	0,2
33,7	215	209	160,0	139,3	0,2	0,6	2,0	0	0,4	0,0	1,10	1,6	0,2

- zastosowano łuki wg PN-EN 10253-4.

Ciśnienie próbne : $p_{test} = \max \{ 1,43 PS ; 1,25 PS (f_{test} / f) \}$ $p_{test} = 14,4 \text{ bar}$

Największe naprężenia w czasie próby dla rury $D_o = 42,4 \times 2$ $f_{ptest} = 18,3 < 0,95 \times R_{p1,0;20} = 204,3 \text{ MPa}$

Sprawdzenie doboru kształtek spawanych typu A wg normy PN EN 10253-4

Maksymalne ciśnienie na odcinkach prostych przyjętych rur

$$e_{\min} = e_{\text{ord}} - c_1 - c_o - c_2$$

DN	Do	e _{ord}	c ₁	c _o	c ₂	e _{min}	p _{max}	p _{testmax}
-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Mpa	bar
32	42,4	2,0	0,4	0,0	0,0	1,6	10,90	160,1
25	33,7	2,0	0,4	0,0	0,0	1,6	13,80	203,6

dla $D_o / D_i \leq 1.7$

$$p_{\max} = 2 * T_{\min} * f * z / (D_o - T_{\min})$$

dla $D_o / D_i > 1.7$

$$p_{\max} = f * z * (1 - K) / (1 + K)$$

gdzie: $K = ((D_o - 2 * T_{\min}) / D_o)^2$

$$D_i = D_o - 2 * T_{\min}$$

Obliczenie wartości p_{max} dla kształtek typu A wg normy PN EN 10253-4 z materiału X6CrNiTi18-10

$$\begin{aligned} T_{\min} &= T * (100 - 12.5) / 100 - c_o & \text{gd}y & D_o \leq 610 & \text{dla} & p_c = 1,00 \text{ MPa} & t_c = 30 \text{ oC} \\ T_{\min} &= T - 0.35 - c_o & \text{gd}y & D_o > 610 ; T \leq 10 & p_{\text{test}} &= 15,0 \text{ bar} \\ T_{\min} &= T - 0.5 - c_o & \text{gd}y & D_o > 610 i T > 10 & f_p &= 0,95 * R_{p1,0,20} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Obliczenie wartości p_{max} dla łuków

Do	Odm.	R	T	T _{min}	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
-	-	mm	mm	mm	mm	MPa	MPa	MPa	bar
42,4	3D	48,0	2,0	1,8	73	139,33	8,75	204,25	128,2
33,7	3D	38,0	2,0	1,8	73	139,33	11,14	204,25	163,3

Obliczenie wartości p_{max} dla trójkątów

D	D1	T	Tmin	Dis	T1	T1min	Dib	Dib/Dis	X	f	p _{max}	f _p	p _{testmax}
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	%	MPa	MPa	MPa	bar
42,4	33,7	2,0	1,8	38,9	2,0	1,8	30,2	0,8	39	139,33	4,67	204,25	68,4

Cisnienie p_{max} dla dobranych kształtek jest większe od założonego ciśnienia obliczeniowego

8.17. Specyfikacja wymagań technicznych

Niniejsza dokumentacja w branży technologicznej wykonana została w oparciu o wyspecyfikowane tabeli poniżej normy. Również wszelkie przyszłe opracowania i projekty branży ciepłno-technologicznej będą respektować zapisy ujęte w przedstawionych dokumentach, normach i aktach prawnych.

Tabela 8.17.1 – Normy i przepisy dot. branży ciepłno-technologicznej.

Lp.	Tytuł normy lub przepisu		
1	Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dn. 21.12.2005 w/s zasadniczych wymagań dla urządzeń ciśnieniowych i zespołów urządzeń ciśnieniowych (wprowadza do prawa polskiego Dyrektywę Ciśnieniową PED).		
2	Dyrektywa Ciśnieniowa UE nr 2014/68/UE (PED) Wraz z Dyrektywą obowiązują polskie normy (PN), wprowadzające europejskie normy (EN), zharmonizowane z tą Dyrektywą. w niniejszej Specyfikacji powołuje się, jako obowiązujące do niniejszego Projektu te normy, a w szczególności wymienione niżej.		
3	Rurociągi przemysłowe metalowe:		
	•	PN-EN 13480-1	Postanowienia ogólne
	•	PN-EN 13480-2	Materiały
	•	PN-EN 13480-3	Projektowanie i obliczenia
	•	PN-EN 13480-4	Wykonanie i montaż
	•	PN-EN 13480-5	Kontrola i badania
4	PN-EN 10216-2	Rury stalowe bez szwu do zastosowań ciśnieniowych Warunki techniczne. Część 2: Rury ze stali niestopowych i stopowych z określonymi własnościami w temperaturze podwyższonej.	
5	PN-EN 10217	Rury stalowe ze szwem do zastosowań ciśnieniowych – Warunki techniczne dostawy.	
6	PN-EN 10220	Rury stalowe bez szwu i ze szwem – Wymiary i masy na jednostkę długości.	
7	PN-EN 10253	Kształtki rurowe do przyspawania doczołowego.	
8	PN-EN 1092-1	Kołnierze i ich połączenia. Część 1. Kołnierze stalowe.	
9	PN-EN 1514	Kołnierze i ich połączenia. Uszczelki.	
10	PN-EN 1515	Kołnierze i ich połączenia. Śruby i nakrętki.	

Lp.	Tytuł normy lub przepisu	
11	PN-EN 12266	Armatura przemysłowa – Badanie armatury.
12	PN-EN 13709	Armatura przemysłowa – stalowe zawory zaporowe i zaporowo-zwrotne.
13	PN-EN 14341	Armatura przemysłowa – Armatura zwrotna stalowa i staliwna.
14	PN-EN 1984	Armatura przemysłowa – Zasuwy stalowe i staliwne.
15	PN-EN ISO 4126	Urządzenia zabezpieczające przed nadmiernym wzrostem ciśnienia.
16	PN-EN 1714	Badania nieniszczące złączy spawanych. Badanie ultradźwiękowe złączy spawanych.
17	PN-EN 10028	Wyroby płaskie ze stali na urządzenia ciśnieniowe.
18	PN-EN 10213	Odlewy staliwne do pracy pod ciśnieniem.
19	PN-EN 10222	Odkuwki stalowe na urządzenia ciśnieniowe.
20	PN-EN 10269	Stale i stopy niklu na elementy złączne o określonych własnościach w podwyższonych i/lub niskich temperaturach.
21	PN-EN 10272	Pręty ze stali odpornych na korozję na urządzenia ciśnieniowe.
22	PN-EN 10273	Pręty walcowane na gorąco ze stali ze stali spawalnych o określonych właściwościach w podwyższonych temperaturach na urządzenia ciśnieniowe.
23	PN-EN ISO 5817	Złącza stalowe spawane łukowo – Wytyczne do określania poziomów jakości wg niezgodności spawalniczych.
24	PN-EN ISO 15614	Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali – Badanie technologii spawania.
25	Ustawa z dn. 21.12.2000r o dozorze technicznym (Dz. U. 122 z 2000r, poz. 1321).	
26	Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 16.07.2002r w/s rodzajów urządzeń technicznych podlegających dozorowi technicznemu (Dz. U. 28 z 2003r poz. 240).	
27	Rozporządzenie Ministra pracy i Polityki Socjalnej z dn. 28.08.2003r. w/s ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. (Dz. U. 03.169.1650 – tekst jednolity).	

Lp.	Tytuł normy lub przepisu		
28	Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dn. 17.09.1999 w/s bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych.		
29	Spawanie:		
	•	PN-EN ISO 9692-1	Spawanie i procesy pokrewne. Część 1: Zalecenia dotyczące przygotowania złączy. Ręczne spawanie łukowe, spawanie łukowe elektrodą metalową w osłonie gazów, spawanie gazowe, spawanie metodą TIG i spawanie wiązką stali.
	•	PN-EN ISO 9692-2	Spawanie i procesy pokrewne. Część 2: Przygotowanie brzegów do spawania. Spawanie stali łukiem krytym.
	•	PN-EN ISO 676	Rury stalowe. Przygotowanie końców rur i kształtek do spawania.
	•	PN-EN ISO 5817	Spawanie. Złącza spawane (z wyłączeniem spawania wiązką) stali, niklu, tytanu i ich stopów. Poziomy jakości według niezgodności spawalniczych.
30	Badania spoin:		
	•	PN-EN 12517-1	Badania nieniszczące złączy spawanych. Badania radiograficzne złączy spawanych. Poziomy akceptacji.
	•	PN-EN ISO 9606-1	Egzamin kwalifikacyjny spawaczy. Spawanie. Część 1: Stale.
	•	PN-EN ISO 15607	Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali Zasady ogólne
	•	PN-EN ISO 9712	Badania nieniszczące. Kwalifikacja i certyfikacja personelu badań nieniszczących. Zasady ogólne.
	•	PN-EN ISO 3452	Badania nieniszczące. Badania penetracyjne. Zasady ogólne.
	•	PN-EN ISO 17637	Spawalnictwo. Badania nieniszczące złączy spawanych. Badania wizualne złączy spawanych.
	•	PN-EN ISO 23277	Badania nieniszczące złączy spawanych. Badania penetracyjne złączy spawanych. Poziomy akceptacji.
	•	PN-EN ISO 17638	Badania nieniszczące złączy spawanych. Badania magnetyczno-proszkowe złączy spawanych.
	•	PN-EN ISO 23278	Badania nieniszczące złączy spawanych. Badania magnetyczno - proszkowe złączy spawanych. Poziomy akceptacji.

Lp.	Tytuł normy lub przepisu		
	•	PN-EN ISO 14732	Personel spawalniczy. Egzaminowanie operatorów urządzeń spawalniczych oraz nastawiaczy zgrzewania oporowego dla w pełni zmechanizowanego i automatycznego spajania metali.
	•	PN-EN ISO 17636-1	Badania nieniszczące złączy spawanych. Badania radiograficzne złączy spawanych.
	•	PN-EN ISO 11666	Badanie nieniszczące złączy spawanych. Badania ultradźwiękowe złączy spawanych. Poziomy akceptacji.
	•	PN-EN ISO 23279	Badania nieniszczące spoin. Badania ultradźwiękowe. Charakterystyka wskazań w spoinach.
	•	PN-EN ISO 17640	Badania nieniszczące złączy spawanych. Badanie ultradźwiękowe złączy spawanych.
	•	PN-EN ISO 17635	Spawalnictwo. Badania nieniszczące spoin. Zasady ogólne dotyczące metali.
31	Przygotowanie powierzchni i antykorozja:		
	•	PN-ISO 8501-1	Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Wzrokowa ocena czystości powierzchni. Część 1: Stopnie skorodowania i stopnie przygotowania niezabezpieczonych podłoży stalowych oraz podłoży stalowych po całkowitym usunięciu wcześniej nałożonych powłok.
	•	PN-ISO 8501-2	Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Wzrokowa ocena czystości powierzchni. Część 2: Stopnie przygotowania wcześniej pokrytych powłokami podłoży stalowych po miejscowym usunięciu tych powłok.
	•	PN-ISO 8501-3	Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Wzrokowa ocena czystości powierzchni. Część 3: Stopnie przygotowania spoin, ostrych krawędzi i innych obszarów z wadami powierzchni.
32	EN-ISO 12241	Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich.	

8.18. Warunki techniczne wykonania i odbioru

Rurociągi będą zaprojektowane w sposób umożliwiający spełnienie wymagań łączonych elementów (urządzeń), ze szczególnym uwzględnieniem dopuszczalnych sił, momentów i przemieszczeń. Będą wzięte pod uwagę wszelkie warunki rozruchów, ruchu i wyłączeń. Wewnętrzne ciśnienie obliczeniowe odpowiada najwyższemu ciśnieniu ruchowemu

zwiększonemu o wysokość słupa cieczy oraz chwilowemu wzrostowi ciśnienia np. przy uderzeniach hydraulicznych lub przy otwarciu zaworów bezpieczeństwa. Rurociągi będą odporne na największe możliwe ciśnienie przy najwyższej możliwej temperaturze ruchowej (z uwzględnieniem tolerancji pomiarowej), a także w sytuacjach awaryjnych.

Wydłużenia cieplne będą absorbowane przez kompensację naturalną, zapewnioną przez odpowiednią konfigurację rurociągu i rozkład zamocowań. W uzasadnionych przypadkach zostaną wykorzystane kompensatory o konstrukcji optymalnie dobranej do projektowanej instalacji.

Dla potrzeb obliczeń wytrzymałościowych wykorzystane będą znormalizowane procedury obliczeniowe, których wyniki w postaci raportu z obliczeń będą zamieszczone do projektów wykonawczych.

Obliczenia kompensacyjne wykonane będą dla rurociągów przyłączonych do kotła, pomp, podgrzewaczy i innych elementów o ograniczonych obciążeniach przyłączy, lub kiedy sam rurociąg osiągnie krytyczne warunki ze względów wytrzymałościowych.

8.19. Kontrola i badania

Kontrola i badania podczas wykonywania elementów rurociągu i ich montażu będą się odbywać w oparciu o normę PN-EN 13480-5, ze szczególnym uwzględnieniem:

- badań materiałów zgodnie z warunkami zamówienia,
- badań elementów przerobionych plastycznie zgodnie z odpowiednimi normami,
- badań złączy spawanych w rodzaju i zakresie wg normy PN-EN 13480-5 w zależności od kategorii rurociągu, medium roboczego i grupy materiału,
- badań nieniszczących złączy spawanych przeprowadzanych wg odpowiednich norm, których wyniki będą ocenione przez odpowiednio wykwalifikowany personel,
- postępowanie w przypadku wykrycia niedokładności, niezgodności lub wad spawalniczych będzie zgodne PN-EN 13480.

Gotowy rurociąg, po zamontowaniu, będzie poddany ocenie końcowej, obejmującej:

- badanie wizualne i sprawdzenie dołączonej do urządzenia dokumentacji, w celu oceny zgodności z wymaganymi projektem,

-
- próbę ciśnieniową (według oddzielnych wytycznych) na ciśnienie próbne określone w dokumentacji projektowej,
 - badanie wizualne po próbie ciśnieniowej wraz ze sprawdzeniem osprzętu ciśnieniowego i zabezpieczającego,
 - wszystkie kontrole i badania winny będą udokumentowane w sposób wymagany stosownymi normami i instrukcjami.

9. Zagadnienia branży elektroenergetycznej

Dla potrzeb zasilania elektrycznego układu produkcji ciepła w Sanok Rubber Company S.A. zaprojektowano rozdzielnicę nn 0,4kV 01BJE, która zostanie zasilona z istniejącej rezerwy rozdzielnic głównej OS-1 oraz rozdzielnicę nn 0,4kV 01BJF, która zostanie zasilona z istniejącej rezerwy rozdzielnic R-32.

Na podstawie wykazu odbiorów elektrycznych dla układu produkcji ciepła w Sanok Rubber przeprowadzono bilans mocy elektrycznej dla rozdzielnic nn 0,4kV 01BJE, który przedstawiono w zestawieniu nr SRS-002-1001.M.501-00.

Na podstawie wykazu odbiorów elektrycznych dla układu produkcji ciepła w Sanok Rubber przeprowadzono bilans mocy elektrycznej dla rozdzielnic nn 0,4kV 01BJF, który przedstawiono w zestawieniu nr SRS-002-1001.M.502-00.

Parametry rozdzielnic 01BJE, 01BJF:

- | | |
|-----------------------------------|---------------|
| • Typ: | xEnergy light |
| • Napięcie znamionowe: | 400V, 50 Hz |
| • Prąd zwarciov: | 50 kA |
| • Klasa ochronności: | I |
| • Ciągły prąd szyn zbiorczy: | 160A |
| • Prąd ciągły pól wyłącznikowych: | 160A |
| • Stopień ochrony: | IP31, IK10 |
| • Układ sieciowy: | TN-S |

Układ zasilania

Rozdzielnica nn 0,4kV 01BJE zostanie zasilona z rozdzielnic głównej OS-1 z pola odpływowego nr 7.2. Docelowo planuje się likwidację rozdzielnic R-5 i wykorzystanie uzyskanych pól odpływowych nr 3.1 oraz nr 6.1 do zasilania rozdzielnic 01BJE w późniejszym czasie.

Rozdzielnica nn 0,4kV 01BJF zostanie zasilona z rozdzielnic R-32 z pola odpływowego nr 1.4. Istniejące pole odpływowe należy zmodernizować i dostosować do parametrów elektrycznych rozdzielnic 01BJE (wymiana uszkodzonego aparatu).

Pomieszczenia elektryczne

Zaprojektowana rozdzielnica nn 0,4kV 01BJE zostanie postawiona w pomieszczeniu pod klatką schodową na poziomie +0,00m w miejscu istniejącego zespołu dieslowskiego. Pomieszczenie należy wyremontować oraz dostosować do wymogów pomieszczeń elektrycznych. (ściany EI60, połączenia wyrównawcze itd.) Należy odtworzyć istniejącą instalację oświetlenia.

Zaprojektowana rozdzielnica nn 0,4kV 01BJF zostanie postawiona w pomieszczeniu znajdującym się przy stacji redukcyjnej w piwnicy na poziomie -4,00m. Pomieszczenie należy wyremontować oraz dostosować do wymogów pomieszczeń elektrycznych. (ściany EI60, połączenia wyrównawcze itd.) Należy odtworzyć istniejącą instalację oświetlenia oraz wykonać podłogę podniesioną.

Instalacja oświetlenia, gniazda remontowe

W zakresie instalacji oświetlenia oraz gniazd remontowych nie przewiduje się żadnych dodatkowych prac. Instalacja zostanie zabudowana w istniejącym budynku kotłowni, który wyposażony jest w instalację oświetlenia i gniazd remontowych.

Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona przeciwporażeniowa będzie zrealizowana poprzez:

- w przypadku ochrony przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa) zastosowanie odpowiedniej izolacji roboczej, obudów (osłon) lub umieszczeniem ich poza zasięgiem ręki (dotyku),
- w przypadku ochrony przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) dla sieci 0,4kV pracującej w układzie TN-S tj. z uziemionym punktem zerowym zarówno w obwodach trój- jak i jednofazowych w zależności od miejscowych warunków i stopnia zagrożenia zgodnie z PN-IEC-60364-4 poprzez:
 - zastosowanie szybkiego wyłączenia w przypadku przekroczenia napięcia dotykowego bezpiecznego (bezpieczniki topikowe, wyłączniki samoczynne szybkie, wyłączniki przeciwporażeniowe różnicowo-prądowe),
 - zastosowanie urządzeń II klasy ochronności,

- zastosowanie separacji odbiorników,
- dla odpływów introwertywnych ochronę przeciwporażeniową wykonać należy zgodnie z normą PN-HD 60364-4-41:2017-09. Jako ochronę podstawową zapewniono izolację podstawowych części czynnych. Jak środek ochrony dodatkowej zastosowano ograniczenie napięcia dotykowego UST do wartości dopuszczalnej długotrwale $U_L=50V$. Przy doziemieniu spadek napięcia na przewodzie ochronnym pomiędzy przekształtnikiem a miejscem gdzie są wykonane połączenia wyrównawcze nie będzie przekraczać napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale.

Uziemienie

Dla potrzeb uziemienia instalacji układu produkcji ciepła w Sanok Rubber Company S.A. należy wykonać wewnętrzne połączenia wyrównawcze, za pomocą których należy podłączyć się z wewnętrzną instalacją uziemiającą, z elementami stalowymi konstrukcji, elementami wykonawczymi takimi jak zawory, pompy itp.

Wewnętrzna instalacja uziemiająca powinna obejmować rozdzielnice, szafy sterownicze, metalowe elementy instalacji wody, wentylacji, odprowadzenia spalin oraz konstrukcje stalowe, trasy kablowe itd.

Gospodarka kablowa

Przewiduje się zastosowanie kabli miedzianych w izolacji żył i powłoce polietylenowej lub polwinitowej niepalnej o następujących danych:

- kable siłowe, energetyczne n.n. – pięciożyłowe o napięciu znamionowym 1kV,
- kable sygnalizacyjne o przekrojach 0,5 mm², 1,0 mm² i 1,5 mm², o napięciu 1kV lub 750V, ekranowane skrętki parowane lub światłowody.

Dla prowadzenia kabli przewiduje się ułożenie konstrukcji, korytek kablowych oraz wykonanie przepustów i rur ochronnych w posadzce. Konstrukcje tras kablowych wykonane będą, jako stalowe ocynkowane, kable o różnych poziomach napięć ułożone zostaną na osobnych drabinkach kablowych. Tam gdzie to będzie możliwe kable zasilających podstawowych i rezerwowych urządzeń układane będą na osobnych trasach. Dla tras kablowych prowadzonych w kanałach oraz pomieszczeniach zastosowane zostaną kable o izolacji słabo rozprzestrzeniającej ogień lub nakładane będą niepalne powłoki; trasy

będą spełniać wymogi bezpieczeństwa. Zastosowane będą kable o zwiększonej izolacji i powłoce zewnętrznej oraz zwiększonej odporności na starzenie i rozprzestrzenianie płomienia. Kable siłowe będą dobierane ze względu na obciążenie, wytrzymałość zwarciovą, spadek napięcia przy rozruchu silników i wytrzymałość mechaniczną. Kable sterownicze będą dobrane z uwzględnieniem prądu obciążenia, spadku napięcia, możliwości indukcyj pod wpływem warunków środowiskowych i wytrzymałości mechanicznej. Przejścia kabli przez ścinany i stropy stanowiące przegrody pożarowe zostaną zabezpieczone ogniowo poprzez wypełnienie ich certyfikowanymi masami uszczelniającymi o klasie odporności ogniowej EI 120 (np. system uszczelnień firmy Hilti).

Normy

Nowoprojektowana instalacja układu produkcji ciepła będzie spełniała aktualne wymagania norm i przepisów.

L.p.	Norma	Opis
1.	PN-60364-1	Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część:1 Wymagania podstawowe, ustalanie ogólnych charakterystyk, definicje
2.	PN-HD 60364-4-41	Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed porażeniem elektrycznym
3.	PN-HD 60364-4-43	Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed prądem przetężeniowym
4.	PN-HD 60364-5-56	Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Instalacje bezpieczeństwa
5.	PN-EN 61439	Rozdzielnice i sterownice niskiego napięcia
6.	PN-EN 60529	Stopnie ochrony zapewniane przez obudowy (kod IP)
7.	PN-EN 61000-6	Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Normy ogólne
8.	PN-EN 60071-1	Koordinacja izolacji
9.	Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. wraz z późniejszymi zmianami	Prawo budowlane
10.	Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. wraz z późniejszymi zmianami	Prawo energetyczne

10. Zagadnienia branży AKPiA

10.1. Normy

Dostarczona aparatura kontrolno-pomiarowa będzie spełniała aktualne wymagania norm i przepisów.

Lp	Norma	Opis
1	PN-EN ISO 5167-2005	Pomiary strumienia płynu za pomocą zwężek pomiarowych wbudowanych w całkowicie wypełnione rurociągi o przekroju kołowym.
2	PN-EN 60534	Przemysłowe zawory regulacyjne.
3	PN-EN 61152-2002	Wymiary metalowych osłon czujników termometrycznych
4	PN-M-42377:2001	Pomiary strumienia płynu za pomocą zwężek pomiarowych. Wytyczne doboru dysz i kryz nie objętych ISO 5167-1
5	PN-M-42378:2001	Pomiary strumienia płynu za pomocą zwężek pomiarowych. Wytyczne dotyczące wpływu odchył od wymagań i warunków stosowania podanych w ISO 5167-1
6	PN-EN 50446:2007	Zespół prostych elementów z metalową lub ceramiczną tuleją izolacyjną i wyposażenie
7	PN-EN 60751:2009	Czujniki platynowe przemysłowych termometrów rezystancyjnych i platynowe czujniki temperatury
8	PN-EN IEC 61508-2010	Bezpieczeństwo funkcjonalne elektrycznych/elektronicznych/programowalnych elektronicznych systemów związanych z bezpieczeństwem.
9	PN-EN IEC 61511	Bezpieczeństwo funkcjonalne -- Przyrządowe systemy bezpieczeństwa do sektora przemysłu procesowego
10	PN-IEC 61882:2005	Badania zagrożeń i zdolności do działania (badania HAZOP) - Przewodnik zastosowań
11	PN-EN 894:2010	Maszyny. Bezpieczeństwo. Wymagania ergonomiczne dotyczące projektowania wskaźników i elementów sterowniczych.
12	PN-EN 60529:2003	Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP)
13	PN-EN 61518:2004	Wymiary połączeń między miernikami różnicy ciśnień, a kołnierzowymi urządzeniami odcinającymi pracującymi w zakresie do 413 bar (41,3 MPa)
14	PN-EN 61326-1:2013	Wyposażenie elektryczne do pomiarów, sterowania i użytku w laboratoriach. Wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej (EMC)

15	PN-EN 60079-0:2013	Atmosfery wybuchowe – Część 0: Sprzęt – Podstawowe wymagania
16	PN-EN 60079-11:2012	Urządzenia elektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem – Wykonanie iskrobezpieczne "i"
17	PN-EN 1127:2011	Atmosfery wybuchowe - Zapobieganie wybuchowi i ochrona przed wybuchem
18	PN-EN 50174-1:2010/A1:2011	Technika informatyczna – Instalacja okablowania – Część 1: Specyfikacja instalacji i zapewnienie jakości
19	PN-EN 50174-2:2010/A1:2011	Technika informatyczna. Instalacja okablowania. Część 2 Planowanie i wykonywanie instalacji wewnątrz budynków.
20	PN-EN 50310:2012	Stosowanie połączeń wyrównawczych i uziemiających w budynkach z zainstalowanym sprzętem informatycznym.
21	PN-EN 60051	Elektryczne przyrządy pomiarowe wskazujące analogowe o działaniu bezpośrednim i ich przybory.
22	PN-EN 60654	Urządzenia do pomiarów i sterowania procesami przemysłowymi.
23	PN-EN 60584-1: 2014	Termoelementy – Charakterystyki
24	PN-EN 60584-3: 2008	Termoelementy – Część 3: Kable rozszerzające i kompensacyjne – Tolerancje i systemy rozpoznawcze
25	PN-EN 60439	Rozdzielnice i sterownice niskiego napięcia.
26	PN-EN 60947	Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa
27	PN-EN 61000-4-4: 2013	Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4-4: Metody badań i pomiarów – Badanie odporności na serie szybkich elektrycznych stanów przejściowych – Podstawowa publikacja EMC (oryg.)
28	PN-EN 61000-6-2: 2008	Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 6-2: Normy ogólne - Odporność w środowiskach przemysłowych (oryg.)
29	PN-EN 10204: 2006	Wyroby metalowe - Rodzaje dokumentów kontroli
30	PN-ISO 17089-1:2013	Pomiar strumienia objętości płynu w przewodach – Przepływomierze ultradźwiękowe
31	PN-EN 62271-1:2009/A1:2011	Wysokonapięciowa aparatura rozdzielcza i sterownicza Część 1: Postanowienia wspólne
32	PN-EN 60297	Konstrukcje mechaniczne do urządzeń elektronicznych
33	PN-EN 14181: 2015	Emisja ze źródeł stacjonarnych – zapewnienie, jakości automatycznych systemów pomiarowych

34	PN-EN 61587-1:2012	Konstrukcje mechaniczne do urządzeń elektronicznych – Badania dotyczące IEC 60917 i IEC 60297 – Część 1: Badania klimatyczne, mechaniczne i aspekty bezpieczeństwa dotyczące szaf, stojaków, kaset i podstaw montażowych.
35	PN-EN 61587-2:2011	Konstrukcje mechaniczne do urządzeń elektronicznych – Badania dotyczące IEC 60917 i IEC 60297 – Część 2: Badania sejsmiczne dotyczące szaf i stojaków.
36	PN-EN 61587-3: 2013	Konstrukcje mechaniczne do urządzeń elektronicznych – Badania dotyczące IEC 60917 i IEC 60297 – Część 3: Badania skuteczności ekranowania elektromagnetycznego szaf, stojaków i kaset.
37	PN-EN 60332	Badanie palności kabli i przewodów elektrycznych oraz światłowodowych.
38	PN-EN 60332-3-24:2009	Badanie palności kabli i przewodów elektrycznych oraz światłowodowych. Część 3-24: Sprawdzenie odporności na pionowe rozprzestrzenianie się płomienia wzdłuż pionowo zamontowanych wiązek kabli lub przewodów – Kategoria C
39	PN-EN ISO 10628-2:2013	Schematy technologiczne instalacji przemysłowych – Zasady ogólne
40	PN-EN 60953-2:2000	Wymagania dotyczące cieplnych badań odbiorczych turbin parowych. Metoda B. Szeroki zakres dokładności dla różnych typów i wielkości turbin parowych.
41	PN-EN 60721-3-0:2002	Klasyfikacja warunków środowiskowych. Część 3-0: Klasyfikacja grup czynników środowiskowych i ich ostrości. Wytyczne ogólne
42	PN-EN 60870-2-2:2002	Urządzenia i systemy telesterowania. Część 2-2: Warunki pracy. Warunki środowiskowe (klimatyczne, mechaniczne i inne oddziaływania nieelektryczne)
43	PN-HD 60364-4-41:2009	Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed porażeniem elektrycznym.
44	PN-HD 60364-4-444:2012	Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-444: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed zakłóceniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi.
45	PN-HD 60364-5-54:2011	Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Układy uziemiające i przewody ochronne
46	DIN EN 43760	Pomiary temperatur. Czujnik rezystancyjny Norma wymagania i badania
47	DIN EN 43710	Pomiary temperatur. Czujnik termoelektryczny do montażu w rurociągu, wymagania i badania

48	DIN 50.049-3.1 B	Certyfikaty materiałów
----	------------------	------------------------

Rozbudowa systemu sterowania będzie spełniała aktualne wymagania norm i przepisów.

Lp	Norma	Opis
1	PN-EN IEC 61508-2010	Bezpieczeństwo funkcjonalne elektrycznych/elektronicznych/programowalnych elektronicznych systemów związanych z bezpieczeństwem
2	PN-EN IEC 61511	Bezpieczeństwo funkcjonalne - Przyrządowe systemy bezpieczeństwa do sektora przemysłu procesowego
3	PN-EN 60529:2003	Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP)
4	PN-EN 61326-1:2013	Wyposażenie elektryczne do pomiarów, sterowania i użytku w laboratoriach. Wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej (EMC)
5	PN-EN 50173-1:2011	Technika informatyczna. Systemy okablowania strukturalnego, Część 1 Wymagania ogólne
6	PN-EN 50174-1:2010/A1:2011	Technika informatyczna – Instalacja okablowania – Część 1: Specyfikacja instalacji i zapewnienie jakości
7	PN-EN 50174-2:2010/A1:2011	Technika informatyczna. Instalacja okablowania. Część 2 Planowanie i wykonywanie instalacji wewnątrz budynków
8	PN-EN 50310:2012	Stosowanie połączeń wyrównawczych i uziemiających w budynkach z zainstalowanym sprzętem informatycznym
9	PN-EN 60654	Urządzenia do pomiarów i sterowania procesami przemysłowymi
10	PN-EN 60439	Rozdzielnice i sterownice niskiego napięcia
11	PN-EN 60947	Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa
12	PN-EN 60950-1:2007	Bezpieczeństwo urządzeń informatycznych i elektrycznych urządzeń techniki biurowej
13	PN-EN 61000-4-4: 2013	Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4-4: Metody badań i pomiarów – Badanie odporności na serie szybkich elektrycznych stanów przejściowych – Podstawowa publikacja EMC (oryg.)
14	PN-EN 61000-6-2: 2008	Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 6-2: Normy ogólne - Odporność w środowiskach przemysłowych (oryg.)

15	PN-EN 62271-1:2009/A1:2011	Wysokonapięciowa aparatura rozdzielcza i sterownicza. Część 1: Postanowienia wspólne
16	PN-EN 60297	Konstrukcje mechaniczne do urządzeń elektronicznych
17	PN-EN 61587-1:2012	Konstrukcje mechaniczne do urządzeń elektronicznych – Badania dotyczące IEC 60917 i IEC 60297 – Część 1: Badania klimatyczne, mechaniczne i aspekty bezpieczeństwa dotyczące szaf, stojaków, kaset i podstaw montażowych
18	PN-EN 61587-2:2011	Konstrukcje mechaniczne do urządzeń elektronicznych – Badania dotyczące IEC 60917 i IEC 60297 – Część 2: Badania sejsmiczne dotyczące szaf i stojaków
19	PN-EN 61587-3: 2013	Konstrukcje mechaniczne do urządzeń elektronicznych – Badania dotyczące IEC 60917 i IEC 60297 – Część 3: Badania skuteczności ekranowania elektromagnetycznego szaf, stojaków i kaset
20	PN-EN 60332	Badanie palności kabli i przewodów elektrycznych oraz światłowodowych
21	PN-EN 60332-3-24:2009	Badanie palności kabli i przewodów elektrycznych oraz światłowodowych. Część 3-24: Sprawdzenie odporności na pionowe rozprzestrzenianie się płomienia wzdłuż pionowo zamontowanych wiązek kabli lub przewodów – Kategoria C
22	PN-EN 60721-3-0:2002	Klasyfikacja warunków środowiskowych. Część 3-0: Klasyfikacja grup czynników środowiskowych i ich ostrości. Wytyczne ogólne
23	PN-EN 60870-2-2:2002	Urządzenia i systemy telesterowania. Część 2-2: Warunki pracy. Warunki środowiskowe (klimatyczne, mechaniczne i inne oddziaływania nieelektryczne)
24	PN-HD 60364-4-41:2009	Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed porażeniem elektrycznym
25	PN-HD 60364-4-444:2012	Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-444: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed zakłóceniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi
26	PN-HD 60364-5-54:2011	Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Układy uziemiające i przewody ochronne
27	DIN 50.049-3.1B	Certyfikaty materiałów

W przypadku rozbieżności pomiędzy różnymi normami lub wymaganiami niniejszej dokumentacji, należy stosować kryteria najbardziej wymagające; gdy opublikowano

normę nowszą niż przytoczona powyżej, należy stosować się do aktualniejszego opracowania.

We wszelkich wyliczeniach i dokumentach powinno się stosować Międzynarodowy Układ Jednostek Miar (SI), wykorzystywany również przy skalowaniu obiektowej aparatury pomiarowej, za wyjątkiem następujących przypadków:

- | | |
|------------------------------|---|
| • Ciśnienie | MPa |
| • Temperatura | skala Celsjusza (°C) |
| • Energia (ciepło) | kilokaloria (kcal) |
| • Energia elektryczna | kilowatogodzina (kWh) |
| • Moc | kilowat (kW) |
| • Lepkość | centypuaz (Cp) |
| • Wysokość/Pojemność/Procent | metr (m), litr (l), (%) |
| • Przepływ cieczy | m ³ /h., l/ min. lub kg/min. |
| • Przepływ gazów | Nm ³ /h, Nm ³ /min. |
| • Przepływ pary | kg/h, kg/s, t/h, t/s. |

10.2. Zakres dostaw, usług i odpowiedzialności

Zakres dostaw dla branży automatyki i sterowania będzie obejmował m.in:

- kompletne oprogramowanie nadrzędnego systemu sterowania niezbędne do prawidłowego działania obiektu w związku z wykonywaną modernizacją,
- algorytmy sterowań, regulacji, blokad i zabezpieczeń modernizowanej części obiektu,
- kopię zapasową oprogramowania aplikacyjnego dla dostarczanego zakresu modernizacji systemu sterowania postaci ładownych plików wraz z narzędziami umożliwiającymi załadowanie aplikacji wraz z wymaganym oprogramowaniem i licencjami,
- skrzynki obiektowe, skrzynki pośredniczące, skrzynki przelotowe, szafy systemowe, szafy procesowe, szafy wejść/wyjść, skrzynki sterowania lokalnego – wraz z ich integracją w nadrzędnym systemie sterowania. Dostarczane skrzynki i szafy muszą posiadać pełne wyposażenie oraz okablowanie wewnętrzne jak również konstrukcje nośne (m.in. cokoły, stojaki, itd.),

- Dostawa dobór i kompletacja instalacji i urządzeń AKPiA w tym m.in.
 - a. trasy impulsowe: rurki, zaworki manometryczne, zawory blokowe, złączki, trójniki,
 - b. przetworniki pomiarowe (w tym przetworniki temperatury np. temperatur łożysk czy uzwojeń napędów, których czujniki są w dostawie danego urządzenia
 - c. kompletne pomiary przepływu - do określenia rodzaj przyłącza pod montaż pomiaru,
 - d. czujniki,
- materiały i wyposażenie montażowe oraz specjalne m.in. stojaki, zawiesia, śruby, konstrukcje nośne, wsporcze, uziemiające i pomocnicze oraz inne wraz z niezbędnym osprzętem,
- kalibracja i uruchomienie aparatury obiektowej,
- kable, trasy kablowe (o ile będzie taka potrzeba), montaż, ułożenie, podłączenia m.in.:
 - a. od stacji systemowych nadrzędnego systemu sterownia do szaf krosowych (o ile wystąpią), skrzynek obiektowych i pośredniczących zlokalizowanymi na obiekcie,
 - b. od skrzynek obiektowych/pośredniczących/szaf krosowych do aparatury pomiarowej i sygnalizacyjnej zlokalizowanej na obiekcie,
 - c. od szaf systemowych poprzez kable sterownicze do napędów regulacyjnych i odcinających,
- kable sygnałowe (w tym przewody kompensacyjne), sterownicze, sygnalizacyjne, zasilające, obiektowe oraz ogólne (światłowody, skrętki wieloparowe) z urządzeniami przyłączeniowymi i transmisyjnymi,
- trasy kablowe zasilania sterowania i sygnałowe AKPiA, konstrukcje nośne, wsporcze, ochraniające, uziemiające i pomocnicze wraz z niezbędnym osprzętem i ich montażem – w przypadku, gdy nie można wykorzystać istniejących tras kablowych,
- oznaczenia/oznaczniki dla dostarczanych urządzeń i kabli,
- dławiki, wtyczki, gniazda, uszczelnienia,
- montaż dostarczonych urządzeń, instalacji i systemów,

-
- wykonanie prac budowlanych w zakresie przepustów, przejść przez ściany, uszczelnień, poprawek wynikających z błędnie wykonanej budowlanki,
 - części szybko zużywające się na okres rozruchu, ruchu regulacyjnego, ruchu próbnego, okresu gwarancyjnego (opcja cenowa),
 - dokumentację projektową, wykonawczą, powykonawczą, montażową i eksploatacyjną potrzebną do realizacji inwestycji, prowadzenia prac remontowych i eksploatacyjnych,
 - dokumentację licencyjną,
 - dokumentację konstrukcyjną i jakościową,
 - świadectwa jakości, zgodności i certyfikaty dostarczonych urządzeń i materiałów,
 - komplet instrukcji i dokumentacji eksploatacyjnych, kompletne oprogramowanie narzędziowe, aplikacyjne oraz kody źródłowe oprogramowania aplikacyjnego z komentarzami, itd. – język polski,
 - dokumentację techniczne (DTR) dostarczanych urządzeń i systemów,
 - sprawdzenie parametrów obwodów i wykonanie protokołów, przeprowadzenie prób odbiorowych oraz badań i kontroli wraz z wydaniem stosownych protokołów i dokumentacji odbiorowej,
 - certyfikaty, aprobaty techniczne, deklaracje zgodności i atesty dla dostaw i usług,
 - uruchomienie i wykonanie prób odbiorowych. Uczestnictwo w próbach: przedrozruchowych (próby indywidualne), rozruchowych, regulacyjnych, optymalizacyjnych oraz eksploatacyjnych/gwarancyjnych (wykazanie, że całość prac wykonana jest w sposób poprawny i instalacja spełnia wymagane parametry),
 - przeprowadzenie optymalizacji działania algorytmów zaimplementowanych w nadrzędnym systemie sterowania wraz z wprowadzeniem zmian do algorytmów powstałych na etapie optymalizacji i rozruchu,
 - szkolenie personelu, w tym obsługi, inżynierów i administratorów systemu sterowania i archiwizacji, itp.,
 - obsługa gwarancyjna,
 - zagospodarowanie odpadów pomontażowych,

- transport na teren budowy,
- serwis gwarancyjny dostarczonych urządzeń i usług,
- inne prace i dostawy potrzebne do realizacji zadania/projektu.

10.3. Granice dostaw i usług

Granicami dostaw i usług branży automatyki będą:

- króćce technologiczne dla instalacji technologicznych – od strony obiektu
- listwy zaciskowe w szafach od strony rozdzielni dla układów zasilania AKPiA oraz systemu sterowania,
- zaciski na urządzeniach (w tym zaworach, cewkach zaworów) komunikujących się lub/i wymieniających informacje/sygnały (w tym związane z sterowaniem) z nadrzędnym systemem sterowania,
- zaciski sygnałowe w rozdzielnicach elektrycznych – m.in. sygnalizacja stanu pracy i sterowanie dla rozdzielnic, napędów technologicznych, urządzeń.

10.4. Wyłączenia z zakresu dostaw

Z zakresu dostawy wyłączone zostają:

- pochwy termometryczne i króćce przyłączeniowe do instalacji technologicznej,
- zawory regulacyjne i odcinające,
- siłowniki zaworów regulacyjnych i odcinających,
- kable zasilające napędów regulacyjnych i odcinających,
- odcięcia dla przyłączy pomiarów ciśnienia.

10.5. Wytyczne szczegółowe dla obiektowej aparatury kontrolno-pomiarowej

W ramach modernizacji zostanie dostarczony komplet obiektowej aparatury kontrolno-pomiarowej i automatyki niezbędnej do poprawnej pracy ww. instalacji technologicznej. Listę punktów pomiarowych przedstawiono w liście aparatury pomiarowej SRS-002-1001.M.803.

Wszystkie aparaty i urządzenia pomiarowe mają zostać sprawdzone przed zamontowaniem i posiadać świadectwa certyfikacji.

Wymaga się, aby zachowana była jak najdalej idącą unifikacja aparatury i urządzeń automatyki.

Przy doborze aparatury obiektowej automatyki do prawidłowej kontroli procesu technologicznego mają zostać spełnione poniższe kryteria:

- aparatura obiektowa ma zostać dobrana z uwzględnieniem czynnika roboczego, parametrów urządzenia technologicznego, warunków zabudowy, warunków otoczenia, wymaganej dokładności, dostępności serwisu i dyspozycyjności z uwzględnieniem szczególnych wymagań i zaleceń producenta aparatury.
- materiał, konstrukcja oraz wymiary armatury jak również przewodów impulsowych pomiędzy instalacją technologiczną - procesem, a przetwornikiem powinny zostać dobrane tak, aby:
 - a. gwarantowały pomiar pełnych maksymalnych parametrów procesu (wg PN 92/M 34031),
 - b. uwzględniały wymagania metrologiczne (dla pomiarów chemicznych będą stosowane wyłącznie materiały kwasoodporne),
 - c. uwzględniały warunki otoczenia (np. temperatura, agresywne wyziewy itd.), jednakże w warunkach znacznego zagrożenia korozją (np. na instalacjach odsiarczania spalin) będą stosowane wyłącznie nierdzewne lub kwasoodporne materiały.

Dopuszcza się stosowanie wyłącznie atestowanych elementów i materiałów o potwierdzonej jakości i pochodzeniu.

Wymagania dla obiektowej aparatury kontrolno-pomiarowej przedstawiono poniżej.

- aparatura pomiarowa ma posiadać obudowy o stopniu ochrony IP (wg normy PN-EN 60529) odpowiednim do miejsca montażu przetwornika, jednak nie niższym niż IP54. W przypadku montowania aparatury pomiarowej w szafach (szafkach) obiektowych stopień ochrony jw. dotyczy szafy (szafki) obiektowej.
- wraz z aparaturą pomiarową należy dostarczyć dokumentację techniczno-ruchową urządzenia, kwestionariusz kalibracji urządzenia oraz inne dokumenty wymagane ze

względu na przeznaczenie urządzenia. Dokumenty należy dostarczyć w polskiej wersji językowej.

10.5.1. Pomiary przepływu

Wymagania dla pomiarów przepływu płynów:

- klasa przetwornika 0,5 lub lepsza,
- generalnie dla cieczy nie zanieczyszczonych należy stosować pomiary przy pomocy przetworników ultradźwiękowych w oparciu o normy PN-EN ISO 5167-1,
- pomiary przepływu pary zostaną zrealizowane za pomocą elementów spiętrzających oraz przetworników różnicy ciśnień,
- włączenie 4...20mA (HART) dla przepływomierzy,
- dwuprzewodowe zasilanie z karty systemu.

10.5.2. Pomiary ciśnienia

Wymagania dla przetworników ciśnienia i różnicy ciśnień:

- przetworniki inteligentne z komunikacją "HART" wyposażone we wskaźnik miejscowy,
- dwuprzewodowe zasilanie z karty systemu o sygnale wyjściowym 4...20mA,
- napięcie zasilania 16...32 VDC,
- zakres temperatury otoczenia pracy $-20^{\circ}\text{C} \div +70^{\circ}\text{C}$,
- stopień ochrony IP 65 zgodnie z PN-92/E-08106,
- błąd podstawowy $\pm 0,25\%$ lub mniejszy, dla układów mniej ważnych dopuszczalna jest klasa dokładności 0,6, po akceptacji Zamawiającego,
- stabilność sygnału wyjściowego $\leq 0,25\%$ (przez 6 miesięcy od czyszczenia i kalibracji układu),
- wpływ zmian napięcia zasilania $\leq 0,005\%/V$,
- powtarzalność wskazań $\leq \pm 0,1\%$,
- przeciążalność $>125\%$ zakresu pomiarowego, przy czym dla części przetworników wymagana jest wyższa przeciążalność i odporność na przeciążalność impulsową.

10.5.3. Pomiary temperatury

Wymagania dla czujników termometru rezystancyjnego:

- mają być zastosowane czujniki rezystancyjne typu PT100,

- dla pomiarów wykorzystywanych w układach automatycznej regulacji oraz obliczeniach sprawnościowych mają być stosowane czujniki klasy A według PN-83/M-53852, a dla pozostałych pomiarów czujniki klasy B według PN-81/M-53852,
- rodzaj obudowy, długość i średnica czujnika mają być dobrane do miejsca montażu,
- głowice łączeniowe mają być wykonane w stopniu ochrony IP65 zgodnie z PN-92/E-08106 i zapewniać trwałe podłączenie przewodów łączeniowych,
- czujniki mają być odporne na drgania mechaniczne występujące w miejscu montażu.

10.5.4. Wymagania dla przetworników sygnałowych rezystancji Ω /mA:

Wymagania dla przetworników sygnałowych rezystancji:

- przetworniki dwuprzewodowe z sygnałem wyjściowym 4...20 mA,
- napięcie zasilania 16...32 VDC,
- błąd podstawowy < 0,2 %,
- błąd liniowości < 0,1 %,
- błąd od zmian temperatury < 0,1 %/10°C,
- temperatura otoczenia pracy - 20 ÷ + 80°C,

przetworniki mają być zamontowane w szafach/skrzynkach obiektowych o stopniu ochrony IP65 lub lepszym zgodnie z PN-92/E-08106 (nie dopuszcza się montażu przetworników w głowicach czujników).

10.5.5. Gospodarka kablowa dla układów automatyki

Kable automatyki, sygnałowe (w tym kable do cyfrowej transmisji danych) oraz zasilające mają być kablami nierozprzestrzeniającymi płomienia oraz o zwiększonej niepalności (spełniające normy PN-EN 60332-3-24).

Dla kabli sygnałowych, z wyłączeniem kabli do kompensacji i termoelektrycznych – dla których, należy spełnić dodatkowo:

- żyły giętkie, wielodrutowe, skręcone z miękkich drutów miedzianych,
- żyły izolowane skręcone w pary,
- wspólny ekran chroniący przewody kabla przed zewnętrznymi polami elektromagnetycznymi.

Kable automatyki mają być prowadzone niezależnymi trasami kablowymi. Zakłada się wykorzystanie istniejących głównych tras kablowych z zachowaniem podziału dla kabli automatyki i elektrycznych (osobne drabinki i półki kablowe).

Kable automatyki o różnych napięciach mają być pogrupowane i odseparowane od siebie, w sposób zapewniający eliminację zakłóceń elektrycznych. W pomieszczeniach zamkniętych kable winny być prowadzone pod podłogami podwójnymi lub w specjalnych kanałach. W przypadku braku istniejących tras kablowych zaprojektowane i wykonane zostaną odpowiednie konstrukcje kablowe, począwszy od głównych tras kablowych do poszczególnych urządzeń automatyki (skrzynek pośredniczących, czujników i przetworników pomiarowych itp.). W projektowaniu tras kablowych należy zwrócić szczególną uwagę na zachowanie odpowiednich odległości od źródeł ciepła.

Wszystkie konstrukcje kablowe i półki mają być uziemione.

Trasy kablowe będą zawierać min. 15 % rezerwy miejsca.

Trasy sieci magistral komunikacji cyfrowej mają być trasami niezależnymi i zabezpieczonymi na wypadek fizycznego uszkodzenia kabli oraz oddziaływania zewnętrznych pól elektromagnetycznych.

Kablami wielożyłowymi mogą być przesyłane sygnały o tym samym potencjale.

Kable sygnałowe zbiorcze mają zawierać min. 4 żyły rezerwowe.

Kable światłowodowe mają zawierać min. 15 % rezerwowych włókien, ale nie mniej niż cztery włókna – 2 pary.

Wszystkie kable zainstalowane na obiekcie muszą być trwale oznaczone. Technologia wykonywania oznaczeń ma być dostosowana do warunków panujących w otoczeniu oraz zapewnić czytelność oznaczeń w dłuższym okresie czasu. Oznaczenia mają być umocowane w miejscach widocznych. Oznaczenie numeru i typu kabla należy wykonywać, co 10 mb i przy każdym przejściu przez przegrodę ogniową.

Oznaczenia końcowe kabli mają zawierać co najmniej następujące informacje:

- typ kabla,
- oznaczenie projektowe kabla, (nr kabla)
- adres żyły początkowy,
- adres żyły końcowy.

10.5.6. Szafki i skrzynki obiektowe automatyki

Wszelkiego rodzaju skrzynki obiektowe (łączeniowe), szafy i szafki aparaturowe mają mieć stopień ochrony IP65 wewnątrz obiektów technologicznych.

W przypadku instalacji, gdzie występuje szczególne zagrożenie korozją (np. instalacje dawkowania chemikaliów, pomiary chemiczne itd.) szafy i skrzynki mają być wykonane z materiałów nierdzewnych (stal nierdzewna, tworzywa sztuczne itd.) i odpowiednio zabezpieczone.

Szafy i szafki aparaturowe, w których występuje znaczne wydzielanie się ciepła mają zostać zaopatrzone w instalację wentylacyjną, a w przypadkach konieczności zachowania specjalnych warunków pracy aparatury - w instalację klimatyzacyjną i grzałki antykondensacyjne. W przypadku zastosowania wentylacji mechanicznej szafki, należy zainstalować urządzenie rezerwowe o 100% wydajności.

Listwy zaciskowe w szafach i skrzynkach mają być wykonane przy wykorzystaniu złączek (zacisków) połączeniowych renomowanych producentów gwarantujących zachowanie poprawnego połączenia przez okres minimum 10 lat bez konieczności przeprowadzenia prac serwisowo-konserwacyjnych.

10.5.7. Wymagania dla montażu elementów obiektowych automatyki

Montaż obiektowy obejmuje:

- zakres prac montażowych obejmuje kompletny tor pomiarowy od przyłączy poprzez np. rurki impulsowe, przetworniki, kable, elementy pomocnicze, aż do ewentualnych listew krosowych lub listew systemu komputerowego,
- łączenie rurek impulsowych od poborów impulsów do przetworników ma być wykonane zgodnie z PN-EN 13480-1:2005/ A2:2008,

- zawory odcinające i manometryczne mają być spawane lub skręcane w zależności od parametrów mediów,
- zawory manometryczne i wielodrogowe mają być montowane blisko przetworników pomiarowych,
- instalacja rurek impulsowych ma być tak wykonana, aby była możliwość łatwej wymiany przetwornika pomiarowego,
- przewody łączące urządzenia wykonawcze z systemem komputerowym muszą być wprowadzone do urządzeń oddzielnie od przewodów zasilających,
- aparatura montowana na obiekcie ma być podłączona do ogólnego systemu uziemień przewodami miedzianymi zgodnie z normą PN-HD 60364-5-54:2011,
- dostarczona aparatura pomiarowa ma spełniać wymogi rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 27.12.2007 w sprawie rodzajów przyrządów pomiarowych podlegających prawnej kontroli metrologicznej oraz zakresu tej kontroli (Dz.U. z 2014, poz. 1066),
- jakość dostarczonej aparatury winna być potwierdzona certyfikatem ISO lub świadectwem dopuszczenia do stosowania w energetyce,
- wszystkie urządzenia instalowane na obiekcie mają być oznakowane (tabliczki opisowe),
- konstrukcje i elementy stalowe mają być zabezpieczone przed korozją,
- rurki impulsowe mają być zabezpieczone przed drganiami.

10.5.8. Zasilanie układów automatyki

Aparatura automatyki nie może zostać uszkodzona, wyłączona z działania lub powodować pogorszenia pracy przy:

- czasowych zmianach napięcia,
- chwilowych przełączeniach pomiędzy różnymi systemami zasilania,
- powrotach napięcia,
- załączeniach i odłączeniach lub utratach napięcia.

10.6. Wytyczne dotyczące modernizacji części systemowej

Dla potrzeb sterowania układem wyprowadzenia ciepła planuje się zabudowę dwóch szaf automatyki zbudowanych w oparciu o system firmy Siemens Simatic ET 200 SP.

Nowoprojektowane szafy systemowe zostaną włączone do projektowanego ringu światłowodowego i odwzorowane w nowoprojektowanym systemie wizualizacji (projekt równolegle prowadzi firma AUTOMATYKA-POMIARY-STEROWANIE S.A.)

Na podstawie zestawień urządzeń, armatury i aparatury pomiarowej oszacowano ilość sygnałów I/O.

Ilość sygnałów I/O:

		AI	AO	DI	DO	Ilość
1	Armatura regulacyjna z napędem pneumatycznym	1	1	2	0	5
2	Armatura odcinająca z napędem pneumatycznym	0	0	2	1	1
3	Armatura regulacyjna z napędem elektrycznym	1	1	6	0	21
4	Armatura odcinająca z napędem elektrycznym	0	0	6	2	23
5	Napęd 0,4 kV	1	0	6	2	2
6	Napęd 0,4 kV z falownikiem	1	1	6	2	4
7	Pomiary	1				130

Wejść analogowych AI : 162

Wyjść analogowych AO : 30

Wejść dwustanowych DI : 312

Wyjść dwustanowych DO : 59

Docelowa alokacja nowych sygnałów w nadrzędnym systemie sterowania zostanie uwzględniona na schematach obwodowych i wykonana zostanie na etapie projektu wykonawczego.

Poniżej przedstawiono standardy sterowania dla urządzeń, będących w zakresie projektu.

	Standard	AI	AO	DI	DO
1.	Armatura regulacyjna z napędem pneumatycznym	1	1	2	0
	Otwarty, wyłącznik krańcowy			x	
	Zamknięty, wyłącznik krańcowy			x	
	Nastawa		x		
	Położenie	x			
2.	Armatura odcinająca z napędem pneumatycznym	0	0	2	1
	Otwarty, wyłącznik krańcowy			x	
	Zamknięty, wyłącznik krańcowy			x	
	Otwórz/Zamknij				x
3.	Armatura regulacyjna z napędem elektrycznym	1	1	6	0
	Zamknięta -krańcówka			x	
	Otwarta-krańcówka			x	
	Zamknięta -momentówka			x	
	Otwarta-momentówka			x	
	Gotowość elektryczna			x	
	Starowanie lokalne			x	
	Nastawa		x		
	Położenie	x			

4.	Armatura odcinająca z napędem elektrycznym	0	0	6	2
	Zamknięta -krańcówka			x	
	Otwarta-krańcówka			x	
	Zamknięta -momentówka			x	
	Otwarta-momentówka			x	
	Gotowość elektryczna			x	
	Starowanie lokalne			x	
	Zamknij				x
	Otwórz				x
5.	Napęd 0,4 kV	1	0	6	2
	Załącz lokalnie			x	
	Wyłącz lokalnie			x	
	Praca			x	
	Gotowość elektryczna			x	
	Sterowanie zdalne/lokalne			x	
	Awaryjne wyłączenie			x	
	Załącz				x
	Wyłącz				x
	Natężenie prądu	x			
6.	Napęd 0,4 kV z falownikiem	1	1	6	2
	Załącz lokalnie			x	
	Wyłącz lokalnie			x	
	Praca			x	

	Gotowość elektryczna			x	
	Sterowanie zdalne/lokalne			x	
	Awaryjne wyłączenie			x	
	Załącz				x
	Wyłącz				x
	Natężenie prądu	x			
	Wysterowanie		x		

11. Zagadnienia branży konstrukcyjno-budowlanej

W ramach planowanego przedsięwzięcia konieczne jest wykonanie następujących konstrukcji:

- aranżacja pomieszczenia pompowni wody sieciowej obejmująca wykonanie cokołów żelbetowych pod nowe pompy wody sieciowej.
- wykonanie podpór pod nowoprojektowane rurociągi
- aranżacja pomieszczenia, znajdującego się w klatce schodowej przy pomieszczeniu biurowym, pod nowoprojektowane urządzenia elektryczne. Pomieszczenie należy dostosować do warunków pożarowych odpowiadających odporności ogniowej EI60. Konieczne będzie wyburzenie ściany wewnętrznej i odtworzenie jej z materiałów odpowiedniej odporności ogniowej, zamurowanie okien zewnętrznych i dostosowanie drzwi do wymagań.
- wykonanie podpór żelbetowych w kotłowni w miejscu demontowanych kotłów pod wymienniki ciepła. Podpory zostaną dobetonowane do istniejących żelbetowych fundamentów ramowych kotłów na poziomie ~+3,10m.
- wykonanie podpór żelbetowych dla kolektora pary świeżej w miejscu demontowanego kotła. Podpory te zostaną wklejone w istniejący żelbetowy fundament ramowy kotłów.
- Wykonanie podpór żelbetowych pod zbiorniki układu stabilizacji ciśnienia w miejscu demontowanego kotła. Podpory te zostaną wklejone w istniejący żelbetowy fundament ramowy kotłów.
- odświeżenie kotłowni w zakresie ustalonym z inwestorem
- aranżacja pomieszczenia starej pompowni na poziomie 0,00m obejmująca częściową wymianę stropu żelbetowego na strop stalowy na kracie oraz odświeżenie pomieszczenia.
- aranżacja pomieszczenia uzdatniania wody na poziomie +4,10m obejmująca wykonanie podestu stalowego podestu obsługowego przy zbiorniku wody i podpór dla urządzeń towarzyszących. Konieczne jest także wykonanie otworu montażowego w ścianie przy osi A budynku w celu demontażu dwóch istniejących zbiorników oraz montażu nowoprojektowanego zbiornika. Otwór o szerokości

~3,0m i wysokości ~3,5 m należy wykonać na poziomie +4,10m. Nad otworem należy wykonać nadproże.

- aranżacja pomieszczenia stacji redukcyjnych znajdującego się w piwnicy pod nowoprojektowane pompy oraz zbiornik spustów i odwodnień. Pod pompy należy wykonać żelbetowe cokoły. Zbiornik spustów i odwodnień zostanie oparty na stalowej konstrukcji przy której zostanie wykonany podest obsługowy.
- aranżacja pomieszczenia elektrycznego w piwnicy przez dostosowanie go do wymagań odporności ogniowej do wartości EI60.

12. Zagadnienia branży wodno-instalacyjnej

12.1. Instalacja wentylacji i klimatyzacji

12.1.1. Wentylacja pompowni wody sieciowej

Parametry obliczeniowe powietrza wewnętrznego t min/max.= +5/+40°C

Celem instalacji wentylacji i ogrzewania powietrznego w pomieszczeniu pompowni wody sieciowej jest:

- odprowadzenie nadmiernych zysków ciepła od urządzeń technologicznych,
- pokrycie strat ciepła pomieszczenia w okresie zimy,
- utrzymanie w pomieszczeniu wymaganych temperatur w okresie pracy jak i postoju.

Zyski ciepła od pracujących urządzeń : 15 kW,

Obliczenie ilości powietrza wentylacyjnego (dla warunków zimowych)

$$V = \frac{Q}{\rho_p \cdot C_p \cdot (t_2 - t_1)} \cdot 3600 = \frac{15}{1,2 \cdot 1,005 \cdot 35} \cdot 3600 = 1\,279 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \approx 1\,300 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Obliczenie ilości powietrza wentylacyjnego (dla warunków letnich)

$$V = \frac{Q}{\rho_p \cdot C_p \cdot (t_2 - t_1)} \cdot 3600 = \frac{68}{1,2 \cdot 1,005 \cdot 10} \cdot 3600 = 4\,477 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \approx 4\,500 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

W pomieszczeniu pompowni zaprojektowano wentylację mechaniczną nawiewno – wywiewną mającą na celu usunięcie zysków ciepła od pracujących pomp oraz utrzymanie wymaganych temperatur w pomieszczeniu.

W okresie letnim nawiew przewidziano poprzez czerpnie ścienne wyposażone w przepustnice sterowane siłownikami elektrycznymi. Wywiew będzie się odbywał za pomocą wentylatora dachowego/kanałowego. Elementy nawiewne i wywiewne wyposażone zostaną w przepustnice regulacyjne sterowane ręcznie/automatycznie od czujnika temperatury w pomieszczeniu.

W okresie zimowym nawiew przewidziano poprzez aparat grzewczo-wentylacyjny wyposażony nagrzewnicę wodną. Wywiew będzie się odbywał za pomocą wentylatora dachowego/kanałowego.

Wentylacja pompowni w czasie pracy

W okresie przejściowym (tzew. $>+8 \div +40^{\circ}\text{C}$) nawiew powietrza odbywać się będzie grawitacyjne przez czerpnie ścienne (CZ) otwierane zdalnie.

Wywiew powietrza wentylacyjnego w okresie przejściowym odbywać się będzie przez wentylator dachowy/kanałowy.

W okresie zimy (tzew. $< +8^{\circ}\text{C}$) powietrze do pomieszczenia pompowni nawiewane będzie mechanicznie przez aparat grzewczo-wentylacyjny pracujący w funkcji grzewczej. Temperatura powietrza nawiewanego do hali będzie wynosić ok. $+5^{\circ}\text{C}$.

Wywiew powietrza wentylacyjnego w okresie zimowym odbywać się będzie przez wentylator dachowy/kanałowy.

Wentylacja pompowni w czasie postoju

W czasie postoju bloku w okresie zimowym, w celu pokrycia strat ciepła budynku, aparat grzewczo-wentylacyjny pracować będzie na powietrzu obiegowym. Urządzenia wentylacyjne będą wyłączone a czerpnie będą w pozycji zamkniętej.

W okresie przejściowym i letnim przewiduje się grawitacyjne przewietrzanie pompowni poprzez otwarcie czerpni i włączenie wentylatora.

Wytyczne sterowania

Sterowanie pracą wentylacji uzależnione od temperatury zewnętrznej oraz pracy lub postoju kotłowni. Urządzenia wentylacyjne będą wyłączone z zasilania w przypadku wystąpienia pożaru. Decyzję o wyłączeniu konkretnych urządzeń podejmować będzie dowódca jednostki gaśniczej.

12.1.2. Wentylacja pompowni wody zasilającej

Parametry obliczeniowe powietrza wewnętrznego $t_{\min/\max} = +5/+40^{\circ}\text{C}$

Celem instalacji wentylacji i ogrzewania powietrznego w pomieszczeniu pompowni wody zasilającej jest:

- odprowadzenie nadmiernych zysków ciepła od urządzeń technologicznych,
- pokrycie strat ciepła pomieszczenia w okresie zimy,
- utrzymanie w pomieszczeniu wymaganych temperatur w okresie pracy jak i postoju.

Zyski ciepła od pracujących urządzeń : 12 kW,

Obliczenie ilości powietrza wentylacyjnego (dla warunków zimowych)

$$V = \frac{Q}{\rho_p \cdot C_p \cdot (t_2 - t_1)} \cdot 3600 = \frac{12}{1,2 \cdot 1,005 \cdot 35} \cdot 3600 = 1023 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \approx 1100 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Obliczenie ilości powietrza wentylacyjnego (dla warunków letnich)

$$V = \frac{Q}{\rho_p \cdot C_p \cdot (t_2 - t_1)} \cdot 3600 = \frac{12}{1,2 \cdot 1,005 \cdot 10} \cdot 3600 = 3582 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \approx 3600 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

W pomieszczeniu pompowni zaprojektowano wentylację mechaniczną nawiewno – wywiewną mającą na celu usunięcie zysków ciepła od pracujących pomp oraz utrzymanie wymaganych temperatur w pomieszczeniu.

W okresie letnim nawiew przewidziano poprzez czerpnie ściennie wyposażone w przepustnice sterowane siłownikami elektrycznymi (opcjonalnie czerpnie będą wyposażone w kanał wentylacyjny sprowadzający powietrze w dolną przestrzeń pomieszczenia). Wywiew będzie się odbywał za pomocą wentylatora dachowego/kanałowego. Elementy nawiewne i wywiewne wyposażone zostaną w przepustnice regulacyjne sterowane ręcznie/automatycznie od czujnika temperatury w pomieszczeniu.

W okresie zimowym nawiew przewidziano poprzez aparat grzewczo-wentylacyjny wyposażony nagrzewnicę wodną. Wywiew będzie się odbywał za pomocą wentylatora dachowego/kanałowego.

Wentylacja pompowni w czasie pracy

W okresie przejściowym oraz letnim (tzew. $>+8$) nawiew powietrza odbywać się będzie grawitacyjne przez czerpnie ściennie (CZ) otwierane zdalnie.

Wywiew powietrza wentylacyjnego w okresie tym odbywać się będzie przez wentylator dachowy/kanałowy.

W okresie zimy (tzew. $< +8^{\circ}\text{C}$) powietrze do pomieszczenia pompowni nawiewane będzie mechanicznie przez aparat grzewczo-wentylacyjny pracujący w funkcji grzewczej. Temperatura powietrza nawiewanego do hali będzie wynosić ok. $+5^{\circ}\text{C}$.

Wywiew powietrza wentylacyjnego w okresie zimowym odbywać się będzie przez wentylator dachowy/kanałowy.

Wentylacja pompowni w czasie postoju

W czasie postoju w okresie zimowym, w celu pokrycia strat ciepła budynku, aparat grzewczo-wentylacyjny pracować będzie na powietrzu obiegowym. Urządzenia wentylacyjne będą wyłączone a czerpnie będą w pozycji zamkniętej.

W okresie przejściowym i letnim przewiduje się grawitacyjne przewietrzanie pompowni poprzez otwarcie czerpni i włączenie wentylatora.

Wytyczne sterowania

Sterowanie pracą wentylacji uzależnione od temperatury zewnętrznej oraz pracy lub postoju. Urządzenia wentylacyjne będą wyłączone z zasilania w przypadku wystąpienia pożaru. Decyzję o wyłączeniu konkretnych urządzeń podejmować będzie dowódca jednostki gaśniczej.

12.1.3. Wentylacja pomieszczeń elektrycznych

Parametry obliczeniowe powietrza wewnętrznego $t_{min/max} = +8/+35^{\circ}\text{C}$

Celem instalacji wentylacji pomieszczeń elektrycznych jest:

- odprowadzenie nadmiernych zysków ciepła od urządzeń technologicznych,
- zapewnienie wymaganej wymiany powietrza oraz utrzymanie nadciśnienia

Pomieszczenia elektryczne będą obsługiwane systemem wentylacyjnym zapewniającym w nich wymianę powietrza w ilości ok. 2 wym/h oraz nadciśnienie. Przewidziano zespoły wentylacyjne nawiewne wyposażone w nagrzewnice elektryczne.

W pomieszczeniach rozdzielni elektrycznych dla potrzeb chłodzenia (usuwanie zysków ciepła od zainstalowanych urządzeń) przewiduje się zastosowanie klimatyzatorów ściennych ze zmiennym przepływem czynnika chłodniczego dla zachowania maksymalnej efektywności energetycznej.

Urządzenia wentylacyjne będą wyłączone z zasilania w przypadku wystąpienia pożaru. Decyzję o wyłączeniu konkretnych urządzeń podejmować będzie dowódca jednostki gaśniczej.

12.1.4. Klimatyzacja pomieszczeń elektrycznych

Obliczeniowa temperatura zewnętrzna dla III strefy klimatycznej $t_{zZ} = -20^{\circ}\text{C}$ $t_{zL} = +30^{\circ}\text{C}$

Wymagana temperatura w pomieszczeniu rozdzielni $t_p = +8/+35^{\circ}\text{C}$

Obliczeniowa temperatura zewnętrzna dla lata $t_z = +30^{\circ}\text{C}$

Zyski ciepła od pracujących urządzeń:

- Pomieszczenie elektryczne przy pompowni wody zasilającej: 4kW
- Pomieszczenie elektryczne przy pompowni wody sieciowej: 5kW

Założona redundancja 100%

Na potrzeby usunięcia zysków ciepła od zainstalowanych urządzeń przewidziano montaż dwóch klimatyzatorów ściennych dla pomieszczenia elektrycznego przy pompowni wody

zasilającej o mocy 4kW każdy oraz dwóch klimatyzatorów ściennych w pomieszczeniu elektrycznym przy pompowni wody sieciowej o mocy 5kW każdy.

Klimatyzatory wyposażone będą w moduł pracy naprzemiennej, który pozwala na pracę układu wg ustalonego harmonogramu, a w przypadku awarii automatycznie uruchamia jednostkę rezerwową. Freon prowadzony będzie przewodami z miedzi łączonymi na lut miękki w izolacji chłodniczej. odprowadzić do pomieszczenia sanitarnego i wprowadzić do instalacji kanalizacji sanitarnej poprzez zasyfonowanie.

12.1.5. Zestawienie ilości powietrza wentylacyjnego

Nazwa pomieszczenia	Kubatura [m³]	Zyski ciepła [kW]	Krotność wymian		Ilość powietrza	
			Nawiew [1/h]	Wywiew [1/h]	Nawiew [m³/h]	Wywiew [m³/h]
Poziom -4,20m						
Pompownia wody zasilającej	898,66	12	zima 1,22 lato -	zima 1,22 lato 4,01	zima 1 100 lato natural.	zima 1 100 lato 3 600
Pomieszczenie elektryczne	32,4	4	3,09	-	100	przez nieszczelności
Przyziemie						
Pompownia wody sieciowej	638,90	15	zima 2,0 lato -	zima 2,0 lato 7,04	zima 1 300 lato natural.	zima 1 300 lato 4 500
Pomieszczenie elektryczne	51,79	5	1,9	-	100	przez nieszczelności

12.2. Instalacja ogrzewania

12.2.1. Ogrzewanie pomieszczeń pompowni wody sieciowej i pompowni wody zasilającej

- Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego w pompowni wody zasilającej :
+5°C
- Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego w pompowni wody sieciowej:
+5°C

W pomieszczeniach pompowni wody zasilającej oraz sieciowej zaprojektowano instalację centralnego ogrzewania o parametrach 135/65°C, PN16.

Przewidziano system zasilany z nowoprojektowanego układu wody sieciowej.

Kolektory zasilający i powrotny zostanie zabudowany na poziomie $\sim +0,000\text{m}$ pompowni wody sieciowej.

Przewidziano osobne nitki zasilania i powrotu dla pomieszczeń pompowni wody zasilającej i pompowni wody sieciowej.

Rurociągi zasilające wyposażono w przepustnice odcinające.

Projektowaną instalację należy wykonać z następujących elementów:

- **Przewody**

Instalację należy wykonać z rur stalowych z materiału P235GH wg PN-EN 10216-2 spawanych, układanych ze spadkiem min. 5‰.

Wszystkie przebicia przez ściany i stropy należy wykonać w tulejach ochronnych z tworzyw sztucznych. Montaż i układanie rur należy wykonać zgodnie z instrukcją producenta.

- **Armatura**

Regulację wydajności nagrzewnic aparatów grzewczo-wentylacyjnych zapewnią:

- pompy obiegowe
- zawory trójdrogowe
- zawory równoważące

- **Odpowietrzenie**

Odpowietrzenie instalacji będzie realizowane poprzez odpowietrzniki firmy Spirotech typu Spirotop PN25, 150°C.

- **Spusty**

Kolektory zasilający i powrotny należy opróżniać poprzez zawory spustowe DN15 ze złączką do węża.

Dodatkowo przed każdą nagrzewnicą przewidziano komplety zaworów spustowych wraz ze złączką do węża w celu opróżniania instalacji na cele serwisowe.

- **Kompensacja termiczna**

Wydłużenia cieplne rurociągów będą kompensowane na zasadzie tzw. samokompensacji, przez załamania trasy.

- **Obliczenia instalacji**

- całkowite straty ciepła pompowni wody zasilającej $\Phi=10,0\text{kW}$;
- podgrzew powietrza wentylacyjnego $\Phi=10,0\text{kW}$;
- całkowite straty ciepła pompowni wody sieciowej $\Phi=6,5\text{kW}$;
- podgrzew powietrza wentylacyjnego $\Phi=15,0\text{kW}$;

- **Zabezpieczenie antykorozyjne**

Rurociągi centralnego ogrzewania wykonane będą ze stali P235GH, która należy do stali węglowych, niskostopowych, rdzewiejących. Zabudowywane elementy rurociągowie są objęte ochroną antykorozyjną.

- **Izolacja termiczna**

Przewodów instalacji należy zaizolować otuliną z wełny mineralnej otrzymanej z włókien szklanych o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$, pokrytą zbrojonym płaszczem z folii aluminiowej. Temperatura pracy 120°C . Rurociągi należy izolować wg. wytycznych:

- DN32 - wełna mineralna gr. 30mm w płaszczu z folii aluminiowej
- DN40 - wełna mineralna gr. 40mm w płaszczu z folii aluminiowej
- DN50 - wełna mineralna gr. 50mm w płaszczu z folii aluminiowej
- DN65 - wełna mineralna gr. 60mm w płaszczu z folii aluminiowej
- DN80 - wełna mineralna gr. 80mm w płaszczu z folii aluminiowej
- DN125 - wełna mineralna gr. 100mm w płaszczu z folii aluminiowej

12.2.2. Ogrzewanie pomieszczeń elektrycznych

Obliczeniowa temperatury powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach elektrycznych: $+8^\circ\text{C}$.

W pomieszczeniach elektrycznych występują znaczne zyski ciepła, dlatego też instalacja ogrzewania nie jest konieczna. Na wypadek awarii lub remontu przewidziano ogrzewanie pomieszczenia do temperatury +8°C przy zastosowaniu klimatyzatorów pracujących jako pompy ciepła.

12.3. Instalacje wodno-kanalizacyjne

12.3.1. Instalacja wody na cele technologiczne

Budynek wyposażony jest w instalację wody wodociągowej. Na potrzeby projektowanej technologii w pomieszczeniu przygotowania wody z istniejącej instalacji wodociągowej należy doprowadzić przewód zasilający wykonany z rur stalowych ocynkowanych, łączonych za pomocą gwintowanych kształtek żeliwnych. Połączenia z armaturą wykonane będą jako rozłączne, za pomocą śrubunków.

W przypadku kolizji istniejącej wewnętrznej instalacji wodociągowej z projektowanymi instalacjami i urządzeniami, istniejącą instalację należy przebudować. W razie wystąpienia zmian w parametrach pracy istniejących układów spowodowanych dostosowaniem istniejących pomieszczeń dla nowego ich przeznaczenia, należy te układy poddać modernizacji uwzględniając nowe parametry pracy.

12.3.2. Instalacja kanalizacji sanitarnej

W ramach projektowanej inwestycji, do instalacji kanalizacji sanitarnej odprowadzane będą spusty awaryjne z urządzeń technologicznych. Ścieki zbierane będą za pomocą projektowanych wpustów podłogowych, od których pionem i poziomami kanalizacyjnymi ścieki odprowadzone zostaną do istniejącej zewnętrznej instalacji kanalizacji sanitarnej. Instalację należy wykonać z rur kanalizacyjnych kielichowych PVC-U o średnicy D110, łączonych na uszczelki.

12.3.3. Instalacja kanalizacji deszczowej

Budynek wyposażony jest w instalację odwodnienia dachu. Wody opadowe zbierane są poprzez rynny i odprowadzane zewnętrznymi pionami spustowymi do zakładowej sieci kanalizacji deszczowej.

13. Zagadnienia ochrony przeciwpożarowej

Pomieszczenia pompowni wody zasilającej i sieciowej w razie wystąpienia pożaru gaszone będą z najbliższej zlokalizowanego hydrantu (lokalizacja maksymalnie 70m). Brak wymogów wyposażenia ich w instalacje gaśnicze. Pomieszczenia ruchu elektrycznego będą wyposażone w stałe środki gaśnicze.

14. Szacunkowe nakłady inwestycyjne

Wstępne nakłady inwestycyjne niezbędne dla realizacji modernizacji, określono na podstawie informacji budżetowych od dostawców i producentów urządzeń, wstępnych prac kosztorysowych oraz doświadczeń z realizacji zadań modernizacyjnych i inwestycyjnych w energetyce. Nakłady inwestycyjne obejmują dostawy urządzeń i instalacji przeprowadzenia prób i rozruchów oraz oddania układu technologicznego do eksploatacji.

Struktura oszacowanych nakładów finansowych przedstawia się następująco:

Lp.	Wyszczególnienie	Wartość [PLN]
	Branża technologiczna	
1	Odgazowywacz termiczny TD30	
2	Stacja przygotowanie wody (SUW)	
3	Wymienniki ciepłownicze PC1,2,3	
4	Układ Stabilizacji Ciśnienia (USC)	
5	Pompy PZ, PK, PS, PPS, PO	
6	Licznik ciepła	
7	Pomiary AKPiA	
8	Armatura i rurociągi (rury, kształtki, zamocowania, izolacja, montaż)	
	Branża budowlana	
	Zakres branży budowlanej	
	Branża elektryczna	
	Zakres branży elektrycznej	
	Branża AKPiA	
	Zakres branży AKPiA	
	Branża instalacyjna (ogrzewanie, wentylacja, klimatyzacja)	
	Instalacja wentylacji	
	Instalacja klimatyzacji	

	Instalacja ogrzewania	
	Branża instalacyjna (wod.-kan.)	
	Zakres branży wodno-kanalizacyjnej	
	Razem	
	Dokumentacja wykonawcza	
	Rezerwa	
	SUMA	

15. Spis dokumentów i załączników

Tabela 16.1 Spis dokumentów i załączników

L.p.	Tytuł dokumentu	Nr dokumentu	Rewizja
1	Opis techniczny	SRS-002-1001.O.001	00
Wykazy materiałów			
11	Zestawienie urządzeń	SRS-002-1001.M.801	00
12	Wstępne zestawienie armatur	SRS-002-1001.M.802	00
13	Wstępne zestawienie pomiarów	SRS-002-1001.M.803	00
14	Zestawienie odbiorów elektrycznych	SRS-002-1001.M.501-502	00
Spis rysunków			
21	Układ zasilania rozdzielnicy nn 0,4kV 01BJE. Schemat jednokreskowy.	SRS-002-1001.T.501	00
22	Rozdzielnica nn 0,4kV 01BJE. Widok elewacji rozdzielnicy.	SRS-002-1001.T.502	00
23	Rzut z góry na poziom +0,00m. Pomieszczenie elektryczne pod klatką schodową.	SRS-002-1001.T.503	00
24	Układ zasilania rozdzielnicy nn 0,4kV 01BJF. Schemat jednokreskowy.	SRS-002-1001.T.504	00
25	Rozdzielnica nn 0,4kV 01BJF. Widok elewacji rozdzielnicy.	SRS-002-1001.T.505	00
26	Rzut z góry na poziom -4,00m. Pomieszczenie elektryczne w piwnicy.	SRS-002-1001.T.506	00
27	Schemat instalacji wentylacji i ogrzewania. Okres letni i zimowy.	SRS-002-1001.T.701	00
28	Schemat technologiczny P&ID Układ para-woda	SRS-002-1001.T.801	00
29	Schemat technologiczny P&ID Układ wody sieciowej	SRS-002-1001.T.802	00
30	Aranżacja układu technologicznego – rzut z góry na poziom +3,10 m.	SRS-002-1001.T.803	00
31	Aranżacja układu technologicznego – rzut z góry na poziom +0,00 m.	SRS-002-1001.T.804	00
32	Aranżacja układu technologicznego – rzut z góry na poziom -4,00 m.	SRS-002-1001.T.805	00
33	Układ sprężonego powietrza. Wstępny schemat technologiczny	SRS-002-1001.T.901	00

L.p.	Tytuł dokumentu	Nr dokumentu	Rewizja
Spis załączników			
41	Pompy wody sieciowej Hydro-Vacuum	SRS-002-1001.Z.801	00
42	Pompy wody sieciowej KSB	SRS-002-1001.Z.802	00
43	Pompy wody zasilającej Hydro-Vacuum	SRS-002-1001.Z.803	00
44	Pompy wody zasilającej KSB	SRS-002-1001.Z.804	00
45	Pompy kondensatu Hydro-Vacuum	SRS-002-1001.Z.805	00
46	Pompy kondensatu KSB	SRS-002-1001.Z.806	00
47	Pompy spustów i odwodnień	SRS-002-1001.Z.807	00
48	Wymienniki ciepłownicze Hexonic	SRS-002-1001.Z.808	00
49	Stacja uzdatniania wody i węzeł odgazowania termicznego	SRS-002-1001.Z.809	00
50	Pomiary AKPiA od ZPDA	SRS-002-1001.Z.810	00
51	Licznik ciepła KAMSTRUP	SRS-002-1001.Z.811	00
52	Stacje redukcyjno-schładzające	SRS-002-1001.Z.812	00
53	Rozprężacz odsolin i odmulin	SRS-002-1001.Z.813	00
54	Zbiornik spustów i odwodnień	SRS-002-1001.Z.814	00
55	Układ stabilizacji ciśnienia	SRS-002-1001.Z.815	00
56	Pompy pomocnicze wody sieciowej Hydro-Vacuum	SRS-002-1001.Z.816	00
57	Pompy pomocnicze wody sieciowej KSB	SRS-002-1001.Z.817	00
58	Zawór minimalnego przepływu	SRS-002-1001.Z.818	00
59	Wymiennik odzysku ciepła Kelvion	SRS-002-1001.Z.819	00
60	Obliczenia izolacji	SRS-002-1001.Z.820	00
61	Armatura od	SRS-002-1001.Z.821	00